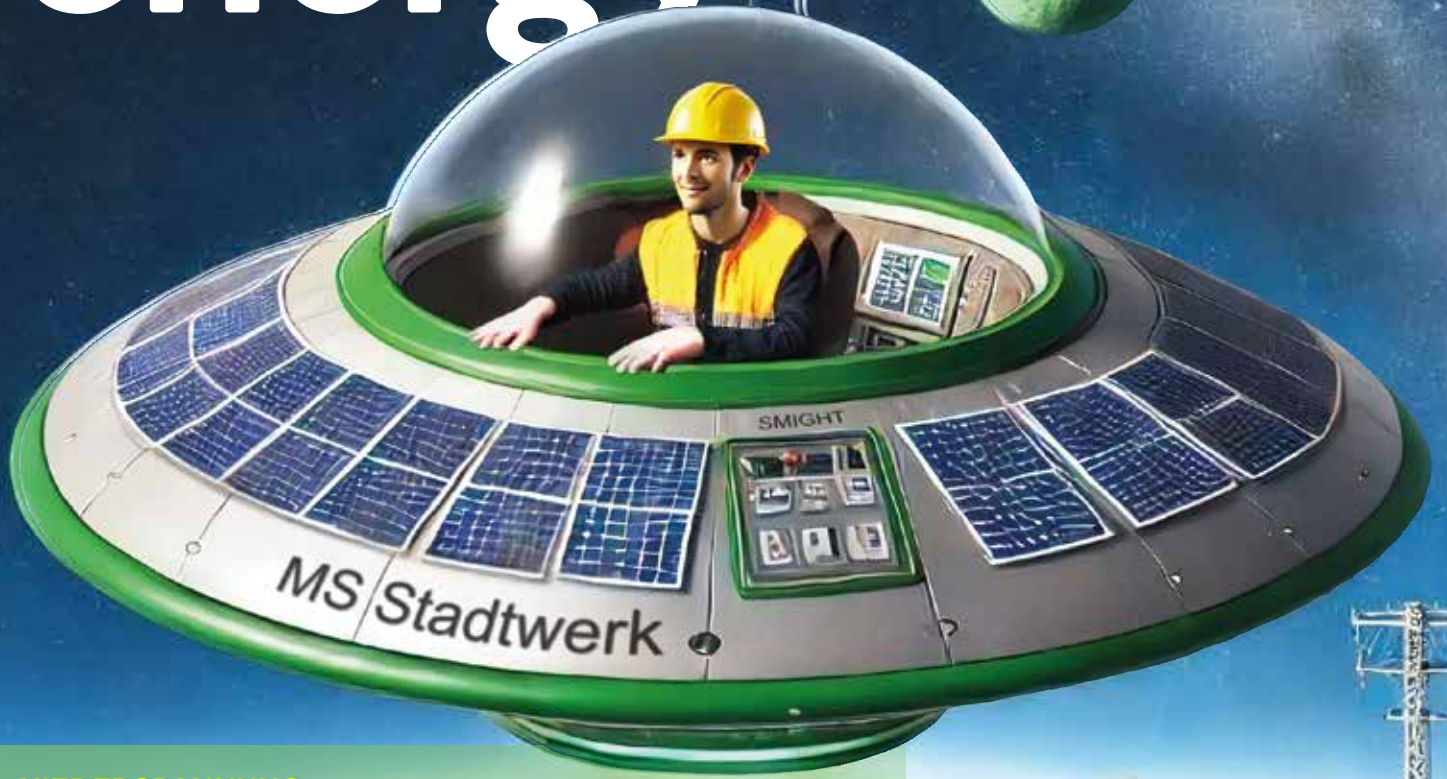


EMPOWER NET ZERO INDUSTRY energy



NIEDERSpannung

SCHWERELOS DIE ENERGIEWENDE MEISTERN

...mehr ab S. 8



TITELBILD-SPONSOR: SMIGHT

WINDENERGIE

Trends und Lösungen der
Windenergiebranche ab S. 14

NET ZERO INDUSTRY

Nachhaltige E-Mobilität
durch digitale Zwillinge S. 58

ENERGIEMANAGEMENT

Intelligente und zuverlässige
Stromversorgung ab S. 34



Energie effizient nutzen. Schon heute. Für morgen.

Vom Monitoring bis zur Gebäudeleittechnik, vom Einfamilienhaus bis zur industriellen Anlage: ABB ermöglicht für jeden Bedarf die optimale Nutzung von Energie. Entdecken Sie zum Beispiel ABB ASKI – eine hoch skalierbare Lösung für intelligentes Energie- und Lastmanagement von PV, E-Ladesäulen und Batteriespeichern. solutions.abb/de-aski

Let's write the future. Together.



Auch die nächste Ausgabe der ENERGY kostenfrei lesen?



Jetzt Leser werden!





Bernhard Haluschak, Chefredakteur Energy: Batterien dominieren heute den Markt als preiswerte und mobile Energiespeicher. Doch die Suche nach effizienteren und umweltfreundlicheren Lösungen geht weiter. Es gibt Technologien wie Wasserstoff-Brennstoffzellen, Superkondensatoren und Redox-Flow-Batterien, die in bestimmten Bereichen vielversprechende Alternativen darstellen. Könnten diese Technologien eines Tages die herkömmlichen Batterien ersetzen, oder haben sie lediglich das Potenzial, bestimmte Nischen zu füllen? Deshalb lohnt es sich, die Vor- und Nachteile dieser Alternativen genauer zu betrachten.

GIBT ES BESSERE ALTERNATIVEN ALS DIE BATTERIETECHNOLOGIE?

Ja, es gibt Alternativen zur Batterietechnologie, die in bestimmten Anwendungen vielversprechend sind. Allerdings hängt die Frage, ob diese Alternativen "besser" sind, stark vom Einsatzgebiet und den Anforderungen ab.

Eine der bekanntesten Alternativen sind Wasserstoff-Brennstoffzellen. Diese Technologie nutzt Wasserstoff, der in einer Brennstoffzelle mit Sauerstoff reagiert, um elektrische Energie zu erzeugen. Der Vorteil von Wasserstoff ist seine hohe Energiedichte und die Tatsache, dass bei der Energiegewinnung nur Wasser als Abfallprodukt entsteht. Besonders im Schwerlastverkehr und in der Luftfahrt, wo hohe Energiedichten entscheidend sind, könnte Wasserstoff eine wichtige Rolle spielen. Allerdings erfordert die Produktion von Wasserstoff viel Energie und eine Infrastruktur für die Verteilung und Speicherung.

Eine weitere Alternative sind Superkondensatoren. Im Gegensatz zu herkömmlichen Batterien speichern Superkondensatoren Energie durch das elektrische Feld zwischen zwei Elektroden. Sie können extrem schnell aufgeladen und entladen werden und haben eine sehr hohe Lebensdauer. Ihre Energiedichte ist jedoch im Vergleich zu Batterien gering, was sie eher für Anwendungen prädestiniert, bei denen schnelle Lade- und Entladezyklen wichtiger sind als die Speichermenge, wie zum Beispiel in elektronischen Geräten oder bei regenerativen Bremssystemen in Fahrzeugen.

Ein weiteres Feld der Forschung sind flüssige Energiespeicher wie Redox-Flow-Batterien. Diese speichern Energie in flüssigen Elektrolyten, die in externen Tanks gelagert werden. Das ermöglicht eine flexible Skalierbarkeit der Speicherkapazität. Redox-Flow-Batterien sind besonders für große stationäre Anwendungen, wie die Speicherung von Energie aus Wind- und Solarkraftwerken, prädestiniert. Ihre Komplexität und die Notwendigkeit großer Tanks machen sie allerdings für mobile Anwendungen weniger geeignet.

Darüber hinaus gibt es auch noch thermische und mechanische Speichertechnologien wie Schwungräder oder Druckluftspeicher. Diese Technologien sind aber nur nützlich in Nischenanwendungen, bei denen sie gegenüber Batterien Vorteile in Bezug auf Effizienz, Kosten und Umweltverträglichkeit bieten.

SCHUTZ!



FRIZLEN Leistungswiderstände sorgen im Verbund mit leistungselektronischen Geräten für Schutz und Dynamik.

- Fault-Ride-Through-Widerstände mit hoher Leistungsdichte
- Filterwiderstände
- Kompakte Bremswiderstände in Pitchantrieben

FRIZLEN Leistungswiderstände

- Belastbar
- Zuverlässig
- Made in Germany

+100 JAHRE DYNAMIK DURCH WIDERSTAND

Tel. +49 7144 8100-0
www.frizlen.com

INHALT

AUFTAKT

- 06 Kosmos der Energie:
Preiswerter Wasserstoff mit PEM-Elektrolyse
- 12 Highlights der Branche

TITELREPORTAGE

- 08 Titelstory: SMIGHT ebnet den Weg für
das Verteilnetz der Zukunft
- 10 Titelinterview mit Geschäftsführer von SMIGHT:
„Dynamik in der Niederspannung“

FOKUS: WIND

- 14 Windige Zukunft:
Die Energie für eine nachhaltige Welt
- 16 Freie Fahrt für die Windkraft?
Energiewende und die Alternativen Energien
- 18 Kritische Infrastrukturen im Fokus:
Windenergieanlagen vor Cyberangriffen schützen
- 22 Repowering mit Hindernissen: RED III - gute
Ansätze, aber Rückschritte beim Repowering

RUBRIKEN

- 03 Editorial
- 61 Impressum & Firmenverzeichnis
- 66 Rücklicht: Backpulver als Wasserstoffspeicher



AB SEITE **08**

TITELSTORY

Zukunftssichere Verteilnetze
errichten



58

BATTERIESPEICHER

Nachhaltige Batterielösungen
unter Druck



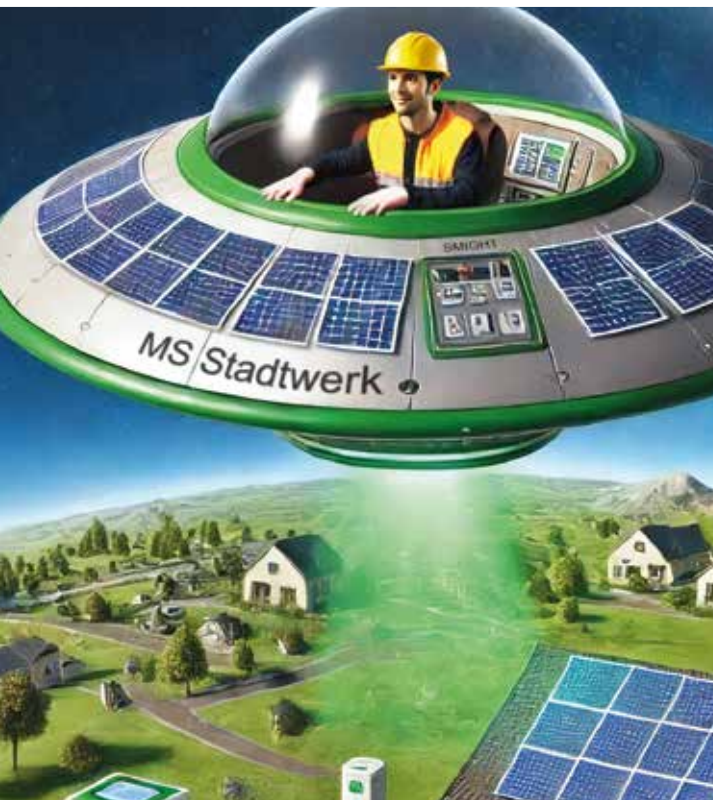
*Jetzt scannen
und die ENERGY
als E-Paper erhalten!*



AB SEITE 14

WINDENERGIE

Alternative Energie
mit Potenzial



28

SOLARENERGIE

PV-Anlagen auf Höchstleistung
trimmen



SMART ENERGY

- 24 Ideale Verbindungen für H₂ schaffen:
Mit den richtigen Lösungen zur Energiewende
- 28 Solaranlagen auf Spitzenleistung trimmen:
Effizienz und Zuverlässigkeit verbessern
- 31 Energiedaten erfassen und analysieren:
Smartes Energiekonto als Informationszentrale

SPEZIAL: ENERGIEMANAGEMENT

- 34 Digitaler Weitblick:
Wie GenAI den Energiewandel vorantreibt
- 38 Stromnetze unter Kontrolle:
Intelligentes Energiemanagement in Gebäuden
- 42 Intelligent und zuverlässig:
Die nächste Generation des Smart Grids

ENERGY SOLUTIONS

- 46 Energiewende mit Tempo:
Netzausbau im Fokus
- 49 Interview über Vorhersagemodelle am Spotmarkt:
„Kurzzeitprognose in der Fernwärme“
- 52 Realität statt Zauberei:
Windenergie durch Analysetechnik im Griff
- 54 Interview über Energiebeschaffung für KMUs:
„Günstigen Strom einkaufen“

NET ZERO INDUSTRY

- 56 Grüne Zukunft:
Auswirkungen der EU-Batterieverordnung
- 58 Batterieindustrie unter Spannung:
Nachhaltige E-Mobilität durch digitale Zwillinge
- 62 Checkliste für Unternehmen:
NIS-2 einfach erklärt

Kohlenstoffbasis ersetzt Titan in Bipolarplatten im Elektrolyse-Stack

Preiswerte PEM-Elektrolyse

Die Proton-Exchange-Membran-Elektrolyse gilt als vielversprechendster Weg zu grünem Wasserstoff. Allerdings ist sie momentan noch wenig wirtschaftlich. Ein Grund: Eine ihrer Schlüsselkomponenten – Bipolarplatte – besteht in der Regel aus Titan. Dass Bipolarplatten auf Kohlenstoffbasis eine kosteneffizientere und zugleich skalierbare Alternative sein können, haben Forschende des Fraunhofer-Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT und der Ruhr-Universität Bochum herausgefunden.

TEXT: Fraunhofer UMSICHT / Bernhard Haluschak, Energy BILD: Fraunhofer UMSICHT





Im Fokus ihrer Untersuchungen stand eine neue kohlenstoffbasierte Bipolarplatte – entwickelt und patentiert bei Fraunhofer UMSICHT. Sie besteht aus einer thermoplastischen polymergebundenen Kohlenstoffmatrix mit leitfähigen Additiven wie Ruß und Graphit und wird in einem Pulver-zu-Rolle-Verfahren hergestellt. Material und Produktionsprozess ermöglichen die kontinuierliche Fertigung einer Bipolarplatte, die sowohl leicht zu bearbeiten als auch verschweißbar ist und bereits kommerzielle Anwendung im Bereich der Redox-Flow-Batterien findet.

Diese Bipolarplatte und eine Bipolarplatte aus Titan haben die Forschenden umfassenden Ex-situ- und In-situ-Tests unterzogen. Bei den Ex-situ-Untersuchungen führten sie elektrochemische Korrosionsstudien durch, analysierten dann die Korrosion in Rasterelektronenmikroskop-Bildern und maßen den Gewichtsverlust der Bipolarplatte auf Kohlenstoffbasis, um die Eignung für reale Anwendungen und die Wahl der Parameter zu bewerten. Bei den In-situ-Tests wurden die Bipolarplatten über 500 Stunden lang beschleunigten Alterungstests mit wechselnden Stromdichten zwischen 1 und 3 A cm⁻² ausgesetzt.



Heute und morgen

SMIGHT EBNET DEN WEG FÜR DAS VERTEILNETZ DER ZUKUNFT

Das Verteilnetz der Zukunft ist digital, transparent und intelligent. Doch die Weichen hierfür müssen Netzbetreiber heute bereits legen. Genau hier setzt SMIGHT an: Mit einer umfassenden Lösung, die speziell dafür entwickelt wurde, die komplexen Informationen aus dem Niederspannungsnetz zu erfassen, zu analysieren und bei Bedarf schnell zu handeln.

TEXT + BILDER: SMIGHT

SMIGHT bietet eine innovative Antwort auf die drängenden Fragen der Energiebranche, indem es die Lücke zwischen Datenerfassung und aktiver Netzsteuerung schließt. Diese Lösung ermöglicht es Netzbetreibern, die Herausforderungen von heute zu meistern und gleichzeitig die Weichen für ein zukunftssicheres und nachhaltiges Netzmanagement zu stellen.

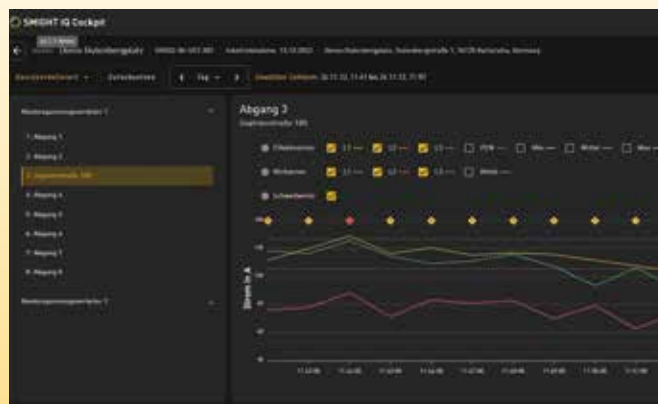
Erfassen: SMIGHT Grid2 ist eine Plug-and-Play-Nachrüstlösung zur Messung von Niederspannungsabgängen in Ortsnetzstationen und Kabelverteilern. Es ermöglicht eine präzise Strommessung in Echtzeit, die abgangsscharf, vierphasig und einmal pro Minute erfolgt. Ein integriertes Gateway misst zudem die Schienenspannung und sorgt für eine sichere Übertragung der Messdaten per LTE an eine IoT-Plattform. Dies bildet die Grundlage für ein intelligentes Netzmanagement.

Verstehen: Die aufbereiteten Daten werden im SMIGHT IQ Cockpit visualisiert. Es ermöglicht den Nutzern, auf einen Blick kritische Zustände und Entwicklungen im Netz zu erkennen, zu verstehen und zu bewerten. Ampelfarben signalisieren die Höhe der Auslastung der einzelnen Stationen. Damit können Netzbetreiber die tatsächliche Netzbelastung schnell und sicher einschätzen.

Steuern: Mit dem SMIGHT IQ Copilot wird das Lastmanagement gemäß §14a EnWG realisiert. Es ermöglicht, Zeitfenster mit besonders hoher Auslastung zu identifizieren und die Dimmung der steuerbaren Verbraucher zu planen, auszuführen und zu dokumentieren. Dies wird als „präventive Steuerung“ bezeichnet. Darüber hinaus bietet das System die Möglichkeit, schrittweise zu einer vollautomatischen „dynamischen Steuerung“ überzugehen, um bei Bedarf eine optimale Anpassung an die Netzbelastung zu gewährleisten.



Schnell und einfach sind die ausgewählten Stationen mit SMIGHT Grid2 ausgestattet.



Durch die minutengenauen Messwerte lassen sich Anomalien im Verteilnetz identifizieren.

Praxis: Niederspannungsnetz digitalisieren

Die Stadtwerke Ludwigsburg-Kornwestheim (SWLB) sieht, wie viele andere Stadtwerke, Veränderungen durch die Energie- und Wärmewende auf ihre Verteilnetz zukommen. So stand der Netzbetreiber vor der Herausforderung, diese Entwicklung mittels Daten in der Niederspannung sichtbar zu machen. Mit SMIGHT Grid2 fanden sie eine Lösung, die schnell implementiert war und ihnen als fundierte Planungs- und Entscheidungsgrundlage kontinuierlich Daten aus dem Netz liefert. Mehr noch: Aktuell sind die Stadtwerke dabei, ein datenbasiertes Lastmanagement gemäß 14a EnWG mit SMIGHT umzusetzen.

Wie viele andere Netzbetreiber stehen auch die Stadtwerke Ludwigsburg-Kornwestheim vor der Aufgabe, die Digitalisierung im Netz weiter voranzutreiben. Das Unternehmen verfügt über neun Umspannwerke, 350 Netzstationen und 200 Kundenstationen. Unklar ist jedoch, welche Auswirkungen der Anstieg von Elektromobilität, Wärmepumpen und EEG-Anlagen auf die Netze haben wird und wie künftig – trotz der großen Dynamik – eine akkurate Netzausbauplanung gelingen kann. Die Ludwigsburger machten sich auf die Suche nach einer pragmatischen Lösung für die Niederspannung und starteten Beginn des Jahres 2022 eine achtwöchige Pilotphase mit SMIGHT Grid2 an fünf ausgewählten Stationen.

Nach einer halbstündigen Einweisung der Software und Hardware, konnte das Team – insgesamt sechs Monteure und ein Meister – loslegen. Zuerst wurden die fünf Stationen und Nutzer im Verwaltungstool angelegt, das dauerte etwa 30 Minuten. Danach installierten die Monteure vor Ort Gateway, Wandler und Sensoren. Über die App wird der Sensor mit dem Backend und den dort angelegten Stationen verbunden, indem der QR-Code auf Sensor abgescannt und eingelesen wird. Damit sind die Daten verbunden und nach 15 Minuten im SMIGHT IQ visualisiert und verfügbar.

Die Daten sprechen lassen

„Ein schneller Einbau ist schön und gut, aber was zählt sind die Daten“, fasst Jürgen Blank, Gruppenleiter Umspannwerke und Stationstechnik, zusammen. Und die kommen bereits 15 Minuten nach dem Einbau im SMIGHT IQ an. Nicht nur Blank und sein Team nutzen die Daten, um das Netz im Blick zu behalten, sondern auch die Kollegen und Kolleginnen in der Netzplanung: vor allem in Bezug auf den rückwärts gerichteten Strom über die installierten PV-Anlagen oder zeitlich begrenzte Auslastungen durch die Wallboxen und Ladesäulen.

Dass Theorie und Praxis nicht immer übereinstimmen, zeigt sich beispielhaft an einer Station, die als unkritisch eingestuft wurde. Lediglich drei Kunden hängen an diesem Abgang, und doch gab es – unregelmäßig und punktuell – Stromspitzen, die deutlich über 200 Ampere gingen und damit über der Belastungsgrenze des Versorgungskabels lag. Ist solch ein Grenzwert erreicht oder überschritten, erhält das Team eine Nachricht auf seine Mobilgeräte und kann gezielt auf Ursachenforschung gehen. Ladesäulen, eine Abwasserpumpstation und eine Gartenanlage standen im Verdacht, die hohen Anlaufspitzen verursacht zu haben. Doch nicht immer ließen sich die Ereignisse zuordnen, weshalb Jürgen Blank und sein Team weiter auf Spurensuche sind. Fest steht: Ohne permanente Messungen wäre dieses Phänomen wohl unentdeckt geblieben. Da liegt die Frage nahe: In welchen und vor allem wie vielen Stationen schlummern weitere solche Phänomene? Jürgen Blank: „Mit SMIGHT Grid2 haben wir genau die Daten, die wir benötigen und können damit arbeiten. Aktuell ist unser Netz im grünen Bereich. Damit das auch so bleibt, haben wir die nötige Transparenz geschaffen und verstehen unser Netz damit besser.“ Die Stadtwerke haben sich zu einem weiteren Ausbau der SMIGHT Grid2 Lösung entschieden. 195 von insgesamt 350 der Ortsnetzstationen sind bereits mit SMIGHT Grid2 ausgestattet – weitere 100 Stationen sollen folgen und ein Pilotprojekt zur Umsetzung der 14a-Kette hat begonnen. □

Interview mit dem Geschäftsführer von SMIGHT

Dynamik in der Niederspannung



Mithilfe von Echtzeitdaten sorgt SMIGHT für einen effizienten Netzbetrieb und damit für das Gelingen der Energiewende. Um herauszufinden, wie es tatsächlich um die Niederspannungsnetze steht, hat das Unternehmen seine erfassten Daten analysiert und interpretiert. Oliver Deuschle, einer der beiden Geschäftsführer der SMIGHT GmbH klärt auf, was dies für Verteilnetzbetreiber bedeutet und welche Handlungsmöglichkeiten sich daraus ergeben.

DAS INTERVIEW FÜHRTE: Bernhard Haluschak, Energy **BILD:** SMIGHT

Herr Deuschle, was genau verraten denn die Messungen? Wie geht es den Netzen in der Niederspannung?

