AUSGABE NOVEMBER 2026 I 19. JAHRGANG I 12,80 EUR I WWW.INDUSTR.COM

EMPOWER NET ZERO INDUSTRY

energy

NOVEMBER I 2026

sps
smart production solutions
Nürnberg, 24. – 26.11.2026
E-world
energy & water
FEBRUARY 16 – 18, 2027
ESSEN | GERMANY
www.e-world-essen.com



ERNEUERBARE ENERGIEN INTELLIGENT VERMARKTEN

FLEXIBILITÄT UND ZEIT – DIE NEUE STROMHANDELSWÄHRUNG

... ab S. 8



ENERGIEMANAGEMENT

Energieflüsse intelligent steuern ab S. 18

SMART ENERGY

Mit KI zu autonomen Netzinfrastrukturen S. 44

ENERGY SOLUTIONS

Repowering macht Energieparks fit für Batteriespeicher S. 62

TITELBILD-SPONSOR: VERBUND

part of INDUSTRY.FORWARD

THE ONE TO STABILIZE YOUR GRID



Von Netzstabilisierung
bis Notstrom-Lösungen:
THE **ONE** TO EMPOWER
YOUR ENERGY.



A Rolls-Royce solution

EMPOWER
Net Zero Industry











Direkt eintauchen!

Mehr Wettbewerbsfähigkeit beginnt mit dem richtigen Update

ENERGY weist der Industrie den Weg zu nachhaltigen, stabil verfügbaren und bezahlbaren Energielösungen – online, im E-Paper und auf unseren Kanälen LinkedIn @INDUSTR.com und YouTube @INDUSTRY.forward.

Holen Sie sich das Wichtigste direkt ins Postfach: mit unseren Newslettern. Jetzt abonnieren unter industr.com/E40.



Bernhard Haluschak, Chefredakteur ENERGY: In der Industrie entscheidet der Energieeinsatz zunehmend über die Wettbewerbsfähigkeit. Hohe und schwankende Strompreise, steigende Netzentgelte und strenge Klimavorgaben zwingen Produktionsbetriebe, jede Kilowattstunde zu kennen und zu steuern. Dabei geht es längst nicht mehr nur um Kostensenkung, sondern auch um Lieferfähigkeit, die Anforderungen von Kunden an transparente CO_2-Bilanzen und die Attraktivität des Standorts für neue Investitionen. Das wirft die zentrale Frage auf:

HABEN SIE IHR ENERGIEMANAGEMENT IM GRIFF?

In der Industrie entscheidet Energie zunehmend über Produktionskosten und Wettbewerbsfähigkeit. Druckluft, Kälteerzeugung, Prozesswärme und Hallenbeleuchtung verursachen oft einen erheblichen Anteil des Verbrauchs, und ein großer Teil davon bleibt unsichtbar. Viele Werke erfassen Energiedaten nur monatlich und auf Standortebene. Lastspitzen, Leckagen im Druckluftnetz oder Anlagen, die außerhalb der Schicht weiterlaufen, fallen so erst bei der Jahresabrechnung auf, wenn überhaupt.

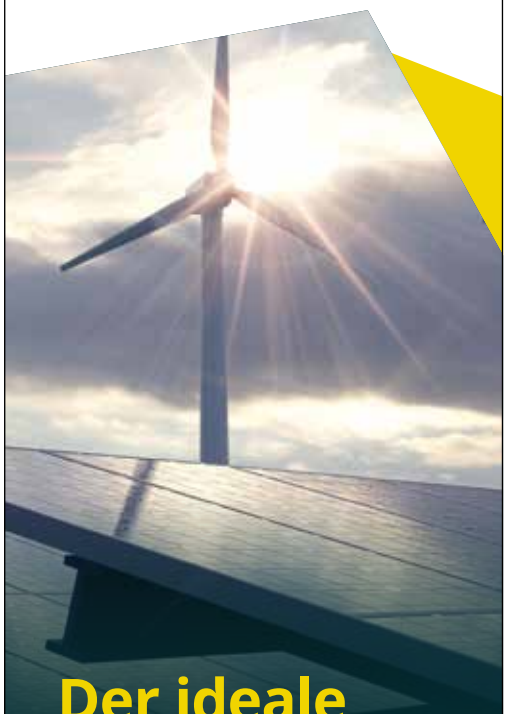
Ein wirksames Energiemanagement beginnt deshalb mit Messtechnik auf Ebene einzelner Maschinen und Linien. Nur wer weiß, welcher Prozess wie viel Energie je produzierter Einheit benötigt, kann Abweichungen erkennen und gezielt gegensteuern. Die Norm ISO 50001 liefert dafür einen bewährten Rahmen mit Energiepolitik, klaren Zielen, benannten Verantwortlichen und einem Kreislauf aus Planung, Umsetzung, Kontrolle und Verbesserung. Für große Unternehmen kommt die Pflicht zum Energieaudit nach dem Energiedienstleistungsgesetz hinzu, die sich mit einem Managementsystem deutlich effizienter erfüllen lässt.

Mit volatilen Strompreisen und Netzentgelten, die stark von der Lastspitze abhängen, wird Lastmanagement zum Hebel. Energieintensive Prozesse wie Elektrolyse, Trocknung, Kühlhäuser oder Ladeinfrastruktur lassen sich häufig zeitlich verschieben, ohne die Produktion zu gefährden. Entscheidend ist die Abstimmung mit Produktionsplanung, Instandhaltung und Schichtbetrieb. Energiemanagement ist damit eine Querschnittsaufgabe zwischen Technik, Einkauf und Betriebsleitung und keine Nebenaufgabe der Haustechnik.

Auch die langfristige Beschaffung verlangt genaue Kenntnis des eigenen Lastprofils. So können etwa Power Purchase Agreements Preise absichern und die Dekarbonisierung vorantreiben. Ob Eigenerzeugung, Speicher oder ein Vertrag mit einem Windpark passt, hängt jedoch davon ab, wann und wie viel Strom das Werk tatsächlich benötigt. Wer seinen Verbrauch im Detail kennt, verhandelt besser, investiert gezielter und reagiert schneller auf Preissignale.

bachmann.

the power to control



Der ideale Partner für Energiesteuerung

SPPC – Smart Power Plant Controller.

Flexibler EZA-Regler
Der SPPC steuert Energieerzeuger und -verbraucher effizient und sicher, zukunftsgerichtet und mit einer breiten Palette von Anwendungsmöglichkeiten.

Maximum an Sicherheit
Er bietet ein Höchstmaß an Sicherheit und minimiert das Risiko von Cyber-Angriffen. Mit ihm sind Anlagen und Daten optimal geschützt.

www.bachmann.info

energy.industry.maritime.

INHALT



AUFTAKT

06 Kosmos der Energie:
Hochenergie-Batteriezellen auf dem Prüfstand

12 Highlights der Branche

14 Messevorschau: SPS 2026

16 E-world energy & water 2027: „Places to be“

TITELREPORTAGE

08 Erneuerbare Energien intelligent vermarkten:
Flexibilität und Zeit – die neue Stromhandelswährung

FOKUS: ENERGIEMANAGEMENT

18 Energieflüsse intelligent steuern:
Energie- und Lastmanagement für Verbrauch,
PV-Strom und Speicher

22 Standardisierung ebnet den Weg zu 800 VDC:
„Jetzt gibt's gleich Strom!“

24 Umfrage: Wo sind aktuell die größten ungenutzten
Energieeffizienzhebel in Unternehmen?

27 Interview mit Alexander Veidt, CEO von Janitza electronics:
„Früher verbrauchten wir Energie, heute managen wir sie“

32 Energiemanagement per Forecast:
Wenn Messwerte die Grundlage von
Entscheidungen werden



AB SEITE 08

TITELREPORTAGE
Erneuerbare Energien intelligent
und zielgerichtet vermarkten



Jetzt scannen und die ENERGY als E-Paper erhalten!



52

ENERGY SOLUTIONS
„Rundum-sorglos-Lösung“ für
Stabilität der Niederspannungsebene



AB SEITE **18**

ENERGIEMANAGEMENT
Energie- und Lastmanagement schafft Transparenz





44

SMART ENERGY
KI-gestützte Netzinfrastrukturen: So geht es.



NET ZERO INDUSTRY

36 Interview mit Frank Stege, Keba Industrial Automation: Retrofit als Alternative zum Repowering

40 Wasserstoff im Einsatz: Chancen und Hürden in der thermischen Nutzung

SMART ENERGY

44 KI-gestützte Netzinfrastrukturen: Wie können autonome Netze Realität werden?

48 Elektrifizierung weitergedacht: Energie und Daten als physische Infrastruktur

ENERGY SOLUTIONS

52 Rundum-sorglos-Lösung: Digitales Niederspannungsnetz macht Daten transparent

58 Gebäude und Netz im Zusammenspiel: Intelligentes Energiemanagement beginnt im Niederspannungsnetz

62 Auf den Standort kommt es an: Repowering macht Energieparks fit für Speicher

RUBRIKEN

03 Editorial

31 Storyboard: Aveva Energieeffizienz – eine strategische Steuerungsgröße

55 FREDDIE: Die KI-Champions der Industrie 2026

60 Impressum & Firmenverzeichnis

66 Rücklicht: Grünes Methanol vom Bauernhof

TITELBILD: publish-industry, KI-generiert

Weg frei für siliziumreiche Lithium-Ionen-Batterien

Hochenergie-Batteriezellen auf dem Prüfstand

Siliziumreiche Lithium-Ionen-Batterien versprechen hohe Energiedichten für Anwendungen in der Elektromobilität, Luft- und Raumfahrt sowie in stationären Speichern. Ihre industrielle Anwendung wird bislang jedoch insbesondere durch die begrenzte Zyklenlebensdauer erschwert. Forschenden des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE ist es im Projekt „StrOboBatt“ gelungen, selbst gefertigte 25-Ah-Pouchzellen mit siliziumreichen Anoden über 1.000 Vollzyklen zu betreiben.

TEXT: Fraunhofer ISE, redaktionell bearbeitet von Bernhard Haluschak, ENERGY **BILD:** Fraunhofer ISE





Die Vollzellen wiesen anschließend noch über 83 Prozent ihrer ursprünglichen Kapazität auf – bei einer gravimetrischen Energiedichte von 280 Wh/kg in einem nicht optimierten Forschungszellformat. Damit ist ein wichtiger Schritt hin zur Anwendung von siliziumreichen Anoden für Hochenergiebatterien gelungen.
Neben der Zyklenlebensdauer untersuchten die Forschenden den Einfluss des mechanischen Drucks auf die Pouchzellen während des Betriebs. Hierfür wurden die Zellen bei zwei unterschiedlichen axialen Anpressdrücken (300 beziehungsweise 1.000 kPa) innerhalb von einer Stunde jeweils geladen beziehungsweise entladen (1C-Betrieb). Ein Axialdruck von außen auf die Zelle bewirkt unter anderem verbesserte Grenzflächenwiderstände und senkt die Gefahr der Ablösung der Elektrodenmaterialien voneinander und vom Substrat, was insbesondere bei siliziumhaltigen Anoden relevant ist.



Erneuerbare Energien intelligent und zielgerichtet vermarkten

Flexibilität und Zeit – die neue Stromhandelswährung

Negative Strompreise, volatile Erzeugungsmengen und zunehmende Preisschwankungen verändern den Stromhandel grundlegend. Termin- und Spotmärkte, virtuelle Kraftwerke und Batteriespeicher eröffnen neue wirtschaftliche Möglichkeiten. Für Stadtwerke, Energieversorger und Industrieunternehmen wird entscheidend, wie intelligent sie Erzeugung, Beschaffung und Verbrauch miteinander verbinden.

TEXT: Bernhard Haluschak, ENERGY **BILDER:** VERBUND; publish-industry, KI-generiert



Der Stromhandel verändert sich grundlegend. Wind- und Photovoltaikanlagen speisen wetterabhängig ein, während Industrie, Gewerbe und Haushalte Strom nach anderen zeitlichen Mustern benötigen. Das verstärkt die Preisschwankungen an den Börsen. Für Versorger, Stadtwerke und Industrie zählt deshalb zunehmend, wann sie Strom beschaffen oder vermarkten. 2025 wurden in Deutschland 573 Stunden mit negativen Großhandelspreisen registriert. Im zweiten Quartal 2026 reichten die Day-Ahead-Preise von minus 500 bis über 747 Euro je Megawattstunde. Diese Ausschläge verändern das Management von Erzeugungsprofilen, Preisrisiken und Flexibilität.



»Der Stromhandel wird zunehmend von Flexibilität und Geschwindigkeit geprägt. Bei VERBUND nutzen wir unsere Erfahrung auf den europäischen Energiemärkten und setzen auf intelligente Handelsstrategien, um aus volatilen Preisen wirtschaftliche Chancen für unsere Kund:innen zu erschließen.«

Thomas Bächle, Geschäftsführer der VERBUND Energy4Business Germany

Stromhandel im Viertelstundentakt

Am Terminmarkt sichern Energieversorger Mengen und Preise für Monate, Quartale oder Jahre ab. Der Day-Ahead-Markt dient dem Handel für den folgenden Tag. Ändern sich danach Prognosen oder Verbrauchserwartungen, lassen sich Positionen im Intraday-Handel anpassen. Außerbörsliche OTC-Geschäfte ermöglichen zusätzlich individuell vereinbarte Liefer- und Preisstrukturen. Seit Oktober 2025 werden die Preise im gekoppelten europäischen Day-Ahead-Handel viertelstündlich ermittelt. Das erhöht die Anforderungen an Prognosen, Fahrpläne und automatisierten Handel. Schon zwischen zwei benachbarten Viertelstunden können sich die wirtschaftlichen Bedingungen deutlich unterscheiden. VERBUND verbindet die Bewirtschaftung eigener Kraftwerkskapazitäten mit Handelsdienstleistungen für externe Erzeuger und Stromabnehmer. Dazu zählen Handelsprodukte und Portfoliooptimierung. Für Stadtwerke ist das vor allem dann relevant, wenn sie eigene Wind- und Solaranlagen, Kundenlieferungen und kurzfristige Beschaffungsmengen aufeinander abstimmen müssen. Wesentlich sind dabei transparente Kosten und klar zugeordnete Risiken.

Prognosen werden zum wirtschaftlichen Faktor

Bevor Strom aus einem Windpark oder einer Solaranlage vermarktet wird, müssen die erwarteten Mengen möglichst genau bestimmt werden. Wettermodelle, Einspeisedaten und Anlagenzustände bilden die Grundlage der Fahrpläne. Wetterwechsel oder Anlagenausfälle erfordern kurzfristige Korrekturen. Hier greift das Bilanzkreismanagement. In einem Bilanzkreis werden Einspeisungen, Entnahmen und Handelsgeschäfte rechnerisch zusammengeführt. Verbleibende Abweichungen zwischen geplanten und tatsächlichen Mengen werden über Ausgleichsenergie abgerechnet. Präzisere Prognosen und Intraday-Handel können die oft hohen Kosten senken, aber nicht ausschließen. Prognosequalität wird damit unmittelbar zum wirtschaftlichen Faktor. VERBUND kombiniert nach eigenen Angaben Erzeugungs- und Verbrauchsprognosen mit Fahrplanmanagement, Bilanzkreisbewirtschaftung und kurzfristigem Handel. Entscheidend ist die Abstimmung von Handelspositionen und Anlagenfahrweise. Wer Dienstleister vergleicht, sollte daher nicht nur auf die ausgewiesene Vergütung achten, sondern auch auf Vermarktungsentgelte, Ausgleichsenergierisiken und die Behandlung von Prognoseabweichungen.

Wenn viel Grünstrom wenig wert ist

Der weitere Ausbau von Wind- und Solarenergie beeinflusst stark den Marktwert des erzeugten Stroms. Produzieren viele



Speicherwasserkraftwerke können Energie bedarfsgerecht bereitstellen und kurzfristig Lastspitzen ausgleichen.



Windkraftwerke und PV-Anlagen als wichtige Bausteine der alternativen Energien.

Photovoltaikanlagen gleichzeitig zur Mittagszeit, kann der Börsenpreis bei begrenzter Nachfrage stark fallen. Ihr Verkaufspreis liegt dann oft unter dem Börsenmittel. Maßgeblich ist der Capture Price, der mengengewichtete Preis während der Einspeisung. Für die Direktvermarktung genügt es deshalb nicht mehr, möglichst viele Kilowattstunden zu verkaufen. Erzeugungszeitpunkt, Vermarktungsstrategie und Steuerbarkeit gewinnen an Bedeutung. Bei negativen Preisen kann es wirtschaftlich sinnvoll sein, eine Anlage zeitweise abzuregeln oder Energie zu speichern. Ob das rentabel ist, bestimmen Technik, Vertrag und Förderrecht. Auch der Anspruch auf EEG-Zahlungen bei negativen Preisen hängt von den jeweils geltenden gesetzlichen Regeln und dem Inbetriebnahmezeitpunkt ab.

Virtuelle Kraftwerke bündeln dezentrale Anlagen

Virtuelle Kraftwerke vernetzen räumlich getrennte Wind-, Solar- und Wasserkraftanlagen, Speicher sowie steuerbare Verbraucher. Über digitale Schnittstellen lassen sie sich gemeinsam überwachen und vermarkten. Eine Optimierung berücksichtigt Leistung, Verfügbarkeit und Betriebsgrenzen. Daraus entstehen Handelsentscheidungen und, wenn vereinbart, Steuerbefehle für die einzelnen Anlagen. Ihr wirtschaftlicher Vorteil liegt im Zusammenspiel unterschiedlicher Erzeugungs- und Lastprofile. Speicher und flexible Wasserkraft können beispielsweise auf schwankende Wind- und Solareinspeisung reagieren. Die Bündelung kann Abweichungen teilweise ausgleichen und weitere Vermarktungswege eröffnen. Erforderlich sind verlässliche Technik und klare Eingriffsrechte. Lokale Netzengpässe und technische Grenzen bleiben dennoch bestehen. VERBUND bringt dabei Erfahrungen aus der Bewirtschaftung seiner Wasserkraftanlagen ein und nutzt diese auch bei der Direkt- und Flexibilitätsvermarktung externer Anlagen. Das kann kleinere Versorger entlasten.

»Unsere langjährige Erfahrung mit flexibler Wasserkraft zeigt, wie wertvoll die zeitliche Verfügbarkeit von Energie ist. Dieses Know-how übertragen wir bei VERBUND auf die intelligente Vermarktung von Batteriespeichern und erneuerbaren Energien.«

Batteriespeicher als Handelsressource

Batteriespeicher können Strom zeitlich verschieben: Sie laden bei niedrigen Preisen und geben Energie in Phasen höherer Nachfrage wieder ab. Neben dieser Arbitrage kommen unter geeigneten Voraussetzungen weitere Anwendungen infrage, etwa Regelreserve, Eigenverbrauchsoptimierung oder die Begrenzung industrieller Lastspitzen. So lassen sich auch niedrige Solarstromerlöse teilweise vermeiden. Die Wirtschaftlichkeit hängt jedoch nicht nur vom Preisabstand zwischen Lade- und Entladezeitpunkt ab. Wirkungsgradverluste, Vermarktungskosten, Batteriealterung und die jeweils geltenden Netzentgelt- und Abgabenregelungen beeinflussen das Ergebnis. Bei Mehrfachnutzung sind Leistung und bereits zugesagte Kapazitäten zu berücksichtigen. Ein Speicher kann dieselbe Leistung nicht beliebig gleichzeitig in mehreren Märkten anbieten. VERBUND setzt für die Speichervermarktung unter anderem auf die Optimierungsplattform Volery. Handelsmöglichkeiten werden dort mit technischen Nebenbedingungen wie



Batteriespeicher spielen bei der flexiblen Energieversorgung eine zentrale Rolle.



Für Logistikunternehmen werden flexible E-Ladeinfrastrukturen zukünftig immer wichtiger.

Ladezustand, Wirkungsgrad und zulässiger Betriebsweise abgeglichen. Die Bewertung muss laufend angepasst werden, wenn sich Prognosen oder Preise ändern.

Stadtwerke brauchen eine integrierte Beschaffung

Stadtwerke müssen ihre Kund:innen zuverlässig versorgen, Preisrisiken begrenzen und zugleich eigene regenerative Anlagen, Lieferverträge und gegebenenfalls Batteriespeicher bewirtschaften. Eine reine Festpreisstrategie schafft Kalkulierbarkeit, lässt jedoch kurzfristige Marktchancen ungenutzt. Eine ausschließlich börsenpreisorientierte Beschaffung kann dagegen zu stark schwankenden Kosten führen. Strukturierte Modelle kombinieren daher langfristig abgesicherte Mengen mit kurzfristigen Käufen und Verkäufen. Die Gewichtung hängt von Lastprofil, eigener Erzeugung und Risikotragfähigkeit ab. Transparente Lastgänge und Risikokennzahlen sind Voraussetzung. Digitale Datenplattformen wie VISION von VERBUND können diesen Überblick unterstützen, ersetzen aber weder eine durchdachte Beschaffungsstrategie noch klar geregelte Zuständigkeiten.

Industrieunternehmen werden zu Marktakteuren

Auch für Energieverantwortliche in der Industrie wird die zeitliche Steuerung des Verbrauchs wichtiger. Kälte- und Wärmespeicher, Druckluftsysteme, Batteriespeicher oder Produktionsschritte mit Puffern bieten teilweise die Möglichkeit, Strombezug in günstigere Marktphasen zu verlagern. Bei hohen Preisen können Verbraucher ihre Last reduzieren oder gespeicherte Energie einsetzen. So kann Flexibilität Kosten senken oder Erlöse ermöglichen. Doch die Produktion setzt Grenzen. Anlagenverschleiß, Qualitätsanforderungen, Liefertermine und mögliche Unterbrechungskosten können Handelsvorteile übersteigen. Voraussetzung sind genaue Prognosen und realistisch bewertete Kosten. Lösungen zur industriellen Flexibilitätsvermarktung, etwa Power-Flex von VERBUND, setzen hier an, denn die Systeme können Handelsentscheidungen mit der Anlagensteuerung verbinden, ohne Sicherheitseinschränkungen.

