

# EMPOWER NET ZERO INDUSTRY energy



Umdenken bei der Energieversorgung

## UNSICHTBARE HELDEN AUS DER ENERGIEWELT

Energie, die keiner sieht – aber jeder braucht

TITELBILD: ISTOCK, RYANKING999

**THE SMARTER E**  
Trends und Lösungen aus  
der Energiebranche ab S. 10

**ENERGIEMANAGEMENT**  
Energie effizient und  
intelligent nutzen ab S. 35

**PPA & CONTRACTING**  
Ohne Aufwand Energiekosten  
und CO<sub>2</sub>-Emissionen senken S. 62

# Verbund

Aus eigener Kraft.



## Direkt aus der Natur. Direkt vermarktet.

Strom aus eigener Kraft.

Mit Ihren Wind-, Photovoltaik- oder Kleinwasseranlagen erzeugen Sie grüne Energie aus eigener Kraft. Wir vermarkten diese Energie mit bestmöglichem Ertrag und geringstmöglichem Aufwand für Sie. Denn wir befinden uns in staatlichem Mehrheitsbesitz und verfügen über zahlreiche eigene Pumpspeicherwerke. Das gibt uns den entscheidenden Vorteil für mehr Flexibilität und Finanzkraft für die optimale Vermarktung Ihrer Energie. Informieren Sie sich unverbindlich: [www.verbund.com/direktvermarktung](http://www.verbund.com/direktvermarktung)

# Auch die nächste Ausgabe der ENERGY kostenfrei lesen?



Jetzt Leser werden!





**Bernhard Haluschak, Chefredakteur energy:** Es geht um die kritische Schnittstelle der Energiewende: Wie können wir die volatile Einspeisung erneuerbarer Energien beherrschen und gleichzeitig den Energieverbrauch in allen Sektoren optimieren? Im Fokus steht eine Disziplin, die weit über das reine Zählen von Kilowattstunden hinausgeht. Sie orchestriert das Zusammenspiel von Erzeugung und Nutzung, navigiert durch Lastschwankungen und stabilisiert das Netz der Zukunft. Intelligente Technologien sind dabei der Schlüssel, um Ressourcen zu schonen, Kosten zu senken und den Weg in eine fossilfreie Ära zu ebnet. Deshalb stelle ich heute die Frage:

## WELCHE BEDEUTUNG HAT DAS ENERGIEMANAGEMENT FÜR DIE ENERGIEWENDE?

Energiemanagement ist für die Energiewende in Deutschland unerlässlich. Es ermöglicht die Reduktion fossiler Brennstoffe durch Effizienzsteigerung in allen Sektoren, indem es den Energieverbrauch optimiert. Zudem ist es entscheidend für die Integration des schwankenden Angebots erneuerbarer Energien wie Wind und Sonne ins Netz, indem es die Nachfrage steuert und die Netzstabilität gewährleistet. Energiemanagement umfasst die Planung und den Betrieb von Anlagen zur Energieerzeugung und -nutzung mit dem Ziel, Ressourcen zu schonen und Kosten zu senken.

Lastmanagementstrategien, ein wichtiger Bestandteil, stabilisieren das Stromnetz durch die Verlagerung von Verbrauch in Schwachlastzeiten und helfen, teure Spitzenlasten zu vermeiden. Technologische Fortschritte wie Smart Grids, IoT und KI unterstützen diese Entwicklung und ermöglichen eine intelligente Steuerung der Energieflüsse sowie die Optimierung des Eigenverbrauchs von Solarstrom. Für Energiemanager ergeben sich wirtschaftliche Vorteile durch Kosteneinsparungen, vermiedene Spitzenlastgebühren und den Zugang zu Förderungen für Energieeffizienzprojekte. Viele erfolgreiche Beispiele in Kommunen und Unternehmen, die ihren Wärmeverbrauch deutlich senken konnten, zeigen mittlerweile die praktische Anwendung und die resultierenden Energie- und Kosteneinsparungen.

Fazit: Energiemanagement ist ein unverzichtbarer Baustein für eine nachhaltige und sichere Energieversorgung und das Gelingen der Energiewende, indem es Angebot und Nachfrage erneuerbarer Energien in Einklang bringt und den Weg für eine fossilfreie Zukunft ebnet.

WEB-SEMINAR  
ANSEHEN

Einfache und sichere  
Skalierbarkeit der  
Energie aus dem  
Netz.

Han® HPR Plug & Play  
Schnittstellen für hohe Ströme  
und Spannungen.



- **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](http://www.HARTING.com/datacentergrid)



Pushing Performance  
Since 1945

# INHALT

## AUFTAKT

- 06 Kosmos der Energie
- 08 Highlights der Branche
- 10 The Smarter E – Places to be

## FOKUS: THE SMARTER E

- 12 Alles im Wandel: Trends und Herausforderungen in der Energiebranche
- 14 Umfrage: Auf welche Highlights können sich die Fachbesucher auf der The Smarter E freuen?
- 17 Mythen, Fakten und Potenziale: Realistischer Blick auf den Energieträger Wasserstoff
- 20 Nicht so negativ, bitte!: Intelligente Lösungen für mehr Flexibilität im Energiesystem
- 24 Energieverbrauch optimieren: Lokales Energiemonitoring mit dem System EMS – On Premises

## NET ZERO INDUSTRY

- 28 Neue Wege in der Batteriefertigung: Von der Rohstoffaufbereitung bis zum Recycling
- 32 Vorausschauend planen: Trends und Entwicklungen in der Energieversorgungsbranche 2025

## RUBRIKEN

- 03 Editorial
- 64 Firmenverzeichnis & Impressum
- 66 Rücklicht: Industiemüll statt Kobalt



Jetzt scannen  
und die ENERGY  
als E-Paper erhalten!



FOKUS

THE SMARTER E

35

AB SEITE

ENERGIEMONITORING

Intelligentes Energiemanagement  
für die Industrie



62

PPA & CONTRACTING

Energiekosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen  
senken





# 12

AB SEITE

## THE SMARTER E

Leistungsschau der  
Energiebranche



# 45

## ENERGY SOLUTIONS

Meeresenergie als unerschöpfliche  
Energiequelle



### SMART ENERGY / ENERGIEMANAGEMENT ab Seite 35

- 36 Energieeffizienz neu gedacht: Intelligente Energiemanagement-Lösungen für die Industrie
- 38 ABB-Interview mit Dr. Stefan Rohrmoser: „Be efficient – Energie smarter denken!“
- 40 Batteriespeicher für mehr Netzstabilität: Integration erneuerbarer Energien in der Praxis
- 42 Perfektes Energiemanagement gesucht: Energie da nutzen, wo sie entsteht

### ENERGY SOLUTIONS

- 45 Wenn die Meereswelle Strom bringt: Unerschöpfliche Energiequelle für die Zukunft
- 48 Zeit für Neues: Retrofit erleichtert Digitalisierung der letzten Meile
- 50 Solarleitungen für Agri-PV-Anlagen: PV-Anlage und Batteriespeicher intelligent verkabeln
- 54 Grüner Wasserstoff aus Deutschland: Eine unterschätzte Ressource
- 58 Ein Blick ins Innere: Sichere Lagerung von Lithium-Ionen-Batterien

### SPEZIAL: PPA & CONTRACTING

- 61 Was steckt hinter den Begriffen: EEX, ESC und OTC?
- 62 Contracting leicht gemacht: Ohne Aufwand Energiekosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen senken

Photovoltaik auf den Dächern von morgen

# Solarzellen für alle Flächen

Am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) wird Photovoltaik neu gedacht. Dort werden Flächen doppelt genutzt und organische Solarzellen entwickelt, die in Gewächshausdächer, Gebäudefassaden und andere Flächen integriert werden können.

TEXT: KIT – Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft

BILD: Deutsche Messe AG / Rainer Jensen

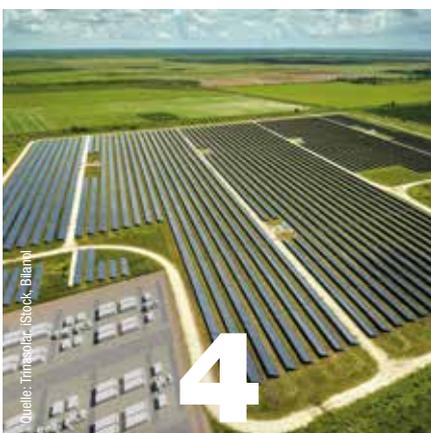


Die Nutzung der Sonnenenergie kann mit der Landwirtschaft, mit Gebäudefassaden oder anderen versiegelten Flächen kombiniert werden. Zum Beispiel durch die Integration von Photovoltaik in die Außenhülle von Gewächshäusern. Organische Solarzellen bieten sich für die Integration in alltägliche Infrastrukturen und die kostengünstige Massenproduktion an. Das KIT hat hoch spezialisierte und umweltfreundliche Halbleitertinten für die Fertigung organischer Solarzellen aus Wasser oder Alkohol entwickelt und betreibt eine automatisierte Forschungsplattform, die Tintensynthese, Schichtabscheidung und Charakterisierung vereint.

# 6

## HIGHLIGHTS

Fakten, Trends und Neues: Was hat sich in der Branche getan? Gisa setzt bei der Digitalisierung der Energiewirtschaft auf eine neue Partnerschaft und die Universität Sheffield will Solarzellen durch Rillen flexibler machen. Enercon erweitert sein Turbinenportfolio um eine Starkwind-Variante und Trinasolar setzt beim Bau von Solaranlagen auf Komplettlösungen aus eigener Hand.



Digitalisierung vorantreiben

## Energieallianz

Um die Digitalisierung in der Energiewirtschaft gemeinsam voranzutreiben, haben **Gisa** und **Kraftwerk Software** eine Partnerschaft geschlossen. Durch die Bündelung ihrer Kompetenzen wollen die Unternehmen branchenspezifische Lösungen für Energieversorger entwickeln und zentrale Herausforderungen wie Regulierung und Digitalisierungsdruck gezielt adressieren.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2781297](https://www.industr.com/2781297)

Modulare Lösung für Industrie

## Megawatt-Speicher

Mit dem Scalepac hat **Intilion** eine neue, skalierbare Batteriespeicherlösung im Portfolio. Das kompakte System mit einer Kapazität von bis zu 4 MWh eignet sich für Stadtwerke, Energieversorger, Projektentwickler und Industrieunternehmen. Der modulare Aufbau ist flexibel erweiterbar, während die intelligente Steuerungseinheit eine bessere Integration ermöglicht.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2783714](https://www.industr.com/2783714)

Zukunft der Solarzelle

## Winzige Rillen

Flexible Solarzellen, welche ohne seltene oder teure Elemente auskommen, sollen den Weg zu kostengünstiger und effizienter Solarenergie ebnen, so die **Universität Sheffield**. Diese neuartigen Solarzellen, die auf Perowskit-Halbleitern basieren, werden hergestellt, indem winzige Rillen in eine Kunststoffolie gestanzt und anschließend mit dem Perowskit-Material gefüllt werden.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2783041](https://www.industr.com/2783041)

Wasserstoffproduktion skalieren

## Mit Stack-Power

Wasserstoff hat ein enormes Potenzial zur Dekarbonisierung: Mit einer prognostizierten weltweiten Kapazität von 100 bis 170 GW bis 2030 ist die Elektrolyse ein strategisches Wachstumsfeld. Die PEM-Elektrolysetechnologie von **Bosch** zur industriellen Wasserstoffherzeugung setzt auf modulare Stacks und den Aufbau eines geschlossenen Wasserstoffkreislaufs am Produktionsstandort.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2785808](https://www.industr.com/2785808)

PV-Komplettlösung

## Energie aus einer Hand

Im britischen Sandon Brook startet eines der ersten Projekte, bei dem **Trinasolar** alle PV-Module, Montagesysteme und Batteriespeicher aus einer Hand liefert, um die Kompatibilität zu verbessern. Mit einer geplanten Solarleistung von knapp 50 MW und einem Speicher von 70 MWh soll die Anlage nicht nur über 16.000 Haushalte mit Strom versorgen, sondern auch das Netz stabilisieren.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2786713](https://www.industr.com/2786713)

Turbinenvariante für Starkwind

## Ertragsstark

Mit einer neuen Starkwind-Variante erweitert **Enercon** das Einsatzspektrum seiner EP3-Plattform auf Standorte mit besonders hohen Windgeschwindigkeiten, insbesondere für Projekte an windstarken Standorten in Küstennähe. Die neue Konfiguration ersetzt die veraltete und basiert auf gezielten Verbesserungen im Betriebs- und Wartungskonzept – ohne Änderungen an der Hardware.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2786342](https://www.industr.com/2786342)

Weil „Willkommen im Leben“ manchmal sichere 100.000 Watt braucht.

[datatec.eu/energie](https://www.datatec.eu/energie)





01



02



03



04

Quellen: 01, 04, 07 | Solar Promotion; 02 | DALL-E / publish-industry; 03 | iStock, sankai; 08 | iStock, Shaitth

# The smarter E Europe 2025

Vom 7. bis 9. Mai 2025 öffnet The Smarter E wieder ihre Pforten und damit gleich vier große Messen: Die Intersolar, die EM Power, die EES und die Power2Drive. Das sollten Sie nicht verpassen!

## 01 Intersolar Forum

Halle A3, Stand 150

Das Intersolar-Forum bietet im Rahmen der The Smarter E Europe Besuchern die Möglichkeit, auf zahlreiche Impulsvorträge zu aktuellen Herausforderungen und Trends der Solar-Branche sowie



Best-Practice-Beispiele live zu erleben. Die Vorträge finden teils in deutscher und teils in englischer Sprache statt.

## 02 Green Hydrogen Forum

Halle B2, Stand 550

Parallel zur Messe bildete das Green Hydrogen Forum ein Schaufenster für Vertreter der gesamten Wertschöpfungskette zu den Themen: Rahmenbedingungen, Entwicklung der internationalen Märkte und der notwendigen Infrastruktur, Technologieinnovationen und Kosteneinsparungspotentiale.



## 03 EES Forum

Halle C2, Stand 230

Im EES Forum werden an allen drei Messtagen aktuelle Themen der Branche von Fachleuten präsentiert. Expertenwissen für die Energiespeicherbranche: Von Batteriemärkten über Technologiethemata wie Präsentationen der EES-AWARD-Finalisten bis hin zu spannenden neuen Anwendungen.





05



06



07



08

## 04 Solardach-Besichtigung

Messe München

Während der Veranstaltung kann das Solardach der Messe München besichtigt werden. Auf den Dächern wurde



1997 die damals weltweit größte Photovoltaik-Dachanlage und die weltweit erste im Megawattbereich errichtet.

## 05 The smarter E Forum

Halle B5, Stand 550

Um den Herausforderungen einer klimaneutralen Energieversorgung 24/7 gerecht zu werden, bedarf es intelligenter Lösungen über alle Netzebenen und Sektoren hinweg. Von der Solarstromerzeugung über die Stromnetze bis hin zum Grid Edge. Hersteller, Anwender



und Verbände vermitteln Wissen für die Praxis rund um die Schwerpunktthemen Smart Grids und Prosuming.

## 06 Startups@Smarter E

Halle C5, Stand 480

Erleben Sie Innovationen und neue Geschäftsmodelle auf der Start-up Stage. Hier präsentieren die Pioniere von morgen ihre Lösungen und



stellen sich in 10-minütigen Kurzpräsentationen vor – für eine zukunftsfähige Energiewelt.

## 07 Award-Verleihung

ICM München

Vom Start-up bis zum Weltkonzern: In jeweils fünf AWARD-Kategorien



werden am 6. Mai 2025 die innovativsten Produkte und Projekte von einer Fachjury ausgewählt und ausgezeichnet.

## 08 Power2Drive Forum

Halle C6, Stand 550

Auf dem Power2Drive Forum treffen sich auch in diesem Jahr die Macher der Energie- und Mobilitätswende in München. Hersteller, Händler, Start-ups und professionelle Anwender vermitteln aktuelles Wissen für eine erfolgreiche Verkehrswende im Kontext erneuerbarer Energien. Die Teilnehmer lernen neue Entwicklungen und Geschäftsmodelle aus erster Hand kennen und treten in direkten Kontakt mit den Akteuren der Branche. Aufgrund der diesjährigen Sonderschau „Bidirektionales Laden“ bildet das Thema Vehicle-to-X einen besonderen Schwerpunkt mit täglichen Sessions.







## Aktuelle Trends und Innovationen

# ALLES IM WANDEL

Einblicke in die zentralen Entwicklungen, Herausforderungen und Lösungsansätze für die Energieversorgung von morgen, von erneuerbaren Energien über Speichertechnologien bis hin zur Digitalisierung.

TEXT: Bernhard Haluschak, energy BILD: iStock, JuSun

Die zukünftige Energieversorgung Deutschlands basiert auf einem ambitionierten Ausbau erneuerbarer Energien, mit dem Ziel, bis 2030 mindestens 80 Prozent des Bruttostromverbrauchs zu decken. Im Jahr 2024 lag der Anteil bereits bei rund 63 Prozent, wobei Windkraft und Photovoltaik die Hauptträger sind. Trotz des dynamischen Zubaus, insbesondere im Bereich der Solarenergie, bestehen weiterhin Herausforderungen beim Ausbau der Windkraft an Land.

Ein kritischer Aspekt ist die Integration dieser volatilen Energiequellen in das bestehende Stromnetz. Der Netzausbau hinkt den ambitionierten Zielen hinterher, was zu einer zunehmenden Abregelung von erneuerbarem Strom führt und die Effizienz des Gesamtsystems beeinträchtigt. Energiespeichertechnologien gewinnen daher massiv an Bedeutung. Ende 2024 übertraf die installierte Leistung von Batteriespeichern erstmals die von Pumpspeicherwerken, und der Bedarf wird bis 2030 auf über 100 GWh geschätzt.

Neben Batteriespeichern wird auch grünem Wasserstoff ein signifikantes Potenzial als langfristiger Energiespeicher und Energieträger beigemessen. Die Digitalisierung und der Einsatz intelligenter Netze sind unerlässlich, um die fluktuierende Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien zu managen, die Netzstabilität zu gewährleisten und die Energieflüsse zu optimieren. Hierbei spielen Datenanalyse und künstliche Intelligenz eine zunehmende Rolle.

Parallel zum Ausbau der erneuerbaren Erzeugungskapazitäten sind Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und zum Lastmanagement von entscheidender Bedeutung. Lastmanagement ermöglicht die Optimierung des Energieverbrauchs und trägt zur Stabilisierung des Netzes bei, insbesondere bei einem hohen Anteil erneuerbarer Energien. Trotz der erzielten Fortschritte bestehen weiterhin Herausforderungen, insbesondere in den Sektoren Gebäude und Verkehr, wo die Emissionsreduktionen stagnieren. Zudem führt eine allgemeine Investitionszurückhaltung in Verbindung mit hohen Energiepreisen zu Schwierigkeiten bei der Umsetzung der Energiewende in allen Bereichen.

Innovation trifft Energiezukunft

# TECHNOLOGIEN, DIE DEN PULS DER BRANCHE ERHÖHEN

Die The Smarter E 2025 treffen innovative Technologien auf die Zukunft der Energieversorgung – von neuen Lösungen für die Energieerzeugung und -speicherung bis hin zu intelligenten Netzen und flexiblen Geschäftsmodellen. Die Fachwelt erwartet neue Ansätze, die Effizienz und Nachhaltigkeit vereinen und den Übergang zu einer dekarbonisierten und digitalen Energieinfrastruktur ermöglichen. deshalb haben wir die Unternehmen gefragt: Mit welchen innovativen Highlights wollen Sie die Fachbesucher auf der The smarter E überraschen?

UMFRAGE: Bernhard Haluschak, energy BILDER: teilnehmende Unternehmen; iStock, Surasak Suwanmake





## JIANG FENG

BYD Energy Storage zeigt sein Portfolio für Heimspeicher und Speicher für C&I. Zu den Highlights am Stand gehört die neue BYD Battery-Box HVE in Kombination mit den Power-Box Wechselrichtern als erste Komplettlösung von BYD. Zwei Modulvarianten ermöglichen eine sehr flexible Systemgestaltung von 6,4 kWh bis 23,6 kWh in einem Speicherturm sowie bis zu 70,92 kWh mit drei parallelgeschalteten Türmen. Die Battery-Box HVE bietet zudem die patentierte Plug-and-Play-Installation, fortschrittliche Sicherheitsfunktionen sowie eine Garantie über 15 Jahre. Durch die Kombination mit den Wechselrichtern und einer App von BYD unterstützt die Speicherlösung ein intelligentes Energiemanagement.