Wir haben anhand unserer Live-Messungen den Zustand von 15.000 Niederspannungskabeln über ein ganzes Jahr hinweg analysiert. Vierphasig gemessen, sind das 525.600 Werte pro Minute. Die Messpunkte waren über ganz Deutschland verteilt, sodass wir damit einen ganz guten Überblick über den Zustand im deutschen Niederspannungsnetz bekommen konnten. Wobei ich betonen muss, dass Netzbetreiber natürlich eher dort Messungen installieren, wo sie auch kritische Netzzustände erwarten.

Im Zeitraum von Januar 2023 bis Januar 2024 waren 3,9 Prozent der gemessenen Niederspannungsabgänge in einem kritischen Zustand. Das bedeutet, dass das Kabel zu mindestens einem Prozent der gemessenen Zeit über 100 Prozent überlastet war. Hierfür haben wir einen Faktor definiert: den Critical Outlet Ratio (COR). Der COR liegt bei dieser Referenzmessung also bei 3,9 Prozent.

Ihre Messungen werfen ja unweigerlich die Frage auf, wie man diese knapp vier Prozent einzuschätzen hat und was das für die Zukunft der Niederspannungsnetze bedeutet?

Ich würde sagen, der Wert ist ganz okay. Wir haben aktuell noch kein systematisches Kritikalitätsproblem im deutschen Niederspannungsnetz. Der COR von 3,9 Prozent repräsentiert ja den Ist-Zustand. Es gibt aber bereits punktuelle Überlastsituationen, die aufgrund der Energie-, Mobilitäts- und Wärmewende entstehen. Dieser Lastzuwachs stellt Verteilnetzbetreiber vor die Herausforderung, die kritischen Punkte in ihrem Netz zu identifizieren, um dann rechtzeitig durch Netzumschaltungen oder Netzausbau reagieren zu können.

Nun stellt sich aber die Frage, wie stark sich die Kritikalität aufgrund der Elektrifizierung von Wärme, Verkehr und Energieerzeugung verändern wird. Dafür rechnen wir für jeden Messpunkt auf diesen 15.000 Niederspannungsabgängen mit einem linearen Lastzuwachs von 35 Prozent bis zum Jahr 2030 – wir halten das für eine sehr konservative Annahme. Den Netzausbau, der hoffentlich in den kommenden Jahren parallel stattfindet, haben wir dabei nicht berücksichtigt. Der COR erhöht sich damit auf 12,4 Prozent. Die Kritikalität wächst also exponentiell mit der Lastzunahme – das ist schon sehr signifikant. Auch wenn wir noch nicht wissen, wie hoch der Lastzuwachs tatsächlich sein wird: Netzbetreiber müssen die exponentielle Zunahme der Kritikalität im Auge behalten, um rechtzeitig handeln zu können.

Bedeutet das, dass im Grunde genommen überall Messdaten erhoben werden müssen?

Idealerweise ja. Unser Kunde, die Stadtwerke Ludwigsburg-Kornwestheim GmbH, beispielsweise hat mit SMIGHT-Messtechnik eine Ausstattungsquote von 80 Prozent. Ihre Devise ist: Was ich messe, muss ich nicht berechnen oder abschätzen. Die Messdaten bringen eine hohe Genauigkeit an Informationen und die Sicherheit, um Phasen-Asymmetrien oder Phänomene auf dem Neutralleiter zu identifizieren. Denn in diesen Fällen hilft auch keine ergänzende Netzberechnung.

Aber jeder Netzbetreiber geht da anders vor. Wer sein Netz gut kennt, weiß auch, wo mögliche Engpässe auftreten können und an welchen Stellen es in der nächsten Zeit unkritisch bleibt. Daher möchte ich es so ausdrücken: Je schlechter die Sachdatenlage, desto mehr Messungen machen Sinn. Und je besser die Sachdatenlage, desto akkurater können Netzbetreiber den Zustand der nicht gemessenen Netzabschnitte bewerten: nämlich anhand von Netzberechnungen mit ergänzenden Messdaten.

„Die Kombination von Live-Daten und Modellen ist der Schlüssel für eine zukunftsfähige Netzplanung.“

Sie verweisen auf die Kombination von Messtechnik mit Netzberechnung. Welche Ausstattungsquote von Messtechnik empfehlen Sie denn?

Mit einer guten Sachdatenlage, genügen fürs Erste 20 Prozent Ausstattung. Der Rest lässt sich durch Netzberechnung einigermaßen gut abschätzen. Wer sicher gehen möchte, erhöht seine Ausstattungsquote peu à peu auf 50 oder gar 80 Prozent wie die Ludwigsburger.

Was würden Sie sagen: Wie sieht der optimale Weg für eine zukunftsfähige Netzplanung anhand von Messdaten aus?

Wir sprechen hier von einer messdatenbasierten Netzplanung. Anhand einer Messstrategie oder eine Clusteranalyse werden im ersten Schritt systematisch die kritischen Netzbereiche identifiziert, mit Messtechnik ausgestattet und überwacht. Und ich sehe somit schnell, was im Netz los ist, wie kritisch die gemessenen Niederspannungsabgänge tatsächlich sind und welche Ursache sie haben: Handelt es sich um Blindleistung, Asymmetrien oder Ladeverhalten von Wallboxen.

Netzplaner können anhand der tatsächlich gemessenen Lastprofile bereits Anpassungen in der Netzplanung vornehmen. Sie können aber auch ihre Planungsdatensätze mit den Live-Daten anreichern und damit eine realitätsnahe Simulation durchführen. Und es besteht die Möglichkeit, einzelne Netzbereiche mit einem Netzberechnungsprogramm zu modellieren, um den Netzzustand zu bewerten.

Jetzt gibt es aber nicht nur Themen wie die vorausschauende Netzplanung, sondern konkrete Aufgaben, die es zu bewältigen gilt – zum Beispiel die Umsetzung von Paragraf 14a...

Der Gesetzgeber ermöglicht Netzbetreibern seit diesem Jahr, kritische Netzsituationen durch Dimmen von spezifischen Lasten wie Wallboxen, Wärmepumpen oder Batteriespeichern zu beseitigen. Dafür muss der Netzbetreiber die Kritikalität in seinem Netz erst einmal erkennen. Hier schließt sich der Kreis zu unserer Gesamtlösung: Unsere Messtechnik erfasst die Daten, im Cockpit werden sie gelesen und verstanden. Und der neu entwickelte SMIGHT Grid2 Copilot ermöglicht nun auch ein datenbasiertes Lastmanagement. Lässt sich ein identifizierter Engpass durch Netzausbau oder Netzumschaltungen nicht rechtzeitig beseitigen, kann der Netzbetreiber mit dem SMIGHT Copilot Dimmbefehle an den Messstellenbetreiber übergeben. Dieser gibt den Befehl weiter an den Anlagenbetreiber, der dann wiederum seine Wallboxen in den Privathaushalten reguliert dimmen kann. Die Energiewende kann somit ohne gezo-gene Handbremse umgesetzt werden: denn Netzbetreiber gewinnen durch die limitierten Eingriffe die notwendige Zeit, um die Netze weiter auszubauen. □

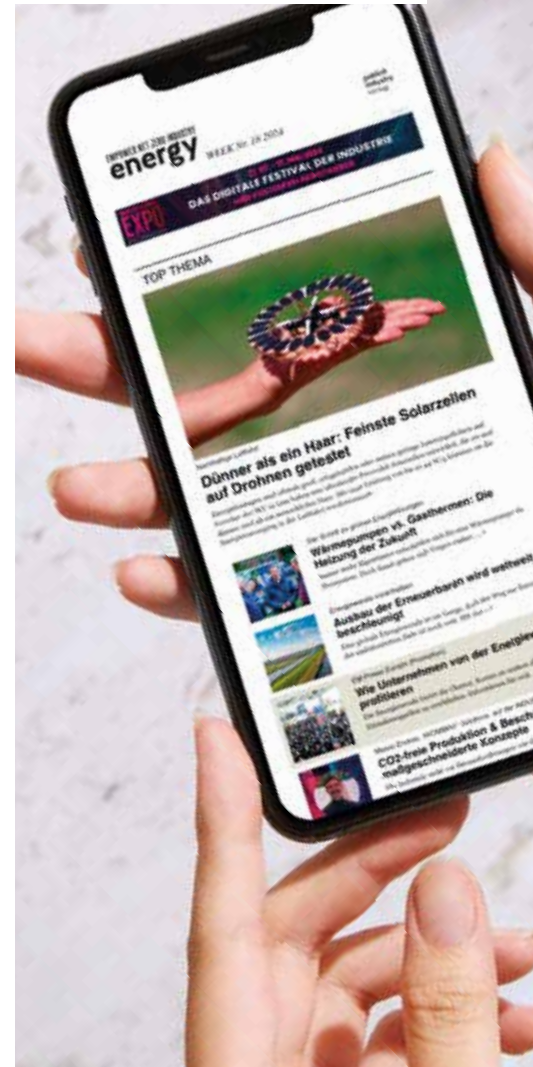
6

HIGHLIGHTS

Fakten, Trends und Neues: Was hat sich in der Branche getan? Siemens setzt in der Wasserstoffwirtschaft auf Künstliche Intelligenz, Weidmüller macht das Aufladen von Elektroautos einfacher und schwimmende PV-Anlagen haben ein großes, aber unerschlossenes Potenzial. Lithium-Ionen-Batterien werden noch nicht optimal genutzt und ein neues Verfahren ermöglicht eine umfassendere CO₂-Speicherung.



EMPOWER NET ZERO INDUSTRY
energy



**Energielösungen
für die Industrie**

**ENERGYweek
NEWSLETTER**

Jeden Dienstag mit den wichtigsten
Meldungen für Sie.
Ausgesucht von unserer Redaktion.



Jetzt kostenfrei zum Newsletter
anmelden unter:
INDUSTR.com/de/Energy-Magazin

Beschleunigung der Wasserstoffwirtschaft
Siemens setzt auf KI
Den Ausbau der Wasserstoffproduktion beschleunigen und die Nachhaltigkeitsziele der Industrie unterstützen – dabei setzt Siemens auf Künstliche Intelligenz. Mit Software-Tools wie dem Hydrogen Plant Configurator, einem Chatbot oder Comos AI, die auf generativer KI basieren, vereinfacht Siemens Design, Engineering und die Automatisierung von Wasserstoffanlagen.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2754398

Verbesserte Lithium-Ionen-Batterien
Leistung auf Dauer
Das japanische Technologieunternehmen Asahi Kasei hat einen erfolgreichen Konzeptnachweis für Lithium-Ionen-Batterien mit einem neuartigen Elektrolyten und hoher Ionenleitfähigkeit erbracht. Durch diesen technologischen Durchbruch können Batterien eine bessere Leistung bei niedrigen Temperaturen und eine längere Lebensdauer bei hohen Temperaturen erreichen.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2756286

Überlastungen im Stromnetz vermeiden
Intelligentes Laden
Elektroautos einfach zu Hause oder am Arbeitsplatz aufladen – in Mehrfamilienhäusern und Gewerbeimmobilien kann dies zum Problem werden, da die Ladeinfrastruktur dafür nicht ausgelegt ist: Teure Lastspitzen oder Stromausfälle sind die Folge. Smart-Charge von Weidmüller vermeidet solche Probleme und sorgt dafür, dass Elektroautos sicher und schnell geladen werden.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2758374

Reversible Wärmepumpe
Nachhaltige Baureihe
Mit der Ergänzung an Kaltwassersätzen und reversiblen Wärmepumpen will Panasonic die Leistung sowie die Sicherheit erhöhen und einen konstanten Betrieb gewährleisten. Bei der Ecoi-W-Aqua-Z-DC-Baureihe wurde durch das Kältemittel R32 auf ein geringeres Treibhauspotenzial und einen leiseren Betrieb geachtet. Die große Modellauswahl bietet mehr Flexibilität bei der Installation.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2758518

Globale Dekarbonisierung
CO₂-Speicherung
Ein neues Verfahren zur Speicherung von Kohlendioxid aus der Atmosphäre, das von Forschern der University of Texas entwickelt wurde, funktioniert schneller als bisherige Methoden und kommt ohne schädliche chemische Beschleuniger aus. Die CO₂-Speicherung erfolgt durch ultraschnelle, chemikalienfreie Hydratbildung in Meeresbodenhydraten im großen Maßstab.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2759523

Großes Potenzial unerschlossen
Floating-PV
Auf Gewässern installierte Photovoltaik-Anlagen boomen weltweit. In Deutschland sind bisher 21 MWp installierte PV-Leistung in Betrieb, weitere 62 MWp in Genehmigung oder in Konstruktion. Möglich soll ein „wirtschaftlich-praktisch erschließbares Floating-PV-Potenzial für Deutschland von 1,8 GWp für PV-Installationen“ sein, laut Dr. Karolina Baltins vom Fraunhofer-Institut ISE.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2761413





Die Energie für eine nachhaltige Welt

WINDIGE ZUKUNFT

Windenergie entwickelt sich zum Schlüsselement der Energiewende. Mit Offshore- und Onshore-Windkraft sowie dem Repowering bietet sie zahlreiche Möglichkeiten. Doch welche technischen Entwicklungen prägen die Zukunft dieser Energiequelle?

TEXT: Bernhard Haluschak, Energy BILD: iStock, SimonSkafar

Die Windenergie spielt eine zentrale Rolle im globalen Übergang zu erneuerbaren Energien. Neben der beeindruckenden Entwicklung von Offshore-Windparks bleibt auch die Onshore-Windkraft ein bedeutender Faktor. Die Weiterentwicklung der Turbinentechnologie führt zu höheren Effizienzen und geringeren Kosten pro Kilowattstunde, was die Windkraft wettbewerbsfähig macht.

Onshore-Windkraftanlagen werden zunehmend leistungsfähiger und effizienter. Moderne Turbinen erreichen heute Nennleistungen von bis zu 5 MW und mehr, mit Rotordurchmessern von über 150 Metern. Diese Weiterentwicklungen ermöglichen es, auch in Regionen mit geringeren Windgeschwindigkeiten wirtschaftlich Strom zu erzeugen. Zusätzlich verringern innovative Materialien und Designs den Wartungsaufwand und erhöhen die Lebensdauer der Anlagen.

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Zukunft der Windenergie ist das sogenannte Repowering. Dabei werden alte Windkraftanlagen durch neue, leistungsstärkere Modelle ersetzt. Dies führt nicht nur zu einer höheren Energieausbeute auf bereits erschlossenen Flächen, sondern auch zu einer Reduzierung der Anzahl der benötigten Anlagen, was sowohl die Landschaft schont als auch die Netzstabilität erhöht. Besonders in windreichen Gebieten kann das Repowering die Effizienz der Stromerzeugung deutlich steigern.

Die Integration von Windenergie in bestehende Stromnetze stellt jedoch eine Herausforderung dar. Fortschritte bei der Netzinfrastruktur und in der Energiespeicherung sind notwendig, um die Schwankungen der Windstromerzeugung auszugleichen und eine stabile Versorgung zu gewährleisten. Technologien wie Batteriespeicher oder Power-to-X-Lösungen, bei denen überschüssiger Strom in andere Energieträger wie Wasserstoff umgewandelt wird, spielen hierbei eine entscheidende Rolle. □



Energiewende und die Alternativen Energien

FREIE FAHRT FÜR DIE WINDKRAFT?

Der Ausbau der Windenergie gilt als Schlüssel für die Energiewende, doch er ist mit Herausforderungen verbunden. Von Konflikten bei der Standortwahl über Bedenken des Naturschutzes bis hin zu Akzeptanzproblemen in der Bevölkerung – der Weg zur flächendeckenden Nutzung der Windkraft ist steinig. Auch technische und regulatorische Hürden erschweren den Fortschritt. In diesem Artikel beleuchten wir die zentralen Herausforderungen der Windenergie und diskutieren mögliche Ansätze, um diese zu überwinden.

UMFRAGE: Bernhard Haluschak, Energy

BILDER: Deutsche Windtechnik, EnBW, Engie Impact, GP Joule, wpd; iStock, Andrey Bukreev



AZUBIS MECHATRONIK

Zuverlässiger, qualitativer Anlagenservice ist ein wichtiger Baustein für den Wechsel zu 100 Prozent Erneuerbare Energien. Für dessen Umsetzung brauchen wir gut ausgebildete Menschen, moderne Systeme und eine nachhaltige Arbeitsweise. So steht die Aus- und Weiterbildung unserer Mitarbeitenden in unserem Deutsche Windtechnik Campus ganz oben auf der Agenda. Von unseren aktuell insgesamt 124 Auszubildenden sind 53 angehende Mechatroniker*innen, im September werden 38 weitere junge Menschen ihre Mechatroniker*in-Ausbildung an den Standorten Bremen und Viöl beginnen. Technologisch kann man gespannt darauf sein, welche weiteren Potenziale der Modernisierung und Digitalisierung wir zur Entfaltung bringen werden. Es gilt, unseren Service auf der Erfolgsspur zu halten!

**Mechatronik-Azubis,
Deutsche Windtechnik**



**HARALD
SCHMOCH**

Die Netze sind aktuell auf den Zuwachs von Windenergie und Photovoltaik nicht ausgelegt; ein massiver Ausbau der Verteilnetze sowohl in der Mittel- als auch in der Hochspannungsebene, wo praktisch alle Anlagen „an Land“ angeschlossen werden, ist eine zentrale Stellschraube für das Gelingen der Energiewende. Zudem entstehen mit dem Ausbau von Wind on- und offshore vermehrt Stromerzeugungskapazitäten im Norden Deutschlands. Übertragungsnetze müssen den lokal produzierten Strom künftig bündeln und in die verbrauchsstarken Zentren im Süden transportieren. Deshalb sind Investitionen in den Netzausbau sowie in intelligente Netze unabdingbar, um die dezentral und stark schwankend produzierten erneuerbaren Energien in den Energiemarkt zu integrieren. Dafür benötigen wir zügige Genehmigungsverfahren, eine gute Balance zwischen Akzeptanz und Bezahlbarkeit sowie eine auskömmliche Rendite für die Investitionen, die dafür getätigt werden.

Bereichsleiter Erneuerbare Energien,
EnBW



**ANNE KATRIN
HAGEL**

Hohe Anfangsinvestitionen schrecken bereits Investoren ab. Gezielte staatliche Anreize und Finanzierungen wie Green Bonds oder PPAs können helfen. Stabile politische Rahmenbedingungen, international harmonisierte Standards und Maßnahmen zur Netzstabilität schaffen langfristige Planungssicherheit. Wichtig ist auch die ökologische und soziale Akzeptanz: Windparks können die Tierwelt beeinträchtigen, Lärm verursachen und auf Vorbehalte in der Bevölkerung stoßen. Umweltprüfungen, Aufklärungskampagnen und die Einbeziehung der lokalen Bevölkerung minimieren Widerstände und fördern die Akzeptanz. Mit diesen Ansätzen kann die Windenergiebranche nachhaltig wachsen und einen Beitrag zur Energiewende leisten.

Director Sustainability Solutions,
Engie Impact



**OVE
PETERSEN**

Wir brauchen eine effiziente Nutzung der limitierten Netzkapazitäten. Wie das geht, zeigen wir schon seit mehr als 15 Jahren, indem wir Solarprojekte in bestehenden Windparks entwickeln, bauen und betreiben. Kombinierte Wind- und Solarparks können die Netzanschlusskapazitäten zu unterschiedlichen Zeiten optimal ausnutzen. Darüber hinaus muss die Energie am Ort der Erzeugung genutzt und gespeichert werden: Dafür braucht es Anreize für Industrie und Gewerbe dann Strom zu verbrauchen, wenn viel vorhanden ist. Und die Energie muss den Menschen vor Ort zugutekommen: Deshalb verbindet GP Joule Erneuerbare-Energie-Projekte mit Wärmenetzen, Speichern, Wasserstoff- und E-Mobilitätslösungen und schafft so einen erlebbaren Nutzen für die Menschen und Betriebe vor Ort. Das schafft die besten Argumente für die Genehmigung von Windenergieprojekten und den Ausbau der Erneuerbaren.

Mitgründer und CEO,
GP JOULE



**TILL
SCHORER**

Die Herausforderungen variieren je nach Land, Projektgröße oder auch Anlagentyp. Grundsätzlich nimmt die Komplexität aber durch neue Anforderungen oder gesetzliche Regelungen überall zu. Als Betriebsführer sind wir immer stärker als Innovationsstreiber und Problemlöser gefragt und beantworten diese Entwicklung durch Weiterentwicklungen und neue eigene Dienstleistungen zu Themen wie Redispatch 2.0, Cyber Security, HSE oder A&E. Wir setzen verstärkt auf digitale Lösungen. Dabei darf aber das persönliche Gespräch nicht verlorengehen, da jeder Kunde seine speziellen Erfordernisse hat. Mit unseren Kundenbetreuern stellen wir sicher, dass wir stetig informieren und den persönlichen Kontakt halten.

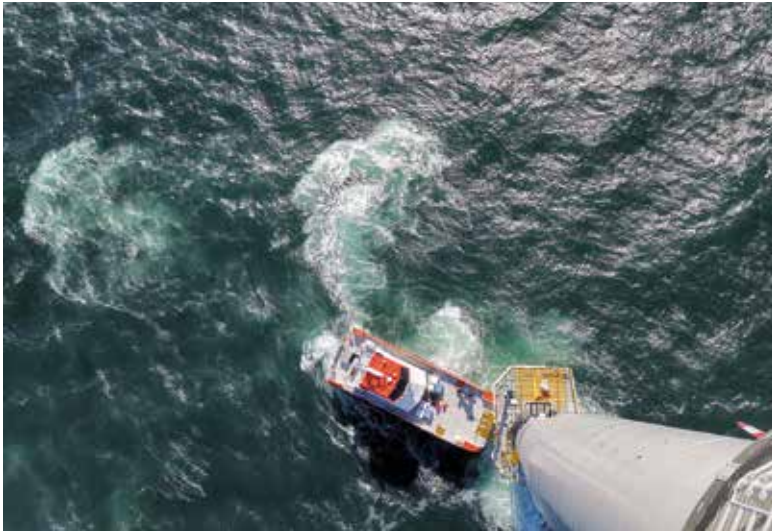
Director Customer Relations,
wpd

Kritische Infrastrukturen im Fokus

Windenergieanlagen vor Cyberangriffen schützen

Hacker finden jede Lücke im System. Die Bedrohung durch Cyberangriffe ist eine Begleiterscheinung der zunehmenden Vernetzung und Digitalisierung. Bei Weitem nicht jeder Fernzugriff erfolgt durch eine befugte Person. Anlagen zur Energieerzeugung, zumal wenn sie aufgrund ihrer Leistung zur Kritischen Infrastruktur zählen, brauchen besonderen Schutz, für den die Betreiber verantwortlich sind. TÜV Süd informiert über geeignete Maßnahmen und prüft deren Umsetzung, damit die gesetzlichen Vorgaben eingehalten werden.

TEXT: Sandro Schmidt, TÜV Süd Industrie Service BILDER: TÜV Süd; iStock, jackethead



Die isolierte Lage und die rauen Umweltbedingungen erschweren den Zugang für Wartungsarbeiten. Bei Sicherheitsvorfällen ist unter Umständen nicht sofort Personal vor Ort.

Grundsätzlich sind alle Windenergieanlagen für Hacker interessant. Erfolgreiche Angriffe auf große Parks wirken sich weitreichender aus, weil sie systemrelevante Einrichtungen bedrohen. Kleinere Verbünde und Einzelanlagen machen es den Angreifern andererseits oft leichter, weil sie weniger gut geschützt sind. Meist ist der Angriff mit einer Erpressung verbunden. Die Betreiber sollen zahlen, damit der Cyberangriff ausbleibt oder beendet wird. Welche Komponenten attackiert werden, ist sehr unterschiedlich. Schon ein Verstellen der Rotorblätter beeinträchtigt die Leistungsfähigkeit der Anlage. Der Eingriff kann aber auch die gesamte Fernsteuerung treffen, ein Not-Aus auslösen oder im schlimmsten Fall den Totalausfall der Anlage verursachen, indem die Notabschaltung manipuliert wird.