»Stadtwerke und Energieversorger müssen Versorgungssicherheit garantieren und auf immer flexiblere Märkte reagieren. Mit unserem Wissen und einem integrierten Portfoliomanagement unterstützen wir sie dabei, Beschaffung, Erzeugung und Vermarktung wirtschaftlich aufeinander abzustimmen.«

Fazit

Der Stromhandel entwickelt sich somit zu einem Management zeitlicher Verfügbarkeit. Für Stadtwerke, Energieversorger und Industrieunternehmen entsteht wirtschaftlicher Wert, wenn Prognosen, Handel, Erzeugung, Speicher und Verbrauch sinnvoll zusammenspielen. Flexibilität ist jedoch nur dann eine belastbare Handelsressource, wenn sie technisch verfügbar, realistisch bewertet und ins Risikomanagement eingebettet ist.

E-world energy & water Halle 3 - A121

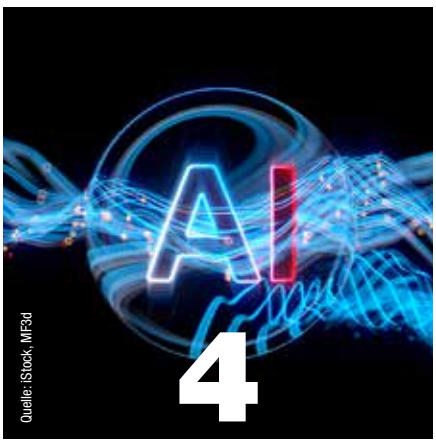
6 HIGHLIGHTS

Fakten, Trends und Neues: Was hat sich in der Branche getan? Europa will klimaneutral werden: Das Forschungszentrum Jülich zeigt, wie das gelingen kann. Solarparks kommen in die Jahre – Zeit für Repowering? Großspeicher müssen sorgfältig geplant werden – worauf dabei zu achten ist, zeigt TÜV Süd. KI verändert die Energiebranche und Siemens hat dafür Solid-State-Transformatoren auf den Markt gebracht.













Die erste Generation im Wandel

Solarparks erneuern

Die erste Generation deutscher Solarparks erreicht das Modernisierungsalter. Betreiber von Anlagen aus dem Jahr 2011 oder früher sollten ab sofort prüfen: Weiterbetrieb, Modernisierung einzelner Komponenten oder umfassendes Repowering? **Greenbuddies** unterstützt Betreiber dabei, die passende Strategie für die kommenden Betriebsjahre vorausschauend und fundiert zu entwickeln.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2923364

1

Großspeicher sicher planen

Technik im Einklang

Großbatteriespeicher sind anspruchsvolle technische Systeme und Anlagen, bei deren Planung und Umsetzung unter anderem Anforderungen aus Elektrotechnik, Brandschutz und Baurecht frühzeitig sorgfältig und transparent zusammengeführt und abgestimmt werden müssen. Eine Aufgabe, die Fachplaner mit der Unterstützung unabhängiger Prüfdienstleister wie **TÜV Süd** lösen können.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2915646

2

Energiewende verlangt digitale Netzintelligenz

Smart Grids

Mit jedem Balkonkraftwerk, Batteriespeicher und Elektroauto steigen die Anforderungen ans Stromnetz. Entscheidend ist nicht nur der Ausbau, sondern die intelligente Steuerung dezentraler Erzeugung und flexibler Lasten. Forschende der **Hochschule Coburg** entwickeln dafür Smart-Grid-Konzepte, Simulationen und digitale Zwillinge – auch mit Blick auf die EEG-Neuausrichtung 2027.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2921147

3

Solid-State-Transformatoren liefern 800 VDC

Hochspannung für KI

KI führt zu einem Wandel der Rechenzentrumsinfrastruktur und die Branche bewegt sich von traditionellen Energieversorgungsarchitekturen weg und hin zu effizienteren, besser skalierbaren Lösungen. Für diesen Wandel hat **Siemens** einen Solid-State-Transformator entwickelt – für die Umwandlung von Wechsel- in Gleichspannung vom Mittelspannungsnetz bis zum Server-Rack.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2919225

4

Neue Schalttechnik für Stromnetze

SF_6-freie Schalter

SF_6 wird seit Langem als Isolier- und Schaltmedium in Hochspannungsanlagen eingesetzt. Aufgrund seiner klimaschädlichen Wirkung werden zunehmend Alternativen für Stromnetze gesucht. **Hitachi Energy** bietet mit EconiQ eine Reihe von SF_6-freien Hochspannungsschaltanlagen an. Damit lässt sich SF_6 künftig auch in zahlreichen weiteren Bereichen der Stromnetze gezielter ersetzen.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2920715

5

Europas Energiezukunft

Unabhängig bis 2050?

Wie kann Europa bis 2050 klimaneutral werden und gleichzeitig seine Öl- und Gasimporte reduzieren, ohne neue Abhängigkeiten zu schaffen? Eine Studie des **Forschungszentrums Jülich** vergleicht drei mögliche Wege und zeigt, wie unterschiedliche Entscheidungen Europas Energieversorgung prägen: „Business as usual“ (BAU), „Net Zero 2070“ und „Net Zero“.

Erfahren Sie mehr: industr.com/2923611

6



- **Beschleunigter Aufbau der Energieinfrastruktur** durch Plug & Play-Lösungen und vorkonfektionierte Kabel
- **Längere Lebensdauer** durch Han® HPR Standard-Metallhauben und -gehäuse für raue Umgebungen
- **Kosteneinsparungen** durch minimalen Lagerbestand aufgrund eines effizienten Kodierungssystems
- **Reduziertes Handhabungsgewicht,** so dass einzelne Drähte jetzt mit den Einzelpolen gesteckt werden können

One Range. No Limits:
www.HARTING.com/datacentergrid



Welt der Automatisierung in einem Hub vereint

SPS 2026

Die SPS zeigt, wohin sich die industrielle Automation entwickelt: von Industrial Artificial Intelligence (AI) bis hin zu konkreten Praxisanwendungen. Vom 24. bis 26. November 2026 wird Nürnberg wieder zum Zentrum der Automatisierungswelt und gibt Besuchenden die Chance, wegweisende Technologien live zu erleben.

TEXT: ENERGY; Mesago Messe Frankfurt **BILDER:** Mesago Messe Frankfurt/ Arturo Rivas Gonzalez

Insgesamt werden rund 1.175 Aussteller aus 40 Ländern auf dem Nürnberger Messegelände ihre Neuheiten, Produkte und Lösungen präsentieren. In 15 Hallen erhalten die Besucher einen umfassenden Einblick in die gesamte Bandbreite der industriellen Automation: von Sensorik und Antriebstechnik über industrielle Kommunikation und Software bis hin zu intelligenten Automatisierungslösungen für die digitale Fabrik.

Technologien im industriellen Praxiseinsatz

Als treibendes Fokusthema der SPS 2026 zeigt Industrial AI, wie Automatisierung im Zusammenspiel mit Lösungen aus den Bereichen Antriebstechnik, Sensorik, Software und industrielle Kommunikation die Zukunft prägt. In diesem Jahr erfordern der Cyber Resilience Act und die daraus





entstehenden Anforderungen besondere Aufmerksamkeit. Auch dafür bietet die SPS den passenden Rahmen, um sich mit Experten auszutauschen.

Das Vortragsprogramm der SPS 2026 präsentiert auf vier Bühnen Fachvorträge, Expertenwissen und aktuelle Trends der Automatisierung. Besuchende erleben dort aktuelle Trends und Technologien live, Experten geben Einblicke und zeigen konkrete Anwendungen. Die direkt angrenzenden Networking-Zonen ermöglichen den persönlichen Austausch zwischen Besuchern, Referenten und Technologieanbietern und schaffen zusätzlichen Raum für fachliche Diskussionen.

young INNOVATORS

Auch 2026 werden die bewährten Gemeinschaftsstände wieder wichtige Anlaufpunkte sein. In Halle 6 treffen auf der „Automation meets IT"-Area klassische Systeme rund um die Automatisierung und moderne IT-Lösungen aufeinander. Weitere Gemeinschaftsstände sind die internationale Start-up-Area und der vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderte Gemeinschaftsstand „young INNOVATORS". Zusammen schaffen sie eine Plattform für Geschäftsideen, technologische Impulse und den Austausch zwischen Marktteilnehmern und jungen Unternehmen.

Die Nachwuchsförderung ist ein fester Bestandteil der SPS. Mit Formaten wie dem SPS Makeathon, der von ITQ, New Automation und der NürnbergMesse sowie weiteren Ausstellern unterstützt wird, richtet sich die Messe auch 2026 gezielt an Nachwuchskräfte. Das Angebot wird durch weitere Aktivitäten für Young Talents ergänzt. Schülerinnen und Schüler, Studierende, Auszubildende sowie Berufseinsteiger haben so die Möglichkeit, moderne Automatisierungstechnologien kennenzulernen, praktische Erfahrungen zu sammeln und frühzeitig Kontakte in die Branche zu knüpfen.











Quellen: 01, 03, 04, 06, 08 | iStock: primeimages, kasto80, Lacheev, kamisoka, mammut; 02, 05, 07 | E-world energy & water

E-world 2027

Vom 16. bis 18. Februar 2027 wird die E-world energy & water in Essen zum Treffpunkt der Energiewirtschaft. Aussteller präsentieren dort Technologien und intelligente Lösungen zur Erreichung der Klimaziele.

01. Trading Floor

Halle 2

Auf dem Trading Floor stehen Energiebeschaffung und Börsengeschehen im Mittelpunkt. An dem Gemeinschaftsstand präsentieren Aussteller aus ganz Europa ihre Produkte – von digitalen Marktplätzen über Prognosesoftware bis hin zu Risikomanagementsystemen – und geben Interessierten Einblicke in den internationalen Energiehandel.

02. Innovation

Halle 4

Mit neuen Lösungen und Impulsen treiben junge Unternehmen die Transformation voran. Durch ihre Dynamik beschleunigen sie den Transfer aus der Forschung in die kommerzielle Anwendung und liefern neue Geschäftsmodelle. Der Bereich Innovation vereint Start-ups, junge Unternehmen sowie Wissenschaft und Forschung.

03. Konferenzprogramm

Konferenzräume

Auf der E-world haben Sie die Möglichkeit, sich zu praxisnahen Erfahrungsberichten auszutauschen und mit internationalen Fachleuten aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft zu diskutieren. Ein Ort für aktuelle Trends, Lösungsansätze und Perspektiven. Das Führungstreffen Energie hat sich am Vortag des ersten Messetages als Auftaktveranstaltung etabliert und thematisiert aktuelle politische und wirtschaftliche Herausforderungen der Branche. Im Glasfaserforum diskutieren Sie über Chancen und Herausforderungen des Glasfaserausbaus in Deutschland.


05


06


07


08

04. International vernetzt

Halle 4, E-world Wide Area

Aussteller und ein Publikum aus der ganzen Welt kommen zusammen: 2026 waren Unternehmen und Besucher aus 126 Nationen vertreten. Der Tag der Konsulate bietet besonders Abgeordneten zusätzlich die Möglichkeit, sich zu informieren und auszutauschen.

05. Career Day

Halle 4, Change Forum

Der Career Day bietet Bewerbenden und Unternehmen der Energiebranche Raum, sich auszutauschen und intensive Kontakte zu knüpfen.

06. Tag der Kommunen

Forenbühnen

Die Energiewende wird auch auf kommunaler Ebene ausgetragen. Am 18. Februar 2027 findet auf der E-world der Tag der Kommunen statt, der Austausch und Vernetzung fördert.

07. Vier Fachforen

Hallen 4 bis 7

Die 4 Fachforen der E-world energy & water sind in die Messehallen integriert und in die angrenzenden Ausstellungsbereiche eingebettet. Mit Vorträgen, Fragerunden und Podiumsdiskussionen bieten sie eine Plattform für den internationalen Erfahrungsaustausch. Die Foren „Innovation“, „New Energy Systems“, „Future“ und „Resilience“ bilden ein vielseitiges Rahmenprogramm. Sie widmen sich aktuellen Entwicklungen, innovativen Technologien und Lösungen für die Energiewende. Expertinnen und Experten aus Wirtschaft, Politik und Wissenschaft diskutieren Zukunftsfragen, teilen ihre Erfahrungen und geben spannende Impulse.

08. Resiliente Infrastrukturen

Halle 7, Resilience Forum

Mit dem neuen Schwerpunktbereich „Resiliente Infrastrukturen“ greift die Fachmesse ein aktuelles Kernthema auf. Verschärfte gesetzliche Vorgaben, geopolitische Herausforderungen und die spürbaren Folgen des Klimawandels zwingen die Branche zum Handeln. Dabei werden die notwendigen Maßnahmen auf unterschiedlichen Ebenen ganzheitlich beleuchtet: von der IT-Sicherheit und dem Schutz digitalisierter Netze über technologische Lösungen zur Versorgungssicherheit bis hin zu Klimaanpassungskonzepten und strategischen Planungen für die kommunale Ebene. An allen drei Messetagen werden diese Themen in den Mittelpunkt gerückt.





Energie- und Lastmanagement für Verbrauch, PV-Strom und Speicher

Energieflüsse intelligent steuern

Eigener Solarstrom, Abwärmenutzung, Batteriespeicher und eine wachsende Ladeinfrastruktur: Ein zentrales Energie- und Lastmanagement schafft bei Kessler + Co. Datentransparenz und stimmt Erzeugung und Verbrauch optimal aufeinander ab.

TEXT: Rolf Wagner, Econ Solutions **BILDER:** Econ Solutions; iStock, alzay



Auf dem Werksgelände von Kessler + Co. bedecken dicht angeordnete Photovoltaikmodule die großen Hallendächer.

Das Familienunternehmen Kessler + Co. entwickelt, fertigt und vertreibt mit rund 1.200 Mitarbeitenden Planetenachsen, Getriebe, Radantriebe und elektrische Antriebssysteme, die unter anderem in Baumaschinen, Mobilkranen, Umschlaggeräten und Untertagefahrzeugen zum Einsatz kommen.

Die Nachhaltigkeitsstrategie des Unternehmens orientiert sich an den Sustainable Development Goals der Vereinten Nationen (UN SDGs) und umfasst unter anderem ein Umweltmanagement nach ISO 14001 und ein Energiemanagement nach ISO 50001. Die systematische Erfassung und Analyse des Energieverbrauchs ist dabei ein Kernelement. Mit eigener Stromerzeugung, Abwärmenutzung, Batteriespeicherung und einer wachsenden Ladeinfrastruktur gewinnt zudem die aktive Steuerung der Energieflüsse an Bedeutung.

Transparenz über die Energieflüsse

Für die Erfassung und Analyse seiner Energiedaten nutzte das Unternehmen zunächst ein System, das sich als umständlich in der Bedienung, unzuverlässig und instabil erwies. „Wir haben uns immer wieder andere Lösungen angeschaut, aber überzeugt hat uns keine“, erinnert sich David Schürle, Leitung im Bereich Elektrotechnik bei Kessler + Co. Das Unternehmen hat sich für die Energiemanagement-Lösung Econ-System entschieden.

Voraussetzung für den Wechsel war, dass sich die Daten aus dem bisherigen System in die Energiemanagement-Software econ4 übernehmen und die bestehenden Messgeräte weiter nutzen ließen. Mit econ vNode standen die erforderlichen Schnittstellen (unter anderem OPC UA, BACnet, Modbus TCP und RTU, MQTT sowie REST API) zur Verfügung, um Geräte und Systeme in econ4 einzubinden. Eine Überwachungsfunktion meldet, wenn Daten nicht oder fehlerhaft im System ankommen.

Seitdem werden alle neuen Maschinen standardmäßig mit dem Energie- und Leistungsmessgerät econ sens3 ausgestattet, außerdem hat das Unternehmen auf der Mittelspannungsebene drei zusätzliche Messstellen installiert. So wächst die Datengrundlage für die Analyse und Steuerung der Energieflüsse kontinuierlich.

Dynamisches Lastmanagement verbindet Erzeugung und Verbrauch

Wie wichtig neben Transparenz auch eine zuverlässige Steuerung ist, zeigte sich bei der Eigenstromerzeugung. Das Maschinenbauunternehmen betreibt eine Photovoltaikanlage mit 16,5 MWpeak. An einem Wochenende wurde Strom aus der Anlage trotz negativer Börsenstrompreise ins öffentliche Netz eingespeist. Die daraus entstandenen Kosten beliefen sich auf einen fünfstelligen Euro-Betrag.

Mit einem optimierten dynamischen Lastmanagement lässt sich eine solche Situation vermeiden. Es kann außerdem dazu beitragen, eine möglichst hohe Eigenverbrauchsquote zu erzielen. Das ist wirtschaftlich sinnvoll, da der selbst erzeugte Strom in der Regel kostengünstiger ist als der vom Versorger. Zudem ist die Einspeisemenge oft begrenzt, beispielsweise durch den Netzbetreiber oder die technische Anschlussleistung. Ein Lastmanagement kann dabei helfen, vorgegebene Leistungsgrenzen einzuhalten und den Netzanschluss zu entlasten. Im Unterschied zu einem einfachen Lastmanagement bezieht ein



Das System econ peak ST16 sorgt für ein ausgewogenes Lastmanagement.

optimiertes dynamisches Lastmanagement alle relevanten Energieerzeuger, Speicher und Verbraucher einer Liegenschaft oder ausgewählter Teilbereiche ein, um die Energieflüsse bedarfsgerecht zu steuern. Dabei lassen sich auch individuelle Gegebenheiten und Anforderungen berücksichtigen.

Darauf setzt auch Kessler + Co. Hier regelt heute das Spitzen- und Ladelastmanagement econ peak die PV-Anlage. Es berücksichtigt die erzeugte PV-Leistung, den aktuellen Stromverbrauch und den Börsenstrompreis und kann damit eine Einspeisung bei negativen Preisen verhindern. In das Lastmanagement ist auch die Wärmeversorgung für den Sozialtrakt des neu errichteten Werks eingebunden. Dieser Gebäudeteil ist nicht mit einer klassischen Heizung ausgestattet, sondern wird über Wasser aus einem großen Speicher erwärmt. An Wochentagen nutzt das Unternehmen hierfür die Abwärme einer nahegelegenen, großen Druckluftstation. An den Wochenenden wird nicht produziert, sodass keine Abwärme anfällt. Gleichzeitig wird der erzeugte PV-Strom nicht für die Produktion benötigt und steht somit zur Verfügung, um das Wasser zu erhitzen.

Mit Blick auf die Ladeinfrastruktur wird das Lastmanagement in dem Industrieunternehmen noch an Relevanz gewinnen. „Wenn die Anzahl der Elektrofahrzeuge steigt, zum Beispiel wenn unsere Kunden ihre Waren künftig mit Elektro-LKWs abholen, könnte es schnell passieren, dass Lastspitzen entstehen. Um das zu verhindern, werden wir dann auch unsere Ladeinfrastruktur in das System integrieren“, erklärt David Schürle.

Zudem hat Kessler + Co. kürzlich einen Batteriespeicher mit einer Kapazität von 20 MWh beschafft. Dieser erweitert die Möglichkeiten, Erzeugung und Verbrauch zeitlich voneinander zu entkoppeln und Leistungsspitzen gezielter zu steuern. Damit bildet er eine wichtige Komponente des Lastmanagements und wird ebenfalls vom econ peak geregelt. So entwickelt das Unternehmen das Energiemanagement sukzessive von der reinen Verbrauchserfassung zu einem System weiter, das verschiedene Energieflüsse berücksichtigt und steuert. Mit zunehmender Eigenerzeugung und Elektrifizierung gewinnt diese Abstimmung weiter an Bedeutung und unterstützt das Unternehmen beim Erreichen seiner Nachhaltigkeitsziele.

Effizienz steigern und Kosten senken

mit der Softwareplattform zenon



Identifizieren Sie die größten Stromverbraucher und glätten Sie Lastspitzen automatisiert. Anwenderzentrierte Visualisierung, automatisierte Berichte und einfaches Engineering inklusive.

Meistern Sie die Herausforderungen der Digitalisierung mit zenon und treiben Sie nachhaltige Automatisierungsprojekte voran.

Energiedatenmanagement mit zenon:

www.copadata.com/edms-de

Kommen Sie vorbei:

Halle 7
Stand 590

sps
smart production solutions

24.–26. November 2026 | Nürnberg

zenon
by COPA-DATA



Standardisierung ebnet den Weg zu 800 VDC

„Jetzt gibt's gleich Strom!“

Immer mehr Rechenzentren setzen auf eine Gleichstromversorgung – auch aufgrund der hohen Leistungsanforderungen von KI-Anwendungen. Zafer Cankurtaran, Produktmanager für Gleichstromtechnik bei Rittal, erklärt, warum DC-Systeme in Sidecars zum neuen Standard werden – heute und in Zukunft.

DAS INTERVIEW FÜHRTE: Daniel Giebel, Rittal **BILDER:** Rittal



Im Sidecar bringt Rittal die Energieversorgung unter – klar getrennt vom Server-Rack.



Unter Einsatz der roten Sammelschienen-Systemplattform RiLineX von Rittal verteilt das Sidecar den Gleichstrom innerhalb der Anlagen.

Herr Cankurtaran, warum ist der weltweite Markt für Rechenzentren so in Bewegung?

Der Bedarf an Rechenleistung wächst rasant – KI-Anwendungen treiben ihn enorm. Statt 11 kW wie bei Standard-Apps ziehen KI-Racks heute bis zu 140 kW, bald 300 bis 600 kW, perspektivisch geht es sogar bis zu 1 MW pro Rack. Bei diesen Leistungsanforderungen werden die Schwächen der AC-Technik spürbar: Jeder Wandlungsschritt von AC zu DC bedeutet Verluste. Zudem führt die niedrige Spannung auf AC-Seite zu hohen Strömen und damit einem starken Mehrbedarf an Kupferleitungen, Netzteilen und weiteren Komponenten – platzraubend, ineffizient und teuer.

Gibt es bei den Betreibern konkrete Ansätze, wie sie ihre Rechenzentren auf DC umstellen?

Die Betreiber wollen ihre Leistungselektronik zunehmend in sogenannte Sidecars auslagern. Diese liefern Gleichstrom, zum Beispiel 800 VDC, direkt an die Server-Racks. Durch höhere Spannung sinken die Ströme, der Kupfereinsatz wird deutlich reduziert. Zudem entfallen viele Wandlungskomponenten – so sparen die Sidecars Platz und Kosten und verbessern Effizienz sowie Zuverlässigkeit.

Wird das aktuell schon umgesetzt?