Residential Energy Storage System  
Director, BYD Energy Storage



The smarter E 2025,  
Halle B1, Stand 130



## JONAS DIEKMANN

Harting präsentiert eine breite Palette von Connectivity-Lösungen. Zu den Highlights gehören die modularen Industrie-Steckverbinder Han-Modular sowie die ergänzenden Domino Modules und Docking Frames. Besucher können auch den platzsparenden Han 1A, die robusten Han HPR Gehäuse und die schnelle Push-In Anschlussstechnik kennenlernen. Im Bereich der Elektromobilität zeigt Harting verschiedene Lösungen wie eMobility Connectors für AC-Ladung sowie das Ladeequipment für mobile Arbeitsmaschinen. Auch AC Outlets & Plug Holders werden präsentiert, denn ohne elektrische Mobilität und die dafür notwendigen Ladesysteme ist eine All Electric Society nicht denkbar. Darüber hinaus gibt es innovative PCB-Lösungen, die für das erfolgreiche Device Design unerlässlich sind und entscheidend für die smarten Energielösungen der Zukunft.

Globales Produktmanagement,  
Harting Electronics



The smarter E 2025,  
Halle B6, Stand 171



## SEBASTIAN GEIER

Fassadensystem IBC WallFix: Sicherheit, Flexibilität und Kosteneffizienz stehen im Vordergrund. IBC WallFix lässt sich sowohl im Gewerbe-, als auch im Eigenheimbereich einsetzen und ist universell für unterschiedliche Wandtypen geeignet. Flachdachsystem IBC AeroFix: Das System wurde optimiert und kann nun für Module bis zu 3 m<sup>2</sup> eingesetzt werden. Solar-Carportlösungen: Maßgeschneiderte Solar-Carports bieten eine Möglichkeit, versiegelte Flächen, wie Parkplätze, effizient zu nutzen. IBC Eigenmarkenmodul: Das Modul wird in Deutschland entwickelt und gefertigt und funktioniert mit einer 2D-Matrix-Struktur. Diese Zellvernetzung erhöht die Energieausbeute um bis zu 70 Prozent, insbesondere Verschattungen.

SVP Product & Innovation Management,  
IBC Solar



The smarter E 2025,  
Halle A4, Stand 470



## RAPHAEL GÖRNER

Der Anteil Erneuerbarer Energie wächst. Damit Netze und Infrastruktur mithalten, benötigen wir Tempo durch Standardisierung, Digitalisierung und Automatisierung. Eplan und Rittal ermitteln mit den Besuchern, wie das in ihren Prozessen gelingt. Eplan zeigt, wie KI dabei der nächste Effizienz-Booster wird. Zu sehen gibt es außerdem Systemlösungen wie den neuen Großschrank VX ESS für Speichermodule und den Powerblock, ein Referenzdesign für dezentrale Ladeinfrastruktur von EcoG und Rittal. Ein Tempomacher mit 75% Zeitvorteil bei der Montage ist die neue Stromverteilungsplattform Ri-LineX. Konkrete Praxis-Anwendungen sehen Besucher bei einem PV-Einspeiseschrank von Wagner Schaltanlagen und einem Steuerschrank für Energiespeicher von Axsol.

Geschäftsbereichsleiter Energy &  
Power Solutions, Rittal



The smarter E 2025,  
Halle B5, Stand 310



## FREDERIK PFISTERER

EM Energiemanagement und Solarize starten eine strategische Partnerschaft, um der Wohnungswirtschaft den Eigenbetrieb von Mieterstromanlagen zu erleichtern. Unsere Lösung ermöglicht es auch kleineren Wohnungsunternehmen, vom wachsenden Mieterstrommarkt zu profitieren, ohne selbst umfangreiche Ressourcen aufbauen zu müssen. Wohnungsunternehmen können betriebliche Aufgaben auslagern und trotzdem als Stromanbieter gegenüber ihren Mietern auftreten. Die Software von Solarize automatisiert alle abrechnungsrelevanten Prozesse und macht lokale Stromvermarktung skalierbar. Der lokal erzeugte Strom wird zu einem marktorientierten Preis verkauft, was zusätzliche Einnahmen ermöglicht und gleichzeitig die Energiewende im Gebäudesektor vorantreibt.

Gründer und Geschäftsführer,  
Solarize Energy Solutions



## GABRIELE BUCCINI

Trinasolar zeigt sein umfangreiches Portfolio mit PV-Modulen, Montage- und Energiespeicher-Systemen am Stand. Zu den Highlights gehört Trina Storage Elementa 2 Pro. Die neueste Generation der integrierten Speicherplattform bietet verbesserte Effizienz mit leistungsstarken 314 Ah-Zellen, die mit bis zu 15.000+ Zyklen langfristige für Zuverlässigkeit und Leistung sorgen. Das dreistufige Sicherheitskonzept umfasst frühzeitige Erkennung von Brandgefahren, Brandunterdrückung und Explosionsschutz. Eine hohe Energiedichte in einem kompakten und flexiblen Design ermöglichen eine höhere Speicherkapazität auf begrenztem Raum. Mit einem Betriebsgeräusch von  $\leq 70$  dB liegt das System um 12,5 Prozent niedriger als branchenübliche Standards.

Head of Storage,  
Trinasolar Europe



## STEPHAN PUFAL

Wago hat spannende Produkte für den Energiemarkt im Messegepäck: vorkonfektionierte Wandlertrenn- und Messklemmleisten nach TAB diverser Netzgebiete sowie Relaisklemmblöcke gemäß §14a EnWG bzw. §9 EEG für steuerbare Verbrauchs- und Erzeugungseinrichtungen. So gelingt der sorgenfreie Netzanschluss, weil sie mit den Netzbetreibern abgestimmt und zugelassen sind. Darüber hinaus zeigen wir Hard- und Software-Lösungen für maximalen Erfolg bei minimalem Aufwand: Lösungen rund um Microgrids, die Digitalisierung von Ortsnetzstationen und Lösungen für § 14a EnWG, EZA-Regler und die fernwirktechnische Anbindung von Kundenübergabestationen. Auch dabei: Lösungen für die Bereiche Gas, Wasser und Wärme.

Head of System Sales Energy  
Technology, Wago



## JULIUS BEUTEL

Auf der Intersolar 2025 zeigen wir, wie Photovoltaik heute richtig gemacht wird – normgerecht, effizient und praxistauglich. Mit dem kompaktesten Überspannungsschutz PV In-line, unserem PV Next Feuerwehrscharter und smartem String-Monitoring für Bestandsanlagen in der Freifläche bieten wir durchdachte Lösungen für mehr Sicherheit und Ertrag. Ergänzt durch präzise Wetterdaten aus unseren PV-Stationen und neue Impulse in Sachen Energiemanagement freuen wir uns, unsere Innovationen live zu präsentieren.

Vice President Business Unit  
Photovoltaics, Weidmüller



The smarter E 2025,  
Halle C5, Stand 520



The smarter E 2025,  
Halle A1, Stand 170



The smarter E 2025,  
Halle B5, Stand 230



The smarter E 2025,  
Halle B4, Stand 340

Ein realistischer Blick auf den Energieträger der Zukunft

# Wasserstoff: Mythen, Fakten und Potenziale

Wasserstoff gilt als vielversprechender Energieträger der Zukunft. Doch rund um das Thema ranken sich zahlreiche Mythen und Fehlinformationen.

TEXT: Dr. Thomas Klaue, Sigens BILDER: iStock: aprrott, Scharfsinn86



Wasserstofffahrzeuge lassen sich in wenigen Minuten betanken und bieten eine große Reichweite.

Dieser Beitrag bietet eine Übersicht über die häufigsten Missverständnisse und liefert fundierte Fakten, um die tatsächlichen Potenziale und Herausforderungen von Wasserstoff besser zu verstehen. Nutzen Sie die Informationen als Grundlage für Ihre Berichterstattung – und entdecken Sie spannende Aspekte, die Ihre Leser überraschen werden. Bei Fragen und für weitere Einblicke steht Ihnen Dr. Thomas Klaue, CEO von Siqens, gern zur Verfügung.

Wasserstoff ist weit mehr als nur ein Hype – er bietet enormes Potenzial für die Energiewende und die Industrie. Von der Mobilität über die Energieversorgung bis hin zur industriellen Nutzung wird Wasserstoff als zentrale Lösung für eine klimafreundliche Zukunft diskutiert. Gleichzeitig sorgt die Komplexität des Themas für Unsicherheiten und Fehleinschätzungen. Umso wichtiger ist es, die Mythen von den Fakten zu trennen und eine realistische Perspektive einzunehmen. Welche Herausforderungen gilt es zu bewältigen? Wo liegen die tatsächlichen Chancen? Dieses Background Sheet hilft Ihnen dabei, den Überblick zu behalten und die Fakten klar von den Mythen zu unterscheiden.

## Wasserstoff ist eine Energiequelle

Fakt: Wasserstoff ist kein Energielieferant, sondern ein Energieträger. Er kann Energie speichern und transportieren, kommt jedoch kaum in reiner Form in der Natur vor. Um ihn nutzbar zu machen, sind technische Verfahren wie die Elektrolyse oder Dampfreformierung notwendig. Eine vielversprechende Alternative ist die Gewinnung von Wasserstoff aus bereits vorhandenen Gasgemischen – zum Beispiel aus Prozess- und Abgasen, Erdgas oder Biogas. Hier kommt das elektrochemische Separationsverfahren (EHS-Verfahren) zum Einsatz, das eine umweltfreundliche und kostengünstige Bereitstellung ermöglicht. Diese innovative Technologie bietet neue Chancen für die Wasserstoffwirtschaft.

## Wasserstoff ist immer umweltfreundlich

Wasserstoff gilt oft als klimafreundlicher Hoffnungsträger – doch die Realität ist differenzierter. Die Umweltfreundlichkeit von Wasserstoff hängt maßgeblich davon ab, wie er hergestellt wird.



Wasserstoff ist ein Energieträger und lässt sich gut speichern.

**Grüner Wasserstoff** – produziert durch Elektrolyse mit erneuerbarem Strom – ist tatsächlich klimaneutral und wird oft als „saubere“ Lösung angepriesen. Doch ein Großteil des derzeit genutzten Wasserstoffs stammt aus fossilen Brennstoffen und wird als **grauer Wasserstoff** bezeichnet – mit entsprechendem CO<sub>2</sub>-Ausstoß. **Blauer Wasserstoff** versucht dieses Problem zu umgehen, indem das entstehende CO<sub>2</sub> gespeichert wird. Allerdings ist dieser Ansatz nicht vollständig emissionsfrei und wirft Fragen nach der dauerhaften Sicherheit der Speicherung auf. Dann gibt es noch **pinken** beziehungsweise **gelben Wasserstoff**, der mithilfe von Kernenergie hergestellt wird und damit ebenfalls CO<sub>2</sub>-frei ist. Und schließlich **weißen Wasserstoff** – natürlichen Ursprungs und eine seltene Ausnahme. Ein weiterer Aspekt, der häufig übersehen wird: Wasserstoff selbst ist ein Klimagas. Deshalb gewinnt das Recycling von Wasserstoff aus Prozess- und Abgasen mithilfe des EHS-Verfahrens zunehmend an Bedeutung.

## Wasserstoff ist explosiv und gefährlich

Wasserstoff ist zwar leicht entzündlich, aber nicht gefährlicher als andere

Brennstoffe. Aufgrund seiner hohen Flüchtigkeit verteilt sich Wasserstoff in der Luft rasch, wodurch das Explosionsrisiko gering bleibt. Moderne Technologien und Sicherheitsmaßnahmen minimieren mögliche Risiken zusätzlich.

## Wasserstofffahrzeuge sind ineffizient im Vergleich zu E-Autos

Wasserstofffahrzeuge stehen häufig in der Kritik, weil ihr Gesamtwirkungsgrad im Vergleich zu batterieelektrischen Autos schlechter ist. Der Grund: Bei der Umwandlung von Strom in Wasserstoff und zurück in Strom gehen Energieanteile verloren. Doch es gibt auch entscheidende Vorteile: Wasserstofffahrzeuge lassen sich in wenigen Minuten betanken und bieten eine deutlich größere Reichweite – insbesondere im Schwerlastverkehr ein unschlagbarer Pluspunkt. Ein weiterer Vorteil ist das geringe Gewicht des Wasserstofftanks, der im Vergleich zu schweren Batterien einen klaren Nutzen bietet. Zudem lässt sich der Wirkungsgrad erheblich steigern, wenn Methanol als Wasserstoffträger genutzt wird. Dadurch entfällt ein

kompletter Umwandlungsprozess, was die Effizienz deutlich erhöht.

## Wasserstoff kann überall eingesetzt werden

Wasserstoff wird oft als Alleskönner dargestellt – ob in der Industrie, Mobilität oder Energieversorgung. Doch die Realität ist komplexer: Zwar bietet Wasserstoff vielseitige Einsatzmöglichkeiten als Energieträger, Reduktionsmittel und Rohstoff, aber technische und wirtschaftliche Hürden stehen einer flächendeckenden Nutzung im Weg. Besonders herausfordernd sind Transport und Speicherung: Wasserstoff ist extrem flüchtig und erfordert spezielle Infrastrukturen, die vielerorts noch fehlen. Trotz vorhandener Technologien fehlen oft die wirtschaftlichen Anreize, um sie im großen Maßstab umzusetzen. Ein vielversprechender Ansatz ist die Nutzung des bestehenden Gasnetzes als Speicher- und Transportmedium – allerdings muss dieses teilweise noch ertüchtigt werden. Ergänzend könnte die EHS-Technologie die lokale Verteilung entlang des Gasnetzes effizient gestalten.



The smarter E 2025,  
Halle B2, Stand 450H

Intelligente Lösungen für mehr Flexibilität im Energiesystem

# Nicht so negativ, bitte!

Negative Preise an der Strombörse treten in den letzten Jahren immer häufiger auf. Vor allem an sonnigen Feiertagen übersteigt die Stromproduktion die Nachfrage. Für Strommarkt-Fachleute sind die negativen Preise vor allem ein Signal. Sie bedeuten, dass mehr Flexibilität im Markt gebraucht wird.

TEXT: Solar Promotion BILDER: Solar Promotion; iStock, Pakin Jarerndee



Normalerweise sind es hohe Strompreise, die zu Kritik an der Energiewende führen. Vor allem im Sommerhalbjahr geht es aber immer häufiger darum, dass die Preise zu niedrig sind. „Energie-Irrsinn: Deutschland verliert MILLIARDEN durch verschenkten Strom“ titelte die Bild-Zeitung am 22. Mai 2024 und steht mit diesem Tenor nicht allein da. Dabei geht es natürlich nicht um die Strompreise für die Endverbraucher, sondern um die Preise im Börsenhandel. Preise von Null oder darunter treten an der Strombörse immer dann auf, wenn das Angebot größer ist als die Nachfrage. Von April bis August geht die Niedrigpreise-Saison, an Pfingsten und Ostern sind negative Preise fast schon Normalität. Dann trifft die saisonal hohe Solarstrom-Erzeugung auf einen durch die Feiertage niedrigen Strombedarf in der Industrie.

## Negative Strompreise senden Marktsignale

Im Grundsatz sind negative Preise nichts Schlimmes. Sie zeigen, dass der Strommarkt funktioniert, und senden ein Signal, den Verbrauch in diese Zeiten zu verlagern. Da in den letzten Jahren der Zubau der Solarstrom-Erzeugung rasant voranging, während es bei flexiblen Verbrauchern und Speichern vergleichsweise schleppend lief, treten negative Preise immer häufiger auf. Im Jahr 2023 lag der Strompreis am Day-Ahead-Markt in 260 Stunden bei null oder darunter, 2024 waren schon im Oktober 440 Stunden erreicht.

Ohne das Erneuerbare-Energien-Gesetz würde das Phänomen der negativen Strompreise vermutlich nur einige wenige Strommarkt-Fachleute interessieren. Doch drei Viertel der Wind- und Solaranlagen erhalten derzeit eine feste Einspeise-

vergütung aus dem EEG-Topf – und zwar auch dann, wenn der Markt durch negative Preise bereits einen Überfluss an Strom signalisiert. Neue und größere Anlagen müssen ihren Strom meist auf dem Markt verkaufen, für sie sinkt also der Anreiz bei negativen Preisen. Doch sie bekommen zumindest in den ersten Stunden der negativen Preise weiterhin eine Marktprämie über das EEG. Es gibt also immer häufiger Stunden im Jahr, in denen Wind- und Solaranlagen Geld aus dem EEG erhalten, obwohl ihr Strom nicht benötigt wird. Vor zehn Jahren fielen dafür bereits zweistellige Millionenbeträge an, mittlerweile ist von Milliarden die Rede - das ist schwer vermittelbar.

## Erneuerbare Energien und Flexibilität

Dass es überhaupt negative Strompreise gibt, kann man dem EEG hingegen nicht anlasten. Sie sind kein rein deutsches Phänomen, auch wenn Bild und Welt sie gern so darstellen. Wie eine Analyse des europäischen Stromwirtschaftsverbandes Eurelectric zeigt, ist der Strombedarf in der EU im Jahr 2023 deutlich gegenüber dem Vorjahr gesunken. Das liege vor allem an einer Konjunkturdelle in der Industrie. Zudem sei die Elektrifizierung nicht so schnell vorangekommen wie erwartet. Damit sind nicht nur Verkehr und Gebäudeheizung gemeint, sondern auch die Industrie. Zusammen mit der gestiegenen Ökostrom-Erzeugung und einer weiterhin geringen Flexibilität ergibt sich so ein zeitweises Überangebot an Strom.

In den meisten Stunden mit negativen Preisen liegen diese nur um wenige Euro unter der Nulllinie, sagt Josephine Stepapat, Analystin bei Energy Brainpool, die Extremwerte werden aber stärker. Der Übertragungsnetzbetreiber Amprion



hat eine solche Situation am Ostermontag 2024 beobachtet. Am Day-Ahead-Markt zahlte man zeitweise mehrere hundert Euro, um eine Megawattstunde Strom loszuwerden, auf dem Intraday-Markt sogar vierstellige Beträge. Das deckt sich mit einer Auswertung von Energy Brainpool: Die Börsenstrompreise fluktuieren viel stärker als noch vor der Energiekrise. Es ist das passiert, was Fachleute schon ankündigen: die erneuerbaren Energien sind systemprägend geworden. Doch die nötige Flexibilität als Ausgleich hinkt hinterher. So erfreulich der Fortschritt bei den erneuerbaren Energien ist – diese Diskrepanz darf nicht zum Dauerzustand werden. Angebot und Nachfrage müssen wieder zusammenfinden. Das gilt nicht nur für den Börsenhandel, sondern auch für die lokale Verteilung des Stroms. Ebenfalls gestiegen sind nämlich die Kosten für den Redispatch, also das Engpassmanagement im Netz.

### Förderung, negative Preise und Gewinn

Das heißt im Umkehrschluss, dass nun schnell mehr Anreize und Möglichkeiten geschaffen werden müssen, die Produktionsspitzen für den Ökostrom zu verschieben oder gezielt aufzunehmen. Die scheidende Bundesregierung will im ersten Schritt daher zu Zeiten negativer Strompreise die EEG-Förderung komplett einstellen. „Dass man für Strom auch bei negativen Preisen eine Einspeisevergütung bekommt und dadurch die volkswirtschaftlichen Kosten steigen, macht keinen Sinn“, sagte Wirtschaftsminister Robert Habeck auf dem Forum SolarPlus Ende November. Der aktuelle Plan seines Ministeriums ist es, die bisher stetige Einspeisevergütung bei negativen Preisen auszusetzen. Auch die Prämie für die Direktvermarktung soll bei negativen Preisen komplett wegfallen.

Ein Szenario des Analysehauses Energy Brainpool zeigt, dass die von Habeck geplanten Änderungen dazu führen würden, dass die negativen Preise auf dem Strommarkt binnen weniger Jahre verschwinden würden. Doch der starke Ausbau erneuerbarer Energien würde bis in die 30er Jahre die Stunden mit quasi kostenlosem Börsenstrom auf ein Mehrfaches des heutigen Wertes ansteigen lassen. Das klingt für Stromkunden attraktiv, doch für Wind- und Solarstromerzeuger geht diese Rechnung nicht auf. „Wenn ich 50 Prozent meiner Jahresproduktion für Null Euro verkaufe, habe ich wenig verdient“, fasst Tobias Kurth von Energy Brainpool zusammen. Wer es mit der Energiewende ernst meint, muss also einen Rahmen dafür schaffen, dass der Ausbau der Flexibilität an Fahrt gewinnt.