Herausforderung Offshore

Windenergieanlagen wirksam vor Cyberangriffen zu schützen, ist auf dem Meer in mehr als einer Hinsicht aufwändiger als an Land. Offshore-Parks können in der Regel nicht auf vorhandene

Infrastruktur und geschützte Kommunikationssysteme zugreifen, sondern sind auf extra verlegte Unterwasserkabel und Satellitenverbindungen angewiesen. Beide können gezielt attackiert werden. Gleichzeitig ist umfangreiche Fernwartung für Offshore-Anlagen wegen der räumlichen Entfernung noch entscheidender – ein weiteres potenzielles Einfallstor für unerlaubten Zugriff. Kommt es zu einem Cyberangriff, fällt der Schaden in der Regel höher aus als an Land, teils, weil die Fehlersuche aufwändig ist, teils weil die Fachleute länger brauchen, bis sie vor Ort sind. Schlechtes Wetter kann die Anreise zusätzlich verzögern.

Cybersicherheit mit einplanen

IT-Sicherheit beginnt mit einfachen Maßnahmen, die Anlagenbetreiber mit überschaubarem Aufwand schon in der Planungs- und Bauphase umsetzen können. Wurden sie dort nicht berücksichtigt, können diese auch noch in der Betriebsphase implementiert werden. Es beginnt mit der Auswahl geeigneter, ausreichend sicherer Passwörter für alle Anwendungen und Nutzer. Auch sollten

Software- plattform zenon

*So vielseitig wie
erneuerbare
Energien selbst.*



Effizientes Engineering und einfache Integration – von der Erzeugung bis zur Verteilung:

- ▶ Systeme global überwachen
- ▶ Regenerative Energien managen
- ▶ Schaltanlagen automatisieren
- ▶ Daten ganzheitlich analysieren



www.copadata.com/energy-renewables



24.-27. September 2024

STAND
B6.275



zenon
by COPA-DATA



Offshore-Anlagen produzieren große Mengen an Energie und tragen wesentlich zur Versorgungssicherheit des Landes bei. Wirksame Schutzvorkehrungen sind daher unerlässlich.

ausschließlich verschlüsselte IP-Adressen verwendet werden. Wenn die Übertragung sensibler Betriebsdaten ebenfalls verschlüsselt geschieht, sind schon viele Schwachstellen behoben, an denen Hacker ansetzen. Wichtig ist in diesem Zusammenhang vor allem, dass alle Personen, die mit Daten umgehen, für die Risiken und die dazugehörigen Schutzmaßnahmen sensibilisiert werden. Malware, Phishing und co. haben so schon deutlich weniger Chancen, ernsthaften Schaden anzurichten.

Cybersicherheit umfasst über die klassische Sicherheit der IT-Infrastruktur hinaus aber auch Themen der Operativen Technologie (OT). Denn Elemente der Mess-, Steuer- und Regeltechnik sind durch ihre zunehmende Vernetzung besonders im Fokus digitaler Angreifer.

Mit Echtzeit-Überwachung und strikten Zugangskontrollen schützen Betreiber ihre Anlagen, auch an schwer zugänglichen Offshore-Standorten. Wenn kritische Steuerungssysteme isoliert und nur über streng kontrollierte Schnittstellen zu erreichen sind, trägt dies erheblich zur Cybersicherheit bei. Auch redundante Systeme für den Notfall helfen, die Verfügbarkeit der Anlage bestmöglich sicherzustellen. Für den Fall eines

Angriffs sollten Betreiber einen fertigen Notfallplan einsatzbereit haben.

Einschlägige Regelwerke

Nahezu alle Normen und Richtlinien, die die Mess-, Steuer- und Regeltechnik betreffen, enthalten inzwischen das wichtige Thema Cybersicherheit – damit der Nutzen überwiegt, den Fernzugriffe bieten, und Anlagen mit geeigneten Maßnahmen vor unerlaubten Zugriffen geschützt sind. 2023 ist die Technische Regel für Betriebssicherheit TRBS 1115-1 veröffentlicht worden. Sie verlangt explizit den Schutz sicherheitsrelevanter MSR-Einrichtungen vor unbefugtem Zugriff.

Eine Windenergieanlage enthält auch überwachungsbedürftige Anlagen im Sinn der Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV). Dies sind Hydrauliksysteme, Kühlkreisläufe unter Druck oder Servicelifte und Krane. Bei deren wiederkehrender Prüfung muss der Betreiber die Betrachtung der Cybersicherheit und die Implementierung entsprechender Maßnahmen nachweisen.

EU-weit adressiert unter anderem die neue Maschinenverordnung (MVO) das Thema Cybersicherheit, speziell von

Steuerungen. In Deutschland schreibt das IT-Sicherheitsgesetz 2.0 für Kritische Infrastrukturen seit 2023 ein System zur Angriffserkennung vor. Das SzA ist genauso wichtig wie ein Managementsystem zur Informationssicherheit nach ISO 27001. Die Betreiber müssen alle sicherheitsrelevanten Vorfälle an das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) melden.

Zur Kritischen Infrastruktur zählen Anlagen ab einer installierten Nennleistung von 104 MW. Darunter fallen fast alle Offshore-Windparks. An Land können nahe beieinanderstehende Einzelanlagen, die zum selben Betreiber gehören und Systeme gemeinsam nutzen, ebenfalls als eine Anlage gelten und dadurch die 104-MW-Grenze überschreiten.

Mehr Sicherheit mit Audits

Um bestmöglich mit der Dynamik der Cyberkriminalität Schritt zu halten, sollten Betreiber ihre Schutzmaßnahmen regelmäßig auf ihre Wirksamkeit prüfen lassen. Für eine Zertifizierung des Managementsystems zur Informationssicherheit nach ISO 27001 ist ein erkennbarer kontinuierlicher Verbesserungsprozess sogar vorgeschrieben. Sind mehrere Audits zu ähnlichen Themen geplant, ist es sinnvoll,

Ein Cyberangriff - etwa über eine unverschlüsselte IP-Adresse - kann einen Totalausfall der Anlage verursachen. Die Branche muss sich darauf einstellen – und die Risiken bereits während der Planung, dem Bau und dem Betrieb berücksichtigen.



sie miteinander zu kombinieren, um Betriebsunterbrechungen möglichst kurz zu halten. Dazu bieten sich neben der Prüfung des Managementsystems zur Informa-

tionssicherheit auch die Systeme zur Angriffserkennung, die Cybersicherheit von überwachungsbedürftigen Anlagen sowie von Umwelt- und Qualitätsmanagement-

systemen an. TÜV Süd als unabhängige Stelle zertifiziert alle Managementsysteme ebenso wie Systeme zur Angriffserkennung für Kritische Infrastrukturen. □

Buy
your ticket
now!

 **WindEnergy
Hamburg**
The global on & offshore event
24 ————— 27
September 2024

**Driving the
energy transition.
Together!**

Be sure to take part in the world's biggest and most important business platform for the onshore and offshore wind industry!

- Meet up with 1,500 exhibiting companies from 40 countries across 10 halls
- Visit the first-rate conference programme on 4 stages in the halls free of charge
- Get in touch with the key decision makers of the international wind energy sector
- Two days dedicated to recruiting – for career starters, specialists and career changers

Organised by:



Global Partner:



European Partner:



Partners:



windenergyhamburg.com



RED III: Gute Ansätze, aber Rückschritte beim Repowering

Repowering mit Hindernissen

Die Bundesregierung hat ihren Entwurf zur Umsetzung der europäischen Renewable Energy Directive (RED III) im Bundeskabinett verabschiedet. Der Gesetzentwurf beinhaltet zwar wirksame Maßnahmen zur Beschleunigung des Ausbaus von Windenergie, jedoch bleiben einige Kritikpunkte bestehen. Besonders im Bereich Repowering könnte es zu neuen Unsicherheiten kommen.

TEXT: Bundesverband Windenergie / Bernhard Haluschak, Energy BILD: iStock, georgeclerk

BWE-Präsidentin Bärbel Heidebroek äußerte sich kritisch: "Im Kabinettsbeschluss ist für den Abstand zwischen Alt- und Neuanlagen plötzlich die zweifache Anlagengesamthöhe Maßgabe. Die vor dem Sommer verabschiedete Novelle des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) hat diesen Abstand gerade erst auf die fünffache Höhe erhöht. Das passt nicht zusammen. Rund 9.000 Anlagen mit einer Leistung von über zehn Gigawatt sind älter als 20 Jahre und damit repoweringfähig. Wir sehen im ersten Halbjahr 2024, dass das Repowering endlich in Schwung kommt. Die

nominelle Zahl der Anlagen nimmt ab, die insgesamt installierte Leistung hingegen zu. Im parlamentarischen Prozess muss dringend klargestellt werden, dass man nicht wieder hinter die Regelung der BImSchG-Novelle zurückfällt. Hier darf jetzt keine neue Verunsicherung aufkommen."

Positiv dagegen bewertet die BWE-Präsidentin die Regelungen zu den Beschleunigungsgebieten: "Der Gesetzentwurf enthält Genehmigungserleichterungen für die Windenergie in den Beschleunigungsgebieten. Es findet ein

Systemwechsel statt. Bisherige Umweltverträglichkeits-, Natura 2000 - und artenschutzrechtliche Prüfungen werden ersetzt durch eine vorgelagerte Überprüfung von Umweltauswirkungen auf Planungsebene. Dies gilt nicht nur für Windenergieanlagen selbst, sondern auch für Neben- und Speicheranlagen. Das ist ein wichtiger Hebel, um den Ausbau der erneuerbaren Energien durch großräumige Planung zu beschleunigen und zu erleichtern."

Der Gesetzentwurf präzisiert, welche Prüfungen nicht mehr erforderlich sind.



Diese Klarstellung ist von großer Bedeutung. Das neue Prüfverfahren (Screening) muss innerhalb von maximal 45 Tagen nach Vollständigkeit der Unterlagen abgeschlossen sein, bei Repowering-Projekten nach § 16b BImSchG innerhalb von 30 Tagen. Diese strikten Fristen sind wichtige Maßnahmen zur Verfahrensbeschleunigung.

Es ist vorgesehen, dass bei fehlenden Daten zum Vorkommen geschützter Arten oder wenn geeignete Minderungsmaßnahmen nicht möglich sind, Zahlungen geleistet werden müssen. Dabei

muss jedoch sichergestellt werden, dass dieser Mechanismus die gewünschte Beschleunigung der Verfahren nicht behindert. Der BWE fordert deshalb eine systematische und flächendeckende Datenerhebung. Zudem sieht die Gesetzesbegründung vor, dass bei fehlenden Daten ein Verstoß gegen artenschutzrechtliche Verbote wahrscheinlich ist. Dies widerspricht der europäischen Richtlinie und sollte daher gestrichen werden.

Kritisch sieht der Bundesverband WindEnergie die Änderungen im Baugesetzbuch. “Die Einführung eines

neuen Paragraphen § 249 Absatz 6a im Baugesetzbuch passt nicht zum Kernanliegen des Gesetzes. Mit diesem Paragraphen, sowie dem ebenfalls neuen § 4 Absatz 1 Satz 4 im Windenergieflächenbedarfsgesetz laufen wir Gefahr, sehenden Auges Flächen anzurechnen, die aufgrund von Höhenbegrenzungen de facto nicht für die Windenergie nutzbar sein werden. Damit konterkariert der Bund seine eigenen Flächenziele. Wir appellieren hier dringend an den Bundestag, im parlamentarischen Verfahren noch nachzubessern”, kommentiert Heidebroek. □

Mit den richtigen Lösungen zur Energiewende

Ideale Verbindungen schaffen

Moderne Technologien ermöglichen es, elektrische und mechanische Verbindungen in einem einzigen Schritt dauerhaft zu schaffen. Diese Lösungen finden Anwendung in Schlüsseltechnologien für die Produktion und Nutzung von grünem Wasserstoff – von Solaranlagen über Elektrolyseure bis hin zu Brennstoffzellen und externen Speichersystemen. Doch erst mit maßgeschneiderten Werkzeugen und Systemen können Anwender entscheidende Fortschritte auf dem Weg zur Klimaneutralität erzielen.

TEXT: Tox Pressotechnik BILDER: Tox Pressotechnik; Stock, cybrain

Die Automobilbranche ist im Wandel. Ab 2035 dürfen in der EU keine neuen mit Diesel oder Benzin betriebenen Pkw mehr zugelassen werden. Für ein nachhaltiges und klimaschonendes Verkehrsbild ist die Elektromobilität ein entscheidender Baustein. Damit steigt die Zahl elektrifizierter Fahrzeuge schon jetzt immer weiter an. Die Autobauer müssen neue Antriebe und damit auch Energiespeichersysteme entwickeln und gleichzeitig effizienter gestalten.

Zu den Energiespeichersystemen gehören Batteriezellen, die in Batteriepaketen integriert sind und als entscheidende Komponenten zum Erfolg der Elektromobilität beitragen. Die Brennstoffzellen als Energiewandler liefern sauberen und klimaneutralen Strom für Elektromotoren. Sie wandeln Wasserstoff aus dem Tank und Sauerstoff aus der Luft in Strom um. Weil sich mit Wasserstoff Treibhausgase reduzieren lassen, gehören diese Motoren schon seit einiger Zeit zu den Hoffnungsträgern der Energiewende.

Lösungen für grünen Wasserstoff

Besonders umweltfreundlich sind grüner Wasserstoff und seine Folgeprodukte. Der Strom wird aus erneuerbaren Energien gewonnen – zum Beispiel aus Sonnenlicht. Dafür sind hochleistungsfähige Solarzellen erforderlich. Produziert wird grüner Wasserstoff in Elektrolyseanlagen, die Wasser in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff aufspalten. „Mit unseren Technologien unterstützen wir bei der Fertigung und Montage der Solarzellen und Elektronikkomponenten“, sagt Frank Ortmann,

Technologien für die Energiewende:
Mit diesen Verfahren kann Tox
in einem Schritt elektrische und
mechanische Verbindungen einfach
und langlebig herstellen.



Business Development Manager bei Tox Pressotechnik. „Aber auch bei der Herstellung von Batteriezellen und -paketen, Brennstoffzellen und -systemen, Elektrolysezellen und Elektrolyseuren liefern wir technische Lösungen“. Für Ortmann und seine Kollegen liegt der Fokus darauf, die eingesetzten Bleche so zu verbinden, dass sie die elektrischen und mechanischen Anforderungen erfüllen und Fehlfunktionen über die gesamte Lebensdauer vermeiden. Dabei steigen die Anforderungen.

Die langfristige Funktion der Batteriepakete hängt im Wesentlichen vom mechanischen Schutz, der Stromverteilung und

den Batteriezellen ab. Bei den wasserstoffbetriebenen Brennstoffzellen wachsen die Ansprüche an Stromdichte, Betriebstemperatur, Druck in der Zelle und Größe der Stacks. Die Module für die Solarzellen lassen sich inzwischen vollautomatisch und in hohen Stückzahlen herstellen, um den enormen Bedarf zu decken. „Gefordert ist zudem eine immer kosteneffizientere Produktion“, erläutert Ortmann. „Dies betrifft sowohl Kleinserien mit einer Vielzahl manueller Prozessschritte als auch die automatisierte Serienfertigung.“

Formstabile Verbindungen schaffen

Zu den Fügeverfahren gehört beispielsweise die Clinch-Technologie. Diese nutzen Betriebe, um vorwiegend Bleche unterschiedlicher Dicke oder aus verschiedenen Materialien auch mit Kleber oder anderen Zwischenlagen zu verbinden. In vielen industriellen Anwendungen eignet sich das Clinchen





Elektrolyseure spalten Wasser mit Hilfe von Elektrizität in Wasserstoff und Sauerstoff auf.

für Einzelblechdicken von 0,1 Millimeter bis zu einer Gesamtschichtdicke von zwölf Millimetern und einer Zugfestigkeit von bis zu 800 Newton pro Quadratmillimeter. Bei diesem Verfahren formen Stempel und Matrizen duktile Materialien so um, dass eine druckknopfartige, feste, unlösbare, kraft- und formschlüssige Verbindung entsteht. Weil dabei die Fügezone thermisch nicht beeinflusst wird, verändern sich weder die Eigenschaften der Werkstoffe noch kommt es zum Verzug.

Bei Verbindungen für stromübertragende Anwendungen, wie zum Beispiel Stromschienen für Brennstoffzellensysteme, Batteriezellverbinder und wärmeempfindliche Batteriezellen, nutzen Hersteller das Tox eClinchen. Dabei sorgen zahlreiche metallische Mikrokontakte für langlebige, elektrische Verbindungen. Diese umformenden Verfahren kommen ohne Element aus. Damit erreichen sie eine höhere dynamische Festigkeit über die Lebensdauer im Vergleich zum Schweißpunkt. Die Verbindungen sind gas- und flüssigkeitsdicht. Das führt zu einer hohen Korrosionsbeständigkeit. Zudem lassen sich beschichtete Materialien sowie unterschiedliche Materialdicken fügen. Weitere Pluspunkte: Beim Clinchen bzw. eClinchen viel weniger Energiekosten anfallen und eine deutliche Reduktion des CO₂-Fußabdrucks gegenüber den gängigen Schweißverfahren erreicht wird.

Neben dem Fügen ohne Element gibt es auch Verbindungstechnologien mit „Hilfsmitteln“, wie das Nieten oder das Einpressen von Funktionselementen. „Beide Technologien sorgen dafür, dass zum Beispiel die Gehäusebauteile eines Batteriepakets wie Wanne, Deckel, Querträger und weitere Strukturelemente sicher und langlebig zusammenhalten“, erläutert Ortman. Je nach Bauweise sind dazu teilweise mehr als 100 Verbindungspunkte erforderlich. Sie können als lösbare oder

unlösbare gas- und flüssigkeitsdichte Verbindung ausgelegt werden, um so Korrosion oder Ausgasung zu vermeiden. Muss die Gas- und Flüssigkeitsdichtigkeit des Batterieträgers auch dann gegeben sein, wenn zum Beispiel der Erdungsbolzen durch einen Unfall oder zu starke mechanische Belastung herausgerissen wird, bietet Tox das Clinch-Niet-Bolzen an. Damit lässt sich auch ein Kühlblech zuverlässig und dicht am Batterieträger befestigen.

Die passende Antriebstechnik

Das Unternehmen bietet Technologie-Know-how, Füge-Module und Komplettpressen, Hand-, Maschinen- und Roboterzangen. Dazu kommen Steuerungen, Sensorik und Software zur Prozessüberwachung und Qualitätssicherung. „Wir entwickeln sowohl pneumohydraulische als auch elektromechanische Lösungen“, erklärt Ortman. Der elektromechanische Tox-ElectricDrive ist energieeffizient, genau, wartungsarm und mit einer Kraft- und Wegregelung ausgestattet. Die Presskraft reicht von 0,02 bis 1.000 Kilonewton. Durch das vorkonfigurierte und kalibrierte System lässt er sich schnell per plug-and-play integrieren. Typischerweise werden diese Servopressenmodule zum Montieren, Fügen und Einpressen von beispielsweise Lagern, Dichtungen und Funktionselementen verwendet. „Zudem verhindern sie mit einer speziellen Reinraumausführung, dass leitende oder störende Partikel in den Produktionsprozess sensibler Komponenten gelangen können. Nur so lässt sich die hohe Qualität der Bauteile sicherstellen“, weiß Frank Ortman.

Die pneumohydraulischen Antriebe, die Kraftpakete, kommen unter anderem beim blasenfreien Aufpressen einer Folie auf die Batteriezelle zum Einsatz. Bei dieser Baureihe handelt es

Brennstoffzellen-Stacks wandeln den Wasserstoff aus dem Tank und Sauerstoff aus der Luft in elektrischen Strom um.



sich um energieeffiziente Pneumatikzylinder mit integriertem, geschlossenem Hydrauliksystem und automatisch startendem Kraftübersetzer. Die Produktpalette bietet Presskräfte von zwei bis 2.000 Kilonewton, Krafthöhe bis 69 und Gesamthöhe bis 400 Millimeter. Die Antriebe sind unter anderem mit einem Leistungs-Bypass, absoluter Luft-Öl-Trennung und einem hydraulischen Dämpfungssystem im Rückhub ausgestattet. Dazu kommt optional eine Einpressüberwachung.

Sicheres Einpressen

Für die Produktion von Batteriezellen, Elektrolyseuren und Brennstoffzellen bietet TOX das elektromechanische Servopressensystem Tox ElectricDrive Core an. Dieses besteht aus dem elektromechanischen Antrieb ElectricPowerDrive, einem Controller mit integrierter Steuerung und einer intelligenten Software. Es eignet sich unter anderem für das Umformen, Einpressen, Stanzen, Prägen sowie um Bleche mit dem eClinchen elektrisch leitend zu verbinden. „Wir können das System modular an die jeweilige Aufgabe anpassen und konfigurieren“, beschreibt Ortman.

Die Software ist so aufgebaut, dass der Anwender sie intuitiv bedienen kann. Sie verfügt über eine Industrie-4.0-fähige sowie frei konfigurierbare Prozessüberwachung und erkennt beispielsweise eine fehlerhafte Anzahl von Bipolarplatten in einem Elektrolyse- oder Brennstoffzellen-Stack. Das Programm überwacht kontinuierlich den Pressvorgang und weist die relevanten Prozessparameter auf die einzelnen Stacks zu. Ortman ergänzt: „Unser Pressensystem ermöglicht es, Stacks mit Kräften von bis zu 1.000 Newton zu verpressen und während des Setzvorgangs definierte Kräfte über längere Zeiträume zu halten oder nachzuregeln.“

Die volle Kontrolle behalten

Eine Rückverfolgbarkeit pro Fügepunkt ist in der Produktion von elektrifizierten und autonomen Fahrzeugen inzwischen Standard. Dabei sollten Hersteller alle relevanten Produktionsparameter kontinuierlich und unabhängig von der verwendeten Technologie überwachen können. Mit der Tox-Multi-Technologie-Plattform lässt sich jede einzelne Verbindung während der Serienproduktion kontrollieren und Inspektionsergebnisse online archivieren. „Über die Software kann der Nutzer das System einfach installieren und bedienen“, erklärt Ortman. Er ist auch nach einem Zangenwechsel in der Lage, sofort weiterzuarbeiten. Prozessparameter werden aus dem Netzwerk importiert und die Systemkomponenten automatisch konfiguriert.

Aus der Praxis

Für verschiedene Kunden hat das Unternehmen zum Beispiel das Verpressen und Nachregeln von Brennstoffzellen-Stacks und Elektrolyseuren mit Kräften von bis zu 1.000 Kilonewton pro Fügemodul über einen definierten Zeitraum umgesetzt. Dabei galt es, den Prozess permanent zu überwachen und Setzbewegungen auszugleichen, auszuwerten und zu dokumentieren. Weil die Fixierung der Stack-Vorspannung während des laufenden Pressvorgangs teilweise noch manuell am unter Druck stehenden Bauteil erfolgt, muss die Sicherheit mit dem höchsten Performancelevel (e) für den Personenschutz gewährleistet sein. „Wir unterstützen zudem Hersteller dabei, Bi-Polarplatten auf ihre Leitfähigkeit und Dichtheit zu prüfen“, erläutert Ortman. „Dazu kommt das mechanische Fügen mit dem Clinchen von Spannbändern, Bi-Polarplatten, Elektrolysezellen, elektrisch leitenden Anschlussverbindungen sowie das Einpressen und Montieren von Ventilen bei Wasserstoff-Druckbehältern.“ □

Effizienz und Zuverlässigkeit
von Solarsystemen verbessern

Solaranlagen auf Spitzenleistung trimmen

Die Photovoltaik spielt eine Schlüsselrolle bei der Reduzierung von Emissionen und der Verringerung der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen. Laut der Internationalen Energieagentur wird in den nächsten fünf Jahren ein Großteil der neuen Stromerzeugungskapazität aus erneuerbaren Quellen stammen, wobei 96 Prozent auf Photovoltaik und Windkraft entfallen.