Ja, etwa bei Telekom-Rechenzentren mit 400 VDC, wie bei NTT. Ein wichtiger Impuls kommt von der Vereinigung Open Compute Project (OCP), die mit „Diablo 400“ eine entsprechende DC-Infrastruktur mit einem Sidecar global standardisiert hat – unterstützt von Microsoft, Meta, Google und Rittal. In der OCP wurde eigens eine Projektgruppe gegründet, die sich mit der DC-Infrastruktur im gesamten Rechenzentrum befasst. So eine Standardisierung ebnet den Weg für die breitere Anwendung.

Sind alle nötigen Komponenten dafür verfügbar?

Alle Bausteine sind bereits heute marktverfügbar. Nur native Server mit 800 VDC fehlen noch – aber auch hier sind zügig Lösungen zu erwarten.

Wie unterstützt Rittal die Betreiber von Rechenzentren beim Umstieg von AC auf DC?

Rittal ist bereits bei den meisten Hyperscalern und großen Colocators als Lieferant für IT-Infrastruktur anerkannt. Zugleich werden die Vorteile durch den Einsatz von Gleichstrom in Rechenzentren immer bekannter – deshalb wollen viele jetzt schnell umsteigen. Rittal hat sich zum Ziel gesetzt, diesen Umstieg mit Lösungen aus den Bereichen Energy & Power, Racks, Kühllösungen sowie den entsprechenden Serviceleistungen mitzugestalten.

Wie hoch ist der konkrete Effizienzgewinn?

Neben der Verbesserung des PUE (Power Usage Effectiveness) überzeugt vor allem der Ressourcenvorteil: Zwei statt vier Leitungen, 50 Prozent weniger Kupfer, weniger Komponenten – das spart ebenso Geld wie Platz, und es erhöht die Ausfallsicherheit.

Was kommt nach den 800-VDC-Sidecars?

Der nächste Schritt ist eine vollständige 800-VDC-Versorgung vom Grid bis zum Rack. Technisch möglich, aber realistisch vor allem für Neubauten. Bestehende Rechenzentren setzen zunächst auf Sidecars – ein pragmatischer Zwischenschritt. Innerhalb der Open Direct Current Alliance (ODCA) und mit dem OCP treiben wir den Wandel voran.

sps Halle 3C - 321

E-world energy & water Halle 7 - G108

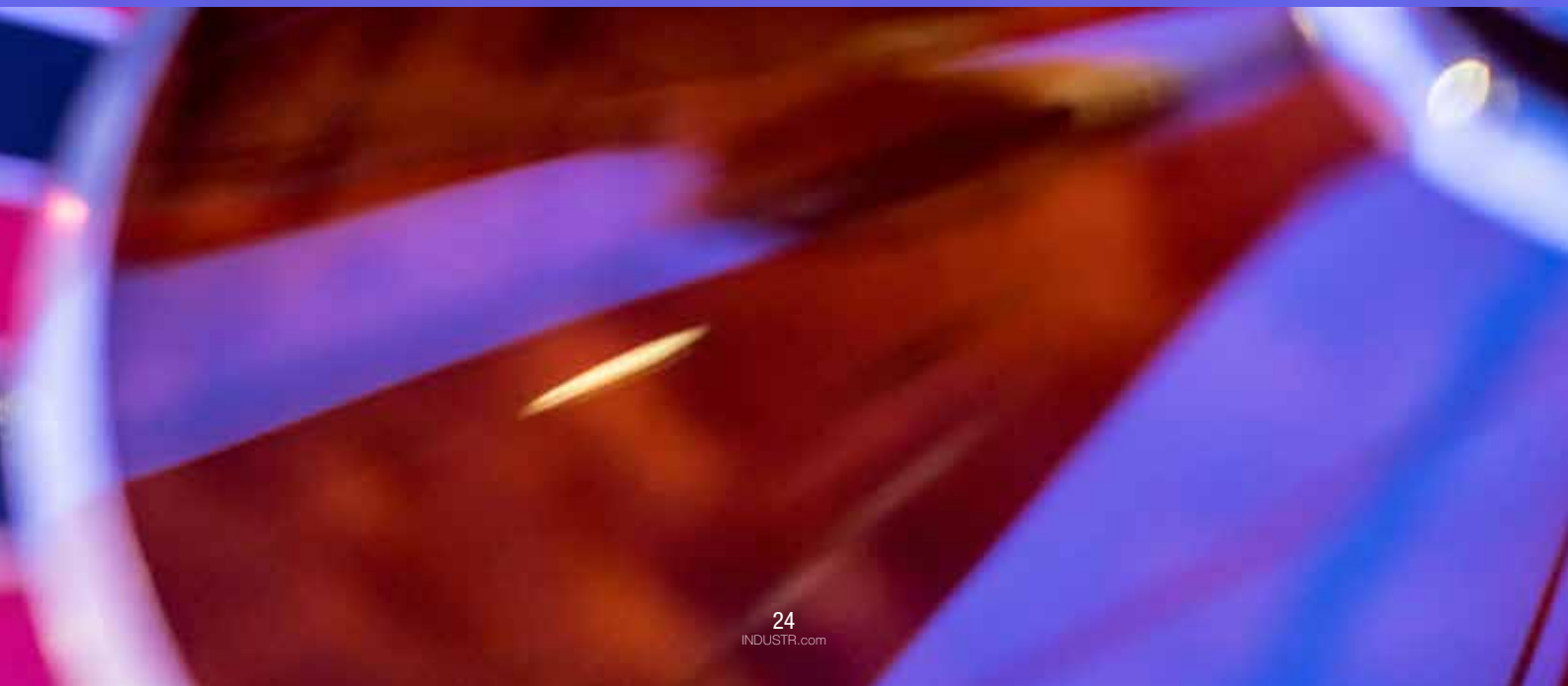


Energiemanagement holt Potenziale ans Licht

ENDE DES STROM-ROULETTES

In vielen Unternehmen gilt Energieeffizienz noch als reine Investitionsfrage: neue Anlagen, bessere Dämmung, effizientere Technik – doch ist das wirklich so? Wir haben Experten gefragt, wo sie aktuell den größten ungenutzten Energieeffizienzhebel in Unternehmen sehen und wie ein intelligentes Energiemanagement dabei helfen kann.

UMFRAGE: Katharina Huber, ENERGY **BILDER:** teilnehmende Unternehmen; iStock, andresr





LEO POTOTZKY

Den größten Hebel sehen wir aktuell im Bereich Dekarbonisierung. Beispielsweise eliminieren wir mittels aktueller Wärmepumpentechnologie die CO_2-Emissionen in Gebäudeheizungen und verringern den Energieverbrauch um bis zu 75 Prozent. Die größte Unterstützung eines intelligenten Energiemanagements sehen wir bei Bosch Rexroth jedoch im Bereich der Produktion und Versorgung. Durchgängige Datentransparenz ermöglicht den Ausbau eines konsequenten automatisierten Abschaltmanagements von Maschinen und Komponenten. Der Bedarf an Energie und Medien wird besser planbar und mittels KI-Unterstützung schon heute effizient bereitgestellt. Zudem ist Datentransparenz die Grundlage für das Erkennen von Anomalien, ein Alarmierungsmanagement und eine vorbeugende Instandhaltung. Langfristig sehen wir Potenzial für eine erhöhte energetische Flexibilität unserer Standorte. Mithilfe von KI und modernen Energiespeichern können wir zudem den Eigenverbrauch effizient steuern und nutzen.

Leiter Nachhaltigkeit, Bosch Rexroth



TOBIAS GRABMEIER

Den größten ungenutzten Hebel sehen wir nicht darin, wie viel Strom ein Unternehmen verbraucht, sondern wann. Ein Teil des Verbrauchs ist flexibel, etwa das Laden von E-Fahrzeugen: Ein intelligentes Energiemanagement verknüpft PV-, Last- und Preisprognosen und verlagert solche Vorgänge automatisch in Stunden mit Solarüberschuss oder günstigen Börsenpreisen. Maschinen, Kühlung oder Bürobetrieb laufen dagegen nach festem Takt. Hier schafft ein Batteriespeicher Flexibilität, die das Energiemanagement gezielt einsetzt: Es lädt ihn, wenn Strom günstig ist, kappt Lastspitzen und erhöht den Eigenverbrauch. Zusammen senken Unternehmen so ihre Stromkosten um bis zu 35 Prozent – ohne Eingriff in den laufenden Betrieb.

Head of Growth, Coneva



HEIKO BÖLLI

Das größte noch unberührte Potenzial für Energieeffizienz liegt häufig nicht in den fehlenden Daten, sondern darin, dass die vorhandenen Energie- und Prozessdaten isoliert bleiben. Intelligentes Energiemanagement schafft Datendurchgängigkeit und Kontextualisierung: Es setzt etwa Energieverbräuche pro Charge oder Lastspitzen mit konkreten Produktionszuständen in Beziehung. So werden Zusammenhänge sichtbar und Bestandsanlagen lassen sich gezielt optimieren. Energieeffizienz wird damit vom reinen Reporting-Thema zum operativen Bestandteil der Wertschöpfung.

Sales Manager Energy & Infrastructure, Copa-Data



ANDREAS KLESSE

Der größte ungenutzte Energieeffizienzhebel in vielen Unternehmen liegt nicht mehr in einzelnen Technologien, sondern in der intelligenten Vernetzung und Steuerung ihrer Energieinfrastruktur. Häufig werden Erzeugung, Wärme, Kälte, Stromverbrauch, Speicher und Prozesse noch getrennt betrachtet. Ein intelligentes integriertes Energiemanagement schafft Transparenz über Energieflüsse, identifiziert Optimierungspotenziale in Echtzeit und ermöglicht eine bedarfsgerechte Steuerung. So lassen sich Energieverbräuche, Betriebskosten und Lastspitzen reduzieren, während Versorgungssicherheit und Flexibilität steigen. Gerade in einem zunehmend volatilen Energiesystem wird diese systemische Optimierung zum entscheidenden Wettbewerbsvorteil.

CTO, E.ON Energy Infrastructure Solutions

sps Halle 7 - 450

sps Halle 7 - 590

E-world energy & water Halle 3 - B100+B102



DR. MICHAEL MILLER

Der Energiemarkt wird volatiler: höhere Preisspreads, größere Beschaffungsrisiken, mehr regulatorische Unsicherheit. In diesem Umfeld ermöglicht intelligentes Energiemanagement, flexibel auf Marktbedingungen zu reagieren, statt Preisrisiken passiv hinzunehmen. Flexibilitätshebel wie Lastverschiebung oder Speichereinsatz wirken dabei nicht für sich allein. Ihr volles Potenzial entsteht im Zusammenspiel mit Strombeschaffung, Unternehmenszielen und regulatorischen Rahmenbedingungen. Bausteine wie Behind-the-meter-Optimierung, PPA-Belieferung und Multi-Market-FtM-Optimierung können - gut aufeinander abgestimmt - nicht nur die Energieeffizienz steigern, sondern einen eigenen Wertbeitrag liefern.

Head of Flexibility and Commodity Solutions, EnBW

E-world energy & water Halle 5 - D103



THOMAS HILBIG

Industrieanlagen sind heute komplexe Energiesysteme, in denen Erzeugungsanlagen, Speicher und Verbraucher immer stärker miteinander vernetzt sind. Ein wesentlicher Energieeffizienzhebel liegt hier im intelligenten Energiemanagement, das durch präzise Messungen die notwendige Transparenz schafft und eine belastbare Entscheidungsgrundlage liefert. Das hat mehrere Vorteile: Lastspitzen lassen sich reduzieren, vorhandene Netzkapazitäten effizienter nutzen, erneuerbare Energien besser integrieren und Anlagen und Prozesse gezielt optimieren. Entscheidend ist dabei, dass Betreiber die Energieeffizienz verbessern und Kosten senken können, ohne Verfügbarkeit und Produktivität der Anlagen aus dem Blick zu verlieren.

Senior Director Products and Services, Janitza electronics

E-world energy & water Halle 5 - H116

sps Halle 6 - 260



JÉRÔME MARCHAND

Um Energie einsparen zu können, ist es wichtig zu verstehen, wo und warum sie verbraucht wird. Detaillierte Messungen zeigen oft, dass Druckluftsysteme, Kühlnetze und nicht kritische Anlagen einen großen Teil des Verbrauchs ausmachen. Intelligentes Energiemanagement ermöglicht eine Echtzeitüberwachung, automatische Abschaltungen während Leerlaufzeiten und einen bedarfsorientierten Betrieb der Anlagen. Es hilft zudem dabei, Möglichkeiten wie die Rückgewinnung von Wärme und die Nutzung erneuerbarer Energien zu identifizieren. In vielen Fällen lassen sich erhebliche und messbare Einsparungen eher durch intelligentere Steuerung und Feinabstimmung erzielen als durch große Investitionen.

Facility Manager, Mersen



MICHAEL DONANT

Der größte ungenutzte Hebel liegt in der Flexibilisierung des Energiebezugs. Viele Unternehmen versuchen noch immer, Verbräuche an die Energieverfügbarkeit anzupassen. Deutlich effizienter ist es, Flexibilität ohne operative Einschränkungen zu schaffen. Batteriespeicher entkoppeln Erzeugung und Verbrauch und ermöglichen es, Energie dann zu nutzen, wenn sie den größten wirtschaftlichen Wert hat. Intelligente Energiemanagementsysteme koordinieren PV, Speicher und Lasten in Echtzeit. So steigen Eigenverbrauch, Kosteneffizienz und Netzflexibilität gleichzeitig.

Product Manager, Stabl Energy

E-world energy & water Halle 6 - D127

Interview mit Alexander Veidt, CEO von Janitza electronics

„Früher verbrauchten wir Energie, heute managen wir sie“



Seit 40 Jahren begleitet Janitza die Entwicklung moderner Energieversorgung. Heute verändern Digitalisierung, Elektrifizierung und volatile Stromnetze die Anforderungen an Transparenz, Verfügbarkeit und Power Quality grundlegend. Alexander Veidt, CEO bei Janitza electronics, erklärt im Interview, welche Herausforderungen daraus entstehen und wie sich das Unternehmen für die Energieinfrastruktur der Zukunft aufstellt.

DAS INTERVIEW FÜHRTE: Joachim Bär, Janitza electronics **BILD:** Janitza

Herr Veidt, die globale elektrische Infrastruktur wird zunehmend komplexer, dynamischer und datengetriebener. Welche Entwicklungen treiben diesen Wandel am stärksten an?

Ich sehe drei Entwicklungen. Da ist zum einen die massive Elektrifizierung in Industrie, Gebäuden, Mobilität und Wärmeversorgung. Zweitens die zunehmende Dezentralität und Volatilität durch die erneuerbaren Energien mit Speichern und flexiblen Verbrauchern. Drittens der steigende Bedarf an Transparenz, weil Energie heute nicht nur eine Kostenposition ist, sondern ein strategischer Produktionsfaktor. Das alles führt zu einem grundsätzlichen Shift: Früher haben wir Energie verbraucht, heute managen wir sie. Wir müssen wissen, woher Energie kommt, wann sie verfügbar ist und wie wir sie steuern, speichern oder zurückführen. Das ist ein großer Unterschied: Das komplette Energie-Ökosystem hat sich verändert.

Sehen Sie diese Herausforderungen vor allem in Deutschland und Europa, wo die Energiewende derzeit tiefgreifende Veränderungen der Energieinfrastruktur auslöst?

Natürlich lassen sich die Herausforderungen in Europa klar erkennen, weil die Veränderungen hier öffentlich stark diskutiert werden, etwa durch Gesetzgebung, regulatorische Vorgaben und die gesellschaftliche Debatte rund um die Energiewende. Wir treiben aber die Internationalisierung für Janitza weltweit voran und sehen: Die Treiber für diese Veränderungen unterscheiden sich je nach Region und die Herausforderungen sind unterschiedlich. Es gibt aber keine Region, die davon ausgenommen ist.

Die Elektrifizierung bringt die Stromnetze vielerorts an ihre Grenzen. Geht es am Ende vor allem um die Frage, ob genug Energie vorhanden ist?

Das ist auf jeden Fall eine zentrale Frage. Zum Beispiel kommt es nicht von ungefähr, dass ein großer OEM (Original Equipment Manufacturer) kürzlich ein stillgelegtes Atomkraftwerk gekauft hat. Das spricht Bände. Oder dass Sam Altman in Oklo investiert hat, ein Startup für kompakte Mikroreaktoren. Genauso entscheidend ist jedoch auch die Frage nach der Qualität der Energie. Das weiß nicht nur Janitza. Aber wir beschäftigen uns seit 40 Jahren mit dem Thema Power Quality und stellen fest, dass die Spannungsqualität schlechter wird.

>

Von welchen Phänomenen sprechen wir in diesem Zusammenhang?

Da ist zum einen die Netzfrequenz. Klassische Kraftwerke erzeugen durch rotierende Massen ein physikalisch träges und stabiles Netz. Viele erneuerbare Energiequellen speisen ihre Leistung heute über Leistungselektronik und Umrichter ins Netz ein. Dadurch verändert sich das Verhalten der Netze im Vergleich zu klassischen rotierenden Großkraftwerken. Außerdem gerät die Stabilität der Wirkleistung zunehmend unter Druck. Das ist selbst in Volkswirtschaften wie den USA ein großes Problem. Auch sehen wir vielerorts Engpässe bei der Netzinfrastruktur, etwa durch unzureichend dimensionierte Leitungen und Betriebsmittel, was die Verfügbarkeit zusätzlich extrem beeinflussen kann.

Wie verschärfen in diesem Zusammenhang KI-Rechenzentren die Lage?

Letztlich sind Rechenzentren große Verbraucher. Sie wachsen seit Jahren massiv. Gerade hier geht es zunächst um die Frage, ob genügend Energie vorhanden ist. Die neue Frage lautet aber bei KI-Rechenzentren vor allem: Haben wir die richtige Qualität der Energie zur richtigen Zeit am richtigen Ort und können wir sie zuverlässig steuern? Darüber hinaus darf man nicht vergessen, dass Rechenzentren auch auf die Energienetze zurückwirken. Wenn beispielsweise KI-Modelle trainiert werden oder kurzfristig hohe Leistungsanforderungen entstehen, kann die Leistungsaufnahme innerhalb kürzester Zeit stark ansteigen oder wieder abfallen. Diese Lastsprünge wirken sich unmittelbar auf das Stromnetz aus.

„Wir müssen wissen, woher Energie kommt, wann sie verfügbar ist und wie wir sie steuern, speichern oder zurückführen."

Janitza entwickelt jetzt seit 40 Jahren Lösungen für seine Kunden. Wie entwickelt Janitza seine Produkte für diese neuen Anforderungen weiter?

Wir haben mit dem Spannungsqualitätsanalysator UMG 512-PRO eine umfassende Lösung, die auf dem Markt stark positioniert ist. Außerdem steht die nächste Generation unserer Messgeräte in den Startlöchern, die genau den Phänomenen begegnet, über die wir gerade gesprochen haben. Unser Portfolio deckt dabei alle Netzebenen ab. Wir haben für jede dieser Ebenen eine Gerätefamilie, die in der Lage ist, diese Phänomene zu erfassen, zu verarbeiten und die mit den spezifischen Charakteristika dieser Netzebenen klarkommt.

Wir haben viel über KI im Rechenzentrum gesprochen. Welche Bedeutung wird KI im Portfolio von Janitza in den nächsten Jahren bekommen?

KI wird eine große Rolle spielen. Unser Vorteil ist ja: Die Janitza-Lösungen generieren Daten, und Daten sind die Voraussetzung für das Training von KI-Modellen. KI kann in der Folge die großen Datenmengen fürs Steuern, Regeln und Automatisieren nutzen. Wir arbeiten bereits an konkreten KI-Anwendungen – etwa in GridVis oder bei Planungswerkzeugen für elektrische Infrastruktur. Das alles ist schon recht konkret.

Können Unternehmen heute noch ihre Energie managen und regeln ohne den Einsatz von KI und entsprechend granularen Daten?

Die für unsere Kunden relevanten Energiedaten hat Janitza bis heute in allen Gerätegenerationen sichtbar gemacht. Die Daten sind also nicht der Punkt. KI hebt aber die Auswertung dieser Massen an Messdaten auf ein ganz anderes Level und macht sie nutzbar. Ein Beispiel: Wenn wir über Predictive und Prescriptive Maintenance sprechen, ist das Erkennen von Mustern bis heute oft sehr komplex. Wenn neben meiner Produktionsanlage alle 45 Minuten ein elektrisch betriebener Zug vorbeifährt, kann das Rückwirkungen auf >



BE EFFICIENT

ENERGIE SMARTER DENKEN.
UNIVERSELL ANPASSEN.

Intelligentes Energie- und Lastmanagement mit ABB ASKI.

Ob im Zweckgebäude, in der Industrieanlage oder im Mehrfamilienhaus – mit der DIN EN ISO 50001-zertifizierten ASKI-Lösung sind Experten und Laien in der Lage, ihr Energieprofil zu optimieren. Als hoch skalierbare Lösung ermöglicht ABB ASKI die Integration von Zählern, PV-Anlagen, E-Ladesäulen und Batteriespeichern bis hin zum Blockheizkraftwerk.
solutions.abb/de-aski

> empfindliche Teile meiner Anlage haben. KI könnte solche Muster erkennen und frühzeitig Hinweise auf mögliche Ursachen oder Risiken geben. Genau dafür schaffen wir mit unseren Lösungen seit Jahren die Grundlage.

Parallel zur Komplexität der Energienetze wächst weltweit der Regulationsdruck auf Unternehmen. Welche Themen treiben Ihre Kunden derzeit besonders um?

Ich sehe hier zwei Hauptthemen. Das eine ist das Ethisch-Moralische, die Reduktion von CO_2 beispielsweise und die Senkung von Energieverbräuchen, getrieben von Vorgaben und Terminen. Zweitens kann man derzeit deutlich den internationalen Einfluss regulatorischer Anforderungen beobachten. Amerikanische Behörden übertragen beispielsweise ihre Regeln faktisch auch auf mexikanische Unternehmen. Wenn diese für den US-Markt produzieren wollen, müssen sie der US-amerikanischen Regulatorik folgen.

Wo sehen Sie für Janitza in diesem dynamischen Umfeld die größten Entwicklungs- und Zukunftspotenziale für die nächsten Jahre, gerade auch international?