### Regeln für Batteriespeicher forcieren Ausbau

Doch bisher hält eine Staumauer aus technischer Komplexität und regulatorischen Wirren diesen Tsunami zurück. Das technische Dilemma: Die Speicher sollen auf den Strommarkt reagieren. Systemdienlich heißt dieses Verhalten. Es unterscheidet sich vom sogenannten netzdienlichen Betrieb – und kann manchmal sogar den gegenteiligen Effekt haben.

Wenn die Speicher nämlich je nach Preissituation sehr große Leistungen ein- oder ausspeisen, können sie damit das Netz an seine Grenzen bringen. Stellenweise müsste das Netz ertüchtigt werden, um diese Strommengen durchleiten zu können. Dafür stellen die Netzbetreiber den Speicherbetreibern sogenannte Baukostenzuschüsse in Rechnung. Das macht viele Speicherprojekte unwirtschaftlich. Ob diese Praxis rechtens ist, verhandelt gerade der Bundesgerichtshof. Wenn es gelingt,

eine regulatorische Lösung für dieses Problem zu finden, wird die Speicher-Leistung vermutlich rasant steigen.

Für einen gütlichen Kompromiss sorgen die Änderungen im Energiewirtschaftsgesetz, die der Deutsche Bundestag Ende Januar 2025 beschlossen hat. Mit sogenannten flexiblen Netzanschlussverträgen können Netz- und Anlagenbetreiber demnach einfach regeln, dass Speicher zügig und ohne Baukostenzuschuss angeschlossen werden dürfen, sofern sie mit Rücksicht auf Engpässe im Netz betrieben werden. „Die flexiblen Netzanschlussverträge sind ein zentrales Thema für den Ausbau von Flexibilitäten“, sagt Strohmayer. Strohmayer ist für die weitere Entwicklung optimistisch. „In Kalifornien hat man gesehen, dass Speicher die Einspeisespitzen durch Solaranlagen sehr gut aufnehmen können. Auch in Deutschland lernen alle Beteiligten beim Thema Speicher gerade sehr viel. Bisher sind die Berührungspunkte bei Netzbetreibern zu Speicherprojekten noch groß. Sobald sich das ändert, Netzanschlussregeln klar sind und auch Netzbetreiber einen Nutzen in den Batteriespeichern sehen, wird der Ausbau sehr schnell gehen.“ Dann kommt der Speicher-Tsunami womöglich doch noch.

### Flexibilität von Industrie und Gewerbe nutzen

Mindestens genauso wichtig ist das Potenzial in Industrie und Gewerbe, auch wenn es schwer zu greifen ist. Welche Prozesse sich wirklich flexibilisieren lassen, in welchem Maße und unter welchen Voraussetzungen, wird kontrovers diskutiert. Es ist zum Beispiel leichter, für fünf Minuten flexibel zu sein als für 15 Minuten oder gar noch längere Zeiträume. Auch

ob man Lasten steigern oder reduzieren soll und wie lang die Vorlaufzeit ist, macht einen Unterschied. So müsste man jede Zahlenangabe über das Potenzial eigentlich mit einer mehrzeiligen Fußnote versehen. Ein Versuch der Annäherung: Das Kopernikus-Projekt SynErgie kommt zu dem Schluss, dass Industriebetriebe in Deutschland ihre Last auf Abruf für 15 Minuten um bis zu 3,3 GW senken könnten. Steigern ließe sich die abgenommene Leistung über diesen Zeitraum um 1,5 GW. In der Zukunft könnten sogar noch weitere flexible Prozesse hinzukommen, an die bisher niemand gedacht hat – von der Belüftungssteuerung in Kläranlagen bis zur elektrischen Extraktion von Carbonsäuren in der Chemieindustrie, die bisher weitgehend auf den Einsatz fossiler Brennstoffe angewiesen ist.

### Flexibilität als „Leitwährung“ im Strommarkt

Die meisten der neuen Stromverbraucher bringen eine zeitliche Flexibilität mit und können auf Schwankungen in der erneuerbaren Energieversorgung reagieren. Dr. Simone Peter, Präsidentin des Bundesverbandes Erneuerbare Energie (BEE) bezeichnet Flexibilität gern als „Leitwährung für ein versorgungssicheres und bezahlbares klimaneutrales Stromsystem“. Dabei betont der BEE auch immer wieder die Rolle von Biogas, das im umgekehrten Falle bei Dunkelflauten die Preisspitzen abpuffern soll.

Der Verband Smart Energy Europe (smartEn) hat ebenfalls beide Extremsituationen betrachtet – die sommerliche Mittagsspitze ebenso wie die Dunkelflaute in kalten Winternächten. SmartEn hat ausgerechnet, wie die Stromwelt in

## Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.

# Erfolg auf ganzer Linie? Bitteschön.

## RiLineX – der Gamechanger für Stromverteilung

Herausfordernde Zeiten brauchen kluge Lösungen. Deswegen haben wir **RiLineX** entwickelt. 30 % schneller im Engineering, bis zu 75 % schneller in der Montage, konstruiert als herstellernerneutrale Plattform: Der Wandel zum nachhaltigen Energiesektor beginnt mit **RiLineX** – The Power Platform.

Batteriespeicher können Einspeisespitzen durch Solaranlagen sehr gut abfedern.



Europa im Jahr 2030 mit und ohne einen massiven Ausbau an Flexibilitäten aussehen könnte. Dabei sollen selbst im „unflexiblen“ Szenario Elektroautos, strombasierte Heizungen und Blockheizkraftwerke nach einem Zeitplan angesteuert werden, ähnlich wie früher die Nachtspeicherheizungen. Elektrolyseure und ins Netz integrierte Stromspeicher sollen flexibel am Markt agieren. Doch das ist zu wenig, so das Fazit.

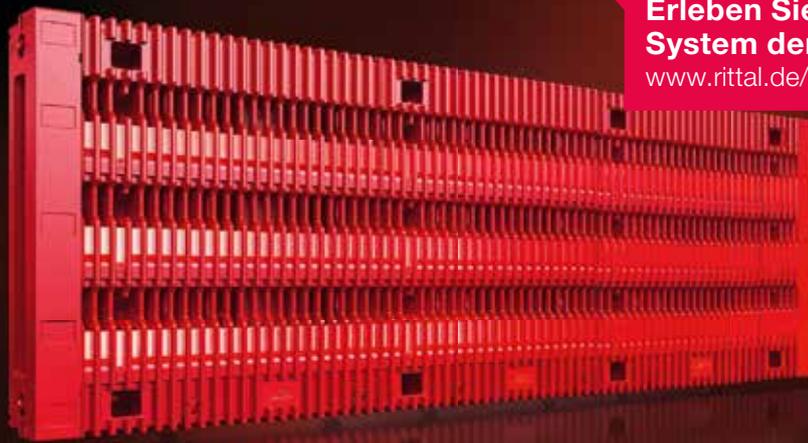
Im flexiblen Szenario von smartEn reagieren hingegen alle Akteure in Echtzeit auf den Markt – von der Industrie bis zum Elektrofahrzeug, das bei Bedarf auch wieder Strom ins Netz speist (Vehicle to Grid). Eine solche Integration aller technischen Flexibilitäten in den Markt würde die Stromerzeugungskosten um 4,6 Milliarden Euro senken und zugleich die Abregelung erneuerbarer Energien um 61 Prozent reduzieren, folgert smartEn.

## Fazit

Ein Patentrezept, um Erzeugung und Verbrauch zusammenzubringen, gibt es nicht. Vielmehr stehen viele Arten von Flexibilität zur Verfügung. Die Weichen so zu stellen, dass diese Potenziale pragmatisch und effizient erschlossen werden, wird eine Herausforderung sein, der sich die nächste Bundesregierung stellen muss. Dabei gilt es, technologische Innovationen gezielt zu fördern und bürokratische Hürden abzubauen. Nur so kann eine zukunftsfähige und klimafreundliche Energieversorgung gewährleistet werden.



Mehr Informationen über aktuelle Themen rund um Energiemanagement und vernetzte Energielösungen präsentiert Ihnen die EM-Power Europe oder finden Sie über den Link im QR-Code.



Erleben Sie das prämierte System der Zukunft unter [www.rittal.de/Gamechanger](http://www.rittal.de/Gamechanger)



IT-INFRASTRUKTUR

SOFTWARE & SERVICE



[www.rittal.de](http://www.rittal.de)

Lokales Energiemonitoring mit dem  
Managementsystem EMS – On-Premises

# Energieverbrauch optimieren

In Zeiten steigender Energiepreise ist ein effizientes Energiemanagement essenziell. Neue Softwarelösungen bieten eine umfassende Datenintegration und Anpassungsfähigkeit, um Unternehmen bei der Optimierung ihres Energieverbrauchs zu unterstützen.

TEXT: Pascal Stegemann, Phoenix Contact BILDER: Phoenix Contact; iStock, Ralf Geithe



## *„Ein wesentlicher Aspekten einer Energiemanagementlösung ist die Benutzerfreundlichkeit.“*

Aktuell erhöhen sich die Energiepreise stetig und es gibt immer neue gesetzliche Vorgaben, die einzuhalten sind. Daher kommt dem Energiemonitoring und -management eine entscheidende Rolle zu. Moderne Software für das Energiemanagement muss eine Vielzahl von Anforderungen erfüllen, damit sie den komplexen Bedürfnissen der anwendenden Unternehmen gerecht wird. Zunächst erweist sich eine umfangreiche Datenintegration als wichtig. Die Software muss in der Lage sein, Daten aus verschiedenen Quellen – beispielsweise Energiezählern, Sensoren oder anderen Messgeräten – zu sammeln und zu analysieren. In den meisten Unternehmen generieren unterschiedliche Geräte zahlreiche Daten. Erst die Bündelung aller Informationen ermöglicht eine umfassende Überwachung und Optimierung des Energieverbrauchs.

Zu den wesentlichen Aspekten einer Energiemanagementlösung zählt ebenfalls die Benutzerfreundlichkeit. Eine intuitiv bedienbare Benutzeroberfläche vereinfacht die effektive Verwendung der Software, ohne dass umfangreiche Schulungen notwendig sind. Das steigert die Akzeptanz der Lösung im Unternehmen. Zu den zentralen Funktionen gehören auch die Skalierbarkeit und Flexibilität der Software. Aufgrund der Skalierbarkeit kann die Lösung mit den wachsenden Anforderungen des Unternehmens Schritt halten. Flexibilität ist zur Adaption des Energiemanagements an die spezifischen Bedürfnisse und Prozesse gefragt. Das schließt die Option ein, individuelle Dashboards und Berichte zu erstellen, die auf die Anforderungen des Unternehmens zugeschnitten sind. Insgesamt muss eine moderne Software für das Energiemanagement umfassend, benutzerfreundlich und anpassungsfähig sein, um die vielfältigen Anforderungen moderner Unternehmen zu erfüllen.

### **Kontinuierliche Erfassung, Überwachung und Auswertung vielfältiger Energiedaten**

Die Empuron und Phoenix Contact arbeiten in einer strategischen Partnerschaft, in deren Rahmen eine moderne Softwarelösung für das Energiemanagement entwickelt wird: der Energy Management Service (EMS) – On-Premises.



Eine anschauliche Aufbereitung von Energiedaten vereinfacht die Erkennung der wichtigsten Informationen auf einen Blick.

Die Kooperation vereint die weitreichenden Kenntnisse von Phoenix Contact in der Automatisierungstechnik und industriellen Kommunikation mit der langjährigen Erfahrung von Empurion hinsichtlich der Entwicklung von Energiemanagementsystemen. Die Funktionen und Einsatzbereiche der neuen Software orientieren sich an den Bedarfen und Wünschen der Nutzer. Vor diesem Hintergrund erlaubt EMS – On-Premises die kontinuierliche Erfassung und Überwachung von Energiedaten. Ein Cloudzugang oder die umfassende Anschaffung von Hardware sind nicht erforderlich. Eingesammelt werden nicht nur Daten zur elektrischen Energie, sondern ebenfalls zu Gasverbräuchen, aktuellen Temperaturen und vielen weiteren individuellen Medien.

Die Software bietet leistungsstarke Analysetools, mit denen sich die Energiedaten umfassend auswerten und zu aussagekräftigen Berichten zusammenstellen lassen. Auf dieser Basis können Unternehmen fundierte Entscheidungen zur Energieeinsparung treffen. Dazu werden wichtige Kennzahlen ermittelt und mit den gesetzten Zielen abgeglichen sowie neue Ziele abgeleitet. Die benutzerfreundliche Oberfläche der Software ermöglicht eine einfache Bedienung und schnelle Einarbeitung. Die skalierbare Lösung lässt sich in kleinen ebenso wie in großen Unternehmen verwenden. Sie wächst mit den Anforderungen der Nutzer und bleibt auf diese Weise stets effizient und leistungsfähig.

### Automatisierte Erstellung von ISO-50001-Berichten

Ein zusätzlicher Vorteil von EMS – On-Premises liegt in der Förderfähigkeit gemäß ISO 50001. Die internationale Norm für Energiemanagementsysteme unterstützt Unternehmen dabei, ihre Energieeffizienz systematisch zu verbessern und nachhaltige Energieeinsparungen zu erzielen. Die

Ausrichtung der Anlagen und Ziele nach den neuen Normen ist oftmals mit einem höheren administrativen Aufwand verbunden. Eine automatisierte Erstellung entsprechender Berichte zeigt sich deshalb als arbeitsleichternde Funktion der neuen Energiemanagementsoftware.

Aufgrund derartiger Normen erstreckt sich die Anwendung von EMS – On-Premises zunehmend auf viele andere Einsatzbereiche. Die nachfolgenden Beispiele verdeutlichen, wie Einsparpotenziale durch die Nutzung der Software aufgedeckt werden konnten:

**50 Prozent Energieersparnis bei Luftschleusen und Beleuchtung im Betonwerk:** Große, weitläufige Betriebe mit schweren Maschinen – wie ein Betonwerk – gelten häufig als „Energiefresser“. Betonmischer, Lastkräne und Heizeinrichtungen sollten daher genauso überwacht werden wie ein anliegender Bürotrakt. Schon nach kurzer Analysezeit haben die anschaulichen Graphen und Messwerte von EMS – On-Premises zu erheblichen Verbesserungen geführt. Durch die Installation von Energiemessgeräten an den Betonmischern konnten Energieverbräuche verglichen und auf dieser Grundlage schwergängige und nicht korrekt gewartete Maschinen detektiert werden. Aus der Gegenüberstellung der Heizperioden von gegossenen Betonfertigteilen ergab sich, dass bestimmte Teile aufgrund von zu viel Heizleistung deutlich vor dem Ausschalen ausreichend ausgehärtet waren. Die am einfachsten umsetzbare Optimierung des Energieverbrauchs kam in den Hallen und Bürogebäuden zum Tragen. Nachts entstanden dort auffällig hohe Energieverbräuche durch Luftschleusen oder Beleuchtung mit 50 Prozent Einsparpotenzial.

**13 Prozent Einsparung durch optimierte Maschineneinstellungen in der Smart Factory:** Automatisierte Fertigungsbetriebe sind durch zahlreiche elektrisch betriebene Geräte



Der Plan-Do-Check-Act-Zyklus erweist sich für das Energiemanagement nach ISO 50001 als essenziell.

und schnelle, zielgerichtete Abläufe gekennzeichnet. In einer Analyse wurden insbesondere die Maschinen und Anlagen sowie die Hallenklimatisierung und -beleuchtung näher betrachtet. Neu eingeführte KPIs (Key Performance Indicator), wie der Energieverbrauch je produziertem Artikel, eröffnen weitere Auswertungsmöglichkeiten. Die bessere Vergleichbarkeit der Werte resultierte in optimierten Maschineneinstellungen und einer Reduzierung des Energieverbrauchs um 13 Prozent. Ein besonderes Augenmerk liegt auf der Generierung von Solarenergie und der Verbesserung des Eigenverbrauchs. Aufgrund der Analyse der Energieerzeugung durch die PV-Anlage und der Verbräuche des Elektroauto-Ladeparks vor dem Bürogebäude wurden beide Vorgänge synchronisiert. Der PV-Strom fließt jetzt zu einem großen Teil in den Ladepark und spart so rund 24 Prozent der Energiekosten ein.

## Mehr Transparenz für fundierte Entscheidungen

Oftmals wissen Unternehmen gut über ihre Energieverbräuche Bescheid. Details, wie die Transparenz der Verbräuche in einzelnen Anlagen und Prozessen, sind jedoch nicht bekannt. An dieser Stelle eröffnen einfache und kostengünstige Maßnahmen, wie das Energiemanagementsystem EMS – On-Premises, neue Einsparpotenziale auf der Grundlage von Auswertungen und anschaulichen Darstellungen. In Verbindung mit entsprechender Messtechnik schafft die Software Transparenz und somit eine gute Entscheidungsgrundlage für Optimierungsmaßnahmen.



The smarter E 2025,  
Halle B5, Stand 110



## Engineering für den Energiesektor

Die Anforderungen von Versorgern, Kraftwerksbetreibern und Abnehmern der Energiebranche sind vielfältig. Eplan unterstützt mit Engineering-Software und Services, damit Herausforderungen bewältigt und Ziele im Energiesektor erreicht werden können.

- Lösungen für alle branchenrelevanten Aspekte von der Planung bis zum Betrieb
- Effiziente Planung komplexer Schaltgeräte und -anlagen sowie Netzplanung
- Vollständige digitale Dokumentation und durchgängige Daten bis zum Service

Wie Eplan Sie im Energiebereich unterstützen kann:  
[www.eplan.de/energie](http://www.eplan.de/energie)

PROZESSBERATUNG

ENGINEERING-SOFTWARE

IMPLEMENTIERUNG

GLOBAL SUPPORT

Von der Rohstoffaufbereitung  
bis zum Recycling

# Neue Wege in der Batteriefertigung

Die Batteriefertigung steht im Zentrum globaler Industrie- und Klimapolitik. Mit dem weltweit wachsenden Bedarf an Energiespeichern für Elektromobilität und stationäre Anwendungen steigt auch die Bedeutung einer effizienten, nachhaltigen und regional unabhängigen Produktion.

TEXT: Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT

BILDER: Fraunhofer ILT; iStock, mikkellwilliam

Insbesondere die Rahmenbedingungen der Batterieproduktion stellen Unternehmen vor immense Herausforderungen: Die Abhängigkeit von Rohstoffen wie Lithium, Kobalt und Nickel sorgt für geopolitische Spannungen. Gleichzeitig werden Lieferketten durch globale Krisen und steigende Transportkosten immer fragiler. Europa steht also vor der Aufgabe, eine resiliente Wertschöpfungskette aufzubauen, die sowohl Rohstoffförderung als auch Weiterverarbeitung umfasst sowie Recycling – immerhin sind Altbatterien die ergiebigste deutsche Lithiumressource. Hinzu kommt, dass sich Produktionsprozesse aus Gründen der Investitionssicherheit flexibel an neue Batteriekonzepte wie Festkörper- oder Natrium-Ionen-Batterien anpassen lassen müssen.

Angesichts dieser Herausforderungen wird klar, dass die Zukunft der Batteriefertigung in Europa nur durch den Einsatz modernster Technologien gesichert werden kann. Vor allem die Lasertechnik bietet Lösungen, um die zentralen Anforderungen – Effizienz, Präzision und Nachhaltigkeit – zu erfüllen. Ob in der Materialbearbeitung, der Elektroden-

herstellung oder im Recycling: Ohne innovative Laserprozesse ist eine wettbewerbsfähige und nachhaltige Batterieproduktion in Europa kaum denkbar.

## Rohstoffaufbereitung und Materialveredelung

Materialien wie Lithium und Nickel sind nach wie vor Bestandteile aktueller Batteriezellen. Ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften ermöglichen hohe Energiedichten und lange Lebensdauern, ihre Gewinnung und Verarbeitung indes bringen komplexe Probleme mit sich.