TEXT: Kane Jia, Onsemi BILDER: iStock, Kar-Tr / anatoliy_gleb / petovarga





Solarwechselrichter für
Klein- und Gewerbegebäude

Ein klarer Vorteil der Solarenergie ist, dass sie im Gegensatz zur herkömmlichen Stromerzeugung oder zur Windkraft in großem Maßstab als auch in kleineren Wohngebieten genutzt werden kann. Im Jahr 2022 machte der Ausbau von Solaranlagen für Kleingebäude 23 Prozent des weltweiten Zuwachses an Solarkapazität aus.

Solaranlagen für Klein- und Gewerbegebäude bringen Nutzern viele Vorteile. Die Systeme bieten eine konstante, saubere und erneuerbare Energiequelle, die sich zum Betrieb von allerlei Geräten, zum Aufladen von Elektrofahrzeugen und sogar zur Rückspeisung überschüssigen Stroms in das Netz nutzen lässt. Darüber hinaus ermöglichen sie es dem Anwender sich selbst zu versorgen und die Stromversorgung auf abgelegene Gebiete ohne Zugang zum Stromnetz auszuweiten. In diesem Beitrag untersuchen wir die Hauptbestandteile eines Solarsystems für Klein- und Gewerbegebäude und die positiven Einflüsse der Leistungselektronik-Bauelemente auf die Effizienz, Zuverlässigkeit und Kosteneffizienz der Systeme.

Solarwechselrichter in klein

Ein Solarwechselrichter für Klein- und Gewerbegebäude besteht aus einer Reihe von PV-/Solar-Modulen, die eine variable Gleichspannung erzeugen. Der DC/DC-Aufwärtswandler hebt die Spannung mittels MPPT (Maximum Power Point Tracking) auf ein Betriebsniveau für den DC-Zwischenkreis/-Link an. Diese Methode optimiert die eingefangene Energie basierend auf der Intensität und Ausrichtung des Sonnenlichts im Tagesverlauf. Schließlich wandelt ein 1-Phasen-DC/AC-Wechselrichter die Zwischenkreispannung (<600 VDC) des Solarmoduls in eine Ausgangs-Wechselspannung (120 bis 240 V) um.

Unter den verschiedenen Arten von Solarwechselrichtern für Wohngebäude sind Mikro- und String-Wechselrichter am weitesten verbreitet. In einem Mikro-Wechselrichter-Solarsystem werden mehrere DC/AC-Wechselrichter eingesetzt, die jeweils mit einem einzelnen Solarpanel verbunden sind und eine Leistung von bis zu 1 kW erzeugen, wobei der Spannungs-

pegel jedes Panels einzeln überwacht wird. Mikro-Wechselrichtersystemen sind daher einfach zu skalieren, falls die Nachfrage in Zukunft steigen sollte.

Alternativ kombiniert ein String-Wechselrichtersystem die Eingänge mehrerer in Reihe geschalteter Solarpanels, um mehrere 100 V zu liefern. String-Wechselrichtersysteme sind kostengünstiger als Mikro-Wechselrichtersysteme, die für jedes Modul einen Wechselrichter erfordern. Zu beachten ist, dass der Anschluss mehrerer Solarmodule im Vergleich zu einem Mikro-Wechselrichtersystem zu einem geringeren Wirkungsgrad führt, da die Leistung des gesamten Systems beeinträchtigt wird, wenn ein Modul weniger Licht erhält als die übrigen in der Reihe.

Der Wirkungsgrad von String-Wechselrichtersystemen verbessert sich durch einen Leistungsoptimierer – einen DC/DC-Wandler mit integriertem MPPT. Er wandelt die variable Gleichspannung der Solarmodule in eine einheitliche Gleichspannung um und sorgt dafür, dass eine niedrige PV-Leistung eines Moduls den



Blockdiagramm einer Solarinfrastruktur von der Erzeugung bis zum Stromtransport

Wirkungsgrad des gesamten Systems nicht beeinträchtigt.

Batterie-Energiespeichersystem

Ein entscheidender Bestandteil vieler Solarsysteme ist das Batterie-Energiespeichersystem (BESS). Die Energie wird dann aufgefangen, wenn sie am wenigsten benötigt wird, zum Beispiel tagsüber, wenn die Bewohner außer Haus sind. BESS speichern diese Energie in einer Lithium-Ionen- oder Blei-Säure-Batterie, so dass sie am Abend, wenn die Bewohner zuhause sind, genutzt werden kann. Für den Anschluss des BESS an das Solarsystem wird ein bidirektionaler Wandler verwendet. Er lädt die Batterie auf, wenn die Solarmodule Strom erzeugen, und nachts (wenn sie keine Energie erzeugen) gibt der Wandler die gespeicherte Energie aus den Batterien frei.

Die Möglichkeit, Energie vor Ort zu speichern, gibt Verbrauchern ein beruhigendes Gefühl, da ihnen im Falle einer Stromknappheit oder eines Netzausfalls eine Reservestromquelle zur Verfügung steht. Darüber hinaus lassen sich modulare BESS leicht erweitern, ohne dass das bestehende System wesentlich verändert werden muss.

Bidirektionaler Wandler

Der bidirektionale DC/DC-Wandler übernimmt das Laden und Entladen der Batterie im BESS. Hier kommt eine

isolierte CLLC-Resonanztopologie oder eine duale aktive Brücken-Buck-Boost-Topologie zum Einsatz. Sie nutzt Nullspannungsschalten (ZVS; Zero Voltage Switching), um den Wirkungsgrad zu erhöhen, und unterstützt einen breiten Bereich von Ein- und Ausgangsspannungen. Darüber hinaus bietet sie den Vorteil, dass die Sicherheit durch Trennung des Batteriesatzes vom Solarpanel gewährleistet ist.

DC/AC-Wechselrichter

Für Wohnanlagen und Gewerbegebäude bieten sich Wechselrichter mit verschiedenen Topologien an, z. B. der HERIC-H6.5-Wandler, der auf dem IGBT-Modul NXH75M65L4Q1 von onsemi basiert. Durch den Wegfall des Transformators reduzieren sich bei diesem Design Gewicht, Größe und Kosten des Systems. Auch die Leckströme verringern sich, die durch die Gleichtaktspannung (CM) entstehen und die parasitären Kapazitäten des Solarmoduls beeinflussen. Insgesamt ist der Wirkungsgrad dabei höher als bei einem H-Brücken-Ansatz. Es wird empfohlen, eine 3-Level-Topologie wie diese für 1- als auch 3-phasige Anwendungen zu verwenden. Dies reduziert Verzerrungen und sorgt für eine stabilere Ausgangsspannung.

DC/DC-Boostwandler

In Wohnanlagen wird häufig ein einzelner DC/DC-Aufwärtswandler als wichtigste nicht isolierte Topologie verwendet.

Der Flyback-/Sperrwandler hingegen wird bevorzugt, wenn eine Isolierung erforderlich ist. Beide Topologien sind kostengünstig und benötigen nur wenig Platz.

Entwicklung von PV forcieren

Das Unternehmen Onsemi bietet zahlreiche Produkte und Tools, die die Auswahl von Komponenten für Solaranlagen erleichtern. Dazu gehört die gesamte notwendige Dokumentation (Benutzerhandbücher, Stücklisten, Gerber-Dateien usw.), um die Produktentwicklung zu beschleunigen. Hinzu kommen SPICE-Modelle für Entwickler, die eine eingehende Systembewertung/-entwicklung durchführen möchten. Die SPICE-Modelle helfen bei der Analyse des Sperrverzögerungsverhaltens und der parasitären Effekte von Schaltbauelementen auf verschiedenen Ebenen (Schaltung, Modul und Chip). Sie unterstützen auch die thermische Simulationen, um Selbsterwärmungseffekte zu untersuchen.

Fazit

Solaranlagen in Wohnhäusern, Gewerbegebäuden oder im Industrieumfeld sind ein bedeutsamer Fortschritt im Bereich nachhaltige Energielösungen, da sie Nutzern die Möglichkeit bieten, sauberen, erneuerbaren Strom zu erzeugen. Da die weltweite Nachfrage nach Solarenergie weiter steigt, wird es wichtiger, Wirkungsgrad, Zuverlässigkeit und Kosteneffizienz dieser Systeme zu optimieren. □

Smartes Energiekonto als zentrale Datendrehscheibe für alle Energieinformationen

DATEN ERFASSEN UND ANALYSIEREN

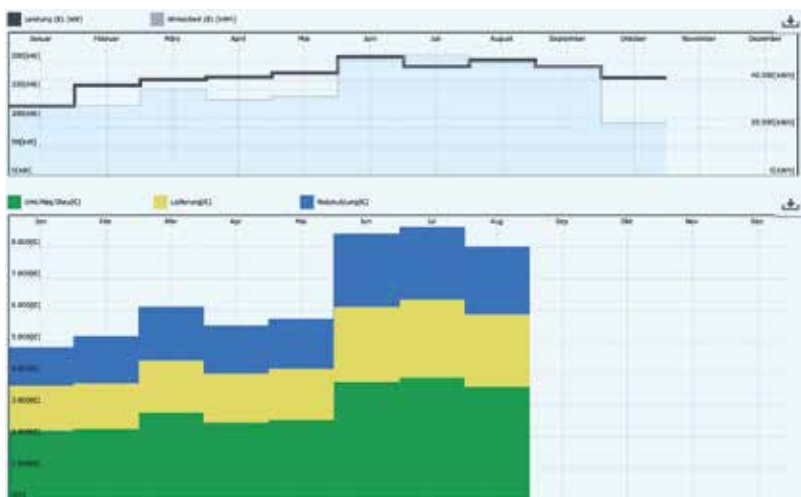
Angesichts der hohen Energiepreise ist es entscheidend, den Energieverbrauch und die -kosten im Blick zu behalten. In vielen Unternehmen, insbesondere bei solchen mit mehreren Standorten, werden Energiedaten an verschiedenen Stellen verarbeitet. Ein Lösungsansatz bietet ein webbasiertes Energiekonto, das alle Energiedaten standortübergreifend und aus allen Messstellen, einschließlich der Erzeugung aus PV-Anlagen oder BHKW, zentral und transparent zusammenführt.

TEXT: Uwe Pagel, Press'n'Relations

BILDER: Meine-Energie, Wattline; iStock, Lemon_tm

Klassischerweise beschäftigt sich das Energiemanagement mit dem Verbrauch, Buchhaltung und Controlling mit den Kosten, den Energiesteuern sowie den Rechnungen und die Beschaffung mit dem Energieeinkauf. „In vielen Unternehmen werden diese Daten nach wie vor dezentral gesammelt und mit ganz unterschiedlichen IT-Werkzeugen verarbeitet, nicht selten mit Excel“, beschreibt Dirk Heinze, Geschäftsführer der Meine-Energie, die Problematik. Er beschäftigt sich schon seit Beginn der Liberalisierung des Energiemarktes 1999 mit dem

Thema der Energiedaten und entwickelte hier Lösungen für die Energiewirtschaft. Bald erkannte er jedoch, dass auch Multisite-Unternehmen wie Handelsketten oder Industriekonzerne, aber auch Hotel- und Restaurantketten oder Klinik-Verbünde einen dringenden Bedarf an Lösungen hatten, die für mehr Transparenz bei Energieverbrauch und -kosten sorgen. Denn in vielen Branchen spielen die Energiekosten nicht erst seit den aktuellen Preissteigerungen eine wichtige Rolle. Auch die Bemühungen um mehr Energieeffizienz und Einsparungen



Im Energiekonto stehen für alle Messstellen, die über das Smart Metering ausgelesen werden, auf Knopfdruck die jeweils aktuellen Lastgänge online zur Verfügung.

für die Verbesserung des eigenen CO₂-Fußabdrucks sind ohne entsprechende IT-Werkzeuge nur schwer umzusetzen. „Es war also höchste Zeit ein Werkzeug zu schaffen, das all diese Anforderungen zentral abdeckt. Den Begriff ‚Energiekonto‘ haben wir dabei ganz bewusst gewählt. Denn wir wollten nicht noch eine Lösung für das Energiemanagement entwickeln, sondern die Energiedaten für alle Bereiche des Unternehmens erschließen. Dabei ist gerade auch der betriebswirtschaftliche Aspekt entscheidend. Und hier geht es nicht nur um die reinen Kosten, sondern auch um weitere Bereiche wie das Controlling oder die Rechnungsprüfung“, erläutert Dirk Heinze.

Das Energiekonto als zentrale Drehscheibe

Hier fließen sämtliche Verbrauchsdaten aus den einzelnen Messstellen zusammen – nicht nur für Strom, sondern bei Bedarf auch für Gas, Wasser oder Wärme. Sie werden in der Regel über digitale oder sogenannte RLM-Zähler erfasst und stehen damit zeitnah zur Verfügung. Im Energiekonto können die Verbräuche dann als Zeitreihen dargestellt und ausgewertet werden. Und das separat für jeden Standort oder jede Messstelle. Hinterlegt sind aber auch alle Energieverträge inklusive der Konditionen und Laufzeiten. Damit ist es möglich, auch sämtliche eingehenden Energierechnungen digital abzugleichen und automatisiert zu verarbeiten.

Ein Fokus liegt hier auf der digitalen Rechnungsprüfung. Denn bei Energierechnungen gibt es zahlreiche und vor allem sehr spezifische Fehlerquellen, etwa wenn auf der Rechnung eine falsche Spannungsebene abgerechnet wird. Das wird mit herkömmlichen Rechnungsprüfungssystemen nicht erkannt, da diese nur auf die erwarteten Kosten achten. Mit Hilfe der automatischen Rechnungsanalyse des Energiekontos werden schwerwiegende Fehler dagegen automatisch erkannt. Auf diese Weise kann die Anzahl der zur manuellen Nachbearbeitung

ausgesteuerten Belege, die in der Praxis bei durchschnittlich 20 Prozent liegen, auf etwa 5 Prozent reduziert werden. Über die Standardschnittstelle zum Rechnungswesen können so die eingehenden Energierechnungen vollautomatisch geprüft und verarbeitet werden – bis hin zur Verbuchung in der Finanzbuchhaltung und der Zahlungsfreigabe. Damit wird die Verarbeitungsgeschwindigkeit drastisch beschleunigt. „Da sich digitale Rechnungsformate wie ZUGFeRD oder XRechnung bisher noch nicht allgemein durchgesetzt haben, verarbeiten wir hier beispielsweise auch PDF-Dateien. Was nicht ganz trivial ist, da Energierechnungen oft viele Seiten umfassen“, so Dirk Heinze.

Energiebeschaffung optimieren

Im Energiekonto stehen alle Informationen zum historischen Energieverbrauch zur Verfügung. Auf dieser Basis können Prognosen für die künftige Entwicklung erstellt und für die Beschaffung von Energie herangezogen und für die Verhandlungen mit bestehenden oder neuen Lieferanten genutzt werden. Das Energiekonto bietet aber auch Unterstützung, wenn ein Unternehmen selbstständig auf dem Energiemarkt aktiv werden möchte.

Kern des Modells ist ein eigener Netznutzungsvertrag für das Unternehmen sowie ein Bilanzkreisaccount für alle Standorte. Die Bündelung der Netznutzungsrechnungen für die Messstellen übernimmt Meine-Energie und verarbeitet die Daten gesammelt als EDIFACT-INVOIC-Format, das dann direkt in die Buchhaltung übernommen werden kann. Die Einsparungseffekte über das „Energiekonto-VN“ liegen allein durch den Wegfall der bisherigen Abwicklung über den Lieferanten bei mindestens 100 Euro im Jahr pro Messstelle. Zudem steigt die Datenqualität für das Unternehmen, da nun ein direkter Anspruch auf tagesaktuelle Verbrauchsdaten entsprechend den geltenden Marktregeln besteht.

Für das Erfassen und die Analyse von verschiedenartigen Energiedaten sind installierte Smart Meter Pflicht.



Energiebilanz und -steuern

Gerade bei Multisite-Unternehmen mit ihrer Vielzahl an unterschiedlichen Verbrauchsstellen sowie eigenen KWK- oder PV-Erzeugungsanlagen bringt die Vorbereitung der Stromsteuererklärung in der Regel einen enormen manuellen Aufwand mit sich. Die Verbrauchs- und Erzeugungsdaten müssen nicht nur aus den unterschiedlichsten Quellen aggregiert und steuerrechtlich kategorisiert werden. Im Falle einer Steuerprüfung sind zudem eine Vielzahl von Dokumenten und Nachweisen zu Zählern, Verbrauchs- und Erzeugungsanlagen bereitzuhalten. Die Energiebilanz des Energiekontos führt all diese Daten übersichtlich in einer Bilanz zusammen, in der alle Informationen sowohl organisatorisch, etwa nach Werken und anderen Standorten gegliedert, als auch in Form der Netztopologie bis hinunter zum einzelnen Zähler abgerufen werden können – und dies nicht nur für Strom, sondern auch für Gas und weitere messbare Medien. Damit lässt sich die Basis für die Steuerklärung gegenüber dem Hauptzollamt auf Knopfdruck zusammenstellen. Die Energiebilanz sorgt zudem für Rechtssicherheit im Falle einer Steuerprüfung.

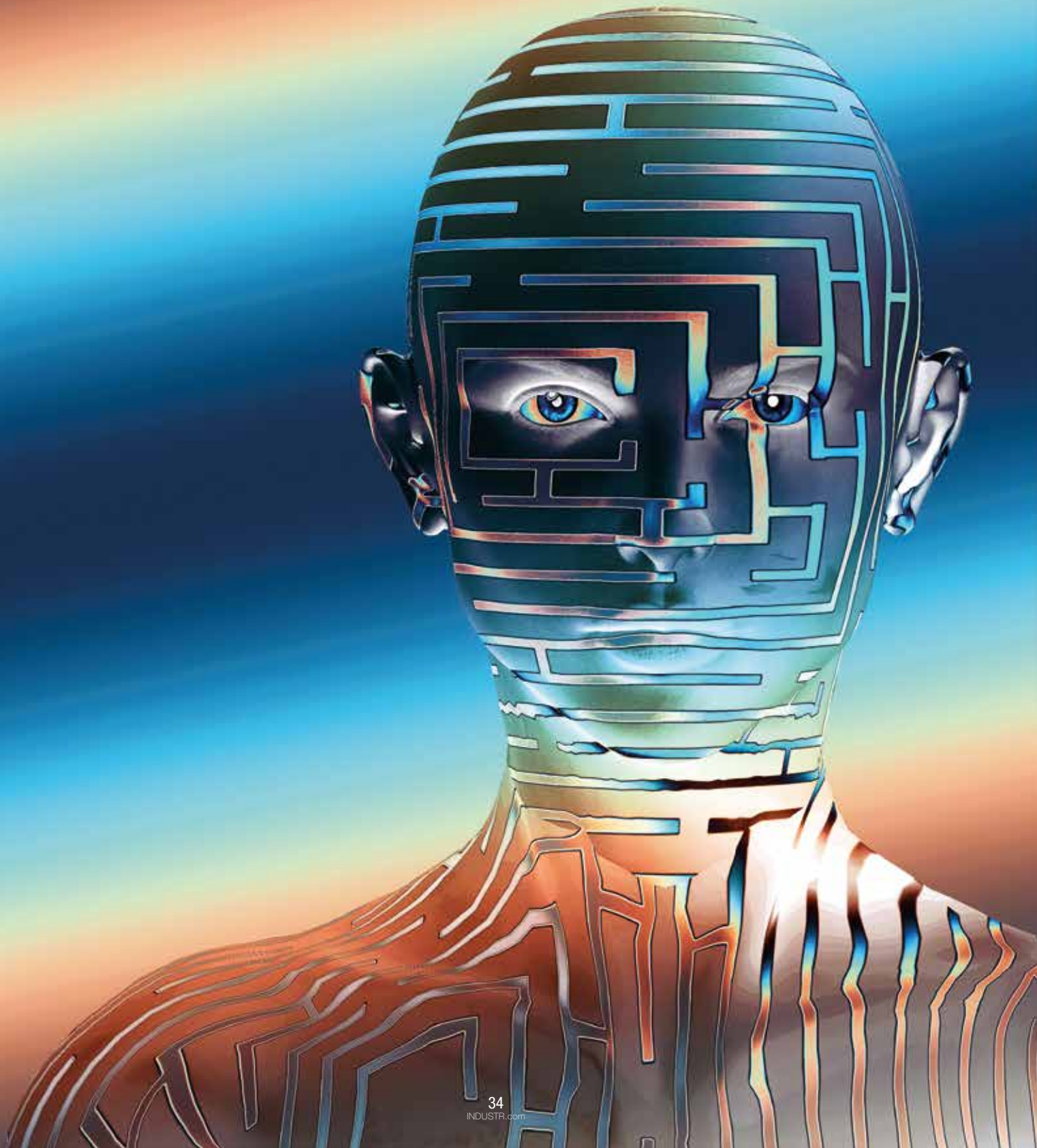
Ökologischen Fußabdruck reduzieren

Da im Energiekonto alle Daten zur Energieerzeugung und -nutzung zentral gespeichert sind, können diese Informationen auch genutzt werden, um die Energieeffizienz zu verbessern und energieintensive Bereiche aufzuspüren. Dirk Heinze erklärt, dass durch die Aufzeichnung von Lastprofilen mit Viertelstundenwerten für jeden Standort und jede Messstelle ungewöhnliche Energieverbrauchsmuster, wie ein zu hoher Verbrauch außerhalb der Öffnungszeiten, leicht erkennbar sind. Außerdem ermöglicht ein Vergleich ähnlicher Standorte, solche mit einem überdurchschnittlich hohen Verbrauch schnell zu identifizieren. Das Energiekonto liefert auch Daten für CO₂-Bilanzen, indem es den Energieverbrauch in verschiedenen Einheiten wie Kilowatt, Kilowattstunden oder Euro darstellt – die CO₂-Menge ist dabei nur ein weiterer Wert. Dass diese Lösung zur Energieerfassung und -analyse praxisgerecht ist, zeigt sich an den vielen unterschiedlichen Nutzern. So wird das Energiekonto nicht nur von der deutschen Baugesellschaft STRABAG verwendet, sondern auch von Industrieunternehmen wie Bosch, BMW oder Daimler Truck. □



Wer wechselt, wechselt zu uns.

Wechselmöglichkeiten unter: www.gwadriga.de/karriere



Wie GenAI den Wandel im Energiebereich vorantreibt

Digitaler Weitblick

Generative Künstliche Intelligenz (GenAI) ist im Energiesektor angekommen. Wo vor einiger Zeit vor allem Technologie-Enthusiasten das Potenzial erkannten, hat sich GenAI heute zu einem relevanten Werkzeug für den operativen Betrieb entwickelt.

TEXT: Jonas Vöhringer, Adesso SE BILDER: Adesso SE; iStock, bestdesigns

Durch die Fähigkeit, neue Daten oder Inhalte generieren zu können, hebt sich GenAI von vorherigen Ausprägungen Künstlicher Intelligenz entscheidend ab. Dieses Innovationspotenzial kann zahlreiche Prozesse nachhaltig beeinflussen, von der Energieerzeugung, über die Verteilung bis zum Verbrauch. Das betrifft auch die energieintensive Industrie und deren Herausforderungen, eine sichere und kosteneffiziente, aber nachhaltige Produktion zu realisieren.

GenAI kann vielfältige Prozesse in Unternehmen vereinfachen und beschleunigen. Der Einsatzzweck der Technologie reicht von der Automatisierung interner Abläufe bis hin zur Kundeninteraktion. Zu vielversprechenden Anwendungen zählen etwa fortschrittliche Chatbots, die in viel natürlicherer Sprache eine große Anzahl an Kundenanfragen und Kundeninteraktionen effizient bearbeiten können oder digitale Assistenten / Copiloten, die tausende Seiten Dokumente durchsuchen, Informationen bereitstellen oder E-Mails und Videokonferenzen zusammenfassen.