Überall dort, wo elektrische Infrastruktur kritisch, komplex und wachstumsrelevant ist. Das betrifft Rechenzentren, aber genauso Industrie, Energieinfrastruktur, das Gesundheitswesen und große kommerzielle Gebäude. Natürlich werden wir mit Nordamerika auch weiterhin einen großen Schwerpunkt auf den weltweit größten Markt für Rechenzentren legen. Gleichzeitig werden wir unser Geschäft weiter diversifizieren und uns strategisch für zusätzliche Branchen öffnen. Schließlich hat jede der von uns definierten Regionen weltweit ihre eigenen Herausforderungen. Wir wissen, wie wir darauf auf unterschiedliche Weise reagieren können und sind dafür gut aufgestellt.

„Wir wollen überall dort sein, wo elektrische Infrastruktur kritisch, komplex und wachstumsrelevant ist."

Was heißt das genau? Und was unternimmt Janitza in den nächsten zwei, drei Jahren, um sich für diese Märkte weiterzuentwickeln?

Gut aufgestellt bedeutet, dass wir schon heute die Produkte haben, die man benötigt, um die aktuellen Herausforderungen zu meistern. Die Basis stimmt. Was wir aktuell aufbauen, ist ein international flächendeckendes Vertriebsnetz. Diese Entwicklung treiben wir mit hoher Geschwindigkeit voran, weil wir sehr nah an unseren Kunden und unseren Märkten sein wollen. Und was man nicht vergessen darf: Auch unsere Organisation im Unternehmen wird sich weiter anpassen, damit wir dieses Wachstum überhaupt realisieren können. Dazu gehören auch große Investitionen an unserem Hauptsitz in Lahnau, zum Beispiel mit unserer neuen Zukunftsfabrik. Das alles schafft die Voraussetzungen für weiteres Wachstum und noch mehr Kundennähe.

2026 feiert Janitza sein 40-jähriges Bestehen. Was können Kunden weiterhin von Janitza erwarten?

40 Jahre Janitza sind für uns Anlass zum Rückblick und gleichzeitig der Ausgangspunkt für die nächste Entwicklungsstufe. Über all die Jahre haben wir einen Qualitäts- und Innovationsanspruch entwickelt, mit dem unsere Kunden auch weiter rechnen können. Gleichzeitig arbeiten wir intensiv daran, technologisch weiterhin zu den führenden Unternehmen der Branche zu gehören. Unsere Kunden können sich also darauf verlassen, dass wir mit unserer Energiemesstechnik der innovative Spezialist in diesem Bereich bleiben. Das ist unsere Leidenschaft, die man in unseren Lösungen und in der Zusammenarbeit auch spürt. Für uns stehen die Anforderungen unserer Kunden und die Lösung konkreter Herausforderungen im Mittelpunkt. Genau dafür wird Janitza auch künftig stehen.

E-world energy & water Halle 5 - H116

sps Halle 6 - 260



Storyboard: AVEVA

Energieeffizienz: eine strategische Steuerungsgröße

Volatile Energiemärkte und steigender Effizienzdruck zeigen: Energie lässt sich in der Industrie nicht mehr isoliert als Kostenposition betrachten. Unternehmen müssen verstehen, wann, wo und unter welchen Bedingungen Energie eingesetzt wird und welche Auswirkungen das auf Produktion, Kosten und Performance hat.

TEXT: Robert Langbein, Sales Director CEE bei AVEVA **BILD:** AVEVA

Energieversorgung und -kosten sind für Industrieunternehmen in den vergangenen Jahren zu einer zentralen Frage der Kosteneffizienz geworden. Häufig fehlt Organisationen jedoch der Überblick darüber, wann Energie verfügbar ist und was sie kostet. Gleichzeitig wächst der Druck, Prozesse effizienter zu gestalten und Produktion stärker an Energiepreis und -verfügbarkeit auszurichten. Energieeffizienz ist längst kein reines Technikthema mehr. Sie wird zu einer strategischen Steuerungsgröße für Produktion, Kosten und Wettbewerbsfähigkeit. Und dafür benötigen Führungskräfte verlässliche, aktuelle Informationen, um energieeffizientere Lösungen zu identifizieren. Nur anhand von belastbaren Daten lassen sich Produktionsabläufe optimieren oder Ausfallzeiten reduzieren, was wiederum den Energieverbrauch senken kann. Entscheidend ist, die eigene Ausgangslage zu erfassen, Daten in den richtigen Kontext zu setzen und daraus konkrete Maßnahmen abzuleiten.

Daten brauchen Kontext

Dazu müssen Unternehmen verstehen, was auf dem Shopfloor geschieht. Vernetzte Maschinen, IoT-Anbindungen und Echtzeitüberwachung liefern die Daten. Sie zeigen jedoch noch nicht, wie energieeffizient oder kostenintensiv ein Prozess ist. Um datengestützte Entscheidungen treffen zu können, müssen Echtzeit- und Verlaufsdaten in den richtigen Kontext gesetzt werden. Es braucht eine geeignete Infrastruktur, verknüpfte Informations- und Datenebenen sowie einen einfachen Zugang zu relevanten Informationen. Transparenz sowie die passenden Informationen und Werkzeuge helfen Mitarbeitenden, den Energieverbrauch messbar zu reduzieren. Wie IT und OT beim Energiemanagement zusammenspielen, erörtern auch Ileana Honigblum, Market Leader DACH bei AVEVA, und Jessica Bethune von Schneider Electric in der zweiten Folge des Podcasts „IT Meets OT".

Mehr Informationen finden Sie über den Link im QR-Code


All Electric
Pavilion



Wenn Messwerte die Grundlage von Entscheidungen werden

ENERGIEMANAGEMENT PER FORECAST

Wer nur Energie misst, nutzt vor allem Messwerte aus der Vergangenheit. Das reicht für die Planung, Budgetkontrolle und den Nachweis von Verbesserungen nicht aus. Erst wenn historische Messwerte zu Referenzmodellen werden, lassen sich künftige Verbräuche abschätzen und umgesetzte Maßnahmen nachvollziehbar bewerten. Vorhersagen und die Dokumentation von Maßnahmen verbinden deshalb das Monitoring, die Planung und die Überprüfung in einem durchgängigen Energiemanagementprozess.

TEXT: Hendrik Schramm, Phoenix Contact Smart Business
BILDER: Phoenix Contact

Viele Unternehmen haben ihre Energieflüsse sichtbar gemacht. Zähler wurden nachgerüstet, Messwerte laufen in Dashboards, Verbräuche lassen sich Bereichen, Anlagen oder Zeiträumen zuordnen. Der Blick bleibt jedoch häufig rückwärtsgewandt. Er zeigt, was bereits passiert ist. Für die Planung, Budgetkontrolle und Investitionsentscheidungen genügt das nicht. Die Verantwortlichen wollen wissen, ob der Verbrauch bis zum Monatsende dem Plan entspricht, ob eine Produktionserhöhung die Netzlast kritisch werden lässt oder ob eine Modernisierung die erwartete Wirkung bringt.

Der Energy Management Service von Phoenix Contact erweitert das Monitoring zu diesem Zweck um zwei Funktionen: Forecast und Measures & Verification (M&V). Gemeint ist die Dokumentation der Kombination aus Maßnahme und Überprüfung. Beide Funktionen verwenden historische Messwerte als Grundlage für ein vermutetes Verhalten. Der Forecast fragt, wie sich eine Datenreihe entwickeln wird. M&V fragt, welcher Verbrauch ohne eine realisierte Maßnahme plausibel gewesen wäre und wie der tatsächliche Verlauf im Vergleich dazu aussieht. Erst eine Gegenüberstellung mit einer belastbaren Erwartung erzeugt aus Messwerten eine Entscheidungsgrundlage.



Das Energiemanagement beginnt mit der transparenten Erfassung der Energieflüsse.

Forecast leitet aus den erfassten Metriken belastbare Prognosen ab

Der Forecast setzt bei kontinuierlich erfassten Metriken an. Der Nutzer entscheidet, welche Variable vorhergesagt werden soll. Das können Energie- und Medienverbräuche oder KPIs sein, wenn sie in definierten Abständen vorliegen, von Minutenwerten bis zu Tages- oder Wochenwerten. In Fertigungsumgebungen lässt sich auf dieser Grundlage der Energiebedarf pro Schicht, Linie oder pro Auftrag abschätzen. Auch Temperaturwerte aus Prozessen oder Einflussgrößen lassen sich verwenden, sofern sie als Metriken im System vorhanden sind.

Der prognostizierte Zeithorizont hängt von der Qualität und Dichte der Datenhistorie ab. Für Energie- und Medienverbräuche erweisen sich Voraussagen über Tage, Wochen oder Monate als sinnvoll. Bei der Momentanleistung aus dem Netz ist der Horizont kürzer. Hier geht es eher um Stunden und um drohende Lastspitzen. Als Praxisregel gilt: Für einige Tage helfen mehrere Wochen Daten, für längere Vorhersagen einige Monate. Jahreszeitliche Effekte benötigen mindestens ein Jahr, besser zwei bis drei Jahre Historie, um eine gute Prognose berechnen zu können.

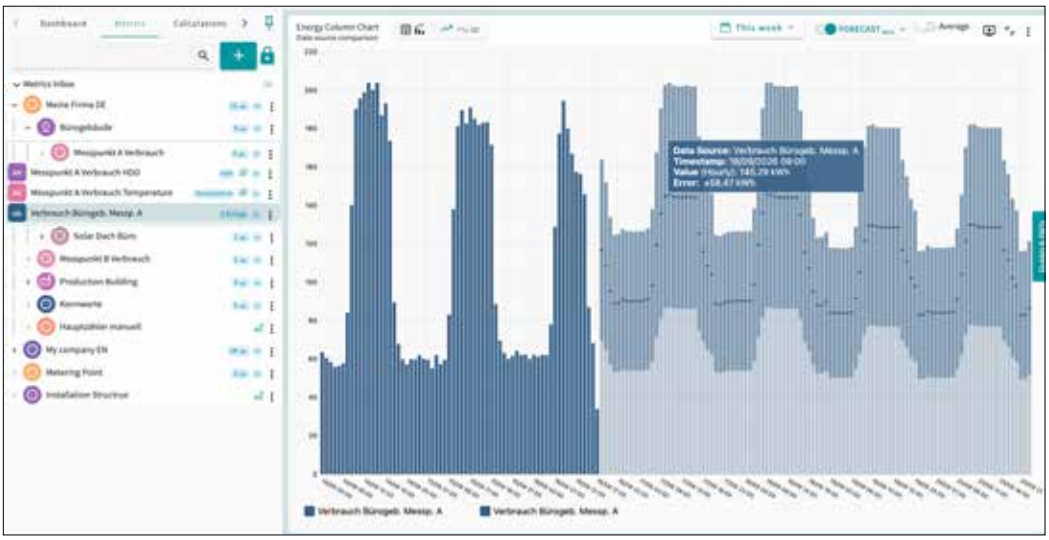
Der Nutzer muss die erstellte Prognose bewerten können. Daher werden die mathematischen Parameter, die für die Ermittlung verwendet wurden, ausgewiesen. So wird sichtbar, ob die bestehenden Daten vertrauenswürdig sind. Dies schützt vor Scheingenauigkeit und macht deutlich, wann eine Vorhersage belastbar ist. Ein Beispiel: Ein Werk plant für den kommenden Monat eine höhere Auslastung. Es stehen historische Energiedaten und Produktionskennzahlen zur Verfügung. Der Forecast zeigt, dass der Stromverbrauch am Monatsende das Budget überschreiten könnte. Der Energiemanager kann diese Information als Stakeholder in die Fertigungsplanung einbringen. Entweder lassen sich die Lasten entzerren oder die Budgetabweichung begründen. Damit verändert sich die Rolle des Energiemanagements. Der Forecast schafft nicht nur Transparenz, sondern unterstützt auch die operative Planung. Medienverbräuche können zu künftigen Stichtagen abgeschätzt werden. Abweichungen sind früher erkennbar. Dadurch erhalten die Produktionsplanung, das Lastmanagement und Investitionsentscheidungen eine gemeinsame Datengrundlage.

M&V macht die Einsparung sichtbar

Measures & Verification führt diesen Gedanken weiter. Die Funktion prüft die Wirkung nach der Einführung einer energiesparenden Maßnahme. Eine Reduktion lässt sich nicht direkt messen, weil sie ein nicht eingetretener Verbrauch ist. Sichtbar wird nur der tatsächliche Verbrauch nach der Maßnahme. Um daraus eine Einsparung abzuleiten, braucht es einen Referenzverbrauch. Er stellt dar, was unter vergleichbaren Bedingungen ohne die Veränderung plausibel gewesen wäre.

Jeder M&V-Vorgang wird als eigenes Objekt verwaltet, inklusive einer grafischen Vorschau des Kurvenverlaufs. Der Nutzer beschreibt die Maßnahme, wählt den betroffenen Bereich im hierarchischen Liegenschaftsbaum und legt so die Betrachtungsgrenze fest. Das kann eine technische Anlage, eine Fertigungslinie, ein Gebäudeteil oder ein Standort sein. Der Referenz-, Installations- und Vergleichszeitraum werden dokumentiert sowie die erwartete Einsparung entweder absolut oder als Prozentwert hinterlegt.

Die Baseline ergibt sich aus dem definierten Referenzzeitraum und der beobachteten Metrik. Optional kann eine Referenzvariable verwendet werden, etwa die Außentemperatur



Beispiel eines automatischen Forecasts mit Vertrauensintervall.

bei Heizung oder Kühlung. Im Dashboard wird aus der Metrik und der Referenzvariable ein prognostizierter Verlauf für den zukünftigen Zeitraum erzeugt und diesem der real gemessene Verlauf gegenübergestellt. Der Anwender sieht die Einsparung in Prozent und den kumulierten Wert in der Einheit des aufgenommenen Mediums.

Nachvollziehbarkeit der Maßnahmen

Ein einfaches Zahlenbeispiel macht das Prinzip greifbar. Nach dem Austausch einer Anlagentechnik erwartet das Modell für den Vergleichszeitraum 100 MWh. Tatsächlich gemessen werden 88 MWh. Die Differenz von 12 MWh ist die vermiedene Energiemenge. Liegt die Prognose bei zehn Prozent, zeigt das Dashboard, ob die Maßnahme sie erreicht, unterschreitet oder übertrifft. Der Model Fit gibt Hinweise, wie belastbar dieser Vergleich ist.

Ein zweites Beispiel betrifft die Druckluft. Ein Betrieb optimiert die Erzeugung und beseitigt Leckagen in einem abgegrenzten Bereich. Der M&V-Vorgang wird auf die betroffene Anlagenebene gelegt. Der Referenzzeitraum bildet das bisherige Verhalten ab und der Installationszeitraum dokumentiert die Umsetzung. Im Anschluss stellt der Vergleich dar, ob die Reduktion stabil bleibt und ob sie zur ursprünglich erwarteten Wirkung passt.

Das Verfahren lehnt sich an etablierte Prinzipien der Messung und Überprüfung von Energieeinsparungen an. Dazu gehören die Messgrenze und Baseline sowie der Referenz- und Vergleichszeitraum. Es handelt sich nicht um ein IPMVP-konformes Werkzeug (International Performance Measurement and Verification Protocol). Der Service hilft dem Anwender beim Nachvollziehen von Maßnahmen, ersetzt aber keinen formalen Mess- und Verifizierungsplan und keine fachliche Bewertung. Im Umfeld der ISO 50001 ist es wichtig, dass die Software als Werkzeug verstanden wird. Der Forecast, Kennzahlen, Baselines, Berichte und die Maßnahmendokumentation können ein Energiemanagementsystem unterstützen. Sie nehmen der Organisation jedoch nicht die Verantwortung für die Ziele, Prozesse, internen Bewertungen oder Audits ab. Ob die Anlage, der Gebäudeteil oder Standort die passende Messgrenze ist, hängt vom Ziel der Maßnahme und vom Prozesswissen vor Ort ab. Besonders bei schwankenden Produktionsbedingungen bleibt das Domänenwissen entscheidend. Eine scheinbar einfache Maßnahme kann komplex werden, wenn sich der Betrieb, die Auslastung oder Randbedingungen parallel ändern.

Budget, Planungen und Lastmanagement steuern

Forecast und M&V machen das betriebliche Energiemanagement nicht automatisch besser. Sie erhöhen aber die Qualität der Entscheidungen, die daraus entstehen. Der Forecast hilft, künftige Verbräuche und Lasten frühzeitig einzuordnen. Measures & Verification unterstützt die strukturierte Prüfung, ob eine realisierte Maßnahme die erwartete Wirkung erreicht. Für Anwender liegt der Vorteil weniger in einer zusätzlichen Visualisierung als in der besseren Begründbarkeit. Der Anwenderkreis erweitert sich. Wer weiß, welcher Verbrauch prognostiziert ist, kann Budgets, die Fertigungsplanung und das Lastmanagement besser steuern. Wird nach einer Maßnahme der tatsächliche Verlauf gegen ein Referenzmodell geprüft, lassen sich Investitionen sachlicher einstufen. Energie wird damit nicht nur sichtbar, sondern vor und nach der Veränderung verständlich.

sps Halle 9 - 310



Retrofit als Alternative zum Repowering

Wenn Windanlagen ausgedient haben

Wann sich ein Pitch-Retrofit gegenüber einem vollständigen Repowering lohnt, welche technischen Hürden die Modernisierung in Lamar mit sich brachte und wo der Markt für ältere Windenergieanlagen steht, erläutert Frank Stege, Head of Vertical Market Management Wind, Keba Industrial Automation, im Interview mit ENERGY.

DAS INTERVIEW FÜHRTE: Katharina Huber, ENERGY **BILDER:** Keba; iStock, piyaset



Ein wichtiger Trend besteht darin, in die Jahre gekommene Windenergieanlagen länger zuverlässig und wirtschaftlich zu betreiben.

Unter welchen Voraussetzungen ist ein Pitch-Retrofit wirtschaftlich attraktiver als ein vollständiges Repowering?

Darauf aufbauend ist die Substanz der gesamten Anlage zu bewerten. Ein technisches Assessment untersucht den Zustand von Turm, Fundament, Gondel, Antriebsstrang und Rotorblättern. Es klärt, welche Restnutzungsdauer zu erwarten ist und welche Reparaturen oder Ersatzinvestitionen in diesem Zeitraum voraussichtlich anstehen. Dazu gehört auch die Frage, wie lange Ersatzteile und Service für die bestehenden Systeme verfügbar bleiben. Entscheidend ist, ob die Anlage nach einem Pitch-Retrofit noch ausreichend lange wirtschaftlich betrieben werden kann. Ist die übrige Anlage in einem tragfähigen Zustand und verursacht das Pitch-System einen wesentlichen Teil der vermeidbaren Produktionsverluste, kann ein gezieltes Retrofit wirtschaftlich attraktiv sein. Der Investition stehen zurückgewonnene Stromproduktion, vermiedene Störungen und mögliche Einsparungen bei der Instandhaltung gegenüber. Sind dagegen größere Investitionen in weitere Hauptkomponenten absehbar, müssen diese in die Gesamtrechnung einfließen und mit einem vollständigen Repowering verglichen werden. Für den Business Case zählt die erwartete zusätzliche Jahresproduktion in MWh. Eine Annahme von beispielsweise 3 Prozent zurückgewonnener Jahresproduktion bedeutet keine Erhöhung der technischen Verfügbarkeit um drei Prozentpunkte. Belastbar wird die Bewertung erst durch standortspezifische Betriebs- und Fehlerdaten, realistische Reparatur- und Ersatzteilbeschaffungszeiten, den erzielbaren Strompreis sowie die erwarteten Investitions- und Betriebskosten über die verbleibende Nutzungsdauer.

Welche Kriterien waren ausschlaggebend dafür, die Anlage in Lamar zu modernisieren, statt die Windenergieanlage vollständig zu repowern?

Bei einer Anlage mit nutzbarer Tragstruktur kann eine gezielte Modernisierung der technischen Subsysteme sinnvoller sein als ein vollständiger Austausch. Beim Repowering wird die bestehende Windenergieanlage durch eine neue, meist leistungsstärkere Anlage ersetzt. Dafür sind Rückbau, Materialverwertung bzw. Entsorgung und anschließend die Errichtung der neuen Anlage erforderlich. Die Verbundwerkstoffe der Rotorblätter erschweren das Recycling. Hinzu kommen ein hoher Investitionsbedarf, längere Umsetzungszeiten und häufig neue Genehmigungsverfahren. Beim Retrofit bleiben Fundament, Turm, Gondel und weitere nutzbare Baugruppen erhalten. Modernisiert werden gezielt die Systeme, die die Verfügbarkeit und den Weiterbetrieb begrenzen. Voraussetzung ist, dass der Zustand der Gesamtanlage und ihre verbleibende Nutzungsdauer den Weiterbetrieb rechtfertigen. Bei dem Projekt in Lamar lag der Hauptgrund für den Stillstand im veralteten Pitch-System, das die Verstellung der Rotorblätter übernimmt und damit das aerodynamische Drehmoment, die Rotordrehzahl und die Generatorleistung regelt. Als sicherheitsrelevantes Stellglied muss es die Blätter im Fehlerfall auch bei Ausfall der Netzversorgung in die Fahnenstellung bewegen können. Wiederkehrende Störungen bis hin zum kompletten Stillstand und die eingeschränkte Ersatzteilversorgung der alten Technik sprachen für die Erneuerung dieses Subsystems. Ersetzt wurden Pitch-Motoren, Pitch-Antriebe, Energiespeicher und die speicherprogrammierbare Steuerung (PLC). In Lamar kam unser PitchMasterII+ zum Einsatz. Die Kommunikation wurde von der bisherigen seriellen Anbindung auf CANopen umgestellt. Aus KEBA-Sicht war entscheidend, Motor und Antrieb sowie deren Regelung mit der Turbinensteuerung und dem Back-up-System zu einem funktionsfähigen Gesamtsystem zusammenzufügen. Ziel war eine höhere Verfügbarkeit durch weniger pitch-bedingte Ausfälle und eine bessere Ersatzteilversorgung. Des Weiteren sollten erweiterte Diagnosemöglichkeiten die Fehlerlokalisierung beschleunigen. Zusätzlich wurde das Gewicht des neuen Motors mehr als halbiert,



Die zentrale technische Herausforderung beim Retrofit bestand oft darin, ein neues Pitch-System in eine Alt-Windenergieanlage zu integrieren.

was die Handhabung beim Einbau und bei Servicearbeiten erleichtert.