Ein wesentlicher Ansatzpunkt für neue Batterietechnologien ist die Materialveredelung auf Nanoebene, bei der Rohstoffe gezielt aufbereitet und funktionalisiert werden, um ihre Leistungsfähigkeit in Batterien zu maximieren. Daran forscht die Abteilung Oberflächentechnik und Formabtrag am Fraunhofer-Institut für Lasertechnik. Moderne Lasertechno-

logien ermöglichen präzise Eingriffe in die Materialstruktur und minimieren gleichzeitig den Ressourcenverbrauch.

## Elektrodenherstellung

Die Beschichtung der Stromableiterfolien (Kupfer oder Aluminium) mit den Elektrodenmaterialien für Anode und



12 von 24 Teilstrahlen im Einsatz: Die Optik von Pulsar Photonics strukturiert das 300 mm breite Band der Batterieanode und verbessert so Leistungsdichte und Ladefähigkeit.

produktion einschränkt. Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderte Projekt IDEEL (Implementation of Laser Drying Processes for Economical & Ecological Lithium Ion Battery Production) zeigt, wie Lasertrocknung diese Herausforderungen löst: In dem Projekt wurde erstmals die Trocknung von Anoden und Kathoden im Rolle-zu-Rolle-Verfahren mithilfe eines Hochleistungsdiodenlasers realisiert. Diese Methode senkt den Energieverbrauch erheblich, verdoppelt gleichzeitig die Trocknungsgeschwindigkeit und halbiert den Platzbedarf.

„Die Lasertrocknung ermöglicht nicht nur eine effizientere Prozessführung, sondern trägt auch dazu bei, die CO<sub>2</sub>-Bilanz der Batterieproduktion signifikant zu verbessern“, erklärt Dr. Samuel Moritz Fink, Gruppenleiter Dünnschichtverfahren am Fraunhofer ILT. Fink und sein Team entwickelten gemeinsam mit den Projektpartnern ein Lasertrocknungsmodul mit angepasster Optik und Prozessüberwachung, die eine gleichmäßige Trocknung gewährleistet. Dieser Ansatz bietet zudem Flexibi-

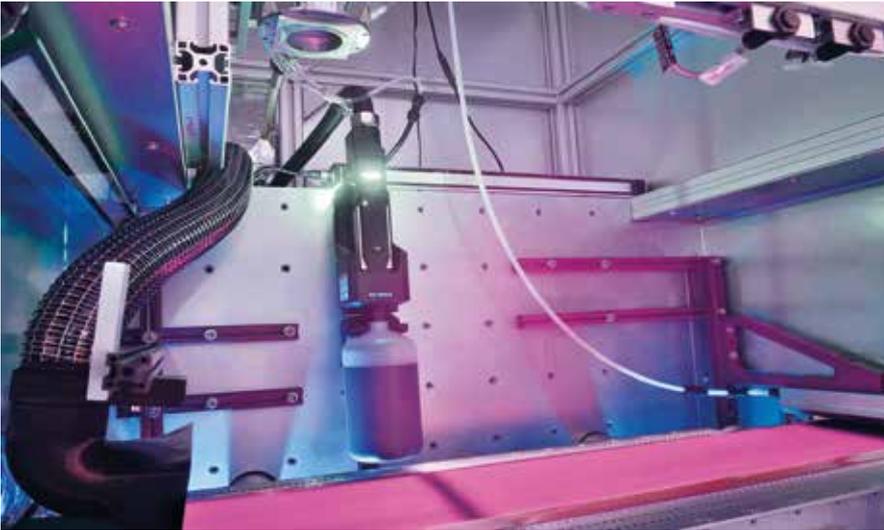
lität: Bestehende Konvektionsöfen lassen sich mit der Lasertechnologie nachrüsten, was die Implementierung in bestehende Produktionslinien erleichtert.

### Zellassemblierung

Neben der Trocknung der Elektroden spielt auch die präzise Verbindung der Elektrodenmaterialien eine zentrale Rolle für die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit von Batterien. Hier hat sich das Laser-Mikroschweißen als Schlüsseltechnologie etabliert. Es ermöglicht kontaktloses, hochpräzises Fügen von Materialien wie Kupfer und Aluminium, die für Batterieelektroden essenziell sind. Durch die geringe thermische Belastung bleibt die empfindliche Zellchemie unversehrt, während die elektrische Leitfähigkeit durch reduzierte Übergangswiderstände optimiert wird. Laser-Mikroschweißen bietet eine Kombination aus Flexibilität und Effizienz, die traditionelle Schweißverfahren nicht erreichen können.

Die Anforderungen an das Laser-Mikroschweißen variieren je nach Zellformat, da jede Zellart spezifische Herausforderungen bei der Kontaktierung mit sich bringt. Zylindrische Zellen erfordern eine präzise Schweißtiefe, um einerseits die elektrische Leitfähigkeit zu gewährleisten und andererseits

Kathode und deren anschließende Trocknung sind entscheidende Schritte, die sowohl die Energiedichte als auch die Zykluslebensdauer der Batterien beeinflussen. Konventionelle Trocknungsverfahren, die auf Konvektionsöfen basieren, haben jedoch einen erheblichen Energieverbrauch und einen großen Platzbedarf, was die Nachhaltigkeit und Effizienz der Batterie-



Der Hochleistungsdiodenlaser aus dem IDEEL Forschungsprojekt macht die Serienproduktion von Lithium-Ionen-Batterien durch das Rolle-zu-Rolle Verfahren deutlich nachhaltiger und wirtschaftlicher.

Beschädigungen durch Überhitzung zu vermeiden. Besonders anspruchsvoll ist die Kontaktierung des negativen Pols, da eine zu hohe Wärmebelastung die empfindliche Polymerdichtung beschädigen könnte, was zu einem Auslaufen des Elektrolyten führen kann. Bei Pouch-Zellen, die sich durch flexibles Design und hohe Energiedichte auszeichnen, müssen vor allem Durchschweißungen der empfindlichen Folienummantelung vermieden werden.

Eine vielversprechende Entwicklung bei der Zellauslieferung ist das Projekt XProLas, das Trumpf in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer ILT und weiteren Partnern umsetzt. Ziel ist die Entwicklung kompakter, lasergetriebener Röntgenquellen, die eine Qualitätsprüfung vor Ort direkt beim Hersteller ermöglichen anstatt wie bisher durch den Einsatz großer Teilchenbeschleuniger. Diese Technologie erlaubt es, Batteriezellen in Echtzeit zu analysieren, wodurch sich sowohl die Lade- und Entladeprozesse als auch die Materialqualität präzise überwachen lassen. Besonders bei der Untersuchung des Kathodenmaterials, das maßgeblich die Leistung und Haltbarkeit einer Batterie bestimmt, eröffnet diese Methode neue Möglichkeiten. »Durch den Einsatz brillanter Röntgenquellen können wir Verunreinigungen und Materialdefekte frühzeitig erkennen und so die Entwicklungszeiten erheblich verkürzen«, erklärt Dipl.-Ing. Hans-Dieter Hoffmann, Abteilungsleiter Laser und Optische Systeme am Fraunhofer ILT.

## Modul- und Packproduktion

Im Anschluss werden die einzelnen Zellen zu Modulen bzw. Packs verbunden. Besonders auf Modulebene spielt die Präzision eine entscheidende Rolle, da die Integration mehrerer Schweißnähte notwendig ist, ohne die thermische Belastung der empfindlichen Zellen zu erhöhen. Laserprozesse wie das Mikroschweißen

ermöglichen eine maßgeschneiderte Anpassung an diese sehr komplexen Anforderungen.

Eine der zentralen Innovationen des Fraunhofer ILT ist die Entwicklung von Verfahren, die das Fügen von Aluminium und Kupfer – beides Materialien mit sehr unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften – sicher und präzise ermöglichen. Mithilfe modernster Laserstrahlführung kann die Einschweißtiefe kontrolliert werden, um empfindliche Zellen nicht zu beschädigen.

Neben dem Laserschweißen hat sich das Laserlöten etabliert, insbesondere für die Verbindung hitzeempfindlicher Komponenten. Dieses Verfahren arbeitet bei niedrigeren Temperaturen als traditionelle Schweißverfahren und schont so empfindliche Elektronik innerhalb der Module. Dies erhöht nicht nur die Zuverlässigkeit der Batteriepacks, sondern trägt auch zur Energieeffizienz der Produktion bei.

## Batteriemanagement und Sensorintegration

Das Batteriemangement ist eine der zentralen Herausforderungen moderner Energiespeichersysteme. Die Sicherheit, Langlebigkeit und Leistungsfähigkeit von Batterien hängen maßgeblich davon ab – und nicht zuletzt die Akzeptanz von Elektromobilität. Fortschritte in der Sensorintegration und der Einsatz von KI bieten hier transformative Möglichkeiten, um diese Anforderungen zu erfüllen.

Traditionell werden Batterien auf makroskopischer Ebene überwacht, was jedoch nur eingeschränkte Einblicke in die komplexen Prozesse innerhalb der Zellen bietet. Hier bietet die Integration von Sensorik während der Fertigung neue Möglichkeiten. Forschende am Fraunhofer ILT drucken Sensoren direkt auf Bauteile oder integrieren die smarten Messgeräte sogar. Diese

Laserstrahlschweißen  
von Batteriezellen mit  
blauem Laser.



Sensoren ermöglichen Echtzeitüberwachung, wie zum Beispiel die Messung von Temperaturen, Kräften oder sogar chemischen Veränderungen innerhalb der Batterien.

„Mit additiv gefertigten Sensoren können wir den Zustand der Batteriemodule kontinuierlich überwachen und frühzeitig auf mögliche Fehler reagieren“, erläutert Samuel Fink. Diese Sensoren sind nur wenige Mikrometer dick, präzise und gleichzeitig widerstandsfähig gegenüber mechanischen und thermischen Belastungen, was sie ideal für den Einsatz in der Batterie und in Batteriemodulen macht. Ihre Fähigkeit, kontinuierlich Daten zu liefern, ermöglicht eine vorausschauende Wartung (Predictive Maintenance), die potenzielle Defekte erkennt, bevor sie auftreten.

## Recycling und Wiederverwertung

Mit dem Boom der Batterietechnik wächst auch die Notwendigkeit nachhaltiger Strategien zur Rückgewinnung wertvoller Rohstoffe. Eine effektive Kreislaufwirtschaft ist unverzichtbar, um die Abhängigkeit von Primärrohstoffen zu reduzieren und gleichzeitig die Umweltauswirkungen der Batteriefertigung zu minimieren.

Im EU-Projekt ADIR entwickelt das Fraunhofer ILT mit acht Projektpartnern aus drei Ländern ein tragfähiges Recyclingkonzept für elektronische Geräte. Bei dem Projekt ACROBAT soll ein Konzept für das Recycling von Lithium-Eisenphosphat-Batterien entwickelt werden, bevor sie den Markt großvolumig durchdringen. Ziel des Projekts ist es, mehr als 90 Prozent der kritischen Materialien zurückzugewinnen. Gemeinsam mit Partnern wie Accurec Recycling arbeitet das Fraunhofer ILT an innovativen Trenn- und Aufbereitungsverfahren, die sowohl ökologisch als auch wirtschaftlich nachhaltig sind. Die Aachener Laserexperten

entwickeln hier eine Inline-Charakterisierungsmethode, um die Qualität des aktiven Materials präzise zu bewerten.

Die laserspektroskopische Analyse (LIBS) ermöglicht die präzise Identifikation und Trennung komplexer Materialzusammensetzungen. Diese Technologie wollen die Forschenden für das Recycling von Altbatterien anpassen, um etwa die Rückgewinnung von Metallen wie Kobalt und Tantal weiter zu verbessern. Auch hier kann die Integration von KI die großen Datenmengen aus Lasermessungen in Echtzeit analysieren und daraus Prozessoptimierungen ableiten. Diese KI-gestützte Überwachung ermöglicht eine dynamische Anpassung der Recyclingparameter, wodurch Ausschuss reduziert und die Qualität der recycelten Rohstoffe gesteigert wird.

## Fazit und Ausblick

Die Batterieproduktion steht im Zentrum der Elektromobilitätswende und damit im Fokus von Innovationen, die Effizienz, Nachhaltigkeit und technologische Spitzenleistungen vereinen. Die vorgestellten Technologien und Entwicklungen entlang der Produktionskette zeigen, wie modernste Laserverfahren den Weg zu einer nachhaltigen und wettbewerbsfähigen Batterieindustrie ebnen können – von der Rohstoffaufbereitung über die Elektrodenherstellung bis zur Zellausbaueinheit und dem Recycling. Gleichzeitig schaffen KI-gestützte Analyse- und Steuerungssysteme eine neue Dimension der Prozesskontrolle, die Produktionsqualität und Nachhaltigkeit verbessert und die Produktionskosten weiter zu senken. Perspektivisch können KI-gestützte Regelkreise eine autonome Produktion ermöglichen, in der sich Prozesse in Echtzeit an veränderte Bedingungen anpassen. Zudem eröffnen lasergetriebene Röntgenquellen und Inline-Charakterisierungstechnologien neue Möglichkeiten zur Qualitätssicherung und Materialanalyse.



## Trends und Entwicklungen in der Energieversorgungsbranche 2025

# Vorausschauend planen

Der Energiesektor steht an einem Wendepunkt: Technologische Innovationen, regulatorische Anforderungen und der steigende Energiebedarf fordern ein radikales Umdenken. Nur durch intelligente Digitalisierung, moderne Infrastruktur und nachhaltige Lösungen können Versorgungsunternehmen zukunftsfähig bleiben – resilient, effizient und klimaneutral. Fachexperten haben drei wichtige Handlungsempfehlungen ausformuliert.

TEXT: Eaton Electric BILDER: iStock: GeorgePeters, SimonSkafar



Laut dem Erneuerbare-Energien-Gesetz soll der deutsche Bruttostromverbrauch bis zum Jahr 2030 auf 750 TWh steigen. Ausgehend von 510 TWh im Jahr 2023 bedeutet dies ein jährliches Wachstum von knapp sechs Prozent. Gleichzeitig stehen Energieversorger unter großem Druck, möglichst schnell vollständig auf erneuerbare Erzeugung umzusteigen und verschärfte Regularien einzuhalten. Neue Technologien – sowohl auf Hardware- als auch auf Software-Ebene – werden unabdingbar sein, um diese doppelte Herausforderung zu meistern. 2025 werden wir daher einige spannende Entwicklungen im Energiesektor sehen. Das Energiemanagementunternehmen Eaton stellt drei Top-Trends vor:

### Umsetzung des SF6-Verbots gehört zum Pflichtprogramm

Zu den einschneidendsten Änderungen in Europa gehört in diesem Jahr die überarbeitete F-Gas-Verordnung der EU, die im Januar 2026 in Kraft tritt und

die Verwendung von Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>) und anderen F-Gasen in allen neuen Mittelspannungsschaltanlagen bis einschließlich 24 kV verbietet. SF<sub>6</sub> hat ein 24.300-mal höheres Treibhauspotenzial als CO<sub>2</sub>, ist aber aufgrund seiner isolierenden Eigenschaften seit langem ein fester Bestandteil von elektrischen Schaltanlagen. Im Jahr 2018 wurden nach Untersuchungen der US-Umweltschutzbehörde (EPA) weltweit mehr als 9.000 Tonnen SF<sub>6</sub>-Abfälle emittiert, was einem CO<sub>2</sub>-Äquivalent von knapp 219 Millionen Tonnen entspricht – zum Vergleich:

Die in CO<sub>2</sub>-Äquivalente umgerechneten Gesamttreibhausgasemissionen (inklusive Industrie, Heizen, Verkehr) Deutschlands wurden für das Jahr 2023 mit 674 Millionen Tonnen angegeben. Die Energiewirtschaft ist für einen großen Teil der weltweiten SF<sub>6</sub>-Emissionen verantwortlich. In Europa wird sich diese Situation durch die neue EU-Verordnung ändern, und es ist wahrscheinlich, dass auch Versorgungsunternehmen außerhalb der EU von SF<sub>6</sub>-freien



Für eine schnelle Transformation der Energiebranche muss das Energienetz zwingend modernisiert werden.

Alternativen profitieren werden. Diese haben neben den positiven Umweltauswirkungen noch weitere Vorteile wie einen geringeren Wartungsbedarf.

### Netzmodernisierung muss jetzt schnell erfolgen

Initiativen zur Emissionsreduktion und der Anstieg von energieintensiver KI-Rechenzentren setzen die Stromnetze immens unter Druck. McKinsey & Company geht davon aus, dass der Strombedarf in Europa bis 2030 in allen Regionen jährlich um ein bis sieben Prozent steigen wird, wobei bis zum Ende des Jahrzehnts bis zu fünf Prozent auf Rechenzentren entfallen werden. Versorgungsunternehmen müssen sich mit Erzeugungseingängen, Spannungsinstabilitäten und den Herausforderungen der alternden Infrastruktur auseinandersetzen, um auf diese steigende Nachfrage zu reagieren. Bis zum Ende des Jahrzehnts stehen große Entscheidungen und schwierige Weichenstellungen an.

Die Modernisierung des Netzes erfordert gezielte Investitionen zur Unterstützung der Integration dezentraler Energieressourcen, fortschrittlicher Auto-

omatisierung sowie einer Vielzahl von Energiespeicherlösungen, sowohl im Endverbrauchermarkt als auch netzdienliche Stromspeicher. Das Ergebnis werden widerstandsfähigere Energienetze sein, die in der Lage sind, verschiedene Energieflüsse zu bewältigen, und damit resilienter gegenüber Ausfällen werden. Digitalisierung spielt bei der Modernisierung der Netze eine entscheidende Rolle, zum Beispiel in Form von digitalen Netzstationen. Durch den Einsatz fortschrittlicher Analyse-Tools können Versorgungsunternehmen Engpässe besser bewältigen und bestehende Infrastrukturen möglichst effizient nutzen. Es wird erwartet, dass sich der Markt für prädiktive Analysen bis Ende 2026 vervierfachen wird, verglichen mit dem Stand vor der Pandemie im Jahr 2019.

### Es geht nicht ohne Digitale Transformation

Mit Technologien wie digitalen Zwillingen und Edge Computing können Versorgungsunternehmen ihren Betrieb optimieren, Ausfallzeiten reduzieren und Anlagen besser verwalten. Digitale Zwillinge – virtuelle Nachbildungen physischer Systeme – ermöglichen es den Systembetreibern, verschiedene Szenarien

zu simulieren, die Leistung zu optimieren und potenzielle Schwachstellen zu erkennen. Edge Computing sorgt für verbesserte lokale Entscheidungsfindung sowie schnellere Reaktionen auf Netzanomalien. Unterstützt durch Softwareplattformen gelten die Technologien bereits jetzt als unverzichtbare Ergänzung für die Entwicklung der Branche.

Cybersicherheit muss ein Eckpfeiler der digitalen Strategie im Versorgungsektor bleiben, da die zunehmende Abhängigkeit von digitalen Werkzeugen und dezentrale Energieerzeugung das Risiko von Cyberangriffen erhöhen. Je weiter sich Energieversorger vernetzen, desto besser müssen auch ihre Cybersicherheitsvorkehrungen ausgebaut sein. Durch die Implementierung robuster Sicherheitsmaßnahmen können Unternehmen ihre Infrastruktur schützen. Obwohl ständige Wachsamkeit unerlässlich ist, sollten Ängste kein Hindernis sein, die Vorteile der digitalen Transformation zu nutzen. Die Integration von KI-gesteuerten Tools und Cloud-basierten Plattformen in den Betrieb von Energieversorgungsunternehmen wird die Anpassungsfähigkeit, Flexibilität und Effizienz des Netzes weiter verbessern.

# EMPOWER NET ZERO INDUSTRY energy

Energieeffizienz neu gedacht

## INTELLIGENTES ENERGIEMANAGEMENT FÜR DIE INDUSTRIE ab S. 36

Intelligente Energiemanagement-  
Lösungen für die Industrie ab S. 36

ABB-Interview: „Be efficient –  
Energie smarter denken!“ ab S. 38

So sorgen Batteriespeicher für  
mehr Netzstabilität ab S. 40

Alternative Energie da nutzen,  
wo sie entsteht ab S. 42

TITELBILD-SPONSOR: ABB

Intelligente Lösungen für die Industrie

# Energieeffizienz neu gedacht

Strengere Effizienzvorgaben, steigende Energiekosten und wachsende Nachhaltigkeitsanforderungen erfordern smarte Lösungen. ABB setzt mit intelligenten Energiemanagementsystemen auf präzise Steuerung, Lastmanagement und digitale Plattformen, um Verbrauch und Erzeugung optimal auszubalancieren.