Wie genau sich GenAI dabei von bisherigen KI-Lösungen abhebt, zeigt ein

Blick in das Herzstück aller produzierenden Unternehmen: dem Anlagenbestand. Für einen reibungslosen Betrieb in der Produktion ist es notwendig, große Mengen an Betriebsdaten von Anlagen zu analysieren, um den Zustand und die Leistung zu überwachen sowie etwaige Abweichungen des Normalzustands frühzeitig zu erkennen, um optimale Instandhaltungsmaßnahmen daraus abzuleiten.

Die Auswertung und Diagnose mittels Daten finden oft manuell statt. Die Visualisierung von Zeitreihen und Erstellung spezieller Charts wird in der Regel von Fachpersonal durchgeführt, je nach Komplexität müssen neue Anforderungen an die Analyse sogar entwickelt werden, etwa in Business-Intelligence-Tools oder Zeitreihenmanagementsystemen. Die Verantwortlichen im Betrieb bekommen die Ergebnisse dann oft erst nach einer gewissen Zeit bereitgestellt, dieser Prozess verschwendet wertvolle Zeit und das Ausfallrisiko der Anlagen steigt.

Der Einsatz von GenAI hebt diese Beschränkungen auf. Denn GenAI kann nicht nur große Mengen an Daten in kürzester Zeit analysieren, sondern auch



Jonas Vöhringer ist Senior Account Manager in der Business Line Utilities bei der Adesso SE.

die Erkenntnisse selbst in Texte ummünzen, komplexe Zusammenhänge in natürlicher Sprache erklären, Daten aggregiert in Tabellenstrukturen ausgeben und Zeitreihen in Charts visualisieren. Das erweitert den Spielraum im Bereich der datengetriebenen Anlagendiagnostik, wie ein Beispiel aus dem Bereich Windstromerzeugung bei einem großen Energiekonzern zeigt.

Chatten mit Anlagendaten

Mit einem Kunden entwickelte der IT-Dienstleister adesso die Möglichkeit, mit Windenergieanlagen zu chatten. Basierend auf Azure OpenAI mit dem Modell GPT-4o entstand ein Chatbot, der es erlaubt, in Echtzeit mit den Anlagendaten zu kommunizieren. Um Antworten auf analytische Fragen jeglicher Art zu bekommen, müssen die Anwender den Chat lediglich mit einem Prompt füttern (also einen Befehl oder die natürliche Sprache als „Programmiersprache“ zu nutzen, um mit dem KI-Tool zu kommunizieren). Dabei reicht es, einfache Fragen zu stellen, wie zum Beispiel: „Berechne für jede Anlage unseres Windparks die Durchschnittstemperatur und gebe diese in einer Tabelle aus“. Das gewünschte Ergebnis erscheint in wenigen Sekunden auf dem Bildschirm. Der Chatbot kommt aber auch mit komplexeren Anforderungen und Grafik-Wünschen zurecht und

kann die Ergebnisse selbst in interaktiven Diagrammen ausspielen.

Was in diesem Fall für Windenergieanlagen umgesetzt wurde, lässt sich leicht auf unterschiedliche Anlagenklassen übertragen. Sofern Schnittstellen (API) für das Bereitstellen von Daten vorhanden sind, gibt es kaum Hürden für die Entwicklung eines vergleichbaren Chatbots, der die Anforderungen anderer Personas und Unternehmen erfüllt. Letztlich kommen alle Anlagen in Betracht, die mit Sensordaten ausgestattet sind und per Schnittstelle Daten liefern. Entscheidend ist die Fähigkeit des GenAI-Chatbots, auf Anfrage eigenständig unterschiedlichste Analysen und individuelle Visualisierungen generieren zu können. Dies hebt die Auswertung von Betriebsdaten auf ein neues Level. Sie ermöglicht schnellere Diagnosen, erkennt frühzeitig drohende Ausfälle, rät rechtzeitig zu Instandhaltungsmaßnahmen und sorgt für höhere Effizienz.

GenAI als vielfältiges Werkzeug

Der Einsatz von GenAI beschränkt sich aber nicht nur auf industrielle Kernbereiche wie den produzierenden Anlagenbestand. Die Technologie ist ebenso geeignet, technische wie kaufmännische Prozesse zu optimieren und Innovationen voranzutreiben.

Ein Anwendungsfall ist etwa GenAI als digitaler Assistent, der Montage-diensten und Service-Technikern die Arbeit signifikant erleichtert. Anstelle Handbücher, technische Beschreibungen oder Bauteilkataloge aufwendig durchsuchen zu müssen, können dedizierte Datenbanken und GenAI als „Suche und Antwort Tool“ den Infobedarf schnell stillen. Relevante Informationen können in natürlicher Sprache angefragt werden und sind bedarfsgerecht sofort verfügbar. Auch die Verarbeitung von Bildern mittels GenAI ist bereits umgesetzt, so können Servicetechniker Fotos von defekten Teilen an eine Datenbank schicken und bekommen die Infos der relevanten Bauteile sowie gegebenenfalls eine Schadensanalyse zurück.

Ein anderer Anwendungsfall liegt im Kundenservice. GenAI-basierte Assistenten heben den etwas in die Jahre gekommenen „Chatbot“ auf ein bisher nie dagewesenes Level und unterstützen Mitarbeitende bei Kundenanfragen. Sie erhalten unmittelbar Informationen, die helfen, das Kundenbedürfnis zu stillen. Die Bearbeitungszeiten reduzieren sich dadurch signifikant und der Service gewinnt an Qualität. Auf der anderen Seite schaffen Unternehmen mit hochwertiger Sprachnatürlichkeit und individueller Ansprache ein personalisiertes Erlebnis für ihre Kunden.

„GenAI hat das Potenzial, die Arbeit im Energie- und Industriesektor zu revolutionieren.“

Relevante Herausforderungen

Bei allen Chancen, die GenAI bietet, dürfen zugleich bestimmte Herausforderungen nicht übersehen werden. Beispielsweise geht es darum, die Integration von GenAI in bestehende Organisationsabläufe, IT-Infrastrukturen und Prozesse darzustellen. In Branchen wie der Industrie oder dem Energiesektor mit kritischer Infrastruktur spielt zudem der Datenschutz eine gewichtige Rolle.

Daten aus Unternehmen, die von einer GenAI-Anwendung genutzt werden, müssen allein aus betrieblicher Perspektive geschützt sein. Hinzu kommen gesetzliche Vorgaben gemäß dem EU AI-Act. Die Antwort darauf sind digital souveräne Lösungen, die etwa Sprachmodelle und GenAI-Services wahlweise in Europa oder Deutschland hosten. Anbieter wie das deutsche Unternehmen Aleph Alpha bieten zudem Modelle, die ihre Ergebnisse und Vorgehensweise transparent erklären (explainable artificial intelligence (XAI)). Hohe Anforderungen an Security und Compliance zu erfüllen, ist damit möglich.

Der menschliche Faktor

Ein besonderes Augenmerk muss darüber hinaus auf dem Bereich Unternehmenskultur und Mitarbeitende liegen.

Denn GenAI verändert Geschäftsprozesse und beeinflusst die Arbeit fast aller Beschäftigten. Diesen muss vermittelt werden, dass sie nicht durch eine Technologie-Alternative ersetzt, sondern unterstützt und entlastet werden. Berührungspunkte abzubauen und Wissen im Umgang mit neuen Anwendungen gezielt aufzubauen, ist daher ein entscheidender Faktor bei der Einführung von GenAI.

GenAI und die Zukunft

GenAI hat das Potenzial, die Arbeit in Energie- und Industriesektor zu revolutionieren. Die Technologie eröffnet Unternehmen neue Möglichkeiten in der Art und Weise, wie sie arbeiten und innovative Lösungen entwickeln. Dabei ist der Einsatz von GenAI keine Zukunftsmusik, sondern Realität, wie das Beispiel der interaktiven Analyse von Anlagedaten zeigt.

Um weiteres Potenzial auszuschöpfen, braucht es Unternehmen, die Mut und Bereitschaft mitbringen, in GenAI zu investieren und voranzugehen. Der beste Weg ist dabei, geschäftsorientierte Anwendungsfälle für GenAI zu identifizieren, zu verproben und im letzten Schritt zu operationalisieren. Ideen für Anwendungsfälle gibt es genügend, die Kunst liegt in der Priorisierung und Bewertung des Einflusses auf das eigene Geschäft. □



CLEVER & EINZIGARTIG OPTA - PROGRAMMIERBARE LOGIKRELAIS Serie 8A



OPTA

Mit über 4.000 Programmen aus der Arduino Bibliothek perfekt für nahezu jede Anwendung in der industriellen Automatisierung, OEM und Gebäudeautomation.

EIGENSCHAFTEN

- Versorgungsspannung 12...24 V DC
- 8 digitale/analoge (0-10 V) Eingänge
- 4 Relaisausgänge 10 A
- USB (Typ C) Highspeed-Anschluss für:
 - Ethernet und/oder Modbus

Intelligentes Energiemanagement
für Gebäude

Stromnetze unter Kontrolle

Mit smarten Sicherungslasttrennschalter lassen sich Leistungsflüsse in lokalen Niederspannungsnetzen messen. Gebäude-Schaltanlagen werden so fit für das Zeitalter der Erneuerbaren Energieträger.

TEXT: Mersen BILDER: Mersen; iStock, peterschreiber.media, juraj kral, josefkubes,



Die ProGrid Smart-Sicherungslasttrennschalter überwachen unter anderem die Energieflüsse von PV-Anlagen zu Trafostationen.

Das Stromnetz verändert sich durch die Energiewende grundlegend: Anstelle einiger weniger großer Kraftwerke wird der Strom in Zukunft aus zahlreichen kleinen erneuerbaren Energiequellen stammen; gleichzeitig ziehen immer mehr neuartige elektrische Verbraucher wie Ladestationen für Elektrofahrzeuge und Wärmepumpen Energie aus dem Niederspannungsnetz.

Die Betreibergesellschaften stehen deshalb vor der enormen Herausforderung, einen möglichst reibungslosen Netzbetrieb zu gewährleisten, Stromausfälle zu vermeiden und eine hohe Stromqualität zu erhalten. Ein neuer intelligenter NH-Sicherungs-Lasttrennschalter ermöglicht die Überwachung und Steuerung dieser immer komplexer werdenden Energieflüsse und schützt gleichzeitig die Schaltanlagen vor Überströmen.

Die intelligente Lösung stammt vom französischen Unternehmen Mersen. ProGrid nennt sich das Produkt, das der Hersteller speziell für den Einsatz in Netz- und Trafostationen, Kabelverteilerschränken sowie Niederspannungsverteilern entwickelt hat. Es handelt sich um eine neue modulare Generation von Sicherungslasttrennschaltern, die lokale Niederspannungsnetze nicht nur vor Überstrom schützen, sondern zusätzlich auch die Energieflüsse erfassen und weitere Parameter messen.

Verschiedene Varianten

Der modulare Sicherungslasttrennschalter ProGrid ist in drei Versionen erhältlich: ProGrid, ProGrid Smart und ProGrid SmartStation. Die ProGrid Standalone-Sicherungslasttrennschalter schützen Umspannwerke, Trafostationen oder Schaltanlagen in Gebäuden gegen Überströme und Kurzschlüsse. Diese Version verfügt über einen neuen, sicheren und patentierten Schaltmechanismus und kann bei Bedarf mit einem Smart-Modul zur Überwachung aufgerüstet werden. Das Modul und die Sensoren sind bereits in der zweiten Angebotsvariante, ProGrid Smart, enthalten. Letztere verfügt über einen erweiterten Funktionsumfang



Die Lasttrennschalter monitoren den Stromfluss in Gebäudeverteilernetzen.

und ermöglicht eine effiziente Messung des Energieflusses an den Niederspannungsabgängen der Schaltanlage, Transformationsstation oder des Umspannwerks.

Schutz und Überwachung von Schaltanlagen

Die Ausführung ProGrid SmartStation ermöglicht schließlich die Kombination von ProGrid Smart mit weiteren modularen Messgeräten und Sensoren. Das Ergebnis ist ein komplettes Energie- und Umweltüberwachungssystem für Mittel- und Niederspannungsstationen. ProGrid SmartStation ermöglicht die Kombination des ProGrid-Sicherungslasttrennschalters mit zusätzlichen modularen Messgeräten wie zum Beispiel Sensoren zur Erkennung von Rauch, zur Messung der Innen- und Außentemperatur beziehungsweise der relativen Luftfeuchtigkeit oder zur Erfassung des Zustands der Schaltanlagenteile. Überflutungsmelder oder Ozonsensoren können ebenfalls in das Überwachungssystem ProGrid SmartStation integriert werden.

Die ProGrid-Lösungen basieren auf konventionellen NH-Sicherungs-Lasttrennschaltern, die seit Jahrzehnten Stromverteilungssysteme in Gebäuden und Stromnetzen schützen. Bereits 2022 stellte das Unternehmen ein Smart-Modul für seine aktuellen Sicherungslasttrennschalter vor, das eine Echtzeitüberwachung des Energieflusses in Niederspannungsanwendungen ermöglicht. ProGrid ist eine Weiterentwicklung dieser intelligenten Module. Die modularen Sicherungslasttrennschalter der neuesten Generation schützen das Niederspannungsnetz vor Stoßströmen und ermöglichen zudem die Digitalisierung des Netzes. Dies ist die wichtigste Voraussetzung für eine intelligente und flexible Verteilung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen. Sie schützen nicht nur das hauseigene Stromnetz vor Überströmen aufgrund von Schwankungen im allgemeinen Stromnetz. Die intelligenten ProGrid-Sicherungslasttrennschalter können auch

den Energiefluss von PV-Anlagen messen, die entweder auf dem Dach aufgeständert oder direkt in das Gebäude integriert sind – zum Beispiel als Dach- oder Fassadenelement.

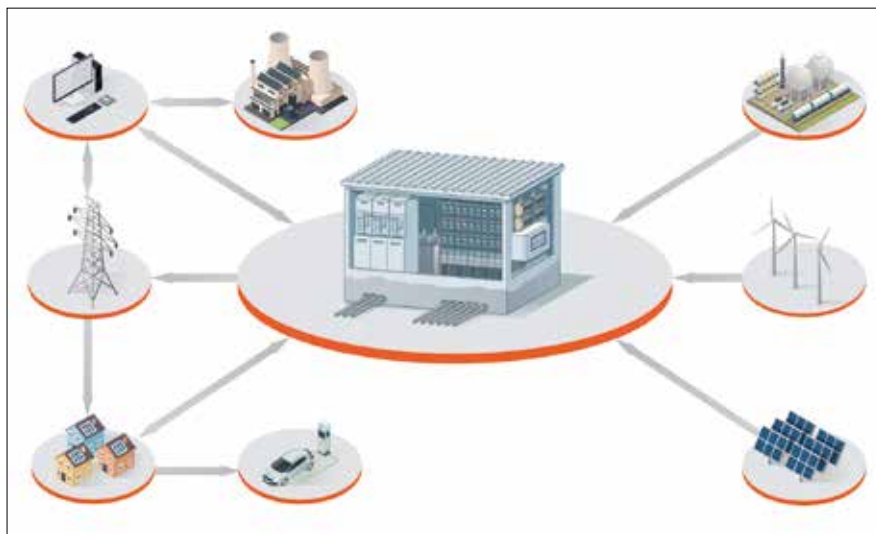
Energieflüsse in lokalen Netzen erfassen

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EnWG § 14a) schreibt die Erfassung dieser Energieflüsse im Rahmen eines sogenannten Einspeisemanagements ausdrücklich vor. Ziel des Verteilungsmanagementsystems ist es, Überlastungen des öffentlichen Stromnetzes zu verhindern. Wenn die Kapazitäten nicht ausreichen, um die von der PV-Anlage erzeugte Leistung aufzunehmen, kann der Netzbetreiber verschiedene Stufen der Anlage begrenzen. Dies erfordert jedoch eine genaue Messung des Energieflusses von den PV-Anlagen ins öffentliche Netz. Hier sind die ProGrid-Lösungen sehr nützlich, da die Echtzeitmessung des Energieflusses eine effiziente Anpassung der Verteilnetze ermöglicht.

Entwickelt mit Netzbetreibern

Das Unternehmen hat die ProGrid-Sicherungslasttrennschalter in enger Zusammenarbeit mit Netzbetreibern in Deutschland und anderen europäischen Ländern entwickelt. Die Entwicklung erfolgte im agilen Modus mit frühen Benutzertests für die Hauptfunktionalitäten und in jeder Phase des Projekts. Dieses unmittelbare und direkte Feedback ermöglichte es dem Entwicklungsteam, Verbesserungen frühzeitig in den Prozess zu integrieren. Die wertvollen Erfahrungen der Benutzer wurden bei der Entwicklung des Endprodukts berücksichtigt. Im Ergebnis sind die Sicherungslasttrennschalter optimal an die Anforderungen im Umspannwerk oder in Schaltanlagen der Gebäudeautomation angepasst. Wie sehr der Energieexperte die ProGrid-Lösungen auf die Anforderungen von Energieversorgern und Elektroinstallateuren zugeschnitten hat, zeigt sich schon am patentierten

Die ProGrid-SmartStation-Lösung schützt Trafostationen nicht nur vor Überstrom, sondern überwacht auch den Stromfluss und erfasst zahlreiche andere wichtige Parameter.



Schalt- beziehungsweise Öffnungsmechanismus. Er gewährleistet ein hohes Maß an Sicherheit für den Anwender ebenso wie eine schnelle Installation, ergonomische Wartung und einen einfachen Austausch der Module.

Öffnungsmechanismus erleichtert Installation

Der Mechanismus führt eine Parallel- und eine Drehbewegung aus. Die parallele Bewegung ist sicherer als andere Lösungen, da er einen IP20-Schutz gegen elektrischen Schlag für den Bediener gewährleistet. Der IP20-Schutz besteht während des gesamten Betriebs des Geräts: Die Finger berühren die elektrischen Kontakte nicht. Die Drehbewegung ermöglicht einen einfachen Zugang zur Sicherung. Mit einem geeigneten Werkzeug können die Sicherungslasttrennschalter sicher auf stromführenden Sammelschienen montiert werden. Mit Hakenelementen lassen sie sich auch auf gewindelosen Sammelschienen montieren – sogar mit Stromwandlern.

Einfache Nachrüstung an Schaltanlagen

Die ProGrid Sicherungslasttrennschalter gibt es als Stand-alone-Version und als ProGrid Smart mit werkseitig integrierter Sensorik und Smart-Modul auf der Geräteober- oder Unterseite. Die Top-Version eignet sich besonders für den Einbau in neue Schalttafeln oder Trafostationen/Umspannwerke. Für die Nachrüstung eines bestehenden Schaltschranks ist die intelligente Lösung Bottom ideal, da sie einen Eins-zu-Eins-Austausch der bereits installierten Standard-Sicherungslasttrennschalter durch ProGrid Smart Bottom ermöglicht. Es handelt sich hierbei um die derzeit kompakteste intelligente Version eines Sicherungslasttrennschalters auf dem Markt und die Grundfläche des Geräts entspricht genau dem Standard, wodurch die Auswirkungen auf die bestehende Installation begrenzt werden.

Bis zu 24 ProGrid smart-Module können pro Master durch Verkettung in Reihe angeschlossen werden. Die Montage erfordert nur eine minimale Verdrahtung: Die Kabel der Sensoren befinden sich im Sicherungslasttrennschalter und kommen nicht mit dem Sammelschienensystem in Berührung.

Mit nur einem Modbus-Kabel, das die Kommunikation zwischen den Modulen und dem Gateway verteilt, bietet das Smart-Modul direkten Zugang zu den Echtzeit-Energie- und Statusdaten. Darüber hinaus ermöglicht das Design der ProGrid-Sicherungslasttrennschalter – dank vorverdrahteter Zubehörsätze und einfach zu installierender Sensorverkabelung durch das Innere des Geräts – die Aufrüstung von Standard auf Smart.

Weltweiter Zugriff auf alle Sensordaten

Die Smart-Module sind mit allen Geräten kompatibel, die über Modbus RTU kommunizieren, und die SmartStation-Messmodule können auch im Modbus TCP/IP- und MQTT-Protokoll kommunizieren. Netzbetreiber können diese Schnittstellen nutzen, um über das Internet in Echtzeit auf alle Daten zuzugreifen, die von den Sensoren in der Schaltanlage und ihrer Umgebung gemessen werden.

Das Modbus-RTU-Kabel in den Smart-Sicherungslasttrennschaltern dient nicht nur der Datenübertragung, sondern versorgt die Module auch mit Strom. Das spart Kabel und reduziert den Installationsplatz. Durch die hohe Kompatibilität zu allen Modbus RTU- oder TCP/IP-Gateways und -Controllern ermöglicht die Lösung die Erfassung und Analyse von NS-Netzdaten durch alle marktbekannten Softwarelösungen für eine verbesserte und effiziente Wartung durch DSOs mit dem Ziel einer hohen Serviceverfügbarkeit und niedrigerer Betriebskosten für den Endverbraucher. □

Die nächste Generation des Smart Grids

Intelligent und zuverlässig

Die Art und Weise, wie wir Energie erzeugen und verbrauchen, wird sich im Zuge der globalen Energiewende stark wandeln. Das Stromnetz, das diese Energie liefert, muss sich ebenfalls verändern. Es muss intelligenter werden, um sich an neue Erzeugungsquellen anzupassen und die Netzzuverlässigkeit zu gewährleisten.

TEXT: Dr. Ulrich Greiner, Kries-Energetechnik / TE Connectivity
BILDER: TE Connectivity; iStock, Dahabian

Erneuerbare Energiequellen wie etwa Wind- und Solarenergie führen zu Schwankungen in der Stromversorgung, da beispielsweise die Sonne nicht immer scheint und der Wind nicht immer gleichmäßig weht. Zudem führen auch der Trend zum Kauf von Elektrofahrzeugen, größere Rechenzentren sowie die allgemeine Elektrifizierung in allen Bereichen dazu, dass die Anforderungen an das Stromnetz zunehmen. Gleichzeitig steigt mit der wachsenden Zahl von

heftigen Unwettern auch besonders das Risiko großflächiger Stromausfälle.

Trotz dieser Veränderungen müssen die Netze weiterhin zuverlässig Strom liefern. Das Netz muss daher flexibler und stabiler werden, um diese Herausforderungen zu bewältigen. Kurz gesagt, es muss „smarter“ werden. Das bedeutet, alle Informationen müssen zur Verfügung stehen, die notwendig sind, um Strom für alle Kunden beziehungsweise Verbraucher

sicher, zuverlässig und mit minimalen Ausfallzeiten bereitzustellen.

Transparent und zuverlässig

Die Zuverlässigkeit des Stromnetzes wird anhand des System Average Interruption Duration Index (SAIDI) gemessen, der die durchschnittliche Versorgungsunterbrechung pro angeschlossene Verbraucher innerhalb eines Kalenderjahres angibt. Wenn mehr Informationen über



Sensoren liefern wichtige Informationen über die Spannung und den Strom an bestimmten Punkten des Verteilnetzes.

den Lastfluss in einem Netz gesammelt werden, lassen sich im Falle einer Störung fehlerhafte Leitungen leichter identifizieren und die Stromversorgung schneller wiederherstellen – somit werden Ausfallzeiten verringert und eine höhere Zuverlässigkeit geboten.

Hierfür liefern Sensoren wichtige Informationen über die Spannung und den Strom an einem bestimmten Punkt dem Verteilnetz. Diese Informationen tragen dann auf verschiedene Weise zu einem stabileren Netz bei.

Wartung optimieren

Einige Sensoren erkennen intermittierende Fehler und Stromspitzen, die zwar nicht zu einem Ausfall führen, aber das Potenzial für einen zukünftigen Stromausfall angeben können. Durch die Erfassung von Daten über die Häufigkeit dieser Stromspitzen sind Versorgungsunternehmen in der Lage, Schwellenwerte für Warnungen festzulegen sowie fehlerhafte Komponenten zu reparieren oder zu ersetzen, bevor es zu Ausfällen kommt.