Welche technischen Herausforderungen ergaben sich bei diesem Retrofit-Projekt?
Die zentrale technische Herausforderung bestand darin, ein vollständig neues Pitch-System in eine bestehende Windenergieanlage zu integrieren. Dabei mussten der neue Motor, unser KEBA-Pitch-Antrieb PitchMasterII+, die Steuerung und die Ultrakondensatoren für die Notstromversorgung als Gesamtsystem aufeinander abgestimmt werden. Es ging sowohl um die Einbindung in die vorhandene Anlage als auch um das Zusammenspiel der neuen Komponenten untereinander. Bei der Inbetriebnahme wurden unter anderem der Drehzahlregler optimiert und die Lageregelung für die Blattverstellung eingerichtet. Die Blattbewegungen wurden schrittweise vergrößert. Parallel wurde ein Fahrprofil für das sichere Verfahren in die Fahnenstellung definiert und getestet. Einzelne Anpassungen der Steuerungssoftware standen noch aus, bevor die Anlagenleistung weiter erhöht werden sollte. Besonderes Augenmerk lag auf der Erprobung unter anspruchsvollen Betriebsbedingungen. Die 1,5-MW-Anlage wurde zunächst mit einer begrenzten Leistung von 400 Kilowatt betrieben. Dieser Betriebspunkt war bewusst gewählt, da das Pitch-System bei dieser Leistungsbegrenzung mehr Regelarbeit leistet, um die Rotordrehzahl einzuhalten. Der Betrieb diente damit zur Erprobung unter anspruchsvollen Bedingungen. Die reduzierte Leistungsfreigabe war ein Schritt der Inbetriebnahme und keine Aussage über die spätere Nennleistung. Eine weitere Herausforderung war der belastbare Nachweis der Verbesserung im laufenden Betrieb. Am Standort Lamar ermöglicht die modernisierte Anlage einen Vergleich mit drei weiteren Anlagen mit bisheriger Technik. Aussagekräftig sind insbesondere pitch-bedingte Ausfälle, deren Dauer und die daraus resultierende Verfügbarkeit. Für eine belastbare Bewertung müssen auch Betriebsbedingungen und Wartungszustand berücksichtigt werden. Zum Zeitpunkt des Interviews lagen erste positive Betriebserfahrungen vor. Eine abschließende Bewertung der langfristigen Verbesserungen steht jedoch noch aus.

Wie lässt sich sicherstellen, dass Komponenten verschiedener Hersteller zuverlässig als Gesamtsystem zusammenarbeiten?
Zuverlässiges Zusammenwirken setzt voraus, dass die Komponenten anhand gemeinsamer Systemanforderungen ausgelegt werden. Dazu gehören die Abstimmung von Motor und Antrieb, die Energieversorgung für die Sicherheitsfahrt sowie die Kommunikation zwischen Pitch-System und Turbinensteuerung. Die korrekte Funktion muss sowohl für den Regelbetrieb als auch für die vorgesehenen Fehlerreaktionen nachgewiesen werden. In Lamar bildete die gute Zusammenarbeit über Unternehmens- und Ländergrenzen hinweg die Grundlage dafür. Die Teams stimmten Schnittstellen und Softwareanpassungen gemeinsam ab. Schulungen am KEBA-Entwicklungsstandort in Unna bereiteten die Arbeit mit den Parametrier- und Diagnosetools PitchManager beziehungsweise DriveManager vor. Auf unserem Motorteststand wurde das Zusammenspiel des neuen Motors mit dem Pitch-Antrieb bereits vor der Integration in die Anlage geprüft. Darüber hinaus konnte an unserem Laststand gezeigt werden, dass der Umrichter die geforderten Drehmomente erzeugen kann. Die Tests auf Komponentenebene wurden durch die schrittweise Inbetriebnahme in der Windenergieanlage ergänzt. Dabei wurde die Regelung abgestimmt. Die Blattbewegungen wurden nach und nach vergrößert und das sichere Verfahren in die Fahnenstellung geprüft. Diese Systemtests sind erforderlich, weil ein erfolgreicher Motor-Antriebs-Test allein weder die Einbindung in die Turbinenregelung noch die Funktion der vollständigen Sicherheitskette belegt. Die anschließende Erprobung mit begrenzter Anlagenleistung lieferte Rückmeldungen für weitere Softwareanpassungen. Erst nach deren Abschluss sollte die Leistungsfreigabe schrittweise erhöht werden. Dieses Vorgehen verbindet die

Vorprüfung der Komponenten mit der Validierung ihres Zusammenspiels unter realen Betriebsbedingungen. Im laufenden Betrieb unterstützen Diagnose- und Betriebsdaten die Fehlerlokalisierung und die Bewertung der Zuverlässigkeit. Entscheidend ist, auftretende Fehler dem jeweiligen Subsystem zuzuordnen und ihre Auswirkungen auf das gesamte Pitch-System nachvollziehen zu können.

Unter welchen technischen und wirtschaftlichen Voraussetzungen lässt sich das in Lamar erprobte Retrofit-Konzept auf andere ältere Windenergieanlagen übertragen – und wo liegen seine Grenzen?

Das Retrofit-Konzept ist modular aufgebaut und skalierbar. Motor, Pitch-Antrieb, Backup und Steuerungsanbindung lassen sich auf die Anforderungen der jeweiligen Anlagenplattform auslegen. Unser Engineering-Team unterstützt die Bewertung des Systems, die Dimensionierung von Motor und Backup sowie die Softwareintegration. Für die Übertragung müssen Einbauraum, mechanische Anbindung, elektrische Versorgung und Kommunikation mit der Turbinensteuerung geprüft werden. Die Regelungs- und Sicherheitsfunktionen sind anlagenspezifisch zu validieren. Wirtschaftlich ist der Ansatz besonders interessant, wenn häufige Pitch-Störungen und eingeschränkte Ersatzteilversorgung den Betrieb belasten und die Investition sich innerhalb der verbleibenden Nutzungsdauer amortisieren kann. Die Grenzen ergeben sich aus dem Zustand der Gesamtanlage und dem Integrationsaufwand. Ein Pitch-Retrofit behebt keine Schäden an anderen zentralen Baugruppen und erhöht nicht automatisch die Nennleistung. Sind weitere wesentliche Komponenten stark verschlissen oder reicht die verbleibende Betriebszeit nicht für eine Amortisation aus, kann Repowering sinnvoller sein. Auch bei modularer Technik erfordert jede neue Anlagenplattform eine Prüfung und gegebenenfalls zusätzliche Anpassungen.

Welche regulatorischen Anforderungen und Normen müssen bei einem Retrofit von Windenergieanlagen berücksichtigt werden? Wo liegen dabei die größten Herausforderungen?

Die regulatorischen Anforderungen an einen Retrofit sind stark länder- und marktabhängig. Welche Genehmigungen und Nachweise erforderlich sind, muss deshalb für den jeweiligen Standort und den Umfang der Modernisierung bewertet werden. Als Lösungsanbieter unterstützen wir die Umsetzung mit zertifizierter Sicherheitstechnik und dem Engineering für die konkrete Integration. Unsere Pitch-Antriebe sind TÜV-zertifiziert und bieten Sicherheitsfunktionen nach EN ISO 13849 und IEC 61508. Diese Normen bilden wichtige Grundlagen für die funktionale Sicherheit unserer Produkte. Die Zertifizierung unterstützt den Sicherheitsnachweis für das gesamte Pitch-System, ersetzt jedoch nicht die Bewertung der modernisierten Windenergieanlage. Unsere Pitch-Antriebe wurden entsprechend der 2oo3-Architektur entwickelt. „2oo3“ („two-out-of-three“) bedeutet dabei: Jedes der drei Rotorblätter verfügt über eine unabhängige Pitch-Achse. Das Sicherheitskonzept ist so ausgelegt, dass zwei funktionsfähige Achsen die Anlage auch dann sicher abbremsen können, wenn die dritte Achse ausfällt. Voraussetzung ist, dass dieses Verhalten für die jeweilige Anlage nachgewiesen und das System gemäß den zertifizierten Auslegungs- und Integrationsvorgaben umgesetzt wird. Die größte Herausforderung bei der Integration des neuen Pitch-Systems liegt darin, diese Funktionen korrekt in die bestehende Anlagenarchitektur einzubinden. Motor, Antrieb, Backup und Turbinensteuerung müssen auch im Fehlerfall die vorgesehenen Reaktionen ausführen. Wir unterstützen die Auslegung, die Schnittstellenabstimmung und die Erprobung. Die anlagenspezifische Sicherheitsbewertung und die regional erforderlichen Nachweise müssen dabei auf Ebene des Gesamtprojekts erfolgen.

Welche technologischen oder wirtschaftlichen Trends werden Ihrer Meinung nach die Windbranche in Zukunft besonders beeinflussen?

Wir sehen einen wichtigen Trend darin, bestehende Windenergieanlagen länger zuverlässig und wirtschaftlich zu betreiben. In den USA wurden insbesondere zwischen 2010 und 2012 sowie zwischen 2015 und 2020 große Anlagenbestände aufgebaut. Diese Installationswellen erreichen zeitlich versetzt ein Alter, in dem Verschleiß, veraltete Steuerungs- und Antriebstechnik sowie eingeschränkte Ersatzteilversorgung zunehmend relevant werden. In den kommenden zehn Jahren werden viele dieser Anlagen zur Altersklasse von 15 bis 25 Jahren gehören. Damit wächst der Bedarf an gezielter Instandhaltung und der Modernisierung kritischer Subsysteme. Technologisch gewinnen Diagnosefähigkeit und die Auswertung von Betriebsdaten an Bedeutung. Fehler müssen schneller lokalisiert und Instandhaltungsmaßnahmen gezielter geplant werden können. Kompakte und leichte Antriebe erleichtern Einbau und Service. Für Betreiber zählen die Auswirkungen auf Verfügbarkeit, Instandhaltungskosten und Stromgestehungskosten über die verbleibende Betriebsdauer. Für uns als Lösungsanbieter im Bereich der Pitch-Systeme liegt der Schwerpunkt auf sicherer Blattverstellung, nachvollziehbarer Diagnose und einer Integration, die den Aufwand für Inbetriebnahme und Service begrenzt. Der wirtschaftliche Nutzen muss sich im Betrieb durch weniger Stillstände und einen geringeren Instandhaltungsaufwand belegen lassen.

sps Halle 7- 470 E-world energy & water Halle 2 - E117

Chancen und technische Hürden in der thermischen Nutzung

Wasserstoff im Einsatz

Der Einsatz von Wasserstoff als Brennstoff gilt als vielversprechender Ansatz, um die Energieversorgung klimafreundlicher zu gestalten. Bei seiner Verbrennung entstehen im Wesentlichen nur Wasserdampf und geringe Mengen an Stickoxiden. Das ist ein klarer Vorteil gegenüber konventionellen fossilen Energieträgern, die große Mengen an CO_2 freisetzen. Damit sich diese Technologie in der Industrie durchsetzen kann, sind speziell entwickelte Brennersysteme und technische Anpassungen erforderlich, die den besonderen Eigenschaften von Wasserstoff gerecht werden.

TEXT: Dipl.-Ing. Sven Gose und Dipl.-Ing. Philipp Schönberger, beide bei Saacke

BILDER: Saacke; iStock, quantic69



Seit Jahren wird intensiv über die Rolle von Wasserstoff in der Energieversorgung diskutiert. Mit den jüngsten Entwicklungen im Energiesektor hat das Thema zusätzlich an Dynamik gewonnen. Vor allem im Kontext eines CO_2-freien europäischen Energiesystems rückt Wasserstoff als flexibles Speichermedium immer stärker in den Fokus. Viele Experten sehen seinen breiten industriellen Einsatz jedoch erst nach 2030. Bis dahin gilt es, Erfahrungen in Pilotprojekten zu sammeln und die technologischen Grundlagen weiterzuentwickeln.

Hürden bei der thermischen Nutzung

Die thermische Nutzung von Wasserstoff an Wasserrohr- oder Großwasserraumkesseln ist keine gänzlich neue Technik. Beim Vergleich der wichtigsten Kennzahlen für die Verbrennung von Gasen zwischen Erdgas H und Wasserstoff fällt zunächst einmal auf, dass der Wobbe-Index $W = H/\sqrt{\rho/\rho_l}$ der beiden Gase nah beieinander liegt. Dabei sind H der Heizwert des Gases, ρ die Gasdichte und ρ_L die Dichte von trockener Luft.

Damit ist eine wesentliche Voraussetzung für die Austauschbarkeit von Erdgas H und Wasserstoff gegeben, denn der gasseitige Druckbedarf für die technische Verbrennung von Wasserstoff ist bei gleicher Leistung ähnlich. Damit können einige anlagenseitige Komponenten sowohl für Erdgas H als auch für den Wasserstoff genutzt werden.

Die größten technischen Herausforderungen bei der thermischen Nutzung von Wasserstoff sind:

- Erhöhter Verschleiß durch hohe Temperaturen und hohe Flammengeschwindigkeit
- NO_x-Emissionen durch hohe Verbrennungstemperaturen
- Kondensation durch hohe Abgastaupunkttemperaturen
- Flammenüberwachung aufgrund des geänderten Strahlungsverhaltens der Flamme
- Eine für den Wasserstoffbetrieb geeignete Steuerung

All diesen Aspekten können jedoch feuerungstechnische Lösungen gegenübergestellt werden, die teilweise ineinandergreifen und sich ergänzen.

Technische Herausforderungen beim Betrieb eines Wasserstoffbrenners sind die erhöhte adiabate Verbrennungstemperatur und die hohe Flammengeschwindigkeit. Diese Kombination sorgt für eine hohe Belastung der Bauteile in Düsennähe, woraus sich besondere Anforderungen ergeben, damit die Standzeit der Brenner nicht reduziert wird.

Um dem Verschleiß entgegenzuwirken, ist es ratsam, die Flammentemperatur zu senken, beispielsweise durch eine externe Abgasrezirkulation. Auf diese Weise werden Verdünnungseffekte erzielt und die



Eigenschaft	Erdgas H	Wasserstoff
Unterer Heizwert H_i	35,82 MJ/m^3	10,82 MJ/m^3
Normdichte ρ_n	0,78 kg/m^3	0,09 kg/m^3
Unterer Wobbe-Index W_i		
Adiabate Verbrennungstemperatur T_{ad}	2044 °C	2252 °C
Laminare Flammengeschwindigkeit	0,39 m/s	2,81 m/s
Luftbedarf	9,55 m^3_{Luft}/m^3_{BS} 959,8 m^3_{Luft}/h/MW	2,83 m^3_{Luft}/m^3_{BS} 791,9 m^3_{Luft}/h/MW

Verbrennungstechnische Kennzahlen von Erdgas H und Wasserstoff

Flamme wird gekühlt. Konstruktionsseitig sollten besondere, hitzebeständige Materialien verwendet werden, die den erhöhten Temperaturen standhalten. Das wichtigste Kernelement ist jedoch, dass mit einem speziellen Brenner- und Gasdüsendesign die thermische Belastung durch möglichst hitzeferne Anordnung der Komponenten minimiert wird, sodass dort keine erhöhten Temperaturen an den Bauteilen auftreten können.

Die hohen NO_x-Emissionen, die als Folge der hohen Temperaturen entstehen, lassen sich bis zu einem gewissen Grad durch das Brennerdesign reduzieren. Als weiteres wirksames Mittel zur Reduzierung hat sich auch hier die externe Abgasrezirkulation herausgestellt, mit der es gelungen ist, das Emissionsniveau von Low-NO_x-Erdgasbrennern zu erreichen.

Ein positiver Nebeneffekt, der sich insbesondere für das Nachrüsten von Wasserstoffbrennern an Bestandskesseln ergibt, ist der geringere Luftbedarf der Wasserstoffverbrennung. Der verringerte Luftbedarf pro MW im H_2-Betrieb im Vergleich zum Erdgas-Betrieb sorgt dafür, dass weniger Luft den Kessel durchströmt. Die dadurch veränderte Wärmeübertragung innerhalb des Kessels wird durch die Abgasrezirkulation wieder ausgeglichen, wodurch die Kesselbelastung für die Erdgas- beziehungsweise Wasserstoffverbrennung vergleichbar ist.

Das Abgas hat aus naheliegenden Gründen einen hohen Wasseranteil, die Taupunkttemperatur liegt bei minimal 71 °C. Dies kann, insbesondere im Anfahrbetrieb, dazu führen, dass sich in den Abgasleitungen Kondensat sammelt. Wenn eine externe Abgasrezirkulation verwendet wird, muss darauf geachtet werden, dass die Taupunkttemperatur nach der Einmischung in die Verbrennungsluft nicht unterschritten wird. Die Folge wäre auch hier Kondensatbildung, die neben der Wasseransammlung auch zu einer eingeschränkten Funktion der optischen Flammfühler durch die Bildung von Nebel führen kann. Dieses Problem lässt sich jedoch unter anderem durch eine moderate Erhöhung der Verbrennungslufttemperaturen recht einfach lösen. Bei der Umrüstung von Erdgas- zu Wasserstoffverbrennung muss auch die Flammenüberwachung berücksichtigt werden, welche die Anlage aus Sicherheitsgründen im Falle einer erlöschenden Flamme abschaltet. In der Tat sind die gängigen Flammenionisationsdetektoren nicht für 100 Prozent H_2 geeignet, für Erdgas/H_2-Mischungen jedoch schon. Eine Lösung sind UV-Flammenüberwachungseinrichtungen, welche auf der Detektion von elektromagnetischer Strahlung basieren. Die im sichtbaren Bereich nur schwach leuchtende bis transparente Wasserstoffflamme kann damit überwacht werden. Die UV-Strahlung wird hierbei von OH-Radikalen, die bei der Wasserstoffverbrennung entstehen, emittiert.

Auch die Brennersteuerung muss angepasst werden, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten und den besonderen Anforderungen an die Wasserstoffverbrennung zu genügen. Insbesondere im variablen Mischbetrieb mit Erdgas müssen die Luftbedarfe der Brennstoffe berücksichtigt werden. Nicht zuletzt müssen die verwendeten Materialien und Komponenten für Wasserstoff geeignet sein. Insbesondere Dichtungsmaterialien und Armaturen müssen jederzeit die technische Dichtheit gewährleisten.

Nutzung in Industrie und Schifffahrt

All diese Erkenntnisse basieren sowohl auf spezifischen Tests als auch auf konkreten Langzeiterfahrungen aus der Industrie und der Schifffahrt. Wie die technischen Lösungen eingesetzt werden und teils Hand in Hand gehen, zeigen nachfolgende Projektbeispiele.

Abfallprodukt Wasserstoff in der Chemiebranche

Bei einem Chemieunternehmen aus Nordrhein-Westfalen fällt im Rahmen der Chloralkali-Elektrolyse auch Wasserstoff als überschüssiges Nebenprodukt an. Bereits seit den 1990er Jahren



Die von Saacke patentierte Gas Combustion unit zur Verbrennung von Boil-Off-Gasen



Einer der drei Saacke SKVGD-Wasserstoffbrenner im Einsatz beim Spezialchemikalienunternehmen.

rüstet der Konzern daher sukzessive seine Prozessdampferzeugung auf H_2-Kompatibilität um. Mit Anlagenmodernisierungen wie der hier beschriebenen, die im Jahr 2019 durchgeführt wurde, lässt sich der als Nebenprodukt anfallende Wasserstoff nutzen, um den Wärmebedarf des Elektrolyseprozesses zu decken, statt fossiles Erdgas als Primärbrennstoff einzusetzen. Damit spart der Betreiber über 500 m^3 Erdgas pro Stunde.

Zum Einsatz kommen drei Wasserstoffbrenner, die sowohl für flüssige als auch gasförmige Sonderbrennstoffe geeignet sind. Sie sind mit einer maximalen Leistung von 4,3 bis 7,6 MW (je nach Kesselgröße) an drei Dampfkesseln installiert, die überhitzten Wasserdampf erzeugen. Die oben angesprochene externe Abgasrezirkulation wurde in diesem Fall mit einem separaten Gebläse ausgestattet und gewährleistet seitdem Emissionen auf Erdgas-Niveau. Damit ist die Anlage nicht nur konform mit der 44. Bundesimmissionsschutzverordnung über mittelgroße Feuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen, sondern unterschreitet diese Grenzwerte deutlich. In Performance-Tests konnte gezeigt werden, dass, je nach Intensität der Abgasrezirkulation, die Emissionen weiter bis auf unter 60 mg/m^3sinken können.

Zur Erhöhung der Standzeit wurden die Bauteile in Flammennähe aus hitzebeständigen Stählen gefertigt, und es wurde ein spezielles Gasdüsen-Design verwendet. Des Weiteren wurde eine hochentwickelte Steuerung eingesetzt, mit der auch Mischungen der beiden Gase genutzt werden können.

Dekarbonisierung der Automobilproduktion

Im Oktober 2022 erreichte das BMW Group Werk Leipzig einen wichtigen Meilenstein auf dem Weg zur Dekarbonisierung der Produktion. Die Feuerungstechnik an einer bestehenden Lackierstraße wurde hierfür innerhalb weniger Monate von Erdgas auf Wasserstoff umgestellt. Die Herausforderung bestand darin, die Form, also die Länge und Breite der Flamme sowie die Temperaturverteilung in dieser an die vorhandenen Gegebenheiten anzupassen. Nach intensiven CFD-Simulationen folgten Konzeption und Fertigung eines Prototyps, der zunächst umfangreich getestet und dann installiert wurde. In den nächsten Jahren sollen sukzessive weitere H_2-Brenner am Standort installiert werden. Es ist auch eine Wasserstoff-Pipeline in Planung, die das Werk in den nächsten Jahren mit grünem Wasserstoff versorgen soll.

„H_2-ready“, doch Rahmenbedingungen nötig

Die Nutzung von Wasserstoff in Feuerungssystemen ist keine neue Technologie. Allein bei der Firma Saacke gab es in den letzten 40 Jahren etwa 70 Referenzanlagen, bei denen die Einsatzmöglichkeiten von Wasserstoff in der Feuerungstechnik nachgewiesen wurden. Die industrielle thermische Nutzung von Wasserstoff mit Brennern ist somit insbesondere an Kesseln langjährig erfolgreich erprobt. Das Bremer Unternehmen unterstützt seine Kunden mit einem eigens etablierten Consulting- und Engineering-Bereich bei der Entwicklung von Dekarbonisierungsstrategien – von der Analyse bis hin zu einem schlüssigen Gesamtkonzept. Da es im Bereich Wasserstoff noch keine standardisierten Systeme gibt, bietet Saacke maßgeschneiderte Lösungen an.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das größte Problem bei der thermischen Nutzung von Wasserstoff die ausreichende Verfügbarkeit von (grünem) Wasserstoff ist. Hier steht Europa erst am Anfang. Die erforderliche Infrastruktur für die Erzeugung, Speicherung und den Transport muss geschaffen werden. Dafür müssen erhebliche Investitionen aus öffentlicher und privater Hand fließen. Es müssen intelligente Rahmenbedingungen geschaffen werden, damit sich Investitionen in die Wasserstoffinfrastruktur rechnen und die Energiewende gelingen kann. Dann kann die thermische Wasserstoffnutzung als industrielle Schlüsseltechnologie schon vor den 2030er Jahren eine relevante Rolle spielen.