TEXT + BILDER: ABB

Die Energiewende stellt die Industrie vor große Herausforderungen – zugleich eröffnet sie enorme Chancen, um Energieeffizienz durch innovative Technologien auf ein neues Level zu heben. „Be efficient – Energie smarter denken“, die Initiative von ABB, bringt Effizienz in die industrielle Energieversorgung: durch intelligente Energiemanagementsysteme, präzise Datenanalyse und optimiertes Lastmanagement. Strengere Effizienzvorgaben, komplexe Systemintegration und steigender Kostendruck verlangen durchdachte Strategien. Fachkräftemangel und Kostendruck verschärfen die Situation zusätzlich. ABB bietet skalierbare Lösungen, die nachhaltiges und wirtschaftliches

Energiemanagement ermöglichen – für eine zukunftssichere Energieversorgung in der Industrie.

Die Bedeutung eines effizienten Energiemanagements zeigt sich in den Zahlen: 2021 entfielen mit 212,9 TWh (42,9 Prozent) der größte Teil des deutschen Stromverbrauchs auf industrielle Betriebe – vor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (144,1 TWh) sowie Haushalte (126,8 TWh). Große Energieverbraucher wie die chemische Industrie (26,5 Prozent des industriellen Energieeinsatzes 2023) und die Metallbranche (23,9 Prozent) stehen vor der Herausforderung, Energie effizienter zu nutzen und Kosten

ABB bietet die drei aufeinander aufbauenden Lösungsebenen Energiemonitoring, Lastmanagement und Gebäudeleittechnik für Wohn-, Gewerbe- und Industriegebäude, die maximale Einsparungen ermöglichen.



zu senken. Hier setzen intelligente Energiemanagementlösungen an, um Ressourcen optimal einzusetzen und Unternehmen wettbewerbsfähig zu halten.

## Intelligente Lösungen für das Energiemanagement

Mit drei aufeinander aufbauenden Lösungsebenen können Unternehmen ihre Energieeffizienz gezielt steigern und Einsparungen ermöglichen: Energiemonitoring, Lastmanagement und Gebäudeleittechnik für Wohn-, Gewerbe- und Industriegebäude. Mithilfe digitaler Lösungen lassen sich Verbrauch und Erzeugung transparent steuern und erneuerbare Energien gezielt einbinden.

Dabei stellt ABB InSite 2.0 den Einstieg in ein vernetztes Energiemonitoring dar. Die zentrale Steuereinheit erfasst und visualisiert wichtige Messwerte wie Energieverbrauch, Ströme, Spannung und Temperatur und unterstützt Unternehmen und Gebäudebetreiber so bei fundierten Analysen. Durch die nahtlose Verbindung verschiedener Anwendungen werden Energieverbrauch und -erzeugung transparent dargestellt. Die Daten liegen direkt auf dem Webserver, so dass das System flexibel an unterschiedliche Anforderungen angepasst werden kann.

Möchte man auf eine cloudbasierte Lösung setzen, dann kommt der ABB Ability Energy Manager, eine cloudbasierte Plattform zur Überwachung und Optimierung des Energieverbrauchs in der Industrie, zum Einsatz. Er kann als ein standortübergreifendes Energiemonitoring eingesetzt werden und liefert schnelle Entscheidungshilfen auf Basis von gemessenen Daten.

ABB ASKI ermöglicht ein intelligentes und dynamisches Energie- und Lastmanagement und ist bereits in über 11.000 Projekten im Einsatz. ASKI sorgt für eine präzise Steuerung des Energieverbrauchs, hilft Lastspitzen zu verhindern und zu verschieben, Kosten zu senken und bietet höchste Skalierbarkeit. „Energetische Optimierung gelingt am besten, wenn sie ganzheitlich erfolgt. ASKI erleichtert dies mit einem modularen Aufbau, der flexible Erweiterungen ermöglicht. So lassen sich bestehende

Systeme mühelos anpassen und selbst große Standorte mit mehreren Gebäuden nahtlos integrieren“, sagt Dorothea Beckmann, Produktmarketing-Managerin bei ABB.

ABB Energy Edge bietet eine intelligente, einfach zu installierende Lösung für ein intelligentes Energie- und Lastmanagement in Ein- und Mehrfamilienhäusern. Das Cloud-basierte System mit Vor-Ort-Gateway ermöglicht die Integration von nahezu 500 Geräten – von Ladestationen für E-Autos über Wärmepumpen bis hin zu Batteriespeichern und Haushaltsgeräten. Nutzer können über eine intuitive App große Verbraucher gezielt steuern, den Energieverbrauch messen und visualisieren sowie erneuerbare Energien wie Solar effizient einbinden. Dieses Smart Energy Management System (SEMS) lässt sich in Smart-Home-Systeme wie Busch-free@home und KNX einbinden.

Die Systeme erlauben es Nutzern, den Energieverbrauch in Echtzeit zu analysieren, Lastspitzen zu vermeiden und die Effizienz zu maximieren. Die Lösungen sind modular aufgebaut und lassen sich flexibel an bestehende Systeme anpassen.

## Die Zukunft gehört den Effizienten

„Unternehmen stehen vor der Herausforderung, steigende Effizienzanforderungen mit wirtschaftlichen Lösungen zu vereinen. Digitale Energiemanagementsysteme spielen dabei eine zentrale Rolle“, hebt Dorothea Beckmann hervor. Energieeffizienz ist ein entscheidender Faktor für eine nachhaltige Zukunft. ABB zeigt mit innovativen Lösungen, dass es möglich ist, Energie smarter zu denken und in die Praxis umzusetzen. Unternehmen, die frühzeitig auf intelligente Energiemanagementsysteme setzen, profitieren nicht nur von Kosteneinsparungen, sondern leisten auch einen wertvollen Beitrag zur Energiewende. Die Zukunft gehört denjenigen, die ihre Energie effizient nutzen – und ABB liefert dafür die passenden Werkzeuge.



The smarter E 2025,  
Halle B5, Stand 440



”

„Vereinzelte Gebäude als System zu denken und zu optimieren wird zukünftig eine Schlüsselrolle bei der Schaffung nachhaltiger urbaner Lebensräume spielen.“

DR. STEFAN ROHRMOSER  
LEITER MARKETING UND VERTRIEB SMART BUILDINGS/SMART POWER  
ABB ELEKTRIFIZIERUNG, DEUTSCHLAND

# „Be efficient – Energie smarter denken!“

Die Zukunft des Energiemanagements erfordert Lösungen zur Effizienzsteigerung und nahtloser Integration erneuerbarer Energien. Dabei sollen innovative Technologien die Optimierung des Energieverbrauchs und die Flexibilisierung der Stromnetze für eine nachhaltige Energiewende erlauben. Wie ABB die Energiezukunft mit seinen intelligenten Lösungen prägen will, erläutert Dr. Stefan Rohrmoser, Leiter Marketing und Vertrieb Smart Buildings/Smart Power für ABB Elektrifizierung, Deutschland.

**DAS INTERVIEW FÜHRTE:** Bernhard Haluschak, energy; ABB **BILD:** ABB

**Wie positioniert sich ABB auf der EM-Power in Bezug auf die aktuellen Trends im Energiemanagement und die Integration erneuerbarer Energien in die Stromnetze?**

Wir adressieren die zentralen Herausforderungen im Energiemanagement, wie die Steigerung der Energieeffizienz und die Optimierung der Integration erneuerbarer Energien in bestehende Infrastrukturen. Unsere intelligenten Energiemanagementsysteme und fortschrittlichen Technologien wie Energiespeichersysteme und Lastmanagementlösungen ermöglichen es unseren Kunden, ihren Energieverbrauch zu optimieren und die Nutzung erneuerbarer Energien zu maximieren. Auf der EM-Power demonstrieren wir konkret, wie unsere Lösungen die Flexibilität der Stromnetze erhöhen und eine nachhaltige Energiezukunft gestalten. Wir ebnen den Weg für eine moderne, digitale und resiliente Energieinfrastruktur.

**Was steckt hinter der Initiative „be efficient“ und welche Ziele verfolgt ABB damit?**

In einer Zeit, in der die Herausforderungen der Energiewende und des Klimaschutzes immer drängender werden, ist es unerlässlich, unseren Umgang mit Energie grundlegend zu überdenken. „Be efficient – Energie smarter denken“ zielt darauf ab, nicht nur bestehenden Systeme zu optimieren, sondern auch neue Ansätze zu verfolgen, die auf eine nachhaltige Zukunft ausgerichtet sind. Die Integration von Energiemanagementsystemen, die Nutzung von Datenanalysen und die Implementierung von Lastmanagementlösungen sind entscheidende Schritte, um den Energieverbrauch zu minimieren und gleichzeitig die Betriebskosten zu senken. ABB bietet mit seinen fortschrittlichen Technologien die Möglichkeit, diese Vision in die Realität umzusetzen.

**Wie sehen Sie die zukünftige Entwicklung des Energiemanagements, insbesondere in Bezug auf den Zusammenschluss von Gebäuden und deren Betrachtung als Einheit?**

Das Energiemanagement in Quartieren wird in Zukunft entscheidend an Bedeutung gewinnen. Der Zusammenschluss von Gebäuden in Liegenschaften oder Quartieren ermöglicht eine optimierte Ressourcennutzung, da gemeinschaftliche Systeme – wie PV-Anlagen oder HLK-Lösungen – effizienter betrieben werden können. Eine der größten Herausforderungen liegt in der Integration unterschiedlicher technischer Systeme. Quartiere, die als Einheit betrachtet werden, können besser auf lokale Energiequellen zugreifen und deren Nutzung maximieren. Durch gemeinsame Energiemanagementsysteme können Synergien genutzt werden, die die Energienutzung optimieren und Kosten senken. Intelligente Technologien und das Internet der Dinge (IoT) werden es ermöglichen, den Energieverbrauch in Echtzeit anzupassen. Dies führt nicht nur zu Kosteneinsparungen, sondern auch zu einer Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes. Vereinzelt Gebäude als System zu denken und zu optimieren wird zukünftig eine Schlüsselrolle bei der Schaffung nachhaltiger urbaner Lebensräume spielen, da wir Potenziale erschließen, die zuvor ungenutzt geblieben sind.



The smarter E 2025,  
Halle B5, Stand 440

Speicherprojekt ermöglicht bessere  
Integration erneuerbarer Energien

## BATTERIESPEICHER FÜR MEHR NETZSTABILITÄT

Mit Blackhillock wurde in Großbritannien der größte netzgekoppelte Batteriespeicher Europas in Betrieb genommen. SMA liefert dafür Wechselrichter- und Netzbildungstechnologien, die zur Stabilisierung des Stromnetzes und zur besseren Integration erneuerbarer Energien beitragen. Das Projekt, das in zwei Phasen auf 300 MW/600 MWh ausgebaut wird, ist ein zentraler Baustein für eine nachhaltige Energiezukunft und Teil des britischen Pathfinder-Programms zur Netzstabilität.

TEXT: SMA Solar Technology BILDER: SMA Solar; iStock, akinbostanci

Ein großer Schritt in Richtung Net Zero für Großbritannien. Mit Blackhillock wurde jetzt der größte übertragungsnetzgekoppelte Batteriespeicher Europas erfolgreich in Betrieb genommen. Neben der Mittelspannungslösung inklusive Batterie-Wechselrichter lieferte SMA für das Leuchtturmprojekt netzbildende Lösungen. Diese ermöglichen die Integration erneuerbarer Energie ins Stromnetz und sichern dessen Stabilität. Der Batteriegroßspeicher wurde von Wärtsilä für Betreiber Zenobē gebaut und wird in zwei Phasen in Betrieb genommen. Phase 1 umfasst 200 MW, gefolgt von weiteren 100 MW im Jahr 2026 für insgesamt 300 MW/600 MWh.

### Ausbau erneuerbarer Energieanlagen meistern

Florian Bechtold, Executive Vice President of Large-Scale and Project Solutions bei SMA sagt: „Unsere netzbildenden Batterie-Wechselrichter sorgen für die Bereitstellung von Kurzschlussleistung (Short-Circuit Level) und Momentanreserve (Inertia) und sichern so die Netzstabilität. Wir schätzen die erfolgreiche Zusammenarbeit mit unseren langjährigen Partnern Zenobē und Wärtsilä und blicken gespannt auf weitere gemeinsame Projekte.“ Mit der SMA Grid Forming Solution wird eine vertraglich zugesicherte Stabilitätsdienstleistung von 116 MVA Kurzschluss-

Die neue Speicheranlage ermöglicht eine effizientere Integration erneuerbarer Energien und trägt zur Stabilisierung des Stromnetzes bei.



leistung und 370 MWs Momentanreserve erbracht. Dadurch wird die Herausforderung gemeistert, die der wachsende Ausbau erneuerbarer Energieanlagen und die Stilllegung konventioneller Kraftwerke mit sich bringt. Mit 62 Medium Voltage Power Stations ausgestattet mit Sunny Central Storage Batterie-Wechselrichtern hat SMA darüber hinaus weitere zentrale Komponenten in das Projekt geliefert.

Die Anlage wurde mit Hilfe von SMA sorgfältig designt, um ein Gleichgewicht zwischen Effizienz und Wirtschaftlichkeit zu erzielen und hat den ersten Konformitätsprozess seiner Art für die neuen Netzanschlussbedingungen (Grid Code 0137) einschließlich der Anforderungen an die Netzbildung erfolgreich abgeschlossen. Die Lösung, die Hardware, Software und Engineering Services vereint, konnte erfolgreich nachweisen, dass sie sämtliche Spezifikationen des Netzbetreibers National Energy System Operator (NESO) erfüllt.

## Hintergrund Batteriegroßspeicher Blackhillock

Blackhillock ist Europas aktuell größter übertragungsnetzgekoppelter Batteriespeicher. Durch die bessere Integration von Windenergie in das Stromnetz sollen in den nächsten 15 Jahren rund 2,3 Millionen t CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart werden. Durch effiziente Speicherung und bedarfsgerechte Umverteilung überschüssiger erneuerbarer Energie werden Energieverschwendung und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen reduziert. Das groß angelegte Speichersystem ist Teil des britischen „Pathfinder-Programms“, das darauf abzielt, Stabilitätsprobleme im Übertragungsnetz zu beheben. SMA, Zenobē und Wärtisilä werden 2025 weiter zusammenarbeiten, um das Speicherprojekt Kilmarnock im Rahmen des „Pathfinder-Programms“ umzusetzen.



The smarter E 2025,  
Halle B3, Stand 210

# 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.



Energiedaten-  
management  
mit zenon:



[www.copadata.com/edms-de](http://www.copadata.com/edms-de)



**zenon**  
by COPA-DATA

Perfektes Energiemanagement gesucht –  
ein Anwenderbericht

# Energie da nutzen, wo sie entsteht

Windkraftanlagen produzieren so viel Strom, dass er zeitweise gar nicht ins öffentliche Netz eingespeist werden kann. Rechenzentren wiederum benötigen so viel davon, dass sie Netzbetreiber vor große Herausforderungen stellen. Bei WestfalenWIND IT hat man eins und eins zusammengezählt – und Rittal mit an Bord geholt.

**TEXT:** David Schahinian, freier Journalist **BILDER:** Rittal; iStock, 3alex



Klimaneutrale windCORES-Rechenzentren laufen in vielen Situationen mit Strom, der sonst ungenutzt bliebe.



Die Idee ist einfach: Der Strom wird dort genutzt, wo er ohnehin klimaneutral produziert wird – direkt im Windrad. Was vor mehr als zehn Jahren als Experimentalprojekt begann, ist unter der Marke windCORES längst in industriellem Maßstab skalierbar.

Die erfolgreiche Realisierung des Projekts im großen Maßstab ist dabei keinesfalls vom Himmel gefallen. Zwar klingt es einfach, ein Windrad als bestehende Infrastruktur zu nutzen und Racks einzubauen. Es gibt aber limitierende Faktoren. So muss neben der Statik, der Sicherheit und der Brandlast auch die begrenzte Fläche einkalkuliert werden. Gemeinsam mit Rittal entwickelte WestfalenWIND IT ein Dreiebenen-Modell, das es ermöglicht, ein

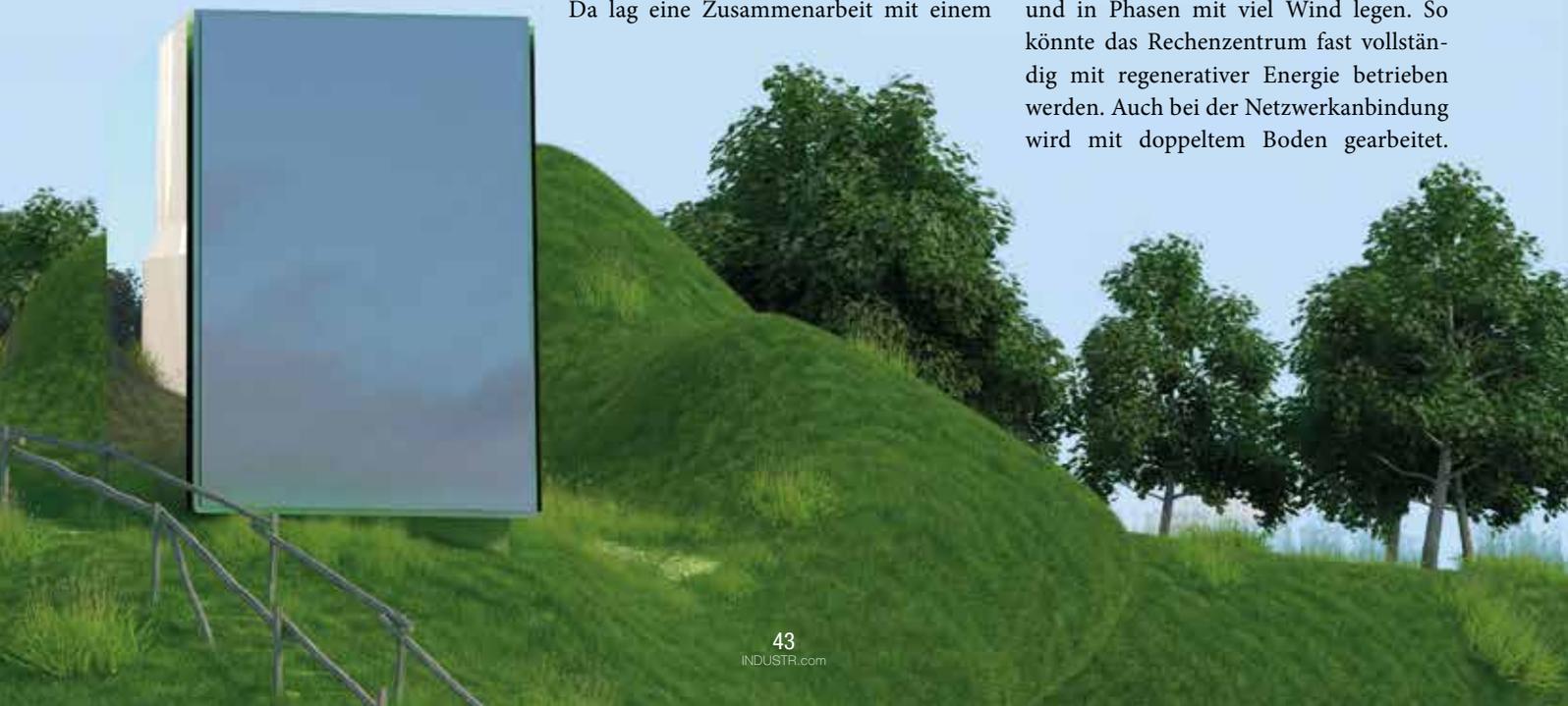
mehrgeschossiges Rechenzentrum in den Fuß eines Turbinenturms zu bauen. Damit wird die Wirtschaftlichkeit pro Windenergieanlage erheblich erhöht. Auch die Bestückung der Racks bietet Spielraum.