TE Connectivity hat ein dediziertes Gerät entwickelt, das zudem Teilentladungen zuverlässig erkennen kann, die eine Vorstufe zu intermittierenden Fehlern oder einem Ausfall darstellt. Kombiniert

mit Fernmeldefunktionen bieten diese Geräte den Versorgungsunternehmen noch mehr Informationen, die dazu beitragen, Störungen von vornherein zu vermeiden. Das Ergebnis: Zusätzlich zu der erhöhten Zuverlässigkeit kann durch die Verringerung der Anzahl von Erdschlüssen auch die Gefahr von Waldbränden in trockenen Klimaregionen verringert werden, da Fehler im Verteilnetz eine maßgebliche Ursache dafür sind.

Fehlerortung beschleunigen

Bisher musste bei der Fehlersuche im Verteilernetz manuell überprüft werden, an welcher Stelle zwischen den Umspannwerken, den Kabelstrecken, den Ortsnetzstationen (ONS) oder den Transformatoren sich der Fehler befindet. Durch die Installation spezieller Sensoren, sogenannter Fehlerstromanzeiger (FCI), an Stromleitungen lassen sich Störungen genauer lokalisieren. Danach kann der Strom auf Teile des Netzes umgeleitet werden, die ihn sicher aufnehmen können. Die zügige Fehlerortung bedeutet, dass die Arbeiter schneller vor Ort sein können, um den Strom entsprechend umzuleiten und mit der Reparatur zu beginnen.

Stromumleitung fernsteuern

Der Einsatz von Fernwirkmodulen in ONS ermöglicht es, dass diese Arbeitsschritte noch weiter beschleunigt werden. Durch die

bachmann.

the power to control

Microgrids – unsere Stärke

Offen. Modular. Sicher.

Das Netz im Griff

Modernste Steuerungstechnik sichert einen reibungslosen Betrieb und ermöglicht die Synchronisation des Netzes

Messen, regeln, steuern

Energiemanagement-Module übernehmen leistungsstark und sicher die Netzmessung, Regelung und Steuerung

Sicherheit ist Trumpf

Ein modernes Sicherheitsmanagement schützt gegen schädliche Angriffe von außen und gegen interne Fehlerquellen

www.bachmann.info



Besuchen Sie uns:

WindEnergy
24.-27. September 2024
Hamburg, Deutschland
Stand A4.219



energy.industry.maritime.



Dr. Ulrich Greiner ist R&D Manager und Entwicklungsleiter bei der Kries-Energie-technik, die jetzt Teil von TE Connectivity ist. In seiner Funktion ist er verantwortlich für die Entwicklung neuer Produkte, Unterstützung bei der Entwicklungsarbeit und die Industrialisierung von Produkten.

Fernsteuerung von Schaltanlagen können Versorgungsunternehmen den Strom um eine Störung herumleiten, ohne dafür Personal einsetzen zu müssen. Systeme, die in der Lage sind, diese Fernschaltung zu automatisieren, verkürzen die Reaktionszeiten noch weiter, indem sie den Strom auf intelligente Weise umleiten, sobald ein Fehler erkannt wird.

Diese besondere Art der automatischen Umleitung ist auch für die Stromversorgung kritischer Infrastrukturen wie Krankenhäuser oder Tunnelbelüftungsanlagen nützlich. Für solche Fälle werden die Verbraucher über eine zweite unabhängige Leitung an die Stromversorgung angeschlossen. Wenn dann das System eine Störung erkennt, trennt es automatisch die defekte Leitung und schließt die intakte an, sodass die Stromversorgung in Sekundenschnelle wiederhergestellt ist – ähnlich wie ein großformatiger Generator.

Grundlagen für flexiblere Netze

Voraussetzung für den Ausgleich elektrischer Lasten in einem Smart Grid, das von einer immer vielfältigeren Kombination von Stromquellen gespeist wird, ist die automatische Umleitung. Für die Einbeziehung schwankender Erzeuger aus erneuerbaren Energiequellen müssen die Stromversorger in der Lage sein, Echtzeitdaten zu verarbeiten. So können Angebot und Nachfrage besser ins Gleichgewicht gebracht und austariert werden. Diese

Intelligenz ist auch notwendig, um mehr dezentrale Energiequellen in das Netz einbinden zu können und gemeinsam mit den zentralen Kraftwerken, die heute Strom liefern, ihre Leistung an die Nachfrage in ihrem Versorgungsgebiet anpassen zu können. Damit eine gleichmäßige Stromversorgung aufrechterhalten werden kann, wenn sowohl das Angebot als auch die Nachfrage über ein breiteres Spektrum von Energiequellen schwanken, müssen die Anbieter einen besseren Überblick über das gesamte Stromerzeugungs- und Verteilungssystem haben.

Ohne Daten keine Planung

Die von den vielen unterschiedlichen Sensoren gesammelten Daten sind auch ein Ausgangspunkt für die Planung grundlegender Änderungen des Netzes, da sich die Dynamik von Stromangebot und -nachfrage weiter verändert. Zusätzlich können qualitativ hochwertige Daten längerfristige Aufgaben wie die Planung von Netzerweiterungen oder Wartungsarbeiten unterstützen. Ohne genaue Kenntnis der Bedürfnisse eines lokalen Verteilernetzes ist es praktisch unmöglich, die Infrastruktur effizient und auf Dauer aufzurüsten. Wenn die Anbieter besser verstehen, wo die Nachfrage im Netz steigt, können sie leichter einschätzen, ob es effektiver ist, den Strom über ihre derzeitige Infrastruktur zu leiten oder ob sie diese Infrastruktur für eine effektive Versorgung der Kunden ausbauen müssen.

Ausblicke in die Zukunft

In Zukunft wird diese Kombination aus Intelligenz und automatischer Schaltung dazu beitragen, alternative Stromversorgungsmodelle in einer zunehmend elektrifizierten Welt zu etablieren. Die Einführung einer groß angelegten modularen Stromerzeugung in Smart Grids hilft dabei, dass die beispielsweise von Naturkatastrophen betroffenen Gebiete schnell wieder versorgt werden.

Das Netz könnte auch überschüssigen Strom in Batteriespeicher leiten, die das Angebot ergänzen, wenn die Nachfrage steigt. Dies ermöglicht auch kreative Lösungen, wie die Verwendung von Batterien für Elektrofahrzeuge oder unterbrechungsfreie Stromversorgungen in Privathaushalten, die als dezentrale Batterien fungieren, wenn sie sonst nicht in Betrieb sind. Sollte es zu Einschränkungen bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien kommen, würde dies zusätzliche Flexibilität bieten. All das liegt vielleicht gar nicht so weit in der Zukunft. In vielen Fällen ist es möglich, bestehende Anlagen mit modernen Geräten und Sensoren nachzurüsten und dadurch schneller und kostengünstiger mehr Intelligenz in das Netz zu integrieren. Durch die Aufrüstungen würde die Fehlerortung beschleunigt und die Zuverlässigkeit erhöht werden, was gleichzeitig die Grundlage für eine widerstandsfähigere Energieversorgung in der Zukunft schafft. □

Jetzt handeln – bevor Sie rot sehen

Verhindern Sie Maschinenausfälle
mit der richtigen Technik.

- ✓ breites **Instandhaltungssortiment**
- ✓ präzise **Messtechnik** wie
Netz-Analysegeräte und Multimeter
- ✓ passende **Services** wie
die Kalibrierung Ihrer Geräte

conrad.de/vorausschauende-wartung



Alle Teile des Erfolgs

CONRAD

Netzausbau im Fokus

Energiewende mit Tempo

Die Erzeugung von mehr grünem Strom ist entscheidend für die Energiewende – ohne Frage. Doch die Energie muss nicht nur erzeugt werden, sie muss auch beim Verbraucher ankommen. Daran hapert es offenbar in immer mehr Fällen. Dirk Kaisers, Segment Leader Distributed Energy EMEA von Eaton untersucht im Reality Check, ob unzureichende Übertragungskapazitäten hierzulande die Energiewende in Verzug oder gar in Gefahr bringen können.

TEXT: Dirk Kaisers, Eaton BILDER: Eaton; iStock, Paul Bradbury



Dirk Kaisers, Segment Leader Distributed Energy EMEA von Eaton

Im Frühjahr machte die Stadt Oranienburg Schlagzeilen, da dort keine Neukunden mehr an das örtliche Stromnetz angeschlossen werden konnten. Laut den zuständigen Stadtwerken gab es keine ausreichenden Kapazitäten für Neuanschlüsse oder Kapazitätserhöhungen von Hausanschlüssen. Eine entsprechende Anfrage der Stadtwerke bei den vorgelagerten Übertragungsnetzbetreibern sei abgelehnt worden.

Drohen überall ähnliche Szenarien?

Auch wenn das Problem in Oranienburg mittlerweile behoben ist, lässt sich nicht ganz ausschließen, dass es in anderen Kommunen nicht zu ähnlichen Problemen kommen kann. Überall, wo die Faktoren steigende Einwohnerzahlen, Umstieg auf Elektrofahrzeuge und Wärmepumpen zusammenkommen, steigt die Nachfrage nach elektrischem Strom stark an. Ein Wachstum auf diese Art und Weise wurde in der Netzplanung der vergangenen Jahre und Jahrzehnte nicht oder nur unzureichend berücksichtigt.

Neben Privatverbrauchern treibt vor allem auch die Industrie den Gesamtstrombedarf in die Höhe. Thermische Prozesse sollen von fossilen Energieträgern unabhängiger werden und überall wo Hitze mit elektrischem Strom erzeugt wird, wird viel Energie verbraucht. Als große Treiber gelten auch Rechenzentren, für die bereits vielerorts ein Ansiedlungsstopp verfügt wurde, um die örtlichen Netze nicht zu überlasten.

Wie wird sich der Bedarf zukünftig entwickeln?

Daran, dass die Nachfrage nach elektrischem Strom auch zukünftig steigen wird, gibt es praktisch keine Zweifel. Eine Studie aus dem Jahr 2021 prognostizierte beispielsweise die Steigerung



Um den steigenden Strombedarf zu decken, müssen Ausbauprojekte schneller realisiert werden.

von 595 TWh im Jahr 2018 auf 658 TWh im Jahr 2030 (+11 Prozent). Die deutschen Netzbetreiber gingen in einer Mitteilung vom vergangenen Jahr von einer Verdopplung bis 2045 aus.

Angesichts dieser Herausforderung muss nicht nur die erneuerbare Energieerzeugung massiv ausgebaut werden, sondern auch die Übertragungskapazitäten. Doch dabei gibt es – gerade wenn es um große Strecken geht – immer wieder Hindernisse. Der Bau der großen Stromtrasse SuedLink verzögert sich beispielsweise um mehrere Jahre. Ursprünglich sollte sie dieses Jahr fertiggestellt werden, was sich aber nun bis mindestens 2028 verzögert. Um den steigenden Bedarf zu decken, müssen Ausbauprojekte wesentlich schneller als bisher realisiert werden.

Netzstruktur und die modernen Anforderungen

Da sich die Art der Stromerzeugung durch die Energiewende grundlegend wandelt, sollte auch der Aufbau der Netze überdacht werden. Eine Herausforderung dabei ist, dass sich Mammutprojekte wie die großen Stromtrassen noch mit der alten Logik der Stromnetze decken. In einer Baumstruktur fließt die elektrische Energie dort von zentralen Erzeugern zu den Abnehmern in der Fläche.

Ideal ist das nicht, da beim Stromtransport über lange Strecken immer Verluste auftreten, in Zeiten der thermischen Großkraftwerke gab es aber keine andere Möglichkeit. Durch erneuerbare Energien wird die Erzeugung allerdings wesentlich dezentraler. Immer mehr Haushalte und Unternehmen erzeugen selbst Strom und werden dadurch von reinen Verbrauchern zu sogenannten Prosumern (producer + consumer). Im Juni 2023 waren in Deutschland 2,6 Millionen Fotovoltaikanlagen installiert, was einem Wachstum von 16 Prozent

gegenüber dem Vorjahresmonat entspricht. Für diese Situation ist das bisherige Stromnetz nicht ausgelegt.

Zukünftig werden Netze benötigt, die bidirektional ausgelegt sind und die Verteilung auf lokaler Ebene optimieren können, sodass lokal erzeugter Strom auch möglichst lokal verbraucht werden kann. Dieses Netz weist dann eine zelluläre Struktur statt der alten Baumstruktur auf. Die einzelnen Energiezellen arbeiten möglichst autark, vereinen Energieerzeugung, Verteilung und Abgabe (etwa durch E-Auto-Ladestationen), können aber auch untereinander und mit dem Gesamtnetz interagieren, um großflächigere Unterschiede in Angebot und Nachfrage auszugleichen. Dabei spielen auch Übertragungsleitungen vom windreichen Norden in den Süden eine sehr wichtige Rolle.

Doch man sollte nicht vergessen, dass die Energiewende nicht allein durch derartige Großprojekte getragen wird, sondern vor allem auch auf lokaler Ebene stattfinden muss. Viele kleine Projekte lassen sich in der Regel schneller umsetzen als wenige Großprojekte. Haushalte und Unternehmen, die auf eigene Energieerzeugung und Speicherung setzen, gewinnen damit auch ein Stück Unabhängigkeit gegenüber dem Netz.

Fazit

Dass die Energieversorgung in Deutschland in näherer Zukunft in Gefahr ist, ist sehr unwahrscheinlich. Lokale Probleme wie in Oranienburg könnten sich allerdings durchaus häufen, wenn verstärkte Nachfrage auf unzureichende Infrastruktur trifft. Zukünftig sollte bei Neubauprojekten immer auch die lokale Energieinfrastruktur bedacht werden und Erzeugung sowie Speicherung von Strom zu wesentlichen Komponenten in der Planung werden. □

Interview über Vorhersagemodell am Spotmarkt

Kurzzeitprognose in der Fernwärme

Die Energieversorgung Halle (EVH) erzeugt Fernwärme und Strom aus zwei Gaskraftwerken. Um effizient zu arbeiten, muss die Wärmeproduktion dem Bedarf entsprechen und der Strom optimal vermarktet werden. Dafür ist eine genaue Prognose des Wärmebedarfs entscheidend. EVH hat diesen Prozess mit Bachmann Monitoring verbessert, wobei Prof. Michael Schulz und sein Team eine zentrale Rolle spielten. Wir sprachen mit ihm über das Potenzial seiner Modelle bei EVH und darüber hinaus.



DAS INTERVIEW FÜHRTE: Bachmann / Bernhard Haluschak, Energy **BILD:** Bachmann

Prof. Schulz, können Sie das Prognosemodell, welches Sie für die EV Halle entwickelt haben, kurz skizzieren?

Gerne. Vorausschicken möchte ich zunächst noch ein wenig mathematisch-physikalischen Hintergrund: Das Wärmeprognoseprogramm für die EVH ist im Gegensatz zu den häufiger auftretenden Zustandsprognosen eine Prozessprognose. Sie basiert unter anderem auf der kontinuierlichen Messung relevanter Prozessdaten. Das sind beispielsweise die Betriebsdaten der Kraftwerke und Wärmeverteilerstationen, Wetterzustandsmessungen von betriebs-eigenen Wetterstationen und lokalen Wetterprognosen von Drittanbietern. Sie liefert permanent dynamische Prognosen für den zu erwartenden Wärmeverbrauch und die zukünftigen Betriebsdaten über einen festgelegten Zeitraum. Dieser umfasst je nach Anforderung sechs Stunden bis zehn Tage. Unsere Prognose berücksichtigt dabei die vollständige hydrodynamische Transportdynamik im gesamten Rohrleitungssystem – dazu gehört insbesondere die Energie-, Entropie- und Strömungsdynamik im kommunalen Fernwärmenetz – sowie die Wirkung der Kraftwerke als Einspeisequellen und der Wärmeübertragungsstationen als Entnahmeknoten. Vom mathematischen Standpunkt betrachtet enthält das Prognoseprogramm eine Reihe von Feedback-Algorithmen zur permanenten Fehlerminimierung und zur optimalen Prozesskontrolle. Der Prognosealgorithmus ist selbstlernend, basiert auf evolutionären, manchmal auch als genetisch bezeichneten Methoden sowie rückgekoppelten neuronalen Netzen. Diese wiederum rekonstruieren die optimale Dynamik des Fernwärmenetzes unter vollständiger Berücksichtigung thermo- und hydrodynamischer Bilanzen und Grundgesetze. Die Kombination dieser Verfahren ist relativ neu und bei EVH meines Wissens zum ersten Mal in dieser Tiefe angewendet worden.

Für welche Prognosen 'ganz generell' böte sich ihr Ansatz noch an?

Dies Art der Prognosen kommt für alle Prozesse in Frage, deren Ablauf strikt algebraisierbar ist und bei denen etwaige Messfehler die physikalisch-deterministische Struktur nicht zerstören. Das zuletzt genannte Problem wird dadurch gelöst, dass die eingebauten physikalischen Gesetze und technischen Regeln messtechnisch bedingte Prognoseabweichungen innerhalb kurzer Zeiträume wieder auf die optimale Situation zurücktreiben. So etwas bezeichnet man auch als attraktives Verfahren. >

- > Damit ergeben sich Anwendungsmöglichkeiten für alle Arten von Netzwerken, ganz gleich ob es sich dabei um Fernwärme, Strom, eine chemische Infrastruktur oder Geothermie handelt. Bei Letzterem meine ich vor allem die Tiefengeothermie, bei der ein Heißwasserreservoir durch verschiedene Entnahmestellen ausgebeutet wird. Es lassen sich so jedoch genauso gut virtuelle Ströme wie Geld- und Finanzartikel oder Versicherungswerte prognostizieren. Dabei müssten lediglich die physikalisch-technischen Regeln durch die 'nicht ganz so fundamentalen' finanzmathematischen Gesetze substituiert werden. Nicht prognostizierbar hingegen sind mit diesem Verfahren langfristige und irreversible Zustandsänderungen wie beispielsweise die Alterung von Maschinen oder die Vorhersage von Maschinenschäden. Ebenfalls damit nicht prognostizierbar sind räumliche Strukturen wie zum Beispiel die Änderung von geologischen Strukturen im Untergrund außerhalb von Probebohrstellen.

„Der selbstlernende Prognosealgorithmus basiert auf evolutionären Methoden und speziellen neuronalen Netzen.“

Welche 'Daten' werden für Ihr Verfahren konkret benötigt?

Wir benötigen Daten, die kontinuierlich oder zumindest in einem festen Zeittakt verfügbar sein müssen und die das zu prognostizierende System ausreichend beschreiben. In unserem Modell bei der EVH sind das die Vor- und Rücklauftemperaturen sowie die Volumenströme an den Kraftwerken, an den Wärmeübertragungsstationen sowie an weiteren Einspeise- oder Entnahmestellen. Das können beispielsweise Solarfelder und Windenergieanlagen zum Betrieb kommunaler Wärmepumpen sein. Dazu kommen Wetterzustandsmessungen, also Temperatur, Windgeschwindigkeit, Globaleinstrahlung, Luftfeuchte und Luftdruck.

Könnte man dieses Verfahren auch zur Prognose benötigter oder zu erwartender volatiler Energiemengen nutzen, also beispielsweise beim Einsatz regenerativer Energien im Rahmen einer Sektorenkopplung?

Die Prognosen bei EVH beziehen sich auf Wärmeenergie. Und dabei ist es egal welche Energiequellen genutzt werden, also die Gasturbinen im Kraftwerk, Solarfelder, die Wärmepumpen angekoppelter Windenergie oder die im Netz verfügbaren Wärmespeicher. Da die klimatischen Verhältnisse oft recht stark schwanken, sind die benötigten Energiemengen sehr volatil. Das Prognosesystem kann aufgrund der mathematischen Struktur und des relativ hohen Grades an deterministischen Prozessen bei der Wärme- oder Stromerzeugung mit solchen volatilen Größen hinreichend genau umgehen.

In diesem Zusammenhang stellt sich doch die Frage, ob sich damit die bedarfsgetriebene Fahrweise eines Kraftwerks mehr in Richtung einer erlösgetriebenen verändern ließe. Wie war das bei der EVH?

Die Frage eines bedarfsgetriebenen oder gewinnorientierten Prozesses wird immer durch die Art der Nutzung der Produkte entschieden. Die Wärmeenergieerzeugung ist als kommunale Aufgabe wie bei der EVH immer bedarfsorientiert. Aber ihre Kraftwerke können gleichzeitig elektrische Energie erzeugen, die sie über die Strombörse veräußern. Und hier kommt eine Gewinnorientierung ins Spiel. Einerseits ist die Erzeugung elektrischer Energie unmittelbar über den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik an die Wärmeenergieerzeugung gekoppelt. Kennt man also die in dem nächsten Zeitraum erzeugte Wärmemenge über eine gute Prognose, dann kann man der Strom- >

„Wir benötigen Daten, die kontinuierlich oder zumindest in einem festen Zeittakt verfügbar sein müssen.“

- > börse eine verlässliche Liefermenge an elektrischer Energie avisieren. Bei der EVH umfasst dieser Zeitraum derzeit etwas mehr als einen Tag. Damit kann man einerseits die aktuellen Stromabnahmepreise optimal einkalkulieren und andererseits empfindliche Vertragsstrafen vermeiden, die bei einer Über- oder Unterschreitung der angekündigten Stromlieferungen drohen. In gewisser Hinsicht ist auch die Wärmeenergieerzeugung zumindest in Teilen gewinnorientiert. Das betrifft beispielsweise den Einkauf von Rohstoffen, was in Halle derzeit Erdgas ist und in Zukunft grüner Wasserstoff sein wird. Ebenso lässt sich die Auf- und Entladung der Wärmespeicher optimieren sowie Sonne und Wind bei geeigneten Wetterbedingungen besser nutzen. Und last but not least: Auch über eine bestmöglich gestaltete Prozesssteuerung lassen sich höhere Erträge erwirtschaften.

Wie geht das System der EVH mit kurzfristigen 'Änderungen' um, also beispielsweise manuelle Eingriffe oder Preisänderungen am Spotmarkt?

Diese Frage enthält mehrere Aspekte. Kurzfristige manuelle Eingriffe in die Betriebsführung, etwa bei Reparaturen, werden auf Grund dessen, dass der Algorithmus eine Closed-Loop-Struktur besitzt, schnell erkannt. Diese werden bereits ab der nächsten Prognose berücksichtigt. Im kürzesten momentan realisierten Fall geschieht dies bereits nach 15 Minuten. Bis zur vollen Erfassung dieser Manipulation vergehen, bedingt durch die Trägheit des Systems, einige Stunden. Die Ursache für diese Verzögerung ist darin zu finden, dass das Heißwasser im Primärkreislauf bis zu acht Stunden benötigt, bis es wieder im abgekühlten Zustand im Kraftwerk anlangt und auf dieses im Netz befindliche Heißwasser nur noch bedingt Einfluss ausgeübt werden kann. Dieser zusätzliche Fehler bleibt jedoch trotzdem marginal.

Ein Spotmarkt für Wärmeenergie verbietet sich in der Regel für kommunale Anbieter. Für Elektroenergie wird seitens EVH stets ein mittelfristiger Handel über vor der Lieferung ausgehandelte Preise getätigt. Allerdings könnte mit einer Kurzzeitprognose über einen Horizont von etwa fünf Minuten und aufwärts auch ein Handel am Spotmarkt möglich sein. Dann würde man jedoch andere Einstellungen des integrierten Feedbackterms benötigen. Der sparsame Umgang mit Ressourcen hingegen ist Teil des Feedbackalgorithmus. Das fällt also ebenfalls in den Bereich der Steuerung auf Basis des Prognosealgorithmus.

Wie ging EVH mit den geopolitischen Verwerfungen, Stichwort: Gaskrise 2022, um? Diese ändern ja nicht nur die Verfügbarkeit von Rohstoffen, sondern auch das Verbraucherverhalten. Kann man dann die Modelle neu kalibrieren?