KI-gestützte Netzinfrastruktur: autonom, resilient und nachhaltig

WIE KÖNNEN WIR AUTONOME STROMNETZE REALITÄT WERDEN LASSEN?

Die Energieinfrastruktur ist eines der komplexesten Fundamente der modernen Zivilisation. Das Stromnetz basiert jedoch auf Technik aus dem späten 19. und frühen 20. Jahrhundert. Kann das Stromnetz mit dem Wandel Schritt halten?

TEXT: Siemens Smart Infrastructure **BILDER:** iStock: pawel.gaul, alxpin, Fotonen



Die Energieinfrastruktur ist eines der komplexesten Fundamente der modernen Zivilisation. Ihre weit verzweigten, miteinander verbundenen Systeme beeinflussen nahezu jeden Aspekt unseres täglichen Lebens. Seit mehr als einem Jahrhundert funktioniert das Stromnetz zuverlässig, ohne auf Algorithmen oder intelligente Systeme angewiesen zu sein. Dies liegt unter anderem daran, dass es mit großzügigen Sicherheitsreserven und erheblichen Überkapazitäten ausgelegt wurde. Doch heute, im Zeitalter der Elektrifizierung nahezu aller Lebens- und Wirtschaftsbereiche, reicht dieses Modell nicht mehr aus. Netzbetreiber stehen unter zunehmendem Druck, Kapazitäten schnell auszubauen und Energiesysteme intelligenter sowie effizienter zu gestalten. Genau hier kann KI, wenn sie zielgerichtet eingesetzt wird, eine transformative Rolle spielen.

Diese Herausforderung wird jedoch durch den rasanten Aufstieg der KI selbst zusätzlich verschärft, da sie einen erheblichen Anstieg des Stromverbrauchs verursacht. Rechenzentren, insbesondere solche für KI-Anwendungen, wachsen in den USA und weltweit in großem Maßstab und erzeugen erhebliche zusätzliche Lasten. Dadurch steigt der Druck auf die bestehende Netzinfrastruktur weiter an.

Ein Stromnetz des 19. Jahrhunderts trifft auf die Anforderungen des 21. Jahrhunderts

Der Energiebedarf des modernen Lebens ist dramatisch gestiegen, während das Stromnetz nach wie vor auf Infrastrukturen basiert, die Ende des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts entwickelt wurden. Dieses Missverhältnis bringt das System zunehmend an seine Grenzen.

Die Internationale Energieagentur (IEA) schätzt, dass zur Erreichung der globalen Klima- und Energieziele bis 2040 rund 80 Millionen Kilometer neuer Stromleitungen erforderlich sein werden. Zum Vergleich:

- Das reicht aus, um die Erde 2.000-mal zu umrunden.
- Oder 104-mal zum Mond und zurückzugelangen.
- Oder die halbe Strecke bis zur Sonne zurückzulegen.

Dezentrale Energieressourcen (DERs) auf dem Vormarsch

Erneuerbare Energien, insbesondere die Photovoltaik (PV), wachsen in einem Tempo, das nur wenige vorhergesagt hatten. Im Jahr 2020 prognostizierte die IEA, dass eine installierte Kapazität von 2 TW erst im Jahr 2030 erreicht würde. Tatsächlich wurde dieser Meilenstein bereits 2024 und damit sechs Jahre früher als erwartet erreicht. Neuere Prognosen gehen von einem noch stärkeren Wachstum aus: BloombergNEF erwartet, dass die Stromerzeugung aus erneuerbaren



Netzwerkinfrastruktur gestern

Energien in den kommenden Jahren bis 2030 um 84 Prozent steigt und sich bis 2050 noch einmal verdoppelt.

Dieses schnelle Wachstum wird nicht nur durch Dekarbonisierungsziele angetrieben, sondern auch durch weitergehende systemische Überlegungen. Neben der Reduzierung von Emissionen werden erneuerbare Energien zunehmend zu einem Eckpfeiler der Energiesicherheit. Angesichts anhaltender geopolitischer Spannungen, einschließlich Konflikten im Nahen Osten, kann der Ausbau der heimischen erneuerbaren Stromerzeugung die Abhängigkeit von importierten fossilen Brennstoffen verringern und die Widerstandsfähigkeit gegenüber Versorgungsstörungen stärken.

Kann das Stromnetz mit dieser Entwicklung Schritt halten?

Das heutige Stromnetz wurde nicht für ein derartiges Wachstum ausgelegt. Der traditionelle Ansatz, das Netz physisch auszubauen und isolierte Einzelsysteme zu installieren, ist nicht skalierbar. Er ist zu teuer, zu langsam und bietet nicht die Flexibilität, die moderne Energiesysteme erfordern. Deshalb braucht es einen neuen Ansatz: intelligent, anpassungsfähig und vernetzt. Ein intelligenteres, KI-gestütztes Stromnetz kann die Nutzung bestehender Anlagen verbessern und gleichzeitig die Integration erneuerbarer Energien effizienter gestalten, wodurch die Gesamtsystemkosten sinken. Durch die Optimierung bestehender Infrastruktur und die stärkere Einbindung kostengünstiger erneuerbarer Energien kann dieser Ansatz zudem die Bezahlbarkeit verbessern und letztlich zu niedrigeren Energiepreisen beitragen.

Der Weg zu autonomen Stromnetzen

Die Zukunft liegt in intelligenter Software und KI, die Netzbetreiber dabei unterstützen, datenbasierte Entscheidungen zu treffen und die komplexen Herausforderungen einer sich schnell wandelnden Energielandschaft zu bewältigen. KI kann die Transformation industrieller Infrastrukturen beschleunigen, indem sie die Produktivität steigert, den Zugang zu Technologie demokratisiert und Nachhaltigkeit durch Dekarbonisierung sowie höhere Ressourceneffizienz fördert. Für das Netzmanagement spielt sie eine zentrale Rolle bei Prognosen, Analysen und der Gewinnung wertvoller Erkenntnisse.

Unsere Vision eines autonomen Netzmanagements basiert auf einem integrierten Ansatz, bei dem Planung und Betrieb über Hochspannungs-, Mittelspannungs- und Niederspannungsnetze hinweg kontinuierlich mithilfe von KI koordiniert werden. Dadurch entstehen Echtzeit-Transparenz über den Netzzustand, eine dynamische Bewertung verfügbarer Kapazitäten sowie Entscheidungsunterstützung und automatisierte Maßnahmen. Diese helfen Netzbetreibern dabei, neue Verbraucher anzuschließen, erneuerbare Energien zu integrieren und das Netz näher an seinen technischen Grenzen zu betreiben, ohne Sicherheit und Zuverlässigkeit zu beeinträchtigen. Die Einführung autonomer Netztechnologien kann Energieversorgern helfen, einige ihrer grundlegendsten Herausforderungen zu meistern:

1. Netzkapazität: Mit der Nachfrage Schritt halten

Wie bereits beschrieben, stehen Energieversorger unter enormem Druck, da die Stromnachfrage stetig steigt. Gleichzeitig bringen lange Anschlusswarteschlangen, die schnelle Integration dezentraler Energieressourcen (DERs) und die wachsende Belastung durch Rechenzentren die Netze zunehmend an ihre physischen Grenzen. Ein sicherer und zuverlässiger Netzbetrieb unter diesen Bedingungen erfordert neue digitale Ansätze, die Echtzeitdaten und Automatisierung nutzen. Autonome Netztechnologien, wie beispielsweise Flexibilitätsmanagement-Software,



Netzwerkinfrastruktur heute

können Energieversorgern dabei helfen, bislang ungenutzte Netzkapazitäten zu erschließen, näher an den tatsächlichen Grenzwerten zu operieren, ohne die Sicherheit zu gefährden, und Anschlussprozesse deutlich zu beschleunigen.

2. Netzmodernisierung: Die Transformation alternder Infrastruktur

Bestandsanlagen und veraltete Überwachungssysteme können mit dem rasanten Wachstum erneuerbarer Energien, bidirektionalen Stromflüssen sowie sich wandelnden regulatorischen und Cybersicherheitsanforderungen nicht mehr Schritt halten. Energieversorger müssen daher auf Digitalisierung und intelligente Betriebsmaßnahmen setzen, um Stabilität in einer immer komplexeren Welt dezentraler Energieressourcen und erneuerbarer Energien zu gewährleisten. Durch die Integration von Echtzeitanalysen, digitalen Zwillingen und automatisierter Entscheidungsfindung helfen autonome Netztechnologien dabei, die Modernisierung zu beschleunigen. Komplexität wird dabei in Flexibilität umgewandelt und ein datenbasierter, zukunftssicherer Netzbetrieb ermöglicht.

3. Kundenzufriedenheit: Steigende Erwartungen erfüllen

Heutige Verbraucher erwarten nicht nur eine hohe Versorgungszuverlässigkeit, sondern auch Transparenz, Kontrolle und Flexibilität. Autonome Netztechnologien können Energieversorger dabei unterstützen, diese Erwartungen zu erfüllen. Eine höhere Zuverlässigkeit und bessere Transparenz über dezentrale Energieressourcen sind entscheidend, um Vertrauen und Servicequalität zu stärken. Der Übergang zu autonomen Stromnetzen erhöht die Kundenzufriedenheit, indem Ausfallzeiten verkürzt, die Stromqualität verbessert und schnellere datenbasierte Reaktionen ermöglicht werden. So wird die Energieversorgung planbarer und stärker auf die Bedürfnisse der Kunden ausgerichtet.

4. Digitaler Zwilling: Datensilos aufbrechen, bessere Entscheidungen treffen

Derzeit wird nur ein Teil der verfügbaren Netzdaten genutzt, um die betriebliche Effizienz zu verbessern. Dadurch arbeiten viele Energieversorger mit fragmentierten und voneinander isolierten Informationsquellen. Ein vollständiger und präziser digitaler Zwilling unterstützt eine bessere Planung, optimierte Investitionen und Echtzeitentscheidungen im Betrieb. In Kombination mit autonomen Netzfunktionen wird der digitale Zwilling mehr als nur ein Modell: Er entwickelt sich zu einem lernenden und steuernden Abbild. So werden schnellere Entscheidungen, mehr Transparenz und eine einheitliche Datengrundlage für Planung, Betrieb und Instandhaltung möglich. Mit einer konsolidierten Datenbasis können Energieversorger fundierte Entscheidungen treffen, die Resilienz erhöhen, Risiken reduzieren und Investitionen optimieren.

Mit KI zum autonomen Energiesystem

Mit KI können wir beginnen, das gesamte Energiesystem weitgehend autonom zu steuern. Dies unterstützt Netzbetreiber dabei, die steigende Nachfrage zu bewältigen, einschließlich großer und schnell wachsender Lasten wie Rechenzentren, und gleichzeitig die vorhandene Infrastruktur effizienter auszunutzen. Durch bessere Transparenz, höhere Flexibilität und die optimierte Nutzung bestehender Anlagen kann KI schnellere Netzanschlüsse und einen effizienteren Systembetrieb ermöglichen. Natürlich ist die Einführung von KI nicht frei von Herausforderungen. Doch die Innovationsgeschwindigkeit der vergangenen Jahre war enorm. Richtig eingesetzt kann KI die Energiewende beschleunigen und den Weg zu einem nachhaltigeren, resilienteren und effizienteren Energiesystem ebnen.

sps Halle 11 - 100 E-world energy & water Halle 7 - G115

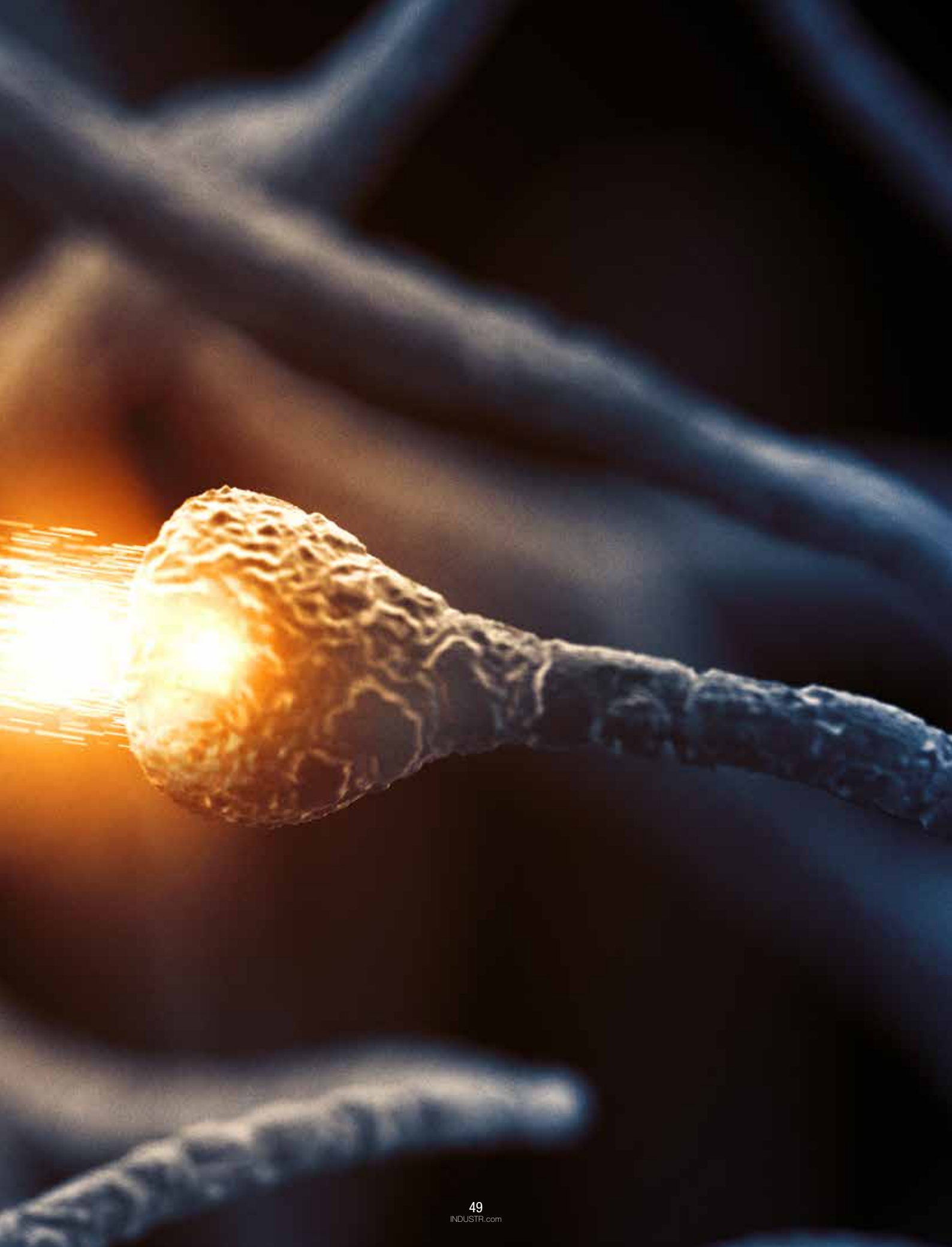


Energie und Daten ergänzen sich zu einer ganzheitlichen physischen Infrastruktur

Elektrifizierung weitergedacht: Intelligenz im Energie-Fluss

Als Werner von Siemens am 17. Januar 1867 vor der Berliner Akademie der Wissenschaften den elektrischen Generator präsentierte, schloss er mit den Worten: „Der Technik sind gegenwärtig die Mittel gegeben, elektrische Ströme von unbegrenzter Stärke auf billige und bequeme Weise überall da zu erzeugen, wo Arbeitskraft disponibel ist.“ Bis dahin war Elektrizität primär ein Medium der Information gewesen: Schwache Ströme aus Batterien reichten für telegrafische Signale. Siemens’ Erfindung machte es möglich, Starkstrom in gewaltigen Mengen zu erzeugen.

TEXT: Andreas Huhmann & Dr. Stephan Middelkamp, Harting **BILDER:** Harting; iStock, BlackJack3D





Die aktuelle Entwicklung für den Han-Modular-Domino-Steckverbinder ist das Han-Modular Domino USB-C Modul, in das bestehende Anschlüsse des verbreiteten Formats eingelegt werden können und etwa zur Überwachung von Maschinen und Anlagen zum Einsatz kommen.

Aus dem reinen Mittel zur Signalübertragung wurde eine universelle Energieform. Es war der Startschuss der physischen Elektrifizierung und der Beginn einer jahrhundertelangen Trennung: Nachrichtentechnik (Data) auf der einen, Energietechnik (Power) auf der anderen Seite.

Heute, über 150 Jahre später, ist die Elektrifizierung eine technische Selbstverständlichkeit; elektrische Energie ist allgegenwärtig, wird erzeugt und verbraucht, was in der Waage zu halten ist. Genau an diesem Punkt taucht die nächste Herausforderung auf, denn die elektrische Welt, in der einer erzeugt und viele verbrauchen, gibt es schon länger nicht mehr. Wie managen wir diese gewaltige, dezentrale Kraft? Wenn Millionen von Maschinen und Energienetzen permanent interagieren, reicht die reine physische Versorgung nicht mehr aus. Der Energie-Fluss muss intelligent werden. Hier endet die historische Trennung: Nachrichtentechnik und Energietechnik konvergieren. Power und Data werden untrennbar.

Energie braucht Verbindung

Dieses Zusammenwachsen von Energie und Daten bildet das Fundament der All Electric Society. Und die ist längst keine Zukunftsmusik mehr: Ob im elektrifizierten Bahnsektor, im Maschinenbau oder auf Schiffen mit containergroßen Batteriespeichern – die Transformation läuft.

Ihre eigentliche Wirkung entfaltet die Elektrifizierung jedoch nicht isoliert, sondern eingebettet in ein Wirkungsdreieck mit Digitalisierung und Automatisierung. Erst so lassen sich schwankende erneuerbare Einspeisungen durch steuerbare Verbraucher und Speicher aktiv ausbalancieren. Die Sektorenkopplung ist dabei weniger eine technische Hürde als eine Grenze im Kopf. Digital betrachtet hängen die Sektoren längst zusammen; was sie trennt, sind gewachsene Denkstrukturen. Die wahre Sektorenkopplung beginnt daher beim Aufbrechen dieser mentalen Silos. Es gilt, ganz pragmatisch, einzelne Maschinen aus unterschiedlichen Bereichen integrativ zu verbinden. So entsteht neue Wertschöpfung: Wenn etwa Consumer-Drohnen über Leitsysteme der Energieinfrastruktur für präzises Düngen in der Landwirtschaft eingesetzt werden, ist das das Ergebnis einer solchen Kopplung.

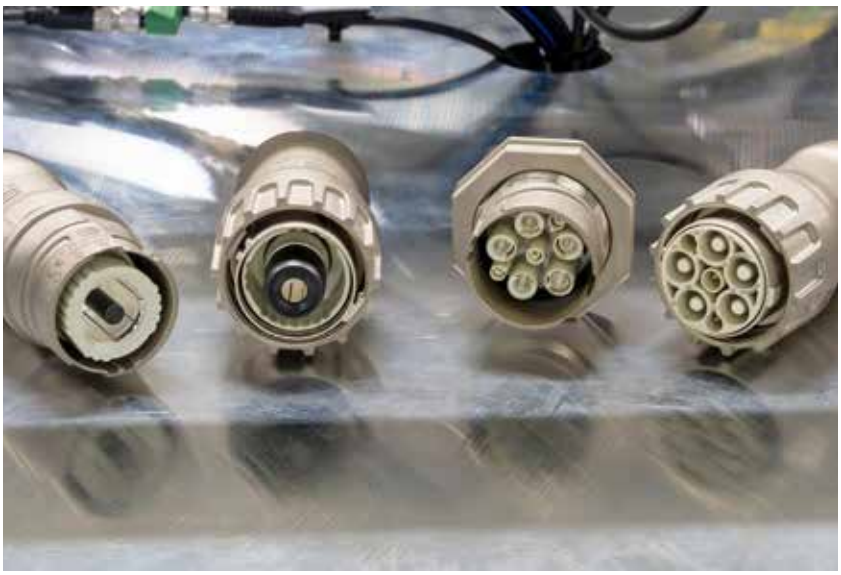
Wenn Strom anfängt zu denken

Innerhalb dieses Dreiecks rüstet künstliche Intelligenz die Systeme mit einer neuen Fähigkeit aus. Die Automatisierung hat Prozesse steuerbar gemacht, die Digitalisierung hat sie sichtbar gemacht. KI macht sie nun erstmals wirklich beherrschbar. Catweazle, der Zauberer der 1970er-Jahre-Kultserie, nannte Elektrizität ehrfürchtig „elec-trickery“ und der Trick war nicht das elektrische Licht, sondern das Einschalten des elektrischen Lichts, das war der Trick.

Im KI-Zeitalter erhält das Wort eine neue Bedeutung: Der Strom fließt, aber erst die KI hilft zukünftig, ihn zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort verfügbar zu machen. Ein intelligenter Stromzähler kennt den Preis, doch erst ein lernendes System entscheidet eigenständig, wann es günstiger ist, den Hausakku zu laden oder das Elektroauto Strom abgeben zu lassen.

Brownfield: Die Realität der gewachsenen Welt

Die Welt ist immer Brownfield, Greenfield ist eine Chimäre, denn alles braucht seine Zeit, und in jedem Entstehungsprozess wird aus Greenfield bereits Brownfield. Diese Heterogenität ist auch das Ergebnis einer über 100 Jahre gewachsenen Infrastruktur. Die Elektrifizierung wird immer im Brownfield



Der industrielle Rundsteckverbinder ICC 20 eignet sich für Robotik-Antriebe, Automation und energieintensive Anwendungen wie Schweißroboter. Sein Design ermöglicht effiziente Lösungen für Leistungs-, Signal- und Datenübertragung.

realisiert, die Integration neuer Technologien muss dabei gelingen, ohne den laufenden Betrieb zu gefährden. Der Digital Twin erweist sich hierfür als entscheidendes Werkzeug. Er ermöglicht durch die Digitalisierung, das physische Asset durch sein digitales Abbild automatisierbar zu machen. KI übersetzt dabei zwar zunehmend zwischen unterschiedlichen Kommunikationsprotokollen, doch die Konnektivität an sich muss stehen. Auf der Datenebene braucht es zusätzlich Struktur: Wie Andreas Wedel in diesem Heft zeigt, wird der Digital Twin zum zentralen Datenanker über den gesamten Lebenszyklus eines Assets. Wir sind also hier im Kontext des Dreiklangs der All Electric Society mit Elektrifizierung, Digitalisierung und Automatisierung unterwegs.