### Wie bei einem Buddelschiff

Mit einem Konzept allein ist jedoch noch nicht viel gewonnen. Die Umsetzung in die Praxis gelang nach intensiver Vorplanung: „Das war schon eine Herausforderung wie bei einem Buddelschiff, denn die ganze Technik muss durch einen kleinen Eingang passen“, berichtet Dr. Fieta Dubberke, Geschäftsführer von WestfalenWIND IT. Michael Nicolai, Leiter Rittal IT Vertrieb in Deutschland, ergänzt: „Für uns ist der energieeffiziente Betrieb von Rechenzentren schon lange ein Kernthema. Da lag eine Zusammenarbeit mit einem

Produzenten von günstigem und nachhaltigem Strom auf der Hand. Es ist eine klassische Win-win-Situation, die sich im gemeinsamen Gestaltungswillen äußert: Wir suchen keine Probleme, wir lösen sie.“

Die Lebensadern von Rechenzentren sind ihre Stromversorgung und Netzwerk-anbindung. Erstere liegt bei windCORES buchstäblich nahe: Der Strom kommt direkt aus dem Generator der Windkraftanlage, zumindest während 90 Prozent des Jahres. In der übrigen Zeit muss Strom aus dem öffentlichen Netz bezogen werden. WestfalenWIND IT arbeitet mit zwei verschiedenen Netzbetreibern zusammen, um jederzeit eine qualitativ hochwertige Stromversorgung gewährleisten zu können. Bei vielen Anwendungen lassen sich große Rechenlasten auch zeitlich steuern und in Phasen mit viel Wind legen. So könnte das Rechenzentrum fast vollständig mit regenerativer Energie betrieben werden. Auch bei der Netzanbindung wird mit doppeltem Boden gearbeitet.





Zwei Kühlcontainer der Firma Skadec befinden sich hinter der Windenergie-Anlage.

Zwei Backbone-Anbindungen sorgen für redundante Datenautobahnen zum Internetknoten DE-CIX nach Frankfurt. „Unsere Infrastruktur ist sehr latenzarm und bandbreitenperformant aufgestellt“, versichert Fiete Dubberke.

### Steile Lernkurve

Neben der technischen Umsetzung galt es zunächst, eine weitere Herausforderung zu meistern: Es dauerte eine Weile, bis alle Genehmigungen für die erste windCORES-Anlage im Kreis Paderborn vorlagen. Mittlerweile ist windCORES II im nordrhein-westfälischen Lichtenau in Betrieb genommen worden. Dort werden künftig sowohl HPC für KI als auch Simulationen für autonomes Fahren ausgeführt. Während die Infrastruktur, wie Sicherheitsräume, IT-Racks oder die Klimatisierung, von Rittal zur Verfügung gestellt wird, agiert WestfalenWIND IT als nachhaltiger IaaS-Anbieter inklusive kompletter Cloud-Lösungen. Apropos Infrastruktur: Sie ist ein wichtiges Kriterium bei allen Wirtschaftlichkeitsberechnungen. Dass der Bedarf an Rechenkapazität seit Jahren stark wächst und dieser Trend aufgrund neuer Technologien weiter anhalten wird, ist sicher.

Die Realität hinkt diesen Ansprüchen aber manchmal hinterher: Bis ein

herkömmliches Rechenzentrum gebaut ist, können mitunter Jahre vergehen – von der zusätzlichen Flächenversiegelung ganz zu schweigen. Windkrafttürme stehen bereits. „Es sind zwar kleinere Einheiten, die aktuell bis zu 1 MW an IT-Leistung bereitstellen können. Aber die Infrastruktur ist da und fast sofort verfügbar. Sie bietet einen echten Mehrwert für den RZ-Markt“, betont Fiete Dubberke.

Eine vierstellige Anzahl der Türme eignet sich in Deutschland für die RZ-Ausrüstung, und klar, sie sind ein Blickfänger. Aber das Konzept, umweltfreundlichen Strom möglichst in der Nähe des Erzeugers zu nutzen, lässt sich mit ein wenig Flexibilität auch auf andere Weise realisieren. Das funktioniert, weil WestfalenWIND IT früh und massiv in die komplette Kette der Stromerzeugung und -weiterleitung investiert hat. So hält der Geschäftsführer auch Containerlösungen an einem Windrad oder einem der unternehmenseigenen Umspannwerke für potenziell geeignet, falls der Turm selbst keine Option ist. Allein im Kreis Paderborn stehen dafür Werke in einer Größenordnung von rund 450 Megawatt zur Verfügung.

Bei der Sicherheit müssen hier wie dort keine Abstriche gemacht werden. Alle benötigten Vorkehrungen und Maßnahmen werden genauso wie in jedem anderen Rechenzentrum nachgewiesen.

Zusätzlich wird eine TIER-3-Zertifizierung angestrebt.

### Seeing is believing

Ziel der WestfalenWIND IT ist es nun zum einen, neue Kunden für die innovativen Rechenzentren zu gewinnen. „Auf dem Papier mögen manche noch Zweifel haben. Aber wer eine Anlage einmal an Ort und Stelle gesehen hat, ist in der Regel schnell überzeugt“, weiß Fiete Dubberke zu berichten. Zum anderen soll das Konzept weiterentwickelt werden. Waren die bisherigen Arbeiten weitgehend eigenkapitalfinanziert, läuft seit 2023 ein dreijähriges Forschungsprojekt, das der Bund mit insgesamt rund 2,5 Millionen Euro fördert. In diesem Rahmen will ein Konsortium die Infrastruktur und Betriebsführung eines HPC-Clusters innerhalb mehrerer Windenergieanlagen entwickeln.

Im aktuellen Marktumfeld stehen die Ampeln für windCORES mittlerweile auf Grün. Die intelligente Nutzung vorhandener Infrastruktur mit klimaneutral erzeugter Energie bietet eine marktfähige und skalierbare Alternative. „Für neue Technik braucht es immer den richtigen Zeitpunkt“, ist Michael Nicolai überzeugt, „und der ist jetzt.“



The smarter E 2025,  
Halle B5, Stand 310

Meeresenergie: Unerschöpfliche Energiequelle für die Zukunft

## WENN DIE WELLE STROM BRINGT

Das Meer ist ein gigantischer Energiespeicher: Geschätzt rund 80.000 TWh pro Jahr stellen ein unglaubliches Potenzial zur Diversifizierung der erneuerbaren Energiequellen und zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen dar. Den derzeit größten erreichbaren Anteil rechnet man der Nutzung der Wellenenergie zu. Die Herausforderungen sind jedoch nicht zu unterschätzen.

TEXT: Michael Kocher, Bachmann electronic BILDER: Bachmann electronic, CorPower Ocean, CalWave; iStock, Philip Thurston



Die schwedische CorPower Ocean setzt in ihrer „Wellenfarm“ auf Punktabsorber, um die Wellenenergie zu ernten.

Das reizvolle an maritimer Energie ist, dass sie fast unerschöpflich ist und im Gegensatz zur volatilen Wind- und Solarenergie permanent zur Verfügung steht. Die Nutzung steht zwar noch ganz am Anfang, aber die Energie aus dem Meer könnte einst einen wesentlichen Beitrag zu einem stabilen, verlässlichen Stromnetz basierend auf erneuerbaren Energien leisten.

### Unterschiedliche Technologien und Prinzipien

Erforscht werden derzeit vor allem vier verschiedene Systemkonzepte: In Regionen mit markanten Meeresströmungen oder ausgeprägten Tiden wie beispielsweise an den Küsten Großbritanniens, Kanadas und Frankreichs will man die kinetische Energie der Gezeitenströme durch Unterwasserturbinen in Strom umwandeln.

Osmosekraftwerke (Salzgradientenkraftwerke) machen sich den Unterschied im Salzgehalt zwischen Süßwasser und Meerwasser zu Nutze. Man baut sie beispielsweise dort, wo Flüsse ins Meer münden, und nutzt die Hydrationsenergie der Salzionen. Diese Energieform ist auch als „Blaues Gold“ bekannt.

In tropischen Regionen drängen sich Wärmekraftwerke auf, denen der Temperaturunterschied zwischen warmem Oberflächenwasser und kaltem Tiefenwasser zur Stromerzeugung dient (englisch: Ocean Thermal Energy Conversion, OTEC). Für diese Systeme, im Kern funktional vergleichbar mit einer Wärmepumpe, schätzt eine Studie der IRENA

(International Renewable Energy Agency) aus dem Jahr 2020 das globale Energiepotenzial auf 44.000 TWh per anno. Um solche Anlagen jedoch wirtschaftlich betreiben zu können, sind noch erhebliche technische Fortschritte erforderlich.

Greifbarer scheint das Potenzial der Wellenenergie: Auf 29.500 TWh pro Jahr wird deren weltweite theoretische Kapazität geschätzt, was etwa dem derzeitigen globalen Stromverbrauch entspricht.

### Vielversprechende Technologien

Vor allem fünf Prinzipien machen derzeit von sich reden, um Wellenenergie zu nutzen: „Punktabsorber“ sind schwimmende Geräte, welche die vertikalen Bewegungen der Wellen verwerten, um Strom zu erzeugen. Bei den „pneumatischen Kammern“ (Oscillating Water Columns, OWC) wird die Luft über einer Wassersäule durch die Wellenbewegung komprimiert und dekomprimiert, was eine Turbine antreibt. „Attenuators“ sind langgestreckte, in der Wellenrichtung liegende Geräte, welche die Hebe- und Senkbewegungen der Wellen nutzen. Beim Prinzip der „überspülenden Wellen“ (Overtopping Devices) hingegen wird Wasser über eine Rampe in ein Reservoir geleitet und der Höhenunterschied zur Stromerzeugung genutzt, ähnlich wie bei kleinen Wasserkraftwerken. Unternehmen wie CalWave in Kalifornien setzen erfolgreich auf das Prinzip der „oszillierenden Dämpfungsglieder“ und ernten mit absenkbaren Metallplattformen die Energie der Wellenbewegung unter Wasser. Noch sind bei den Wellenenergiesystemen zahlreiche Herausforderungen zu lösen. An einigen

CalWave betreibt sein xWave-System vollständig unter Wasser und entgeht damit potenziell schädigenden Wellen. Darüber hinaus besitzt der Wellenenergiekonverter ein Lastmanagement, das xWave senken oder anheben und so die Wellenenergie in der idealen Tiefe nutzen kann.



wenigen, weltweit verteilten Versuchszentren werden solche Anlagen getestet und weiterentwickelt. Neben den Fragen zu Kosten und Wirtschaftlichkeit muss dabei auch die Problematik der Netzintegration gelöst werden. Ebenfalls ist der Einfluss dieser Anlagen auf die Meeresökosysteme zu klären, der noch nicht vollständig erforscht ist. Mögliche negative Effekte gilt es zu minimieren und nachhaltige Lösungen zu entwickeln.

Zudem müssen derzeit in vielen Ländern äußerst komplexe Genehmigungsverfahren durchlaufen und umfangreiche regulatorische Rahmenbedingungen erfüllt werden. Diese Umstände haben den Ausbau verlangsamt und die Euphorie der vergangenen Jahre gebremst. Viele der an diesem spannenden Thema involvierten Firmen überlebten dies nicht.

### Extreme Umweltbedingungen

Wellenenergiesysteme müssen rauen Umweltbedingungen wie Stürmen und Korrosion durch Salzwasser standhalten. Temperaturschwankungen, Schock und Vibration belasten die Komponenten. Die erschwerte Erreichbarkeit erfordert eine hohe Betriebssicherheit und Langlebigkeit der Anlagen.

Die Entwicklung robuster und wartungsarmer Materialien und Konstruktionen ist daher essenziell. Renommiertere Forschungspartner in Kalifornien oder Australien greifen für die Steuerung ihrer Anlagen auf Bachmann electronic zurück. Die Entwickler schätzen vor allem die Vielseitigkeit und den robusten Aufbau der Komponenten und die Offenheit der Steuerungs- und I/O-Systeme M200 und M100. Ein unschätzbare

Vorteil für die Forscher ist zudem, dass sie mit M-Target for Simulink ihre Software-Applikationen direkt aus Simulink heraus generieren und unmittelbar während des laufenden Testbetriebs auf die Steuerung portieren können.

### Industrialisierung braucht Rahmenbedingungen

Die Nutzung von Wellenenergie befindet sich auf einem vielversprechenden Weg, erfordert jedoch weiterhin erhebliche Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen. Ohne klaren politischen Rahmen und Unterstützung kann eine solche aufwändige Technik nicht zur Serienreife gebracht werden.

Einige Inselstaaten wie die Faröer, Orkney oder Tahiti haben dazu bereits ihre Ziele abgesteckt: Sie wollen sich bereits ab 2030 zur Gänze mit erneuerbarem Ozean-Strom versorgen und so die teuren Importe von fossilen Brennstoffen per Schiff stoppen.

Durch die Überwindung technischer, wirtschaftlicher und regulatorischer Hürden könnte Wellenenergie in Zukunft einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen Energieversorgung leisten und helfen, die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu reduzieren. Die Zusammenarbeit von Wissenschaft, Industrie und Politik ist dabei entscheidend, um die vorhandenen Potenziale vollständig auszuschöpfen.



The smarter E 2025,  
Halle B1, Stand 119



Retrofit erleichtert Digitalisierung  
der letzten Meile

# Zeit für Neues

Die Datenerfassung an wichtigen Knotenpunkten der Verteilnetze zu digitalisieren, ist eine wesentliche Voraussetzung für die Schaffung einer zukunftsfähigen Stromversorgung. Das von der EMH Energie-Messtechnik angebotene Retrofit-Konzept ermöglicht auf vergleichsweise einfache Weise die Modernisierung praktisch beliebiger Systeme, sodass der damit verbundenen Zeit- und Kostenaufwand präziser kalkuliert werden kann.

TEXT: EMH Energie-Messtechnik BILDER: EMH Energie-Messtechnik; iStock, numismarty

Angesichts der Vielfalt an unterschiedlich konstruierten Anlagen erfordert die Digitalisierung von Niederspannungsnetzen in jedem Fall individuelle technische Anpassungen. Mit dem Smart Grid Interface Modul SGIM bietet die EMH Energie-Messtechnik eine flexible Basis für Retrofit-Lösungen jedweder Art.



Um fortlaufend einen guten Überblick hinsichtlich der Auslastung von Niederspannungsnetzen zu behalten, sollte eine Vielzahl an Ortsnetzstationen und Kabelverteilschränken mit der nötigen Technik zur automatischen Erfassung und Übertragung der entsprechenden Informationen ausgestattet sein.

Die Netzbetreiber stehen damit vor einer enormen Herausforderung: Auf der Ebene der Niederspannung zählen die Verteilnetze allein in Deutschland rund 650.000 Ortsnetzstationen und darüber hinaus mehr als eine Million Kabelverteilschränke. Bauart und Betriebszeit der Anlagen sind alles andere als homogen, in ein und demselben lokalen Netz kommen häufig unterschiedliche Konstruktionen mehrerer Hersteller zum Einsatz.

### Individuelle Lösungen unumgänglich

Für die Notwendigkeit der Digitalisierung und Implementierung entsprechender Monitoring-Technologien bedeutet das: Vorhandene Anlagen nach einem einheitlichen Konzept zu modernisieren, ist in der Praxis kaum machbar. Selbst wenn ein Großteil der im jeweiligen Ortsnetz

installierten Hardware weitgehend identisch ist und nach standardisierten Abläufen bearbeitet werden kann, braucht es für alle weiteren in die Modernisierung einbezogenen Standorte immer wieder individualisierte Lösungen.

Hinzu kommt, dass die für ein Retrofit infrage kommenden Knotenpunkte nicht willkürlich festgelegt werden können. An welchen Standorten die Digitalisierung von Ortsnetzstationen oder Kabelverteilschränken sinnvoll ist, entscheidet sich erst nach eingehender Analyse ortsbezogener Lastdaten.

### Modular aufgebautes Retrofit-Konzept

Damit Netzbetreiber dennoch realistisch planen und den Aufwand für die Modernisierung kalkulieren können, setzt das von der EMH Energie-Messtechnik in Kooperation mit der BeEnergy SG entwickelte Retrofit-Konzept auf Modularität und für jeden Anwendungsfall individuell passgenaue Hard- und Softwarekomponenten.

Als Basis dient das von EMH angebotene Smart Grid Interface Modul SGIM, eine

Hardwareplattform, die kundenspezifisch mit unterschiedlichen Funktionsmodulen ausgestattet werden kann. Standardmäßig ausgelegt auf den unterbrechungsfreien Einbau in einem 185mm-Sammelschienensystem, kann das System je nach örtlicher Gegebenheit alternativ auch an einer Wand oder einer Tür montiert werden.

Die vom SGIM bereitgestellten Daten ermöglichen über eine einfache Lastausgabe hinaus die genaue Abbildung der jeweils aktuellen Netzsituation, inklusive der beispielsweise durch Photovoltaikanlagen oder E-Ladeinfrastruktur verursachten Belastung mit harmonischen Oberschwingungen.

### Nahtlose Integration inklusive

Dank einer offenen und skalierbaren Softwarestruktur kann das SGIM darüber hinaus nahtlos in unterschiedlichste IT-Infrastrukturen und Softwareumgebungen eingebunden werden, sodass nach dem Retrofit-Konzept von EMH digitalisierte Anlagen frühzeitig auf die Möglichkeit einer späteren Migration von der Fernwirkwelt in die IoT-Welt vorbereitet sind.

## Solarleitungen für Agri-PV-Anlagen

# Intelligente Verkabelung von PV-Anlage und Batteriespeicher

Die Nutzung von landwirtschaftlichen Gebäuden und Freiflächen für Photovoltaik – kurz Agri-PV genannt – liegt im Trend. Das hat auch Big Dutchman erkannt: Der weltweit aktive Spezialist für Stall- und Fütterungsanlagen installiert für seine Kunden seit einiger Zeit auch Solarmodule und kombiniert diese für mehr Effizienz mit passgenauen Batteriespeichersystemen. Kabel und Leitungen von Helukabel tragen dazu bei, dass die Anlagen auch unter den rauen Bedingungen in der Landwirtschaft zuverlässig funktionieren.

TEXT: Helukabel BILDER: Big Dutchman; iStock, Orlov Aleksandr

Die Weltbevölkerung wächst, und mit ihr der Bedarf an Nahrungsmitteln: Aktuelle Prognosen gehen davon aus, dass im Jahr 2050 knapp zehn Milliarden Menschen auf der Erde leben werden, also rund 20 Prozent mehr als heute. Sie alle zu ernähren, wird für die globale Gemeinschaft immer mehr zur Herausforderung – insbesondere für die Landwirtschaft, die für die Herstellung eines Großteils der benötigten Nahrungs- und Tierfuttermittel verantwortlich ist.

Aus diesem Grund ist die Branche stets auf der Suche nach Lösungen, um ihre Effizienz und Produktivität zu steigern. Die richtige technische Ausstattung ist hierfür unverzichtbar – und diese ist das Spezialgebiet von Big Dutchman: Das Unternehmen ist ein internationaler Hersteller von Fütterungsanlagen und Stalleinrichtungen für die moderne Tierhaltung. 1938 in den USA gegründet, befindet sich der Hauptsitz mittlerweile im niedersächsischen Vechta-Calveslage.

## Portfolio erweitert

Das erste Produkt, das Big Dutchman damals auf den Markt brachte, war eine automatische Fütterungsanlage für Geflügel. Im Laufe der Jahre kamen weitere Lösungen für die Legehennenhaltung, die Geflügelmast und die Schweinehaltung hinzu. Inzwischen erschließt Big Dutchman neue Geschäftsfelder in



Big Dutchman stattet Solaranlagen für Landwirtschaftsbetriebe mit Helukabel-Verbindungstechnik aus.

manager Photovoltaik & Batterien bei Big Dutchman. „Mit unseren Systemen SunFarm und SunBox bieten wir unseren Kunden Lösungen sowohl für die Energiegewinnung als auch -speicherung. Die Kombination aus beidem ermöglicht ihnen, einen möglichst hohen Anteil ihres Eigenbedarfs zu decken und ihre Stromkosten zu minimieren.“

### Batteriespeicher erhöhen die Flexibilität

Unter dem Produktnamen SunFarm installiert Big Dutchman für seine Kunden Photovoltaikanlagen auf Stallgebäuden und Freiflächen. Dabei kommen Komponenten zum Einsatz, die besonders für die raue Umgebung in der Landwirtschaft geeignet sind. Noch rentabler werden die Anlagen durch den Einsatz einer sogenannten SunBox: Dabei handelt es sich um stationäre Batteriespeicher, zum Beispiel als Schrank- oder Containerlösung. Damit können Landwirte den selbst erzeugten Strom zwischenspeichern und nach Bedarf nutzen – auch dann, wenn die Sonne nicht scheint. Das spart Kosten und erhöht die Unabhängigkeit vom öffentlichen Stromnetz.