Die schnelle Änderung des privaten, kommerziellen und kommunalen Heizverhaltens aufgrund des teilweisen Ausfalls der Erdgaslieferungen ab Frühjahr 2022 und damit der erheblich gestiegenen Preise dafür machte eine Verbesserung des zugehörigen Lernalgorithmus notwendig. In Zukunft wird das veränderte Heizverhalten regional, konkret nach den etwa 50 Versorgungsbereichen des Stadtgebietes Halle, ausgewertet. Dementsprechend werden dann die erlernten Parameter zur Beschreibung der Wärmeabnahme korrigiert. Das erfolgt derzeit noch manuell, etwa ein- bis zweimal im Jahr, soll aber zukünftig automatisch realisiert werden. □



Windenergie durch Analysetechnik im Griff

REALITÄT STATT ZAUBEREI

Damit umweltfreundlich erzeugter Strom aus dem neuen Windpark „Moray West Offshore“ zuverlässig übertragen werden kann, hat die EMH Energie-Messtechnik jetzt modernste Analysetechnik zur Überwachung der eingesetzten Leistungstransformatoren geliefert. Insgesamt sechs EMH-Systeme vom Typ Hydrocal 1003 Offshore sichern künftig die maximale Verfügbarkeit der Stromversorgung für das schottische Festland.

TEXT: EMH Energie-Messtechnik BILD: iStock, FOTOKITA

Gut 22 Kilometer von der schottischen Nordseeküste entfernt, bietet Moray West Offshore mit 60 installierten Turbinen eine Gesamtkapazität von 882 MW, die voraussichtlich vom Frühjahr 2025 an in vollem Umfang zur Verfügung stehen wird. Mit einer Leistung

von je 14,7 MW sowie einer Distanz von maximal 260 Metern zwischen Flügelspitzen und Wasseroberfläche kommen die größten jemals in Großbritannien errichteten Windkraftanlagen zum Einsatz. Die wichtigste Infrastruktur des Projektes bilden dabei zwei Offshore-

Umspannplattformen sowie eine Landstation nahe der schottischen Kleinstadt Keith. Auf den Plattformen wird die kumulierte Windenergie in 220 kV-Gleichstrom umgewandelt, per Kabel an die Landstation übertragen und dort in 400 kV Wechselstrom zurücktransformiert.



Flexibele Analytik

Um mögliche Schäden am Isolationssystem der eingesetzten Transformatoren frühzeitig erkennen zu können, wurde die EMH Energie-Messtechnik von Siemens Energy UK mit der Lieferung von Online-Monitoring-Systemen Hydrocal 1003 Offshore beauftragt. Siemens Energy ist als Hersteller sowohl der 60 Windkraftanlagen vom Typ Siemens Gamesa 14.7 MW als auch der Umspannstationen der wichtigste Technologiepartner des Gesamtprojektes. Zu den maßgeblichen Kriterien bei der Auswahl des Öl-Analysesystems zählte neben Präzision und Zuverlässigkeit vor allem die Flexibilität, mit derselben Gerätetechnologie unterschiedliche

Ölsorten überwachen zu können: Während die insgesamt vier Leistungstransformatoren der Landstation Keith auf traditionelle Weise mit einer Isolierflüssigkeit auf Mineralölbasis betrieben werden, enthalten die beiden Offshore-Transformatoren das biologisch abbaubare und im Schadensfall umweltverträgliche Esteröl MIDEL 7131. Die von EMH angebotene Hydrocal-Technologie ist konzeptionell darauf ausgelegt, für unterschiedlichste Öle eingesetzt werden zu können.

Für raue Umweltbedingungen

Nach der erst kürzlich erfolgten Installation der Hydrocal-Systeme wird die chemische Zusammensetzung der

im Projekt „Moray West Offshore“ verwendeten Transformatorenöle nun kontinuierlich und automatisch überwacht. Der Focus liegt auf der Analyse der Ölfeuchte (H_2O) sowie der im Öl enthaltenen Gasanteile von Wasserstoff (H_2) und Kohlenmonoxid (CO). Unter Berücksichtigung definierter Schwell- und Grenzwerte können aufkommende Schäden am Isoliersystem dadurch frühzeitig erkannt und unerwartete Ausfälle der Transformatorfunktion wirkungsvoll verhindert werden. Zum Schutz der Geräte vor den widrigen Wetterbedingungen auf der Nordsee sind die auf den Umspannplattformen installierten Hydrocal 1003 Offshore-Systeme in robusten und salzwasserbeständigen Ausführungen gefertigt. □

Interview über Energiebeschaffung für KMUs

Günstigen Strom einkaufen



Wie können sich energieintensive mittelständische Unternehmen gegen hohe und volatile Strompreise absichern? Beides zugleich sei "ein Ding der Unmöglichkeit", sagt der Strommarkt-Experte Tobias Federico von Montel Analytics gegenüber unserer Schwesterpublikation energy.prime. Denn man könne sich nur gegen hohe Preise absichern, wenn man sich zu einem fixen Preis bindet, der dann aber günstig sein soll.

DAS INTERVIEW FÜHRTE: Kai Eckert, energy.prime **BILD:** Energy Brainpool

Herr Federico, nachdem sich verschiedene Energieökonomien für eine Aufteilung Deutschlands in unterschiedliche Strompreiszonen ausgesprochen haben, treten nun Industrie- und Wirtschaftsverbände für den Status Quo ein. Warum braucht der deutsche Strommarkt eine solche Initiative?

Nun ja, als aller erstes muss man dazu sagen, dass es am Strommarkt immer wieder Wellen bzw. Modeerscheinungen gab, die eine gewisse Dominanz gezeigt haben. Zu Beginn der 2000er war es das Thema: Man braucht keine Kraftwerke, wir haben doch den Markt. Nach der Enron-Pleite waren konventionelle Kraftwerke das Asset der Stunde. In den Jahren 2005 bis 2014 hat sich der Stromhandel in seiner Dominanz durchgesetzt und den Strommarkt bestimmt. Seit 2015 haben wir eine verstärkte Dominanz von Netzthemen, die versuchen ihre „Duftmarke“ im Strommarkt zu hinterlassen. Und seit der Energiekrise 2022 sind es die Energieökonomien, die zur Hilfe genommen wurden, um die Komplexität des Systems, zu dem der Strommarkt mittlerweile geworden ist, zu erfassen und politisch zu gestalten. Bei Letzteren sind zwar oft gute Ideen entstanden, deren praktische Umsetzungen aber entweder ein Ding der Unmöglichkeit waren oder politisch kurzfristig zurückgezogen wurden – wie etwa die Gasumlage – beziehungsweise langfristig den Markt verunsichert haben, wie die Erlösabschöpfung. Unter diesem Aspekt ist der aktuelle Streit zwischen den Ökonomen und den Verbänden, die im Übrigen in dieser Konstellation noch nie ein gemeinsames Statement veröffentlicht haben, zu sehen. Die einen sehen das aus einer theoretischen Brille mit guten Argumenten und die anderen sehen das aus einer praktischen und pragmatischen Brille auch mit guten Argumenten.

Sind steigende Redispatch-Kosten und negative Strompreise nicht ein klares Indiz dafür, dass der Strommarkt nicht richtig funktioniert?

Steigende Redispatch-Kosten und negative Strompreise sind für mich nur Symptome. Die Ursache liegt aber nicht in der Preiszone oder im Marktdesign an der Strombörse, sondern im fehlenden Netzausbau und der fehlenden Flexibilisierung der Stromnachfrage auch durch neue Technologien, die nicht mit der Geschwindigkeit des Ausbaus von EE einhergehen. Und die Krankheit ist der fehlende Investitionswille und -anreiz, gepaart mit umfassender Bürokratie und „Not in my backyard“-Mentalität. Der Strommarkt im Sinne der Preissignalgeber funktioniert gut. Die Liquidität und das Vertrauen in den Markt ist gegeben, gerade, weil er nur eine Preiszone abbildet, sonst wäre die Liquidität in den einzelnen Preiszonen deutlich geringer. Zudem gibt es die Gefahr einer lokalen Marktmarkt, wenn in einer Preiszone ein Unternehmen >

- > eine hohe Anzahl an Kraftwerkserzeugungskapazitäten hat. Aber wie schon gesagt, negative Strompreise zeigen, dass flexible Nachfrager fehlen und hohe Redispatchkosten zeigen, dass das Netz nicht vernünftig ausgebaut wurde.

Vor allem Batteriespeichersysteme und flexible Stromverbraucher wie etwa Elektrolyseure können systemdienlich eingesetzt werden. Das hilft in den Regionen mit Stromüberschüssen aber nur, wenn ihr Betrieb auch wirtschaftlich ist. Wie muss das Marktdesign verändert werden, damit diese Anlagen in das Energiesystem integriert werden und den weiteren Ausbau der Erneuerbaren sinnvoll flankieren können?

Argument der Investitionsanreize in Netzinfrastruktur und in Kraftwerke eingeführt wurden, gesehen, dass es noch heute nicht nur deutliche Preisunterschiede gibt, sondern wir sehen auch, dass Wasserkraftwerke und Windkraftwerke einfach dorthin gebaut wurden, wo der „Brennstoff“ in ausreichendem Maße zur Verfügung steht, völlig unabhängig von den Preiszonenpreisen. Mit anderen Worten, in 30 Jahren haben es die Preiszonen nicht geschafft, das richtige Preissignal für Investitionsanreize zu setzen. Denn dafür sind die Preisdifferenzen auf Dauer zu gering, aber vor allem einfach zu volatil, als dass ich nur auf dieser Basis eine Investitionsentscheidung treffen würde. Flexibilisierungssysteme würden heute schon funktionieren, wenn es das Thema Netzentgelte nicht gäbe und diese Systeme den Großhandelsmarktpreis abbilden könnten. Wenn ich jedoch fixe Netzentgelte pro kWh zu zahlen habe, nimmt mir das einen Großteil der Marktchancen. Dynamische Netzentgelte könnten helfen, aber auch die Entscheidung der Erlösabschöpfung im Energiekrisenjahr hält viele Marktteilnehmer davon ab, auf sehr volatile oder hohe Strompreise zu setzen, denn es besteht die Gefahr, dass die Politik wieder eingreift. Das ist ein Effekt, der nicht zu unterschätzen ist und auf Energieökonomien-Seite wahrscheinlich noch gar nicht wahrgenommen wurde.

In Skandinavien und auch in den USA hat man mit regionalen Strompreiszonen gute Erfahrungen gemacht. Sind regionale Strompreiszonen nicht auch hierzulande zumindest so lange eine sinnvolle Alternative, wie der verzögerte Netzausbau noch hinter dem Zubau an erneuerbaren Energien hinterherläuft? Warum lassen sich diese Erfahrungen aus dem Ausland nicht auf Deutschland übertragen?

Also, wie schon gesagt, Skandinavien hat seit 30 Jahre Zonale Preise und der Netzausbau läuft immer noch hinterher. Und in den USA sind sogar Nodale Preissysteme eingeführt worden, die noch kleiner sind und aus Netzknotenpunkten Preise bilden. Was diese beiden Märkte gemeinsam haben und was diese von Deutschland ganz klar unterscheidet, ist die Effizienz der sogenannten Contract for differences (CfD). Jeder Markt hat das Problem der fehlenden Liquidität. Und wenn sich eine Zone oder ein Knotenpunkt, in dem ich gerade nicht bin, als sehr liquide ausweist, dann habe ich natürlich, wenn ich in der für mich falschen Preissezone bin, ein deutliches Problem. Das konnte in diesen Märkten ganz gut durch die Differenzkontrakte behoben werden. Da aber ein Netzengpass vorliegt, beinhalten diese Kontrakte keine physische Lieferung, sondern einen finanziellen Ausgleich. Und dies sind sogenannte Future-Kontrakte mit einem täglichen Gewinn und Verlustausgleich, der Variation Margin. Das ist etwas, was in Deutschland nicht durchsetzbar ist, denn die meisten Versorger und die meisten Industriekunden dürfen keine Finanzprodukte handeln. D.h. sie können sich gar nicht absichern. In Skandinavien und den USA ist das ganz anders, da sind Finanzprodukte der Standard. Deswegen wird ein solches System in Deutschland scheitern.

Mal von der aktuellen Diskussion abgesehen, ganz pragmatisch für unsere Leser gefragt: Welche Maßnahmen sollten energieintensive mittelständische Unternehmen ergreifen, um sich gegen hohe und volatile Strompreise abzusichern?

Oh, beides ist ein Ding der Unmöglichkeit. Denn man kann sich nur gegen hohe Preise absichern, wenn man sich fest zu einem fixen Preis bindet, der dann aber günstig ist. Und günstig sind die Preise nur dann, wenn sie auch volatil sind. D.h. ich muss die Volatilität nutzen, damit ich den günstigen Zeitpunkt zur langfristigen Absicherung nutze. Aber ich bin dann abgesichert, ich bin eingeloggt und kann nichts mehr machen. Spielt ich hingegen die Volatilität, ohne mich gegen hohe Preise abzusichern und baue ich auf volle Verbrauchsflexibilität, dann habe ich eine Berg- und Talfahrt mit günstigen Preisen, aber auch mit hohen Preisen. □

Die Auswirkungen der EU-Batterieverordnung auf IT- und Unternehmensstrategien

Grüne Zukunft?

Auch im Jahr 2024 bleibt Nachhaltigkeit ein wichtiges Thema für Unternehmen in sämtlichen Branchen. Die strikten Vorschriften, wie etwa die kürzlich überarbeitete Batterieverordnung der Europäischen Union (EU), sowie der öffentliche Druck zwingen Unternehmen und Regierungen dazu, ihre Nachhaltigkeitsziele aktiv und transparent zu verfolgen.

TEXT: Stefan Mennecke, Soti BILD: iStock, Renato Arap

Die besondere Aufmerksamkeit in Bezug auf Umweltvorschriften zeigt sich nun auch deutlich im IT-Sektor: Unternehmen stehen häufig vor dem Konflikt, innovativ und technisch auf dem neusten Stand zu sein, um wettbewerbsfähig zu bleiben, während gleichzeitig die Notwendigkeit von umweltfreundlichen Informationstechnologien zunimmt. Diese Spannung zwischen digitaler Transformation und Nachhaltigkeit wird in der Soti-Studie „Reduzieren, Wiederverwenden, Umdenken: Von der Wegwerfmentalität zur technischen Nachhaltigkeit“ deutlich: Obwohl weltweit 65 Prozent der IT-Entscheidungsträger angeben, sich der Rolle ihres Unternehmens im Kontext der Nachhaltigkeitsbemühungen bewusst zu sein, sind 62 Prozent der Meinung, dass die neuesten Hardware-Geräte das Unternehmen für Arbeitnehmer attraktiver machen würden. Diese Einschätzung teilen insbesondere Unternehmen in folgenden Regionen: Großbritannien (59 Prozent), Deutschland 55 (Prozent) und Frankreich (52 Prozent).

Batterieverordnung und Kreislaufwirtschaft

Die EU-Batterieverordnung, ein wichtiger Meilenstein im Rahmen des europäischen Green Deals, wurde im vergangenen Jahr angekündigt und im Februar final in Kraft gesetzt. Die Richtlinie – die für alle EU-Mitgliedstaaten gilt – zielt darauf ab, den gesamten Lebenszyklus zu regulieren, um eine nachhaltige Batterieindustrie zu schaffen. Die Entwicklung hin zu einer umweltfreundlicheren und zirkulären Batteriekette ist besonders wichtig geworden, da die Europäische Kommission angibt, dass die weltweite Nachfrage nach Batterien bis 2030 um das 14-fache steigen wird, was vor allem auf die verstärkten Bemühungen um Elektrifizierung und Energiewende zurückzuführen ist.

Angesichts der wachsenden Bedeutung von Batterien und der Einführung anspruchsvoller Nachhaltigkeitsrichtlinien wie



der EU-Batterieverordnung ist damit zu rechnen, dass die Frage, wie Unternehmen die Umweltauswirkungen ihrer IT-Arbeit minimieren können, noch stärker in den Fokus rücken wird. Im Zuge der digitalen Transformation geht häufig eine verstärkte Einführung neuer Technologien einher, was wiederum zu einem Anstieg unnötiger Entsorgungen führt, darunter auch vorzeitig ausgemusterte Geräte wie Laptops, Tablets, Drucker und mobile Geräte.

So gaben im SOTI-Nachhaltigkeitsbericht 69 Prozent der befragten Unternehmen weltweit an, dass Mobiltelefone – auch wenn fast die Hälfte (44 Prozent) von ihnen austauschbare Batterien enthalten – der am häufigsten unnötig weggeworfenen Geräteklasse angehören. Dies zeigt auch auf, warum gesetzliche Maßnahmen im Bereich Batterien und Akkus notwendig sein könnten.

Gerätemanagement und Nachhaltigkeit

Es ist von entscheidender Bedeutung, die gängige „Wegwerf“-Praxis zu verändern, nicht nur, um Kosten zu reduzieren, sondern vor allem auch aus einer ökologischen Perspektive. Die sogenannte „Green IT“ könnte dabei eine Schlüsselposition einnehmen. Sie umfasst Initiativen, die darauf abzielen, den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien durchgängig umweltfreundlich und ressourceneffizient zu gestalten. Dies schließt die Reduzierung des Ressourcenverbrauchs während der Produktion, Nutzung und Entsorgung der Geräte mit ein. Zudem wird die Möglichkeit, den Batterieverbrauch effizient und zuverlässig über alle Geräte hinweg zu

verfolgen und diese Daten anschließend für weitere Analysen zu nutzen, für Unternehmen unverzichtbar werden.

Manche Enterprise Mobility Management (EMM) Lösungen versetzen IT-Manager in die Lage, die Lebensdauer von Geräten durch regelmäßige Software-Updates und vorausschauende Diagnosen auf der Grundlage von Gerätedatenanalysen zu verlängern. Durch die Überwachung aller Aspekte eines Geräts und des Zustands seines Akkus können etwaige Probleme per Fernzugriff erkannt und behoben werden. Dadurch werden Prozesse rationalisiert, Zeit gespart und der Verbrauch sowie die Emissionen verringert - anstatt ein Gerät direkt zu entsorgen.

So hat Soti mit der genannten Studie herausgefunden, dass mehr als die Hälfte (55 Prozent) der IT-Entscheidungsträger angibt, klare Ziele für nachhaltiges Gerätemanagement zu haben. Aufgrund von Gesetzen wie der EU-Batterieverordnung erkennen IT-Manager die Wichtigkeit der Langlebigkeit von Geräten und die zentrale Rolle des Softwaremanagements für die Förderung von Nachhaltigkeit. Allerdings fehlen fast allen Managern die entsprechenden IT-Tools für eine erfolgreiche Umsetzung.

Unternehmen sollten das neue Paradigma des „Green Computings“, das Nachhaltigkeit direkt in ihre digitale Transformation einbindet, schnellstmöglich für sich adaptieren. Denn mit Hilfe fortschrittlicher Technologien wie einem entsprechenden EMM sollten Unternehmen niemals vor der Entscheidung zwischen Innovation und Nachhaltigkeit stehen müssen. □



Digitale Zwillinge ebnen den Weg zu nachhaltigerer Elektromobilität

Batterieindustrie unter Spannung

Das EU-Parlament hat das Aus für Verbrennungsmotoren besiegelt und will ab 2035 nur noch emissionsfreie Neuwagen zulassen. Damit sollen die Entwicklungen auf dem Markt für Elektromobilität beschleunigt und die Klimaziele des European Green Deals erreicht werden. Dies verstärkt den Druck auf die OEMs, aber auch auf die Batteriehersteller. Gute Lösungen sieht gefragter den je.

TEXT: Ludwig Hunseder, Dassault Systèmes BILDER: Dassault Systèmes; iStock, photovideostock

Um den Anschluss in dieser wichtigen Schlüsselindustrie nicht zu verlieren, müssen sie neue Technologien vorantreiben, die Materialversorgung sicherstellen und die nötigen Produktionskapazitäten schaffen. Gleichzeitig soll individuelle Mobilität erschwinglich bleiben und die Umwelt sauberer und nachhaltiger werden.

Digitalisierung nutzen

Europäische Fahrzeug- und Batteriehersteller müssen punkten, nicht zuletzt, um die Abhängigkeit von asiatischen Zulieferern zu reduzieren. Laut einer Studie von Transport & Environment (T&E) könnte sich Europa bis 2027 aus dem Schatten chinesischer Hersteller von Lithium-Ionen-Batterien lösen. In den letzten Jahren flossen viele Milliarden in die Forschung und die skalierbare Produktion von Batteriezellen. Bereits im Jahr 2022 wurden mehr als die Hälfte aller Lithium-Ionen-Batterien auf dem europäischen Markt in der EU hergestellt und bis zum Ende des Jahrzehnts könnte Europa zum zweitgrößten Hersteller von Batteriezellen der Welt aufsteigen.

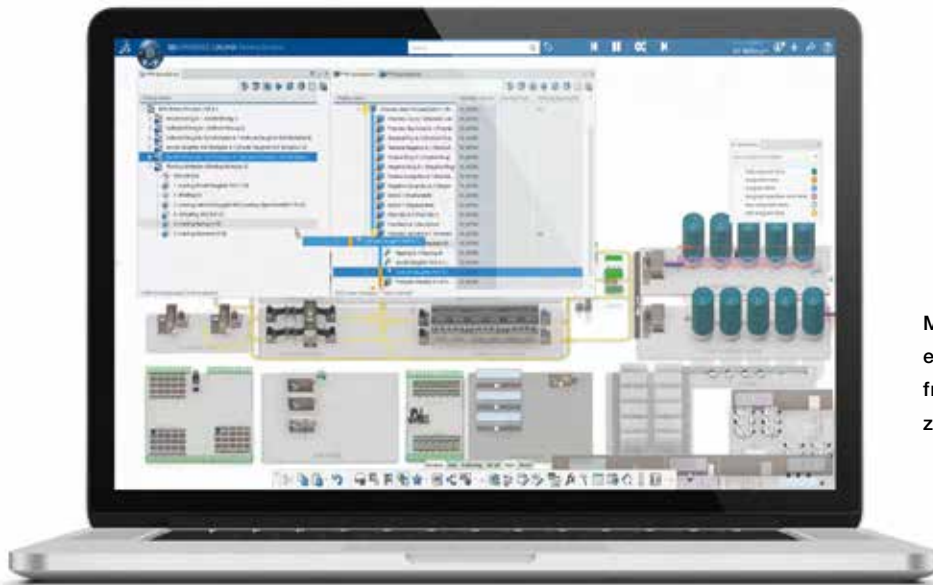
Soweit die Theorie - doch wie sieht die Realität aus? Fakt ist, die Herstellung von Batteriezellen ist äußerst komplex und bis dato kein vollständig automatisierter Prozess. Es sind nach wie vor viele manuelle Eingriffe erforderlich, was zu Qualitätsproblemen und hohen Ausschussquoten führen kann. Zugleich sollen Hersteller die Kosten senken, agil auf die Dynamiken des Marktes reagieren und die Zeit zur Massenproduktion verkürzen. Trotz aller Herausforderung birgt die Elektromobilität

eine große Chance für die deutsche Industrie, um sich als Player auf dem weltweiten Markt zu etablieren.

Ein entscheidender Schlüssel für den Wandel hin zur Elektromobilität ist die Digitalisierung. Denn der Aufbau und die Skalierung von Produktionsstandorten kann nur gelingen, wenn Hersteller ihre Wertschöpfungskette holistisch betrachten und die zahlreichen Einzelschritte im Produktlebenszyklus einer Batterie zelle von der Grundlagenforschung über die Produktion und Logistikplanung bis hin zum Recycling ganzheitlich abbilden.

Wertschöpfungskette managen

Der Lebenszyklus einer Batterie beginnt mit der Gewinnung der Rohstoffe. Allerdings verknappen weltweite Krisen, die kritische Beschaffung und der steigende Bedarf die Vorräte. Es fehlt an Kapital und Investitionsbereitschaft für neue Minenprojekte. Allein die Eröffnung einer neuen Mine kann zwischen fünf und zehn Jahren dauern. Hinzu kommt die Einführung des europäischen Batteriepasses. Dieser soll für die nötige Transparenz zur Einhaltung inhaltlicher und technischer Standards sorgen und ethisches Mining unterstützen. Die Vorschriften des Projekts „Battery Passport“, das von Partnern aus der Industrie und Forschung angestoßen wurde, sehen die Rückverfolgbarkeit aller Daten über alle Wertschöpfungsstufen vor. Auf diese Weise können Verbraucher schnell erfassen, welche Batterien verbaut sind, wie sie gefertigt wurden und wie nachhaltig sie sind.