Parallel rückt der Lebenszyklus eines Systems in den Fokus. Künftig müssen elektrische Systeme modular aufgebaut, reparierbar und erweiterbar sein. Der Digital Twin macht es möglich, fehlerhafte Einzelkomponenten gezielt auszutauschen, anstatt Gesamtsysteme zu ersetzen. Modularität wird zur Chance. Wie Prof. Dr.-Ing. Eva Schwenzfeier-Hellkamp zeigt, gewinnt dabei auch die Kreislaufwirtschaft an Bedeutung. Diese Entwicklung spiegelt sich ebenfalls in der Energieversorgung wider: Die zentrale Erzeugung weicht lokalen Mikrogrids. Unternehmen werden zu Erzeugern, Verbrauchern und Speichern. Um diese lokalen Systeme stabil zu halten, braucht es hochflexible Speicherlösungen: Wie Reverion im Heft erklärt, können reversible Energiesysteme Strom in Gas umwandeln, um so auch lokale Dunkelflauten zu überbrücken.

Zwei Ströme, eine Leitung: Connectivity als Querschnittsfunktion

Zwei Ströme, eine Leitung: Connectivity als Querschnittsfunktion. Ob im lokalen Mikrogrid oder beim Datenaustausch für den Digital Twin: Da Elektrifizierung und Digitalisierung zusammenwachsen, ergänzen sich Energie und Daten zunehmend zu einer ganzheitlichen physischen Infrastruktur. Was einst getrennt gedacht wurde, muss zusammenwachsen.

Konnektivität avanciert so zur sektorübergreifenden Querschnittsfunktion. Derselbe Steckverbinder, der heute in einer Maschine sitzt, kann sich morgen im Datacenter wiederfinden – in seiner Kernaufgabe der zuverlässigen Übertragung unverändert. Daher muss Konnektivität heute gleichzeitig kleiner und größer gedacht werden. Kleiner als integrierte, unsichtbare Funktion. Größer als kritische Infrastrukturkomponente, die kommuniziert und Teil des Ökosystems wird.

Eines bleibt jedoch konstant: die trennbare Verbindung

Verbinden und Trennen zugleich: Der vermeintliche Widerspruch ist die Stärke des Steckverbinders, die durch zunehmende Modularisierung immer wichtiger wird. Damit vollzieht sich ein fundamentaler Wandel. Ging es für Werner von Siemens 1867 noch darum, Ströme von „unbegrenzter Stärke“ überhaupt erst zu entfesseln, so liegt die Aufgabe heute darin, diese zielgerichtet zu lenken.

Wenn Power und Data zusammenwachsen, reicht die bloße Verfügbarkeit von Energie nicht mehr aus. Ein adaptives Energiemanagement wird zur zwingenden Voraussetzung, um diese dezentrale Komplexität auszubalancieren. Zudem müssen moderne elektrische Systeme über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg gedacht werden.

sps Halle 10 - 210

Digitales Niederspannungsnetz macht Netzdaten transparent

Die „Rundum-sorglos-Lösung“

Eine überwiegend ländlich geprägte Region mit Strom zu versorgen, gehört zu den Kernaufgaben von Pfalzwerke Netz. Durch den sprunghaften Zuwachs an dezentralen Erzeugungsanlagen haben sich die Anforderungen an den Netzbetreiber aber grundlegend verändert. Um die Stabilität der Niederspannungsebene weiterhin zu gewährleisten, setzt das Unternehmen auf digitale Datenerfassung mit SGIM-Systemen von EMH Energie-Messtechnik.

TEXT: EMH Energie-Messtechnik **BILDER:** EMH Energie-Messtechnik; iStock, freemixer







Für die Digitalisierung von insgesamt rund 1.500 Stationen definierten Pfalzwerke Netz und EMH vier Varianten des SGIM-Systems, die praktisch allen Einbausituationen der heterogenen Netzstruktur gerecht werden.

Fast 370.000 Entnahmestellen auf einer Fläche von rund 6.000 km², 4.500 Ortsnetzstationen sowie 50 nachgelagerte Stadtwerke und Weiterverteiler: In der Pfalz und im Saarpfalz-Kreis setzen mehr als eine halbe Million Menschen bei der kommunalen Stromversorgung auf die Pfalzwerke Netz. Neu erschlossene Wohn- oder Gewerbegebiete in das Verteilnetz zu integrieren, ist für das Unternehmen Routinearbeit.

Lastschwankungen durch einzelne Windparks oder größere Photovoltaikanlagen waren in der Vergangenheit meist gut prognostizierbar und vergleichsweise einfach zu beherrschen. Zwar wurden Ortsnetzstationen und Kabelverteilschränke regelmäßig überprüft, eine kontinuierliche Erfassung und Auswertung aktueller Lastdaten galt jedoch als nicht zwingend erforderlich.

Sprunghafter Anstieg der Anschlussgesuche

Dann kam die Energiewende, und statt mit neuen Abnehmern wurde der Versorger auf einmal mit einer Vielzahl zusätzlicher Erzeuger konfrontiert. „Bis vor fünf Jahren war die Zahl der Anschlussgesuche noch überschaubar und neue Erzeugungsanlagen konnten zügig ins Netz integriert werden“, berichtet Stefan Lang, Abteilungsleiter Infrastruktur Bau und Services bei Pfalzwerke Netz. „2023 erlebten wir dann mit rund 10.000 neuen Anträgen einen absoluten Boom, und seitdem stellen wir uns perspektivisch auf jährlich etwa 7.000 neue Anschlussgesuche ein.“ Innerhalb von nur drei Jahren verdoppelte sich die Zahl an neuen Erzeugungsanlagen auf mehr als 50.000, und in der Netzplanung konnte von Routinearbeit keine Rede mehr sein.

Die zusätzlichen Erzeugungsanlagen in die jeweiligen Ortsnetze zu integrieren und verstärkt mit plötzlich aufkommenden Lastschwankungen umzugehen, stellt das Planungsteam seitdem vor große Herausforderungen. „Anhand von Simulationsrechnungen konnten wir die möglichen Auswirkungen einer Vielzahl neuer Anlagen lediglich abschätzen. Hinzu kamen private Wallboxen, die aufgrund staatlicher Förderung auch ohne Vorhandensein eines E-Autos vorsorglich installiert wurden. Ob und wie sich diese irgendwann auf den Netzbetrieb auswirken, können wir derzeit nur erahnen.“ Gleiches galt für den Zubau an Wärmepumpen, der im Versorgungsgebiet bei Pfalzwerke Netz allein von 2024 auf 2025 um 40 Prozent ansteigen sollte. Mit dem Regierungswechsel in Berlin geriet die Energiewende dann aber ins Stocken, und für den Moment sind Prognosen als Basis einer künftigen Netzplanung bedingt belastbar.



Die entsprechenden Sicherheitsmaßnahmen vorausgesetzt, kann das SGIM-System zur Digitalisierung von Ortsnetzstationen bei laufendem Betrieb in die Anlagen integriert werden.

Heterogene Anlagenstruktur als Hindernis

Nichtsdestotrotz: Als Folge der Energiewende unbedingt erforderlich und vom Gesetzgeber auch gefordert, muss ein Monitoring zur Netzstabilität durch die Digitalisierung der Niederspannungsebene erfolgen. Wie praktisch alle regionalen Verteilnetzbetreiber stand und steht Pfalzwerke Netz damit vor dem Problem der wirtschaftlichen Machbarkeit. Über Jahrzehnte sukzessive erweitert, umgebaut oder modernisiert, zeichnet sich die Struktur der Ortsnetze durch eine Vielzahl an unterschiedlichen Anlagen aus. Während die technische Ausstattung von der Steckverbindung bis zum Sammelschienensystem weitestgehend standardisiert ist, gilt das für die bauliche Konstruktion der einzelnen Ortsnetzstationen oder Kabelverteilschränke nicht. Während der fortlaufenden Modernisierung der Anlagen geriet der Einbau neuer oder zusätzlicher Technik oft zum Geduldspiel, weil es an Platz mangelte oder die ursprünglichen Hersteller bestimmter Installationskomponenten gar nicht mehr existierten. Die nun unausweichliche Digitalisierung der Anlagen auf wirtschaftlich vertretbare Weise und mit Hilfe einer universell einsetzbaren Standardlösung zu realisieren, schien zunächst kaum machbar.

SGIM für alle Einbausituationen geeignet

Parallel zu den Planungen präsentierte die EMH Energie-Messtechnik dann jedoch erweiterte Installationsmöglichkeiten in Verbindung mit dem Smart-Grid-Interface-Modul (SGIM). Von EMH und BeEnergy SG gemeinsam entwickelt, digitalisiert und überträgt das SGIM nach individuellen Vorgaben aktuelle Daten zu Spannung, Strömen, Leistung und weiteren Parametern an die Leittechnik des Netzbetreibers. „Typischerweise wird das SGIM auf einem freien Platz im 185-mm-Sammelschienensystem montiert“, erklärt EMH-Vertriebsleiter Lars Busekrus. „Bei ungünstigen Platzverhältnissen kann die Plattform in abgewandelter Bauweise als SGIM60 aber auch an Wänden oder Halterungen installiert werden.“ Für Stefan Lang von Pfalzwerke Netz hatte sich die Problematik einer heterogenen Anlagenstruktur damit erledigt. „In Zusammenarbeit mit EMH haben wir vier SGIM-Varianten definiert, die praktisch allen Einbausituationen in den ausgewählten Stationen gerecht werden“, so Stefan Lang. Je nach Standort stehen SGIM-Systeme mit Platz für drei oder sechs Wandlermodule sowie Plattformen für die Aufnahme von wahlweise drei oder sechs Rogowski-Modulen zur Auswahl. Ausführliche Installationshinweise dienen den Montageteams als Unterstützung beim Umgang mit allen erdenklichen Einbausituationen vor Ort.

Wo welches System in welcher Konfiguration zum Einsatz kommt, legen die Netzplaner des Versorgungsunternehmens anhand vorliegender Daten fest - oder es wird ausprobiert: „Das SGIM-System bietet den großen Vorteil einer schnellen und einfachen Installation, sodass die Sinnhaftigkeit der Datenerfassung an beliebigen Standorten erst einmal getestet werden kann, bevor eine Festlegung erfolgt“, so Lars Busekrus von EMH. Was Pfalzwerke Netz angeht, sollen nach und nach voraussichtlich 1.500 Standorte mit SGIM ausgestattet werden.

Einbindung neuer Anlagen deutlich vereinfacht

Nachdem inzwischen mehr als 200 SGIM-Systeme im Niederspannungsnetz von Pfalzwerke Netz installiert wurden, machen sich die Vorteile der neuen Technologie zusehends bemerkbar: „Mit jedem neu installierten SGIM können wir die Netzauslastung präziser als zuvor beurteilen und obendrein auch die Bearbeitung von Anschlussgesuchen verbessern“, freut sich Stefan Lang. „Wir können die Netze nun verstärkt auf Basis tatsächlicher Daten steuern und die gesammelten Informationen erleichtern für die Zukunft auch die weitere Planung des Netzausbaus“, so Lang. „Was uns angeht, haben wir für das Monitoring von Lastdaten auf der Niederspannungsebene mit dem SGIM eine Rundum-sorglos-Lösung gefunden.“

E-world energy & water Halle 2 - A132



FREDDIE
DER INDUSTRIAL AI AWARD

Die KI-Champions der Industrie

Spannung, Applaus und echte Aufbruchsstimmung: Am 16. September 2026 wurde zum zweiten Mal FREDDIE – Der Industrial AI Award – verliehen. In sechs Kategorien zeichnet der Award die Champions der produzierenden Industrie aus – für herausragende KI-Anwendungen mit echtem Mehrwert. Aus über 70 Einreichungen wählte die unabhängige Fachjury sechs starke Gewinner-Cases. publish-industry und UnternehmerTUM gratulieren allen Siegern! Die industrielle Zukunft ist keine Vision – sie findet bereits statt.

BILDER: Foto Vogt GmbH

www.industrial-ai-award.de



Customer Experience

DEHN SE

Generative Bildmodelle machen visuelle Inhalte für viele Märkte skalierbar

Wie lassen sich hochwertige visuelle Inhalte für unterschiedliche Märkte schneller, konsistenter und nachhaltiger erzeugen? DEHN SE beantwortet diese Frage mit IMAG. Die KI-Lösung nutzt moderne generative Bildmodelle und effizientes Fine-Tuning, um visuelle Inhalte skalierbar, konsistent und nachhaltig zu erzeugen. Durch die systematische Abbildung unternehmensspezifischer Design- und Produktmerkmale als generative Konzepte können Inhalte flexibel für unterschiedliche Szenarien, Zielgruppen und Märkte erstellt werden – ohne aufwendige Fotoshootings. Die Lösung reduziert Kosten, verkürzt die Time-to-Market und senkt gleichzeitig CO_2-Emissionen durch den Wegfall von Reisen und physischen Produktionen. Sie bildet die Grundlage für eine skalierbare, datengetriebene Content- und Visualisierungsplattform.

Erfahren Sie mehr: www.industr.com/2922069





Process Excellence

GEA

Technische Dokumentationen werden automatisch für Angebote und Spezifikationen nutzbar

Mit Diagram Genius entwickelte der Anlagenbauer GEA eine KI-Lösung zur Digitalisierung der Abwicklung industrieller Großprojekte im Bereich der Prozessindustrie. Die Lösung verarbeitet technische Dokumentationen automatisiert und erzielt in der Angebots- und Spezifikationsphase eine Zeitersparnis von mehr als 30 Prozent. Für GEA bedeutet der Rollout in den größten Entwicklungszentren bereits heute eine Senkung der Projektierungsaufwände um mehr als 9.000 Stunden. Die automatisierte Verarbeitung macht technische Informationen schneller nutzbar und unterstützt eine effizientere Projektierung. Diagram Genius zeigt, wie KI nicht einfach einen weiteren digitalen Arbeitsschritt ergänzt, sondern einen bestehenden Prozess grundlegend leichter macht.

Erfahren Sie mehr: www.industr.com/2922071





NextGen Industrial AI

UHLMANN PAC-SYSTEME

Historisches Maschinen- und Projektwissen unterstützt die Maschineneinrichtung

Wenn Erfahrungswissen nicht dokumentiert ist, geht es schnell verloren. Genau hier setzt SmartAssist von Uhlmann Pac-Systeme an. Die intern genutzte, KI-gestützte Assistenzlösung unterstützt die Maschineneinrichtung in der pharmazeutischen Verpackung. Dafür greift sie auf historische Maschinen- und Projektdaten zurück, um Techniker bei der Parametrierung komplexer Verpackungsmaschinen gezielt zu unterstützen. Dabei wird wertvolles Erfahrungswissen systematisch erfasst, strukturiert aufbereitet und für das gesamte Team verfügbar gemacht. SmartAssist hilft, manuelle Prozesse zu beschleunigen, Wissen über Generationen hinweg zu sichern und Mitarbeitende im Shopfloor-Alltag zu entlasten. Die Lösung zeigt, wie Künstliche Intelligenz im industriellen Umfeld praxisnah als unterstützendes Werkzeug eingesetzt werden kann.

Erfahren Sie mehr: www.industr.com/2922074









Sustainability by AI

PHOENIX CONTACT

KI prüft fallende Kleinstteile und sortiert Fehler direkt aus

HyperStream Vision AI von Phoenix Contact ermöglicht die vollständige Qualitätsprüfung fallender Kunststoffkleinstteile im Schüttgut. Die variantenunabhängige, KI-basierte Lösung prüft Bauteile von circa fünf bis zehn Millimetern. Synchronisierte Kameras erfassen die Bauteile während des Falls, unterstützt durch optimierte, leistungsfähige KI-Modelle. Das Stand-alone-System ermöglicht eine 100-Prozent-Prüfung: Die Teile werden direkt im Fall in Gut- und Schlechtteile sortiert. Bei Durchsätzen von mehr als 600 Teilen pro Minute ersetzt die Lösung manuelle Kontrollen und steigert Qualität sowie Effizienz. Statt vollständige Transportmittel mit wenigen fehlerhaften Teilen auszusondern, werden nur fehlerhafte Einzelteile ausgeschleust. So wird Ausschuss reduziert.



Erfahren Sie mehr: www.industr.com/2922076

Transformation Mindset

HARTING

KI-Kompetenz aufbauen und Expertenwissen global verfügbar machen

KI-Kompetenz aufbauen und Expertenwissen global verfügbar machen: Mit dem HARTING AI Belt Program wurde ein skalierbares Enablement-Modell geschaffen, das Künstliche Intelligenz nachhaltig im Unternehmen verankert. Statt isolierter Pilotprojekte befähigt das Programm Mitarbeitende weltweit, KI aktiv im Arbeitsalltag einzusetzen und eigene Lösungen zu entwickeln. Über ein Qualifizierungskonzept von Grundlagen bis hin zu AI Champions entsteht ein wachsendes Netzwerk aus Anwendern, Entwicklern und Multiplikatoren. Der Digital Knowledge Twin wurde entwickelt, um Expertenwissen strukturiert zu erfassen, langfristig zu sichern und global verfügbar zu machen. Auf Basis generativer KI werden Erfahrungswissen, Dokumente und Best Practices in intelligente Knowledge Bots überführt, die Mitarbeitende über natürliche Sprache unterstützen.

Erfahren Sie mehr: www.industr.com/2922079

Game Changer

VACOM

Ein KI-Agent verzahnt Fertigungsplanung, Materialfluss und Intralogistik

Die KI-gestützte Fertigungsplanung von VACOM verbindet Produktionsaufträge, Materialverfügbarkeit und Intralogistik zu einem durchgängigen digitalen Regelkreis. Statt manueller Planung berechnet ein KI-Agent automatisch einen kapazitätsrealistischen Gesamtplan über alle Arbeitsplätze hinweg und stößt daraus Materialdisposition, Reservierungen und fahrerlose Transporte an. So werden Planung und physische Ausführung eng verzahnt. Die Lösung reduziert Durchlaufzeiten, erhöht die Transparenz und steigert die Liefertreue deutlich. Innerhalb von zwei Jahren stiegen die abgearbeiteten Fertigungsaufträge um mehr als 31 Prozent, die Zahl der Arbeitsschritte um rund 29 Prozent; zugleich erhöhte sich die Liefertreue von etwa 70 auf über 90 Prozent. Damit zeigt VACOM, wie KI Produktionsplanung und physische Ausführung enger miteinander verzahnen kann.

Erfahren Sie mehr: www.industr.com/2922081







Intelligentes Energiemanagement beginnt im Niederspannungsnetz

Gebäude und Netz im Zusammenspiel

Bislang war das Stromnetz vor der Haustür passiv. Heute speisen Solaranlagen, Wärmepumpen und Elektroautos Strom ein oder entnehmen ihn – oft sogar gleichzeitig. Die Smart Grid Operation Platform (SGOP) von Vivavis macht das Niederspannungsnetz sichtbar und erkennt Engpässe frühzeitig. Doch wie bleibt das Netz stabil, wenn viele Anlagen gleichzeitig reagieren?

TEXT: Lutz Lehmann, Vivavis **BILDER:** Vivavis; iStock, Thx4Stock



Die Energiewende verändert Erzeugung, Verteilung und Verbrauch von Strom. Photovoltaikanlagen, Wärmepumpen, Batteriespeicher und Elektrofahrzeuge machen aus bislang passiven Niederspannungsnetzen dynamische Energiesysteme. Verteilnetzbetreiber müssen dezentrale Erzeuger und steuerbare Verbrauchseinrichtungen sicher integrieren. Intelligentes Energiemanagement darf daher nicht am Gebäude enden, sondern muss das gesamte Niederspannungsnetz einbeziehen.

Energiemanagement braucht Netztransparenz

Lokale Energiemanagementsysteme optimieren den Energieeinsatz in Gebäuden, während Netzbetreiber die physikalischen Grenzen des Stromnetzes berücksichtigen müssen. Gerade in der Niederspannung fehlen jedoch häufig belastbare Informationen über aktuelle Netzzustände. Werden Messwerte, Netzmodelle und betriebliche Anwendungen verknüpft, lassen sich Belastungen bewerten, kritische Situationen früh erkennen und geeignete Maßnahmen ableiten. Hier setzt die Smart Grid Operation Platform (SGOP) von Vivavis an: Das modulare Niederspannungsleitsystem verbindet digitale Netzabbildung, Zustandsüberwachung und automatisierte Steuerung auf einer Plattform.

Vom digitalen Zwilling zur automatisierten Netzsteuerung

Mit den aufeinander aufbauenden Produktausprägungen SmartBase, SmartDisplay und SmartControl ermöglicht die SGOP eine bedarfsgerechte Digitalisierung des Niederspannungsnetzes. SmartBase erzeugt aus GIS-Daten einen digitalen Zwilling für transparente Netzführung und Netzanschlussprüfungen. SmartDisplay ergänzt ihn um Messdaten, Lastflussberechnungen, Netzzustandsermittlung und Prognosen. SmartControl steuert flexible Verbraucher und Erzeugungsanlagen automatisiert zur Behebung von Engpässen und unterstützt damit Paragraf 14a EnWG und Paragraf 9 EEG.



FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE

Firma	Seite	Firma	Seite
ABB	29	Hochschule Coburg	13
AVEVA	31	INP	66
Bachmann electronic	3	Janitza electronics	26, 27
Bosch Rexroth	25	MERSEN	26
coneva	25	Mesago Messe Frankfurt	14
COPA-DATA	21, 25	PHOENIX CONTACT	32, 57
DEHN	56	RITTAL	22
E.ON Energy Infrastructure Solutions	25	Rolls-Royce	U2
econ solutions	18	SAACKE	40
EMH Energie-Messtechnik	52	Siemens	13, 44
EnBW	26	STABL Energy	26
ESFORIN	62	TÜV SÜD	13
Forschungszentrum Jülich	13	Uhlmann Pac-Systeme	56
Fraunhofer ISE	6	Uniper Energy Sales	U4
GEA	56	VACOM	57
Greenbuddies	13	VERBUND	Titel, 8
HARTING	13, 48, 57	VIVAVIS	58
Hitachi Energy	13		

IMPRESSUM

Herausgeber Kilian Müller

Head of Content Manufacturing Christian Fischbach

Redaktion Bernhard Haluschak (Managing Editor/verantwortlich/-928), Carolina Bachmeier (-898), Emilly Domingues Braga (-927), Katharina Huber (-938), Leander Jank (-937), Dana Neitzke (-930), Michaela Sandner (-916), Rieke Heine (freie Mitarbeiterin)

Newsdesk newsdesk@publish-industry.net

Head of Sales Kilian Müller

Media Saskia Albert (Director Sales/verantwortlich -918), Beatrice Decker (-913), Ilka Gärtner (-921), Caroline Häfner (-914);
Anzeigenpreisliste: vom 01.01.2026

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

Verlag publish-industry Verlag GmbH, Claudius-Keller-Str. 3A, 81669 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)40.23714-240; leserservice-pi@dvvmedia.com

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 54 € inkl. Porto/Versand innerhalb Deutschlands zzgl. 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. Versandspesen und MwSt. zusätzlich berechnet. Im Falle höherer Gewalt erlischt jeder Anspruch auf Nachlieferung oder Rückerstattung des Bezugsgeldes. Studentenabonnements sowie Firmenabonnements für Unternehmen, die die ENERGY für mehrere Mitarbeiter bestellen möchten, werden angeboten. Fragen und Bestellungen richten Sie bitte an leserservice-pi@dvvmedia.com

Marketing & Vertrieb Anja Müller (Head of Marketing)

Herstellung Veronika Blank-Kuen

Gestaltung & Layout Layoutstudio Daniela Haberlandt, Beethovenstraße 2a, 85435 Erding

Druck F&W Druck- und Mediencenter 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 CO_2-neutral.

PEFC™
PEFC/04-31-1134

GOGREEN
Der CO_2-neutrale Versand mit der Deutschen Post



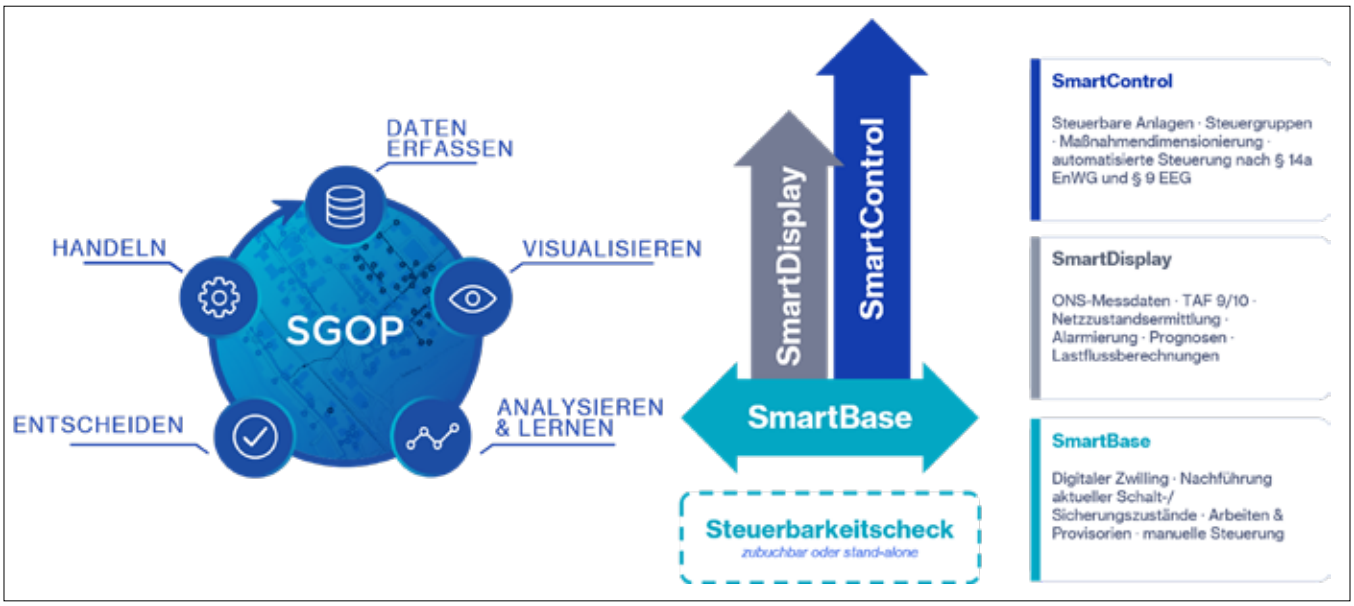
Blick hinter dem Hausanschluss im Niederspannungsleitsystem

Lokales & netzorientiertes Energiemanagement

Ein Home Energy Management System (HEMS) optimiert Wärmepumpe, Batteriespeicher oder Ladeeinrichtung nach Eigenverbrauch, Kosten und Komfort. Für Netzbetreiber sind dagegen die physikalischen Netzgrenzen maßgeblich. Beziehen oder speisen viele Anlagen gleichzeitig hohe Leistungen, können auch lokal optimierte Betriebsweisen Engpässe verursachen. Deshalb müssen Gebäude- und Netzebene koordiniert werden. Die SGOP schafft dafür die netzseitige Grundlage und führt Netzmodell, Messdaten und Flexibilitäten zusammen.

Neben Messwerten aus Ortsnetzstationen und Fernwirktechnik können Daten intelligenter Messsysteme eingebunden werden. Smart-Meter-Werte der Tarifanwendungsfälle 7, 9 und 10 werden über ein vorgelagertes pEMT-System empfangen, entschlüsselt und per Dateiimport, REST-API oder weiterer Schnittstellen an die SGOP übergeben. Eine direkte Kommunikation mit dem Smart-Meter-Gateway ist nicht erforderlich.

Die Abbildung oben zeigt die Zusammenführung im Niederspannungsleitsystem. Die Struktur hinter dem Hausanschluss wird bis zu den Lokationsbündeln abgebildet. Mess- und Marktlokationen sowie Flexibilitäten wie Wärmepumpen, Ladeeinrichtungen und Speicher werden den Netzanschlusspunkten zugeordnet. So verbindet die SGOP Netzmodell, Messdaten und Flexibilitätspotenziale. Kritische Bereiche werden farblich hervorgehoben, sodass Handlungsbedarf unmittelbar erkennbar ist. Hochauflösende Messdaten aus Haushalten, Erzeugungsanlagen und steuerbaren Verbrauchseinrichtungen verbessern das Bild des Netzzustands.



SmartBase, SmartDisplay und SmartControl bilden die modularen Funktionsstufen für Netztransparenz, Analyse und automatisierte Steuerung.

Zusammen mit dem digitalen Zwilling ermöglicht die SGOP Lastflussberechnungen, Prognosen und die Erkennung von Überlastungen oder Spannungsproblemen. Bei Bedarf können netzorientierte Steuerungsmaßnahmen eingeleitet, Kapazitäten effizienter genutzt und weitere Anlagen integriert werden.

Regulatorik als Treiber der Digitalisierung

Paragraf 14a EnWG und Paragraf 9 EEG erhöhen die Anforderungen an die netzorientierte Steuerung von Verbrauchern und Erzeugungsanlagen. Dafür sind belastbare Netzzustandsinformationen, geeignete Prozesse sowie eine interoperable IT- und OT-Infrastruktur erforderlich.

Ein Niederspannungsleitsystem verbindet die technische Bewertung der Netzsituation mit Umsetzung und Dokumentation erforderlicher Maßnahmen. Da Netzstruktur, Messtechnik, Datenqualität und Anzahl steuerbarer Anlagen variieren, unterscheidet sich auch der Digitalisierungsbedarf der Netzbetreiber. Der modulare Aufbau der SGOP berücksichtigt diese Unterschiede: Netzbetreiber können mit schlanken Produktausprägungen starten und den Funktionsumfang schrittweise erweitern.

Mehr Transparenz für zukünftigen Netzbetrieb

Mehr Netztransparenz verbessert betriebliche Entscheidungen, macht kritische Zustände früher sichtbar und ermöglicht einen gezielteren Einsatz vorhandener Betriebsmittel. Auch ohne flächendeckende Echtzeitmessung unterstützt die SGOP Netzanschlussprüfungen. Das digitale Netzmodell und synthetische Normlastprofile ermöglichen statische Berechnungen von Lastflüssen, Spannungsbändern und potenziellen Engpässen. So lassen sich neue Wärmepumpen, Ladeeinrichtungen, Speicher oder Erzeugungsanlagen bewerten.

Mit zusätzlichen Messdaten aus Ortsnetzstationen und intelligenten Messsystemen werden die Berechnungen präziser. Die Verknüpfung von Topologie, Stammdaten, Messwerten und Ergebnissen zeigt Belastungsschwerpunkte und unterstützt die gezielte Planung von Netzverstärkungen. Die Nutzung von Flexibilitäten kann temporäre Engpässe entschärfen und Netzkapazitäten besser ausschöpfen. Zugleich lassen sich Anschlussanfragen fundierter bewerten und Investitionen auf belastbarer Datengrundlage planen. Die SGOP ersetzt den notwendigen Netzausbau nicht, ergänzt ihn aber um intelligente, datenbasierte Netzführung.

Fazit

Modernes Energiemanagement endet nicht am Hausanschluss. Erst die Verbindung lokaler Energiemanagementsysteme mit intelligenter Netzführung ermöglicht eine systematische und netzverträgliche Nutzung dezentraler Flexibilitäten. Die Smart Grid Operation Platform von Vivavis begleitet Netzbetreiber modular von der digitalen Transparenz bis zur aktiven Steuerung und unterstützt den Wandel zu einem datenbasierten, vorausschauenden und zunehmend automatisierten Niederspannungsnetzmanagement.

E-world energy & water Halle 3 - C130



Repowering macht Energieparks fit für Speicher

Auf den Standort kommt es an

Was passiert, wenn Wind- und Solaranlagen das Ende ihrer technischen Lebensdauer erreichen oder aus der EEG-Förderung fallen? Repowering bringt moderne Technik an bestehende Standorte und eröffnet neue Nutzungsmöglichkeiten für Flächen und Netzanschlüsse.

TEXT: Esforin **BILDER:** iStock: chanchai howhan, tifonimages

Die deutsche Energiewende tritt in eine neue Phase ein. Viele Windkraft- und Photovoltaikanlagen, die in den 2000er- und frühen 2010er-Jahren errichtet wurden, erreichen mittlerweile das Ende ihrer technischen Lebensdauer oder fallen aus der EEG-Förderung heraus. Damit stellt sich den Betreibern die Frage, wie bestehende Standorte künftig wirtschaftlich genutzt werden können. Eine Antwort kann für viele Wind- und PV-Parks das sogenannte „Repowering" sein.

Was ist Repowering?

Repowering beschreibt allgemein den Austausch alter, bestehender Wind- und Solaranlagen durch eine neue, moderne Technologie. Doch Repowering hat nicht nur den Austausch von Technik zur Folge, sondern auch die Verbesserung der Erträge. Denn moderne Wind- und Solaranlagen ermöglichen eine effizientere Flächennutzung und schaffen Möglichkeiten, bestehende Netzanschlüsse optimal auszuschöpfen. Besonders interessant wird das Repowering in Verbindung mit sogenannten Co-Location-Konzepten, bei denen erneuerbare Erzeugungsanlagen gemeinsam mit Batteriespeichern an einem Standort im Zusammenspiel betrieben werden. Was zunächst wie eine technische Modernisierung erscheint, kann sich in der Praxis zu einer umfassenden Standortoptimierung entwickeln.

Wie alte Windkraftanlagen neue Potenziale freisetzen

Die technologische Entwicklung im Bereich der erneuerbaren Energien war in den vergangenen zwanzig Jahren enorm. Während viele ältere Anlagen nach wie vor zuverlässig Strom produzieren, arbeiten moderne Systeme deutlich effizienter. Dies wird besonders beim Windkraft-Repowering sichtbar. Neue Windenergieanlagen erreichen größere Nabenhöhen – das ist die Höhe vom Boden bis zur Mitte des Windrad-Rotors – und verfügen über deutlich größere Rotordurchmesser



als ihre Vorgänger. Dadurch erschließen sie stärkere und vor allem gleichmäßigere Windverhältnisse in höheren Luftschichten. Gleichzeitig sorgen Fortschritte in Aerodynamik, Steuerungstechnik und Anlagenregelung dafür, dass aus jedem Quadratmeter überstrichener Rotorfläche mehr Energie gewonnen werden kann. Das Ergebnis: Oft können auf derselben Fläche weniger Anlagen deutlich mehr Strom erzeugen als die vorherige Windparkgeneration.

Mit Photovoltaik-Repowering höheren Wirkungsgrad erzielen

Ähnlich verhält es sich bei Photovoltaikanlagen. Während Solarmodule vor fünfzehn oder zwanzig Jahren Wirkungsgrade von etwa 15 Prozent erreichten, liegen moderne Module heute vielfach bei über 20 Prozent. Zusätzlich profitieren Betreiber von einem besseren Schwachlichtverhalten und von bifazialen Technologien, die auch reflektiertes Licht nutzen können. Dadurch steigt nicht nur die installierbare Leistung pro Fläche, sondern häufig auch der tatsächliche Energieertrag.

Mehr Leistung auf weniger Fläche

Der Mehrwert des Repowerings liegt jedoch nicht nur in höheren Stromerträgen. Moderne Anlagen benötigen oft deutlich weniger Fläche für dieselbe Leistung. Ein einfaches Beispiel verdeutlicht das Potenzial: Ein bestehender Solarpark mit einer Leistung von 6 MWp könnte mit älteren Modulen rund 9 Hektar Fläche beanspruchen. Werden diese Module durch moderne Technologie ersetzt, bleibt die Leistung bei 6 MWp, doch der notwendige Flächenbedarf reduziert sich auf etwa 6 ha. Diese freigewordenen Flächen eröffnen völlig neue Möglichkeiten. Anstatt ungenutzt zu bleiben, können sie beispielsweise für Batteriespeicher, zusätzliche Transformatoren oder weitere Netzinfrastruktur genutzt werden. Genau hier beginnt die Verbindung zwischen Repowering und Co-Location.



Durch das Repowering von Windkraftanlagen ersetzt man alte, kleinere Windräder an demselben Standort durch moderne, viel leistungsstärkere Modelle.

Warum Batteriespeicher der logische nächste Schritt sind

Die Kombination aus Repowering und Batteriespeichern wird zunehmend als natürliche Weiterentwicklung bestehender Energieparks betrachtet. Der Grund dafür liegt in der Infrastruktur, die bereits vorhanden ist. Ein Netzanschlusspunkt zählt heute zu den wertvollsten Bestandteilen eines Energieprojekts. Neue Netzanschlüsse zu erhalten, wird vielerorts schwieriger und zeitaufwendiger. Bei einem Repowering-Projekt existiert die Netzanbindung jedoch bereits. Gleichzeitig entstehen durch die Modernisierung häufig Flächenreserven. Damit sind zwei der wichtigsten Voraussetzungen für einen Batteriespeicher bereits erfüllt.

Ein zusätzlicher Batteriespeicher kann darüber hinaus die Wirtschaftlichkeit eines Standorts erheblich verbessern. Moderne Wind- und Solaranlagen erzeugen mehr Strom als ihre Vorgänger und damit auch häufiger hohe Leistungsspitzen. Statt diese Energie in Zeiten niedriger oder sogar negativer Strompreise direkt einzuspeisen, kann sie zwischengespeichert und zu einem wirtschaftlich attraktiveren Zeitpunkt vermarktet werden.

Co-Location als ganzheitliches Standortkonzept

Der Vorteil von Co-Location-Konzepten liegt darin, einen Standort nicht mehr isoliert als Windpark, Solarpark oder Batteriespeicher zu betrachten, sondern als integriertes Energiesystem. So können beispielsweise leistungsstärkere Solarmodule gemeinsam mit einem Batteriespeicher und einer Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge betrieben werden. Gerade bei PV-Repowering-Projekten eröffnet dies interessante zusätzliche Erlösmöglichkeiten. Lokale Ladepunkte können den erzeugten Solarstrom direkt nutzen und unter bestimmten Voraussetzungen zusätzliche Erträge über die sogenannte THG-Prämie (Treibhausgasminderungsquote) generieren. Aus einem klassischen Solarpark wird dadurch ein multifunktionaler Energie- und Mobilitätsstandort. Der vorhandene Netzanschluss wird effizienter genutzt, während gleichzeitig neue Geschäftsmodelle entstehen.

Vom Repowering zur Standortoptimierung

Repowering bedeutet weit mehr, als alte Wind- oder Solaranlagen zu erneuern. Durch die Modernisierung bestehender Standorte werden ideale Voraussetzungen geschaffen, um zusätzliche Technologien wie Batteriespeicher in ein ganzheitliches Co-Location-Konzept zu integrieren. Freiwerdende Flächen, vorhandene Netzanschlüsse und leistungsfähigere Erzeugungsanlagen bilden gemeinsam die Grundlage für eine neue Generation von Energieprojekten.

Wer heute über Repowering nachdenkt, sollte deshalb nicht nur die Erzeugungsanlage betrachten. Die Chance liegt darin, den Standort als Gesamtsystem neu zu planen. Denn häufig entsteht der größte Mehrwert nicht durch den Austausch einzelner Komponenten, sondern durch die intelligente Kombination aus Erzeugung, Speicherung und Verbrauch. Co-Location entwickelt sich somit vom technischen Trend zum entscheidenden Baustein einer erfolgreichen Energiewende.

E-world energy & water Halle 2 - A111

90 Jahre publizistische Leidenschaft.

Es gibt Wettbewerber.

Und es gibt Wegbegleiter.

Die Vereinigten Fachverlage haben über neun Jahrzehnte Fachmedien geprägt, Themen gesetzt und Menschen in ihren Branchen miteinander verbunden. Mit Sachverstand, Haltung und einem Gespür für das, was ihre Leserinnen und Leser bewegt.

2026 endet dieses Kapitel.

Wir bedauern das sehr und verneigen uns vor einem verlegerischen Lebenswerk, das Generationen von Leserinnen und Lesern, Branchen und Unternehmen begleitet hat.

Machen Sie es gut,
Vereinigte Fachverlage.

In Anerkennung
und mit herzlichen Grüßen



Kilian Müller
CEO & Founder
sowie das gesamte Team von publish-industry

CO_2 aus Biogasanlagen wird zu grünem Kraftstoff

Grünes Methanol vom Bauernhof

Was heute in einer Biogasanlage entweicht und bislang in die Atmosphäre gelangt – abgetrenntes und emittiertes biogenes CO_2 – kann mithilfe von Wasserstoff, der per Elektrolyse aus Wasser und mit erneuerbarem Strom erzeugt wird, zukünftig zu Methanol umgesetzt werden.

TEXT: ENERGY, mit Material des Leibniz-Instituts für Plasmaforschung und Technologie (INP)
BILD: iStock, deepblue4you

Methanol ist ein erneuerbarer und gut speicherbarer Kraftstoff, der direkt in der Landwirtschaft als Treibstoff für Landmaschinen eingesetzt werden kann. In dem Verbundprojekt „Dezentrale Methanolsynthese“ der Partner Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie, TAB Maschinen- und Stahlbau, Hochschule Stralsund, Leibniz-Institut für Katalyse und Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme wurde jetzt eine Containeranlage zur Synthese von grünem Methanol realisiert.

Die Anlage ist auf den dezentralen Betrieb ausgelegt und somit für das Anwendungsfeld typischer Hofbiogasanlagen geeignet. In der Anlage werden mittels Katalyse bei rund 240 °C und einem Druck von 40 bar CO_2 und Wasserstoff in ein Methanol-Wasser-Gemisch umgewandelt. Anschließend wird das Wasser abgeschieden. Der weitere Ausbau der Anlage soll es ermöglichen, die Technologie direkt an einer Biogasanlage einzusetzen und das erzeugte Methanol für die landwirtschaftliche Nutzung bereitzustellen. Zudem soll eine Produktionsleistung von bis zu 36 Litern Methanol pro Tag mit dieser Demonstrationsanlage erreicht werden.

TICKET SICHERN

3. Fachkonferenz

Zukunft.DEFENCE

Gemeinsam für Souveränität & Sicherheit in Europa

02.12.2026 | Düsseldorf

Industrie sichert Souveränität. Gemeinsam!
Die Fachkonferenz Zukunft.DEFENCE bringt zivile Industrie, Sicherheits- und Verteidigungsindustrie (SVI) und die Bundeswehr als Beschaffer in den direkten Dialog. Wir machen Bedarfe, Beschaffungswege und Rahmenbedingungen transparent, zeigen realistische Geschäftspotenziale und Grenzen auf und fördern Partnerschaften – von Marktüberblick und Best Practices bis zum Weg zum ersten Auftrag. So stärken wir Innovation, Skalierbarkeit, sichere Produktion und resiliente Lieferketten am Standort Europa.

industry-forward.com/zukunft-defence

Initiatoren

publish industry verlag

INDUSTRY.FORWARD
NAVIGATE THE CHANGE

DVV Media Group

griephan

RHEINISCHE POST

Partner

ACTEMIUM

AEGIS SOFTWARE

FESTO

Lufthansa Industry Solutions

@YET

uniper

Verlässliche Energie. Für Sie.

Gerade in Zeiten von volatilen Märkten, steigender Nachfrage und wachsenden Unsicherheiten ist Versorgungssicherheit für Unternehmen und Städte entscheidend. Auf unsere Erfahrung, unsere Infrastruktur und unser breites Portfolio an Produkten und Dienstleistungen können Sie sich verlassen. Rund 1.000 Industrie- und Stadtwerkepartner vertrauen bereits auf uns.

Unser Anspruch:
Wir denken nicht in „Entweder-oder". Wir liefern Strom und Gas, verlässlich und bewährt. Gleichzeitig entwickeln wir innovative Flexibilitätslösungen für die Energieversorgung der Zukunft. Für uns selbst und natürlich auch für Sie. Zuverlässig, flexibel und immer mit dem Blick nach vorn.

Hier geht's zu unseren Lösungen:
https://decarbsolutions.uniper.energy

The beating heart of energy.