Ein großer Vorteil des SunBox-Systems ist seine Flexibilität: Die Batteriespeicher sind modular aufgebaut und können parallelgeschaltet werden. Dadurch lassen sich Speicherkapazitäten von wenigen Kilowattstunden bis hin zu 20 MWh realisieren. Ein intelligentes Managementsystem steuert und überwacht die Ladung und Entladung der einzelnen Module

der Insektenzucht und im Gewächshausbau – und auch mit der Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien in der Landwirtschaft beschäftigt man sich in Calveslage seit geraumer Zeit. Schließlich gilt die sogenannte Agri-PV, also die Nutzung landwirtschaftlicher Flächen und Gebäude für die Photovoltaik, als wichtiger Trend in der Energiewende.

„Landwirtschaftsbetriebe sind für die Erzeugung von Solarenergie ideal geeignet, da hier in der Regel große Flächen zur Verfügung stehen“, beschreibt Nils Neugebauer, Produkt-



Unter dem Produktnamen SunFarm installiert Big Dutchman für seine Kunden Photovoltaikanlagen auf Stallgebäuden und Freiflächen.

und sorgt so für eine optimale Auslastung. „Außerdem hat der Nutzer mit unserer App alle wichtigen Daten wie Ladezustand und Energiefluss jederzeit am Smartphone verfügbar“, ergänzt Neugebauer.

Die Verkabelung ist ein zentraler Bestandteil der PV- und Speichersysteme. Die Solarmodule sind sowohl untereinander als auch mit dem Wechselrichter verbunden, der den erzeugten Strom erst nutzbar macht. Auch die Batteriespeicher benötigen verschiedene Leitungen zur Energie-, Signal- und Datenübertragung. Hier setzt Big Dutchman auf die Kompetenz und Expertise von Helukabel – und das schon seit einiger Zeit: „Unsere Zusammenarbeit reicht bis ins Jahr 2008 zurück“, erinnert sich Neugebauer. „Wir nutzen bereits in anderen Teilen unseres Produktportfolios die elektrische Verbindungstechnik von Helukabel. Da war es für uns naheliegend, dies auch im PV-Bereich zu tun.“

### Kabel, die Wind und Wetter trotzen

Die Einsatzbedingungen in der Agri-PV sind herausfordernd: Die Anlagen sind das ganze Jahr über der Witterung ausgesetzt – das bedeutet Feuchtigkeit, schwankende Temperaturen und natürlich UV-Strahlung. Hinzu kommen Schmutz, Staub und das ständige Risiko von Nagetierbefall. All diesen äußeren Einflüssen müssen die Kabel und Leitungen standhalten, um einen dauerhaften und zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten. „Wir verwenden für unsere Anlagen ausschließlich hochwertige Komponenten namhafter Hersteller“, verspricht Neugebauer. „Und da zählt Helukabel für uns ganz klar dazu.“

Zum Einsatz kommen bei Big Dutchman unter anderem die Solarleitungen der Serie Solarflex. Diese speziell für die Verkabelung von Photovoltaikanlagen entwickelten Leitungen

sind halogenfrei, flammwidrig und zudem beständig gegen UV-Strahlung, Ozon und Witterungseinflüsse. Damit sind sie für den Einsatz im Freien ideal geeignet. „Die Solarflex ist außerdem nach der Europäischen Norm EN 50618 zertifiziert“, ergänzt David von der Gathen, der zuständige Gebietsverkaufsleiter bei Helukabel. „Dadurch ist sichergestellt, dass sie alle Anforderungen in der Praxis zuverlässig erfüllt.“ Um Bisschäden durch Marder, Mäuse und andere Nagetiere zu verhindern, sind auch Solarflex-Leitungen mit einem speziellen Schutzgeflecht aus rostfreiem Edelstahl erhältlich.

Zur Anbindung der Photovoltaikanlagen an das Netz und zur Verbindung mit den Batteriespeichern nutzt Big Dutchman die Energieverteilungskabel der Baureihen NAYY-O und NAYY-J. Diese nach DIN VDE 0276-603 zugelassenen Verteilerkabel sind für Spannungen bis 1.000 V ausgelegt und eignen sich gleichermaßen zur Verlegung in der Erde, im Freien und in Gebäuden. Die Leiter bestehen aus Aluminium, ein robuster PVC-Außenmantel sorgt für den nötigen Schutz. Darüber hinaus liefert Helukabel verschiedene Steuer-, Daten- und BUS-Leitungen an den Anlagenbauer.

### Termingerecht direkt auf die Baustelle

Für Neugebauer ist auch die hohe Flexibilität ein wichtiges Argument für den Verbindungstechnik-Spezialisten: „Wir bekommen von Helukabel die gewünschten Kabel in genau der benötigten Länge termingerecht direkt auf die Baustelle geliefert – ein Anruf genügt!“ Zudem sind beide Unternehmen weltweit aufgestellt und kennen die Eigenheiten der verschiedenen Märkte und Regionen. „Wir bieten zum Beispiel auch Produkte mit internationalen Zulassungen wie UL an, die für den Einsatz in den USA geeignet sind“, ergänzt von der Gathen. Für exportorientierte Maschinen- und Anlagenbauer wie Big Dutchman

Die Nutzung landwirtschaftlicher Flächen und Gebäude für die Photovoltaik ist ein bedeutender Trend in der Energiewende.



ist das ein entscheidender Vorteil. Neugebauer geht davon aus, dass das Thema Agri-PV in den nächsten Jahren immer mehr an Bedeutung gewinnen wird – auch bei Big Dutchman. „Mit Helukabel haben wir einen langjährigen und verlässlichen Partner an der Seite, der uns für unsere Projekte die komplette elektrische Verbindungstechnik aus einer Hand bereitstellen kann“, lobt er.

„Ich freue mich, wenn wir diese erfolgreiche Partnerschaft auch in Zukunft fortführen können, um gemeinsam die Energiewende in der Landwirtschaft mitzugestalten.“



The smarter E 2025,  
Halle C4, Stand 579

# We keep your industry alive

Unsere Leitungen sind die Lebensadern der Industrie und verteilen Energie dorthin, wo sie gebraucht wird. Wir liefern zuverlässige Verbindungen für Ihr Projekt, für Ihr Unternehmen, für Ihre Branche.

[www.lapp.com](http://www.lapp.com)

*alive* BY  **LAPP**



Wasserstoff dezentral herstellen

# Wasserstoff aus Deutschland – eine unterschätzte Ressource

Ohne grünen Wasserstoff ist die Energiewende vor allem in der Industrie undenkbar. Um an den klimaschonenden Energieträger zu gelangen, wird häufig auf Importe gesetzt. Aber: Grünen Wasserstoff dezentral herzustellen, kann sowohl für die Großindustrie als auch für den Mittelstand die beste und günstigste Lösung sein.

TEXT: GP Joule BILDER: GP Joule; iStock, Petmal



Die Experten sind sich einig: Ohne grünen Wasserstoff wird die Energiewende nicht gelingen. Der Brennstoff der Zukunft ist eine entscheidende Säule bei der Umstellung im Energiemix. Derzeit wird intensiv an den Stellschrauben gedreht, um grünen Wasserstoff im industriellen Ausmaß wirtschaftlich herzustellen und effizient zu speichern. Denn mit aus erneuerbaren Energien und Wasser hergestelltem H<sub>2</sub> (Wasserstoff) lassen sich klimaneutral Grundstoffe und Waren produzieren – es geht um nicht weniger als die Basis für eine CO<sub>2</sub>-neutrale Industrie.

In Deutschland dreht sich die Diskussion um die Zukunft von Wasserstoff häufig um die Frage, wie man auch hier Wasserstoff günstig und im großen Stil herstellen oder importieren kann. Nicht selten wird dabei darauf verwiesen, dass die Bedingungen in Deutschland ungünstig zur Herstellung von Wasserstoff seien und wie hoch die Kosten bei Importen sind. Henning Uck, der bei GP Joule als strategischer Manager für gleich mehrere Projekte mit Wasserstoff zuständig ist, rät zu mehr Mut:

Die gängige Erzählung, dass man Wasserstoff nicht in Deutschland herstellen könne und teuer auf Ammoniakbasis aus dem Ausland importieren müsse, ist seiner Ansicht nach falsch: „Wir können hier viel grünen Wasserstoff herstellen – über dezentrale Produktion kann man einen durchaus relevanten Masseneffekt erreichen. Der Marktanteil wird in Zukunft größer sein, als man das heute diskutiert“, sagt Uck. GP Joule kann mit seinen Elektrolyseuren bereits heute lokal und dezentral hergestellten grünen Wasserstoff aus Nordfriesland und Bremerhaven, in naher Zukunft auch aus Kiel und Waiblingen liefern. Dabei wird Strom aus erneuerbaren Energien wie Windkraft oder Solarenergie zur Herstellung genutzt. GP Joule kann den klimafreundlichen Grundstoff über patentierte Trailerlösungen flexibel und sicher verteilen und so Tankstellen, Fuhrparks und mittelständische Betriebe schnell beliefern.

### Wasserstoff im Straßenbau

Zusammen mit der Firma Benninghoven bietet GP Joule innovative Technologien für klimafreundlichen Straßenbau an. Die größte CO<sub>2</sub>-Quelle beim Straßenbau ist die Asphaltherstellung, bei der bisher fossile Rohstoffe verbrannt werden. Dank eines von Benninghoven entwickelten Wasserstoffbrenners geht das nun auch zu 100 Prozent auf Basis von grünem



Blick nach vorn: Diese Visualisierung zeigt die geplante Anlage in Lubmin.



Die Wasserstoffproduktion in Nordfriesland

Wasserstoff. GP Joule hilft Anlagenbetreibern bei der Projektrealisierung und liefert im Betrieb den Wasserstoff. Zusammen bieten die Firmen von der Konzeptionierung bis zum konkreten Vor-Ort-Betrieb ein „Rundum-sorglos-Paket“ an – von der ersten Vor-Ort-Begehung über die Machbarkeitsprüfung, die Beantragung von Fördermitteln bis zur Belieferung. Allein bei der Herstellung des Straßenbelags lässt sich mit einer Umstellung von fossilen Brennstoffen auf grünen Wasserstoff bis zu 40 Prozent der anfallenden CO<sub>2</sub>-Emissionen beim Straßenbau einsparen.

Für den großflächigen Ausbau braucht es allerdings noch mehr staatliche Anreize, wie GP Joule-Projektentwickler Patrick Horst sagt: „Es fehlen ausreichende staatliche Mechanismen, wie etwa die Berücksichtigung und Begünstigung von CO<sub>2</sub>-armen Herstellungsmethoden von Asphalt bei Ausschreibungen im Straßenbau.“ So kann man die Mehrkosten beim Einsatz von grünem Wasserstoff kompensieren, sagt Horst. Aber auch etwaige politische Hängepartien bei der Energiewende hat man beim Projekt berücksichtigt: So ist die für die Asphaltmischung von Benninghoven entwickelte Technik ein Multi-Fuel-Brenner, der mit vier verschiedenen Brennstoffen betrieben werden kann. Betriebssicherheit ist also auch unabhängig von der Wasserstoffverfügbarkeit gewährleistet.

### Brandschutz mit Brennstoffzelle

Wie clever Wasserstofflösungen dabei auch für den deutschen Mittelstand sein können, zeigt ein GP Joule-Pilotprojekt in Wöhrden, Schleswig-Holstein. Dort in der dithmarscher Bio-Frosterei Westhof-Bio arbeitet GP Joule zusammen mit der Firma Hy.Air an einem Brandschutzkonzept auf Wasserstoffbasis. Das mag auf den ersten Blick vor allem diejenigen verwundern, die sich noch an das klassische Knallgas-Experiment aus dem Chemie-Unterricht erinnern: Hält man ein

Feuerzeug an einen mit Wasserstoff gefüllten Luftballon, explodiert dieser augenblicklich und zeigt lautstark, wie viel Energie in Wasserstoff steckt. In Verbindung mit Brandschutz klingt das zunächst einmal abwegig. „Der Kniff ist um die Ecke gedacht“, sagt Uck. Eine Brennstoffzelle macht aus Wasserstoff und Sauerstoff aus der Luft wieder Wasser. Der größte Output dabei ist Strom.

Für den Brandschutz aber kann man sich das Abfallprodukt zu eigen machen, erklärt Uck: die nun sauerstoffarme Abluft, die normalerweise einfach entweicht. Hy.Air hat ein System entwickelt, das die Abluft, um etwa in Lagerhäusern mit Tiefkühlung eine sauerstoffarme Schutzatmosphäre herzustellen. In so geschützten Tiefkühlagern liegt der Sauerstoffgehalt bei unter 17 Prozent. „Man kann dort ganz normal atmen, aber eben kein Feuerzeug anzünden“, sagt Uck, „das ist eine smarte Lösung für Lagerlogistik – und eine Brandschutzlösung, die auch noch der Stromrechnung zugutekommt.“ Denn dass gleichzeitig in der Brennstoffzelle eine klimaneutrale Strom- und Wärmeerzeugung stattfindet, entlastet wiederum die Betriebskosten und schont die Umwelt.

Von außen sieht die 80-kW-Anlage wie ein 20-Fuß-Container aus. Sie arbeitet autark und lässt sich per Plug-and-Play installieren. Den notwendigen Wasserstoff für das Brandschutzsystem liefert eFarm, ein von GP Joule initiiertes Projekt, in dem bereits heute an der windigen Nordseeküste der überschüssige Windstrom in die Herstellung von grünem Wasserstoff fließt. Uck sagt: „GP Joule ist stolz darauf, dass wir das Pilotprojekt in Dithmarschen rasch beliefern konnten.“

### Gigawatt in Lubmin

In noch wesentlich deutlich größerem Stil geht es demnächst in Lubmin, Mecklenburg-Vorpommern, voran. Hier fiel im

September 2024 der Entschluss für ein Wasserstoff-Großprojekt. Auf dem Gelände des ehemaligen Kernkraftwerks Greifswald sollen jährlich mit einer Kapazität von 1 Gigawatt Gesamtleistung rund 100.000 Tonnen grüner Wasserstoff erzeugt werden. Die an der Ostsee entstehende GroÙelektrolyseanlage würde damit mehr grünen H<sub>2</sub> produzieren, als, Stand jetzt, insgesamt in Deutschland hergestellt wird. GP Joule bringt seine langjährige Erfahrung als Projektierer beim Großprojekt von PtX Development und dem Investor KGAL ein – im ersten Bauabschnitt sollen bereits 210 Megawatt Leistung realisiert werden.

Die Region Lubmin könnte damit zum Dreh- und Angelpunkt der grünen Wasserstoffwirtschaft in Deutschland werden und den wachsenden Bedarf der Industrie befriedigen. Ove Petersen, CEO und Mitgründer von GP Joule, sagt zum Großprojekt: „Wir haben in Europa die Flächen und die Technologien, um hier genug grüne Energie zu gewinnen. Bei der Integration dieser Energie ins Energiesystem mit Zukunft spielt die Erzeugung von Wasserstoff vor Ort eine entscheidende Rolle. Durch sie können enorme Mengen erneuerbaren Stroms abgenommen, umgewandelt und zeitunabhängig nutzbar gemacht werden. In Lubmin zeigen wir gemeinsam mit KGAL und PtX Development, wie es geht.“

Die Standortbedingungen in Lubmin sind ideal: Offshore-Windparks auf der Ostsee liefern Zugang zu grüner Energie und direkt nebenan befindet sich der Ausgangspunkt für das geplante deutsche Wasserstoffkernnetz. Die Kapazität des Gesamtnetzes von 9.700 Kilometern übersteigt sogar noch die Wasserstoffmengen, die in Lubmin hergestellt werden können. Es ist also noch Luft nach oben.



The smarter E 2025,  
Halle A5, Stand 380



Sichere Lagerung von Lithium-Ionen-Batterien

## Ein Blick ins Innere

Eine innovative Lösung ermöglicht es, instabile Lithium-Ionen-Batterien schnell und präzise zu identifizieren. Mithilfe spezieller RFID-Etiketten mit integrierten Temperatursensoren werden kritische Temperaturveränderungen automatisch erkannt. So können potenzielle Sicherheitsrisiken frühzeitig vermieden und Lagerbestände effizient überwacht werden.

TEXT: Brady BILDER: Brady; iStock, seonweb

Die neue Batterietemperaturüberwachungslösung von Brady besteht aus drei Komponenten: Selbstklebende, batterie-lose UHF-RFID-Etiketten mit integrierten Temperatursensoren, RFID-Lesegeräte mit

bis zu 16 Antennen und eine RFID-Softwareplattform, die sich an Kundenbedürfnisse anpassen lässt. Die selbstklebenden UHF-RFID-Etiketten können in Batteriezellen-Behältern angebracht werden, um

eine schnelle Erkennung von Temperaturänderungen zu ermöglichen. Stattdessen kann auch jede einzelne Batteriezelle mit den bedruckbaren UHF-RFID-Etiketten von Brady gekennzeichnet werden, die



sich für Metalloberflächen eignen. Diese Lösung bietet Anwendern weitere Vorteile bei Lieferketten von Li-Ion-Batterien. Die RFID-Antennen und Lesegeräte kommunizieren automatisch jede Sekunde

mit den Etiketten und Sensoren, die sich innerhalb ihres Bereichs befinden, und erfassen Temperaturmessungen mit einer Genauigkeit von 0,5 °C. Jede Temperaturmessung wird zusammen mit dem Lager-

# bachmann.

the power to control



## Speicher – intelligent gemanagt

Unsere Kompetenz.  
Unsere Verantwortung.

### Effizient und flexibel

Unsere Netzmodule gewährleisten eine hochpräzise Messung. Und der zertifizierte EZA-Regler sorgt für eine reibungslose Übergabe an das öffentliche Netz.

### Offene Schnittstellen – keine Grenzen

Mit unseren offenen Schnittstellen sind Sie für die Zukunft gerüstet. Die freie Wahl des Protokoll erleichtert die Einbindung fremder Systeme und Komponenten.

Besuchen Sie uns:  
ees Europe, München  
Stand: B1.119

[www.bachmann.info](http://www.bachmann.info)



 [energy.industry.maritime.](http://energy.industry.maritime.com)



Die Temperaturüberwachung hilft, die Sicherheit von Li-Ion-Batterien deutlich zu verbessern.

ort der jeweiligen Batterie von der RFID-Softwareplattform aufgezeichnet. Wenn die kundenspezifischen Temperaturgrenzwerte erreicht werden, löst die Softwareplattform Geräte von Drittanbietern über eine Standard-API aus.

Die Temperatur wird fast kontinuierlich auf automatisierte Weise präzise überwacht, und die zuständigen Personen im Lager können frühzeitig per SMS oder E-Mail benachrichtigt werden. Das System kann sogar Warn-LEDs an den Regalen auslösen. Die zuständigen Personen werden anhand dieser Signale rechtzeitig zum jeweiligen Lagerort geleitet, damit instabile Li-Ion-Batterien isoliert werden können. Stattdessen kann die API der Brady-Softwareplattform auch ein autonomes Fahrzeug an den Lagerort entsenden, um die instabile Batterie automatisch zu entfernen.

## Energiespeicher richtig überwachen

Batterielese UHF-RFID-Etiketten mit integrierten Sensoren sind im Vergleich mit aktiven RFID-Etiketten oder IR-Kameras eine kostengünstigere Lösung zur Überwachung der Batterietemperatur. UHF-RFID-Etiketten und die zugehörigen Temperatursensoren werden drahtlos über die RFID-Antennen und Lesegeräte betrieben, die sich im jeweiligen Bereich befinden. Sie ermöglichen im Vergleich mit batteriebetriebenen RFID-Etiketten bis zu fünffache Kosteneinsparungen und erfordern keinerlei Wartung.

Wie viele RFID-Lesegeräte erforderlich sind, um das gesamte Lager vollständig abzudecken, richtet sich schwerpunktmäßig

nach der Organisation des Lagers, der Regalhöhe und der Anzahl der gelagerten Gegenstände in jedem Regalfach. Mit der Lösung von Brady können bis zu 16 Antennen mit einem einzelnen RFID-Lesegerät verbunden werden. Damit kann die Temperatur an allen Lagerorten in einer Regalanordnung mit 12 m Breite und 4 m Höhe äußerst schnell und präzise überwacht werden.

## Sicherheit für Hersteller von Li-Ion-Batterien

Mithilfe der automatisierten und fast kontinuierlichen Temperaturüberwachung können Hersteller von Li-Ion-Batterien und Logistikunternehmen die Sicherheit deutlich verbessern, Risiken reduzieren und dadurch Kosten sparen. Durch die Installation eines RFID-Lesegeräts an bestimmten Lagerausgängen unterstützt die Lösung von Brady auch die automatisierte Lagerbestandsverwaltung in Echtzeit.