Mit der 3DEXPERIENCE Plattform ist es möglich, mithilfe von Simulationen frühzeitig die richtigen Entscheidungen zu treffen.

Die Herstellung von Batteriematerialien und -komponenten sowie die Fertigung der Batteriezellen muss zudem hohe Qualitätsansprüche erfüllen. Ist eine Zelle einmal mangelhaft produziert und nicht wie üblich aussortiert, könnte ein Dominoeffekt entstehen. Denn eine defekte Zelle erzeugt beim Stromdurchfluss einen höheren Innenwiderstand und beschädigt dadurch weitere Zellen. Dieser Effekt potenziert sich so lange, bis die Batterie nicht mehr nutzbar ist. Die nutzbare Energie und die Leistungsfähigkeit von Batterien nimmt jedoch grundsätzlich im Laufe der Zeit ab. OEMs garantieren in der Regel eine Laufleistung von zirka 150.000 Kilometern. Daher gehören zum nachhaltigen Lebenszyklus einer Batterie auch Second-Life-Batterien und innovative Verfahren für das Recycling. Beispielsweise lassen sie sich später in Solaranlagen einsetzen, die deutlich weniger Leistung beanspruchen.

Know-how- und Prozessmanagement integrieren

Die Investitionen und Risiken in der Batteriezellenproduktion sind hoch. Es ist somit für Hersteller zwingend notwendig, neue Methoden, Verfahren und Technologien zunächst in Pilotprojekten anzuwenden. Ziel ist es, ein durchgängiges Core-Modell zu erreichen, mit dem sich verbesserte Materialien und Prozesse testen lassen. Erst im nächsten Schritt können sie ihre Fertigung hochfahren und Herstellungskapazitäten erreichen, die eine wirtschaftliche Produktion garantieren. Dieser CapEx-Ansatz eignet sich sowohl innerhalb einer Gigafactory als auch beim Bau und Betrieb mehrerer Gigafactories.

Da bei der Batterieproduktion viele Fachgebiete involviert sind, sollten Hersteller zudem die Vernetzung und den Wissenstransfer über die verschiedenen Disziplinen fördern:

Das Engineering kümmert sich um die Entwicklung passender Batteriezellen. Sicherheit, Leistungsgewicht, Lebensdauer, Kosten und Recyclingfähigkeit – alle Parameter lassen sich bereits in diesem Stadium festlegen und prüfen. Die integrierte Modellierung und Simulation hilft dabei, Entscheidungen mit Blick auf Regulatorien schneller und fundierter zu treffen und Änderungen parallel zur Modellierung vorzunehmen. Die Fertigungsplaner entwickeln die Herstellungsprozesse und die Layout-Planer verantworten den Aufbau der Gigafactories. Und letztlich sorgen die Logistikplaner bei der Beschaffung der Produktionsmittel für einen unterbrechungsfreien Ablauf. Alle Stufen der Wertschöpfung greifen ineinander und sollten orchestriert arbeiten.

Prozesse mit digitalen Zwillingen optimieren

Der digitale Zwilling kann hierbei als Mediator fungieren. Mit dieser digitalen Abbildung eines realen Objekts oder Prozesses lassen sich alle Informationen in einem 3D-Modell bündeln und digitale Durchgängigkeit und Transparenz über die gesamte Wertschöpfungskette schaffen. Die Vorteile sind vielfältig, denn es lassen sich je nach Anwendungsfall unterschiedliche digitale Zwillinge aufbauen und miteinander verknüpfen: Simulationen bieten beispielsweise im Rahmen des Entwicklungsprozesses einer Batteriezelle genauere Einblicke in das Verhalten von Materialien und die multiphysikalischen Eigenschaften der Zellen. Gleichzeitig lassen sich Zeit und Kosten sparen, da weniger bis keine physischen Prototypen erstellt werden müssen. Ebenso lassen sich Daten wie Trockenzeiten und -temperaturen sowie Eigenschaften von Batteriezellen während des Produktionsprozesses erfassen und in den digitalen Zwilling überführen. Von Fertigungsabläufen bis hin zu

Montagelinien, Gebäuden und Lieferketten – alles kann simuliert und optimiert werden, um eine fehlerfreie Entwicklung und Fertigung sicherzustellen, den Zeithorizont von Liefer- und Absatzaussichten zu planen und Ressourcen zu schonen.

Die Datenerfassung via Cloud während der Nutzung der Batterie und gegebenenfalls bis hin zum Ausfall der Zelle kann wichtige Anhaltspunkte hinsichtlich des Verschleißfortschritts liefern. Was nicht zurückverfolgt werden kann, wird anhand der Messdaten simuliert. Die Gesamtheit der Daten aus den zusammengeführten digitalen Zwillingen ermöglicht es den Herstellern, verschiedene Zusammenhänge im Leben einer Batterie zu erkennen und so deren Entwicklung und Produktion zu optimieren bzw. deren Qualität weiter zu verbessern.

Entsprechend wichtig ist es, dass alle Beteiligten in Echtzeit auf eine gemeinsame „Single Source of Truth“ – sprich eine gemeinsame Datenbasis – zurückgreifen und gemeinsam daran arbeiten können. Plattformen wie die 3DEXPERIENCE Plattform von Dassault Systèmes bilden als zentraler Speicherort die Grundlage. Auf ihnen werden alle Daten und Informationen aus dem Batterieentstehungsprozess und der Batterie-nutzung bidirektional verarbeitet und verwaltet.

Mit der 3DEXPERIENCE Plattform und den Industrie- und Markenapplikationen von Dassault Systèmes können Batteriezellenhersteller erfolgreich ihre neuen Produktionsstandorte realisieren – skalierbar vom Pilotprojekt bis zur Gigafactory. Digitale Zwillinge ermöglichen es ihnen, mithilfe von Simulationen frühzeitig die richtigen Entscheidungen zu treffen, Ressourcen, Zeit und Kosten zu sparen und die Produktion optimal aufzustellen. □

IMPRESSUM

Herausgeber Kilian Müller

Head of Content Manufacturing Christian Fischbach

Redaktion Bernhard Haluschak (Managing Editor/verantwortlich/-928), Matej Gavranovic (-927), Ragna Iser (-898), Carina Kein (-922), Dana Neitzke (-930)

Newsdesk newsdesk@publish-industry.net

Head of Sales Kilian Müller

Anzeigen Saskia Albert (Director Sales/verantwortlich -918), Beatrice Decker (-913), Ilka Gärtner (-921), Caroline Häfner (-914), Alexandra Klasen (-917);
Anzeigenpreisliste: vom 01.01.2024

Inside Sales Patricia Dachs (-935), Sarah Fuchs (-929); sales@publish-industry.net

Verlag publish-industry Verlag GmbH, Machtfinger Straße 7, 81379 München, Germany
Tel. +49.(0)151.58 21 1-900, info@publish-industry.net, www.publish-industry.net

Geschäftsführung Kilian Müller, Martin Weber

Leser- & Aboservice Tel. +49.(0)61 23.92 38-25 0, Fax +49.(0)61 23.92 38-2 44; leserservice-pi@vuservice.de

Abonnement Das Abonnement enthält die regelmäßige Lieferung der ENERGY (derzeit 4 Ausgaben ENERGY) sowie als Gratiszugabe das jährlich erscheinende Jahrbuch der Industrie, INDUSTRY.forward HAKAHAKA.

Jährlicher Abonnementpreis

Ein JAHRES-ABONNEMENT der ENERGY ist zum Bezugspreis von 51,20 € inkl. Porto/Versand innerhalb Deutschlands und MwSt. erhältlich (Porto: EU-Zone zzgl. 10 € pro Jahr, Europa außerhalb EU zzgl. 30 € pro Jahr, restliche Welt zzgl. 60 € pro Jahr). Jede Nachlieferung wird zzgl. Versandkosten und MwSt. zusätzlich berechnet. Im Falle höherer Gewalt erlischt jeder Anspruch auf Nachlieferung oder Rückerstattung des Bezugsgeldes. Studentenabonnements sowie Firmenabonnements für Unternehmen, die ENERGY für mehrere Mitarbeiter bestellen möchten werden angeboten. Fragen und Bestellungen richten Sie bitte an leserservice-pi@vuservice.de

Marketing & Vertrieb Anja Müller (Head of Marketing)

Herstellung Veronika Blank-Kuen

Gestaltung & Layout Schmucker-digital,
Lärchenstraße 21, 85646 Anzing

Druck F&W Druck- und Mediacenter GmbH,
Holzhauser Feld 2, 83361 Kienberg, Germany

Nachdruck Alle Verlags- und Nutzungsrechte liegen beim Verlag. Verlag und Redaktion haften nicht für unverlangt eingesandte Manuskripte, Fotos und Illustrationen. Nachdruck, Vervielfältigung und Online-Stellung redaktioneller Beiträge nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlags.

ISSN-Nummer 1866-1335

Postvertriebskennzeichen 75032

Gerichtsstand München

Der Druck der ENERGY erfolgt auf PEFC™-zertifiziertem Papier, der Versand erfolgt CO₂-neutral.



Der CO₂-neutrale Versand mit der Deutschen Post

FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE

Firma	Seite	Firma	Seite
ABB Stotz	U2	GWAdriga	33
Adesso SE	34	Hamburg Messe und Congress	21
Arvato Group	62	Kries-Energetechnik	42
Asahi Kasei	12	Leibniz-Institut für Katalyse	66
Bachmann Electronic	43, 49	Meine-Energie	31
Bundesverband Windenergie	22	Mersen	38
Conrad Electronic	45	Montel Analytics	54
Copa-Data	19	Onesmi	28
Dassault Systèmes	58	Panasonic	12
Deutsche Windtechnik	16	RWE Renewables Europe & Australia	U4
Eaton	46	Siemens	12
EMH Energie-Messtechnik	52	SMIGHT	Titel, 8, 10
EnBW	16	Soti	56
energy.prime	U3	TE Connectivity	42
Engie Impact	16	TOX Pressotechnik	24
Finder	37	TÜV SÜD Industrie Service	18
Fraunhofer ISE	12	University of Texas	12
Fraunhofer UMSICHT	6	Weidmüller	12
Frizlen	3	wpd	16
GP Joule	16		

NIS-2 einfach erklärt

Checkliste für Unternehmen

NIS-2 ist vergleichbar mit einer Hausordnung, die sicherstellt, dass Energie- und Versorgungsunternehmen ihre IT-Systeme ordnungsgemäß verwalten und schützen. Dienstleister übernehmen dabei die Rolle des Hausmeisters. Was sich für Energieerzeuger und -versorger ändert und welche Maßnahmen sie implementieren müssen, zeigt die folgende Checkliste.

TEXT: Andreas Nolte, Arvato Systems, Dr. Consuela Utsch, Acuroc Solutions

BILDER: Arvato, Acuroc; iStock, matdesign24

NIS-2 führt nicht nur zahlreiche Einzelmaßnahmen, die viele Unternehmen im Energie- und Versorgungssektor bereits umsetzen, in ein Regelwerk zusammen, sondern bringt auch konkrete Neuerungen mit sich: Ab Mitte Oktober 2024 müssen Unternehmen der Energie- und Versorgungsbranche relevante Security-Vorfälle innerhalb vorgegebener Fristen melden, sonst drohen empfindliche Bußgelder. Durch NIS-2 wird der Paragraph 5c im Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) eingeführt, der die wesentlichen Anforderungen an Unternehmen aus der Energie- und Versorgungswirtschaft beschreibt. Die Bundesnetzagentur (BNetzA) wird einen Katalog bereitstellen, der die kritischen Komponenten und Funktionen im Sinne des Gesetzes über das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSIG) definiert. Ebenso werden die IT-Sicherheitskataloge der BNetzA aktualisiert. Generell ergeben sich für Erzeuger und Versorger die nachfolgenden acht Aspekte, auf die Betroffene besonders achten sollten.

System-Inventur

Energie- und Versorgungsunternehmen müssen ihre IT-Systeme und -Assets vollständig erfassen, ähnlich wie Bewohner ihre Schätze im Dachboden inventarisieren sollten, um den Überblick zu behalten. Nur so können sie Cyber-Risiken verlässlich handhaben. Doch kennen alle Firmen der Branche ihre Unternehmenswerte? Und sind diese vor Missbrauch oder Diebstahl geschützt? In der Haus-Analogie gedacht: Wie oft verstaubt die Mieterschaft Schätze auf dem Dachboden und verliert gänzlich den Überblick darüber, was sie eigentlich alles Wertvolles besitzt. Vergleichbar dazu sind womöglich sensible Kundendaten auf einem Speichergerät unter einem Schreibtisch vorgehalten – und damit vor





NIS-2 entspricht einer Hausordnung für IT-Systeme in der Energie- und Versorgungswirtschaft.

unberechtigten Zugriffen nicht sicher. Eine umfassende Bestandsaufnahme ist also der erste Schritt.

System-Monitoring

Gerade in der Energie- und Versorgungsindustrie müssen Systeme auf Schwachstellen gescannt und ein Vorgehen für deren Beseitigung definiert werden. Fakt ist: Unternehmen werden früher oder später Opfer eines Cyber-Angriffs – je systemrelevanter und kritischer die Infrastrukturen (KRITIS) sind, umso höher das Risiko. Unternehmen der Energie- und Versorgungswirtschaft benötigen darum zwingend Systeme zur Angriffserkennung (SZA). Zudem braucht es weitere Maßnahmen wie Pen-testing, Security Audits, Log Monitoring und Compliance Monitoring. Wie Rauchmelder warnen, bevor ein Brand ausbricht, so müssen Unternehmen Systeme zur Angriffserkennung einsetzen, um frühzeitig reagieren zu können. Aber: Die Batterie könnte leer oder der Rauchmelder defekt sein, was bedeutet, dass Energieerzeuger bzw. -versorger trotz ergriffener Prevention- und Detection-Maßnahmen mit Hackerangriffen rechnen müssen.

Schadenserkennung

Energie- und Versorgungsunternehmen müssen Schwachstellen identifizieren, bewerten, priorisieren und beheben. Darum sind automatisierte Detection- und Response-Maßnahmen ebenso in den Kernprozessen dieser Unternehmen zu verankern wie das Patch Management. Ein typisches Problem: Ein Energieversorger mit komplexer IT-Systemlandschaft setzt für das Schwachstellenmanagement auf lokale Excel-Listen. Weil es aufgrund der Menge an Schwachstellen den Überblick verliert, dringen Hacker in die Unternehmens-IT ein. Zum Verständnis der Vergleich: Ist im Haus beispielsweise eine Fensterscheibe oder ein Schloss defekt, lässt sich dies leicht erkennen und beheben. Doch was, wenn

in einem Gebäudekomplex gleich mehrere solcher Schwachstellen identifiziert werden? Dann gilt es, zu priorisieren und die Maßnahmen zu koordinieren.

Sensibilisierung

Unternehmen benötigen zentrale Richtlinien und müssen Mitarbeitende und Geschäftsführung für die allgegenwärtigen Cyber-Gefahren sensibilisieren. Zudem ist neben Identity und Access Management auch Incident Management Pflicht. Man stelle sich nur vor: Weil Mitarbeitende unsichere Passwörter verwenden, sind ihre E-Mail-Konten nicht nur in der Cloud ungesichert. Zugleich dürfen sie auf Software zugreifen, mit der Datenströme verarbeitet werden, ohne sich mit einem zweiten Faktor zu authentifizieren. Ein Krimineller dringt dann beispielsweise über gehackte E-Mail-Konten in die Unternehmens-IT ein und breitet sich immer weiter aus. Im Vergleich findet man eben auch in Hausordnungen Vorgaben, die es beispielsweise untersagen, bei Unbekannten den Haustüröffner zu betätigen oder für Paketdienste Ablageorte innerhalb der Mieteinrichtung zu vereinbaren.

Transparenz

Wie ein unbedarft abgelegter Müllsack ein Brandrisiko in einem Mietshaus darstellt, so können unbekannt Tools Sicherheitslücken öffnen. In der Energie- und Versorgungsbranche müssen Unternehmen ihre Systeme mithilfe von Tools für Endpoint Detection and Response (EDR), Network Detection and Response (NDR) sowie Security Information and Event Management (SIEM) fortlaufend überwachen und bezüglich ihrer Sicherheitsrisiken bewerten. Das Problem: Unternehmen wissen unter Umständen gar nicht, welche Systeme ihre Mitarbeitenden alles einsetzen. Diese unbekannt oder „vergessenen“ Tools sind meist nicht erfasst und werden darum weder auf Schwachstellen



Andreas Nolte ist Head of Cyber Security bei Arvato Systems.



Dr. Consuela Utsch ist Geschäftsführerin und Gründerin der Acuroc Solutions und der AQRO.

gescannt noch gepatcht. Daneben entstehen ungewollte Abhängigkeiten, weil das Personal unautorisierte Systeme nutzt, um wichtige Prozesse zu managen.

Notfallpläne

Energie- und Versorgungsunternehmen müssen mit vorab definierten Response-Maßnahmen im Angriffsfall unmittelbar reagieren können. Sie sind dazu verpflichtet, sicherheitsrelevante Vorfälle in einem bestimmten Zeitfenster zu melden – einschließlich Zwischen- und Abschlussmeldungen. Diese Meldewege im Betrieb müssen vorbereitet, bekannt und implementiert sein – schließlich benötigen Wohn- und Geschäftsgebäude auch einen Flucht- und Rettungswegeplan. Im Kontext der Energieversorger sind zudem belastbare Vorkehrungen für bestimmte Ernstfälle treffen: Notfallplanung, Notfallmanagement und Pläne für die Wiederherstellung der Produktion und des Geschäftsbetriebs sind Pflicht. So ist beispielsweise auszuschließen, dass hochsensible Daten auf mobilen Geräten der Mitarbeitenden existieren, sodass unbefugte Dritte bei Verlust oder Diebstahl bequem Zugang zu den Daten erhalten und das Unternehmen so Opfer von Hackerangriffen oder Erpressungen wird.

Kommunikationswege

Es sind Verhaltensanweisungen für das Personal vorzubereiten und zu kommunizieren. Über Änderungen ist jederzeit zu informieren. Interaktive (Online-)Schulungen dienen dem Zweck, die Belegschaft zu trainieren und ihr Wissen regelmäßig aufzufrischen. Während es von der Hausverwaltung meist Anhänge, Briefe oder E-Mails mit wichtigen Handlungsanweisungen gibt, gilt für IT-Sicherheit in energieerzeugenden und versorgenden Unternehmen: Es braucht abgestimmte Kommunikations- und Notfallpläne, die allen zugänglich sind. Zudem sind

notwendige Änderungen sorgfältig vorzubereiten, zu bewerten, mit risikominimierenden Maßnahmen zu unterlegen und zu dokumentieren. Und natürlich müssen sich im Notfall alle entsprechend verhalten. Hat ein Security-Dienstleister für ein Unternehmen belastbare Notfallpläne ausgearbeitet, doch die Organisation bespricht diese Strategien nicht mit dem Personal, kommt es bei einer Cyber-Attacke – wie bei einem Wohnungsbrand – schnell zu Panik oder unbedachten Handlungen, die das Problem unter Umständen verschärfen.

Supply-Chain-Risiken

Es gilt, Supply-Chain-Risiken ganzheitlich abzufragen und wirkungsvoll zu managen. Hierfür sollten Unternehmen der Energiewirtschaft auf branchenspezifische, bewährte Best Practices setzen. Für Geschäftsgebäude wie für die Unternehmenssysteme gilt: Lieferanten, Partner und andere Betriebsfremde, die Zugang haben oder auf Applikationen zugreifen, sind ins Risikomanagement zu integrieren. Im Bereich IT sind zum einen nur gesicherte IT-Lösungen bereitzustellen, zum anderen ist zu gewährleisten, dass Externe selbst nicht zum Sicherheitsrisiko werden. Darum sind Zero Trust und Multi-Faktor-Authentifizierung unverzichtbar.

Fazit

Um die Anforderungen der NIS-2-Richtlinie effektiv umzusetzen, müssen Energie- und Versorgungsunternehmen gezielt auf ihre IT-Sicherheit achten. Entscheidend ist es, frühzeitig zu bewerten, welche Maßnahmen bereits bestehen und welche ergänzt werden müssen. Dabei sind klare Verantwortlichkeiten, ein umfassendes Risikomanagement sowie transparente Kommunikationswege essenziell. So sichern sich Unternehmen nicht nur gegen Cyber-Risiken ab, sondern stärken auch ihre Position. □

Mit Backpulver in die Zukunft

WASSERSTOFFSPEICHER AUS DER KÜCHE

Forscher haben ein Katalysatorsystem entwickelt, das Wasserstoff in Zutaten speichert, die Sie in Ihrer Küche finden könnten. Mit Kaliumbikarbonat als Schlüsselkomponente - auch als Backpulver bekannt - ebnen sie den Weg für eine klimafreundliche Energiewende.

TEXT: Katharina Huber und Bernhard Haluschak, Energy BILD: iStock, utah778

Stellen Sie sich vor, die Lösung für eines der drängendsten Probleme der Energiewende könnte in Ihrer Küchenschublade liegen - in Form von einfachem Backpulver! Genau das haben Forscher aus Rostock jetzt möglich gemacht. Ihr neues Katalysatorsystem kann das flüchtige und leicht entzündliche Gas Wasserstoff sicher und einfach speichern. Und dabei spielt eine Zutat die Hauptrolle, die auch beim Kuchenbacken zum Einsatz kommt: Kaliumbikarbonat.

Gemeinsam mit dem Institut für Katalyseforschung (LIKAT) und dem Unternehmen H2APEX haben die Wissenschaftler ein System entwickelt, das Wasserstoff an Backpulver binden kann. Dabei entsteht ein Energiesystem, das wie eine Batterie funktioniert. Wasserstoff rein, Energie raus - so simpel, dass man fast denken könnte, man hätte das Rezept aus einem Backbuch abgeschrieben.

Aber keine Sorge, in Ihrer Küche müssen Sie keinen Wasserstoff bändigen. Das System ist für lokale Anwendungen gedacht, zum Beispiel auf dem Land, wo überschüssiger Strom aus Windkraft oder Solarenergie in grünen Wasserstoff umgewandelt wird. Dieser kann dann als Formiat - der chemischen Form des Backpulvers - gespeichert werden.

Und wie sieht die Zukunft aus? H2APEX plant bereits einen größeren Demonstrator, der bis Ende 2025 kommerzialisiert werden soll. Dann könnte das chemische Symbol H für Wasserstoff nicht nur für das Gas stehen, sondern auch für Hoffnung - die Hoffnung auf eine nachhaltige und klimafreundliche Energiezukunft. Wer hätte gedacht, dass die Lösung in Ihrer Küchenschublade liegt? Also, das nächste Mal, wenn Sie einen Kuchen backen, denken Sie daran: Backpulver kann mehr als nur Teig aufgehen lassen! □

Auf dem Weg

zur Klimaneutralität

Expertenmedium für Energie-Verantwortliche in der Industrie



JETZT 4 WOCHEN

UNVERBINDLICH TESTEN!

energy.prime ist das Informationsangebot für Energieverantwortliche in der produzierenden Industrie. In einem Segment, in dem das Hintergrundrauschen immer lauter wird, fasst energy.prime zusammen, was wirklich wichtig ist.

energy
prime
EMPOWER NET ZERO INDUSTRY

part of **INDUSTRY.FORWARD**

Jetzt testen: www.energy-prime.de/probeabo-energy

RWE

Fresh wind – for clean electricity.

With investments of 55 billion euros from
2024 to 2030 in a green energy world.



[rwe.com](https://www.rwe.com)