Die mit RFID-Etiketten gekennzeichneten Gegenstände werden von den Brady RFID-Lesegeräten gelesen, sobald das Etikett in den Lesebereich eintritt. Wenn diese Gegenstände ein bestimmtes RFID-Lesegerät passieren, können sie von der RFID-Softwareplattform ganz einfach aus dem Bestand entfernt werden.

## Fazit

Die Lösung ermöglicht somit eine kostengünstige, lückenlose Nachverfolgung der Batterien im Lager – von dem Moment an, an dem sie im Lager eingehen und bis sie es wieder verlassen. Sämtliche Temperaturschwankungen der Batteriezellen und Batteriezellen-Behälter werden ebenfalls aufgezeichnet.



WAS STECKT HINTER DEN BEGRIFFEN?

## EEX, ESC und OTC

Stehen Sie vor den Kürzeln EEX, ESC und OTC und fragen sich, welche entscheidenden Rollen sie in der komplexen Welt der Energie spielen? Tauchen Sie ein in die Welt des europäischen Energiehandels, lernen Sie die unsichtbare Hand kennen, die unser Stromnetz stabilisiert, und entdecken Sie die flexiblen Wege des direkten Energiehandels. Finden Sie heraus, wie diese drei Buchstaben die Energiemärkte prägen und unsere tägliche Energieversorgung beeinflussen.

TEXT: Bernhard Haluschak, energy

### EEX

Die European Energy Exchange (EEX) in Leipzig ist Europas führendes Energiehandelszentrum. Hier werden standardisierte Energie- und Rohstoffprodukte wie Strom, Gas und CO<sub>2</sub>-Emissionsrechte gehandelt, sowohl kurzfristig (Spot) als auch langfristig (Terminkontrakte), und ermöglicht so effiziente Preisbildung und Risikomanagement für eine Vielzahl von Marktteilnehmern aus ganz Europa. Die EEX zeichnet sich durch hohe Transparenz und Liquidität aus und bietet Clearing- und Abwicklungsdienstleistungen. Sie ist eine zentrale Drehscheibe für die europäischen Energiemärkte und ein wichtiger Faktor für die Energiewende.

### ESC

Der Begriff „European System Controller“ (ESC) beschreibt übergreifend die Akteure, Technologien und Prozesse, die die Stabilität und Sicherheit des europäischen Stromnetzes gewährleisten. Dazu gehören die Koordination der Übertragungsnetzbetreiber (ENTSO-E), Technologien zur Netzstabilisierung (FACTS, Speicher) und intelligente Netzmanagementsysteme, um Frequenz und Spannung im gesamten Verbundnetz stabil zu halten. Angesichts der zunehmenden Integration erneuerbarer Energien ist ein reibungsloser Betrieb dieses komplexen Systems entscheidend für eine zuverlässige Energieversorgung in Europa.

### OTC

Over-The-Counter (OTC) bezeichnet den direkten, bilateralen Handel von Energieprodukten außerhalb der Börsen. Hier werden individuelle Verträge zwischen zwei Marktteilnehmern ausgehandelt, was eine hohe Flexibilität ermöglicht, insbesondere für komplexe oder nicht-standardisierte Produkte und große Handelsvolumina, die spezifische Bedürfnisse der Handelspartner adressieren. Im Vergleich zur Börse ist die Transparenz geringer und das Kontrahentenrisiko muss direkt gemanagt werden. Regulatorische Maßnahmen wie EMIR zielen darauf ab, die Sicherheit und Transparenz im OTC-Handel zu erhöhen.



Energiekosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen  
senken ohne Aufwand und Investitionen

## Contracting leicht gemacht

Immer mehr Unternehmen wollen ihren Energieverbrauch senken und klimafreundlich decken. Dafür sind häufig neue Anlagen und Technologien nötig – und damit viele zeitliche und finanzielle Ressourcen. Mit Unterstützung durch erfahrene Energiedienstleister können Unternehmen diese auslagern und gleichzeitig von zusätzlichen Vorteilen profitieren.

**TEXT:** Marcel Ruschel, MVV Enamic **BILDER:** MVV Enamic; iStock, kieferpix



Mittels Contracting können Unternehmen ohne eigene Investitionen von Strom aus Erneuerbare-Energien-Anlagen profitieren.

Beim sogenannten Contracting nutzt ein Unternehmen das Know-how und die Kapazitäten eines spezialisierten Energiedienstleisters für die Optimierung seiner Energie- und Medienversorgung. Das Ziel: ein kundenindividuelles, nachhaltiges und zukunftsfähiges Konzept, um Kosten, Verbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren.

Der Energiedienstleister begleitet das Unternehmen von Anfang an, erstellt ein passendes Konzept, plant eine mögliche Umsetzung im Detail und übernimmt im weiteren Verlauf die Fördermittelakquise und Finanzierung des Vorhabens. Das Augenmerk liegt immer auf maximaler wirtschaftlicher Effizienz über die gesamte Vertragslaufzeit. Der Contractor erreicht dabei oft eine höhere Effizienz als das Unternehmen dies selbst könnte, weil er sich exakt darauf spezialisiert hat. Dies gilt umso mehr, wenn das gesamte Versorgungssystem des Unternehmens betrachtet wird. Denn das eröffnet Möglichkeiten der Sektoren- und Marktkopplung, die nochmals zur Effizienzsteigerung beitragen. Deshalb empfiehlt es sich, bei der Wahl des Energiedienstleisters darauf zu achten, dass dieser das gesamte Lösungsspektrum abdeckt. Es gibt zahlreiche Contracting-Arten und Modelle, sie reichen von der Lieferung einzelner Medien

(Strom, Wärme oder Kälte, Dampf oder Luft in Form von Druckluft bzw. Lüftung/Klimatisierung) bis hin zur kompletten Versorgung eines Standortes mit allen dort benötigten Medien. Hier sind auch komplexe und prozessnahe Anwendungsfälle bei erfahrenen Energiedienstleistern kein Hindernis.

So hat beispielsweise MVV für den Kakaobohnenverarbeiter Olam Food Ingredients (ofi) am Standort Mannheim eine auf dem deutschen Markt einzigartige Biomasse-Kesselanlage umgesetzt. Mit dieser gewinnt ofi 90 Prozent seines Prozessdampfes aus der thermischen Verwertung von Kakoschalen. MVV ist als Contractor für die Planung, Umsetzung und Finanzierung der Prozessdampfanlage verantwortlich. Zudem übernimmt sie die Betriebsführung für 16 Jahre inklusive Brennstoffmanagement, Genehmigungen, regelmäßige Prüfungen und Wartung. Während der gesamten Zeit kann sich ofi ganz auf sein Kerngeschäft konzentrieren. Zwei Contracting-Modelle sind am weitesten verbreitet:

### Das Energieliefercontracting

Im Rahmen eines Energieliefercontractings übernimmt der Contractor die alleinige Verantwortung als Betreiber und

INDUSTRY.FORWARD  
**EXPO**  
DIGITAL CONFERENCE FESTIVAL

15. - 21. MAI 2025

## DAS DIGITALE FESTIVAL DER INDUSTRIE

### Zukunftsweisende Strategien für die klimaneutrale Industrie

- 20-minütige Sessions voller praxisnaher Insights
- Führende Expert:innen aus der Industrie
- Online & kostenfrei

Erfahren Sie mehr auf  
[industry-forward.com/expo](https://industry-forward.com/expo)

FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE

Firma	Seite	Firma	Seite
ABB Stotz	Innentitel, 36, 38	Karlsruher Institut für Technologie	6
Bachmann Electronic	45, 59	Kraftwerk Software	8
Bosch	8	Lapp Kabel	53
Brady	58	MVW Enamic	62
BYD	14	Northwestern University	66
Copa-Data	41	Phoenix Contact	24
dataTec	9	publish-industry Verlag	63, U3
Eaton	32	Rittal	14, 22, 23, 42
EMH Energie-Messtechnik	48	Siqens	17
Enercon	8	SMA Solar Technology	40
Eplan Software	27	Solar Promotion	10, 20
Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT	28	Solarize	14
Gisa	8	Trinasolar	8, 14
GP Joule	54	Uniper	U4
Harting	3, 14	Universität Sheffield	8
Helukabel	50	Verbund	U2
IBC Solar	14	Wago	14
Intilion	8	Weidmüller	14



Beim Contracting nutzen Unternehmen das Know-how und die Kapazitäten eines Spezialisten, um ihre Energieverbräuche und -kosten sowie CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren.

Eigentümer der Energieanlage. Er gewährleistet somit eine effiziente und sichere Versorgung eines Unternehmens mit Wärme, Kälte, Druckluft, Strom oder anderen Energieträgern oder Medien. In der Regel bedeutet das, dass der Contractor eine neue Versorgungsanlage errichtet, die effizienter arbeitet, keine oder weniger fossile Energieträger benötigt beziehungsweise regenerative Energie erzeugt (zum Beispiel eine PV-Anlage, Biomassekessel). Bestehende Systeme werden dabei manchmal in die neue Anlage integriert. Das gewährleistet Versorgungssicherheit.

Neben der ganzheitlichen Konzeption der Anlage gehören die Finanzierung und die Errichtung der notwendigen Assets inklusive Peripherie zu den Aufgaben des Contractors. Zudem kümmert er sich um das Fördermittelmanagement. Von den Fördergeldern profitiert auch das Unternehmen.

Über den Zeitraum von üblicherweise acht bis 15 Jahren erhält der Contracting-Nehmer die Nutzenergie, die mit der Anlage erzeugt wird. Für den effizienten Betrieb und die Instandhaltung der Energieanlage sowie für den Bezug und Einsatz der benötigten Energiemenge ist in der Regel der Contractor verantwortlich.

Hierfür erhebt er eine Contracting-Rate. Sie setzt sich meist aus einem Grundpreis für die Anlagenbereitstellung, einem Arbeitspreis für die Nutzenergie-Lieferung und einem Verrechnungspreis für die betriebsbedingten Dienstleistungen zusammen.

Pacht- und Betriebsführungscontracting

Beim Pacht- und Betriebsführungscontracting konzipiert und errichtet der Contractor eine Energieversorgungsanlage. Diese bleibt im Besitz des Contractors und wird an das

IMPRESSUM

**Herausgeber** Kilian Müller  
**Head of Content Manufacturing** Christian Fischbach  
**Redaktion** Bernhard Haluschak (Managing Editor/verantwortlich/-928), Rieke Heine (freie Mitarbeiterin), Katharina Huber (-938), Ragna Iser (-898), Dana Neitzke (-930), Michaela Sandner (-916)  
**Newsdesk** newsdesk@publish-industry.net  
**Head of Sales** Kilian Müller  
**Anzeigen** Saskia Albert (Director Sales/verantwortlich -918), Beatrice Decker (-913), Ilka Gärtner (-921), Caroline Häfner (-914), Alexandra Klasen (-917); Anzeigenpreisliste: vom 01.01.2025  
**Inside Sales** Patricia Dachs (-935), Sarah Fuchs (-929); sales@publish-industry.net  
**Verlag** publish-industry Verlag GmbH, Machtlfinger Straße 7, 81379 München, Germany  
 Tel. +49.(0)151.58 21 1-900, info@publish-industry.net, www.publish-industry.net  
**Geschäftsführung** Kilian Müller, Martin Weber  
**Leser- & Aboservice** Tel. +49.(0)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 51,20 € inkl. Porto/Versand innerhalb Deutschlands und MwSt. erhältlich (Porto: EU-Zone zzgl. 10 € pro Jahr, Europa außerhalb EU zzgl. 30 € pro Jahr, restliche Welt zzgl. 60 € pro Jahr). Jede Nachlieferung wird zzgl. Versandkosten und MwSt. zusätzlich berechnet. Im Falle höherer Gewalt erlischt jeder Anspruch auf Nachlieferung oder Rückerstattung des Bezugsgeldes. Studentenabonnements sowie Firmenabonnements für Unternehmen, die ENERGY für mehrere Mitarbeiter bestellen möchten werden angeboten. Fragen und Bestellungen richten Sie bitte an leserservice-pi@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 Mediacenter GmbH, Holzhauser Feld 2, 83361 Kienberg, Germany

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

**ISSN-Nummer** 1866-1335

**Postvertriebskennzeichen** 75032

**Gerichtsstand** München

Der Druck der ENERGY erfolgt auf PEFC™-zertifiziertem Papier, der Versand erfolgt CO<sub>2</sub>-neutral.



Der CO<sub>2</sub>-neutrale Versand mit der Deutschen Post

Der Kakaobohnenverarbeiter ofi hat die neue Biomasse-Kesselanlage am Standort Mannheim mit MVV Enamic als Contractor umgesetzt und konnte sich so auch während der Planungs- und Bauphase auf sein Kerngeschäft konzentrieren.



Unternehmen verpachtet. Dieses Modell ist üblich bei Eigenerzeugungsanlagen wie Blockheizkraftwerken (BHKW), PV-Anlagen oder strombetriebenen Versorgungsanlagen, etwa für Kälte oder Druckluft.

Das Unternehmen ist formal der Betreiber der Anlage – mit allen Rechten und Pflichten. Das bedeutet, es ist für den sicheren Betrieb, das Einholen von Genehmigungen und Betriebserlaubnissen sowie die Einhaltung von Bestimmungen und Auflagen verantwortlich. In der Regel erfüllen Unternehmen diese Aufgaben jedoch nicht selbst, sondern beauftragen den Contractor mit der langjährigen Betriebsführung.

#### VORTEILE DES ENERGIE-CONTRACTING IM ÜBERBLICK

- Ganzheitliche, meist Hersteller-unabhängige, kundenorientierte Konzeption von Anlagen
- Nutzung modernster Technik ohne beziehungsweise reduziertem Eigenkapitaleinsatz (Investitionen)
- Technische und finanzielle Risiken trägt während der gesamten Vertragslaufzeit der Contractor.
- Möglichkeit zur Fokussierung auf das Kerngeschäft durch Unterstützung bei Planung, Betreuung und Optimierung einer Anlage
- Hohe Betriebssicherheit in der Versorgung mit den benötigten Medien
- In der Regel geringerer Energiebedarf und damit langfristige höhere Unabhängigkeit von Preisschwankungen und steigenden Energiepreisen
- Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch effiziente Anlagen, die wirtschaftlich und ökologisch auf dem neuesten Stand sind
- Fachwissen des Contractors trägt zur Erreichung der Effizienz- und Klimaschutzziele bei

Nach Ablauf der Pachtzeit wird die Anlage entweder zurückgebaut oder sie geht unter Berücksichtigung einer vertraglich geregelten Endschafftsklausel an das Unternehmen über.

#### Unterformen des Contractings

Neben den genannten Varianten, bei welchen der Energiedienstleister als Contractor umfassende Verantwortungen übernimmt, kommt es auch vor, dass der Contractor nur einzelne Bausteine verantwortet. Das kann zum Beispiel der Betrieb einer vorhandenen Anlage sein, die jedoch im Besitz des Unternehmens bleibt. Die Aufgabe des Contractors besteht in diesem Fall darin, die Abläufe in der Energieerzeugung, -umwandlung und -verwendung zu verbessern, um den Energieverbrauch und damit die Energiekosten zu senken. Im Gegenzug erhält der Contractor eine Betreiberpauschale. Oder der Contractor kümmert sich um die Konzeption und Errichtung sowie Finanzierung einer Energieerzeugungsanlage, sämtliche Betreiber- und Betriebsführungsaufgaben verbleiben jedoch beim Unternehmen.

#### Fazit

Gerade jetzt, wo vor allem energieintensive Unternehmen sich mehr denn je mit dem Thema Energie beschäftigen müssen und immer mehr Stakeholder auf nachhaltige Lösungen drängen, kann Contracting ein einfacher Weg sein, um personelle, zeitliche und finanzielle Ressourcen zu schonen, von der Expertise eines Spezialisten zu profitieren und effizientere, klimafreundlichere Lösungen zu nutzen.



The smarter E 2025,  
Halle A4, Stand 550

Organischer Müll als Energieträger der Zukunft

# INDUSTRIEMÜLL STATT KOBALT

Wenn Chemiker Abfall unter die Lupe nehmen: Forscher der Northwestern Universität haben einen scheinbar wertlosen Industrieabfall in einen leistungsstarken Energiespeicher für Redox-Flow-Batterien verwandelt.

TEXT: Northwestern Universität BILD: publish-industry, DALL-E

Jetzt mischen Chemiker in der Batterieforschung mit und machen Abfall zu Gold. Dazu haben Forscher ein organisches Industrieabfallprodukt – Triphenylphosphinoxid (TPPO) – in einen effizienten Speicher für nachhaltige Energielösungen verwandelt. Die Batterien unserer Telefone, Geräte und sogar Autos basieren auf Metallen wie Lithium und Kobalt. Diese werden durch intensiven und invasiven Bergbau gewonnen. Da jedoch immer mehr Produkte auf batteriebasierte Energiespeichersysteme angewiesen sind, ist die Abkehr von metallbasierten Lösungen entscheidend für die Energiewende, um den Übergang zu grüner Energie zu erleichtern.

## Was sind Redox-Flow-Batterien?

Im Gegensatz zu Lithium- und anderen Festkörperbatterien, die Energie in Elektroden speichern, nutzen Redox-Flow-Batterien eine chemische Reaktion, um Energie zwischen Elektrolyten zu pumpen, wo sie gespeichert wird. Obwohl Redox-Flow-Batterien bei der Energiespeicherung nicht so effizient sind, gelten sie als weitaus bessere Lösung für die Energiespeicherung im Netzmaßstab. Der Markt für Redox-Flow-Batterien, der derzeit nur einen

kleinen Teil des Batteriemarktes ausmacht, wird voraussichtlich zwischen 2023 und 2030 um 15 Prozent wachsen und weltweit einen Wert von 700 Millionen Euro erreichen.

## Energie aus einem Abfallprodukt

Tausende Tonnen TPPO fallen jedes Jahr in organischen industriellen Syntheseprozessen an, sind aber nach der Produktion unbrauchbar und müssen sorgfältig entsorgt werden. Triphenylphosphinoxid (TPPO) ist ein koordinierendes Lösungsmittel, das die Kristallisation chemischer Verbindungen fördert. Es wird in Flammenschutzmitteln als Katalysator für die Epoxidhärtung und zur Herstellung von Nanostrukturen verwendet.

Die erstmals eingesetzte organische Verbindung erreicht nicht nur eine hohe Energiedichte, sondern auch eine bemerkenswerte Stabilität, berichtet die Forscherin Emily Mahoney. Beides gilt, als schwer zu kombinieren. Um die Widerstandsfähigkeit des Moleküls als potenzieller Energiespeicher zu bewerten, führte das Team Tests durch, bei denen die Batterie im Laufe der Zeit nur geringfügig an Kapazität verlor.

Was bisher als chemischer Abfall galt, könnte in Zukunft ein Schlüsselbaustein für eine umweltfreundlichere Speichertechnologie sein. Noch steht der großtechnische Einsatz aus – aber das Molekül hat gezeigt, was in ihm steckt.

# INDUSTRY.FORWARD SUMMIT

DIE ZUKUNFTSKONFERENZ  
DER INDUSTRIE

24. + 25.06.2025  
Berlin | Spreespeicher

# Auf Augenhöhe mit den Industrie-CxOs diskutieren



**INDUSTRY.forward SUMMIT 2025 – Die Zukunftskonferenz der Industrie**

[industry-forward.com/summit](https://industry-forward.com/summit) – Jetzt anmelden & mitdiskutieren. Wir freuen uns auf Sie!

## PARTNERED BY





## Energiespeicherlösungen: Mehr Flexibilität, niedrigere Kosten

Mit dem Ziel Flexibilität in den Markt zu bringen und kommerzielle Marktopportunitäten nutzen zu können, gehen aktuell immer mehr Batterieprojekte ans Netz.

### **Denn Großbatteriesysteme eröffnen Industriekunden einzigartige Chancen:**

- Zusätzliche Einnahmen am Energiemarkt
- Dynamische Kostensenkung
- Absicherung gegen Preisvolatilität



Von der Asset-Beschaffung bis zur Optimierung. Nutzen Sie unser Expertenwissen:  
<https://decarbsolutions.uniper.energy/energiespeicherloesungen/>

The beating heart of energy.