

# EMPOWER NET ZERO INDUSTRY energy

Auf dem Weg zur All Electric Society  
**IMPRESSIONEN EINER  
ELEKTRISIERENDEN ZUKUNFT**  
MIT DIGITAL-TWIN-LÖSUNGEN IN ORTSNETZSTATIONEN  
...mehr ab Seite 8



**GREEN GAS**  
Grüner Wasserstoff zwischen  
Hype und Realität ab S. 14

**SMART ENERGY**  
Photovoltaikanlagen auf  
Defekte prüfen S. 46

**ENERGY SOLUTION**  
Batteriespeicher und  
Power-to-X kombinieren S. 54

TITELBILD-SPONSOR: RITTAL



# Das Wachstum ist grün

## Wie Sie Ihre Energie mit System dekarbonisieren

Klimaextreme beeinflussen schon heute unseren Alltag. Hitze, Dürre, Sturm und Starkregen werden weiter zunehmen und das Leben unserer Gesellschaft spürbar verändern. Wir müssen handeln, besser heute als morgen. Doch wie erreichen wir die politischen Klimaziele bis 2045, wenn zeitgleich die Wirtschaft und der Energiebedarf weiter wachsen und wir unseren Lebensstandard mindestens erhalten wollen? Gelingen wird dies nur mit einer klimaneutralen Transformation auf allen Ebenen. Dafür setzen wir uns mit ganzer Kraft ein.

### Unsere grünen Produkte:

- Wasserkraft
- Biomethan
- Wasserstoff

- Decarb-Roadmap
- Energieeffizienz
- CO<sub>2</sub>-Management
- Contracting & Financing



Unsere grünen Lösungen:  
[decarbsolutions.uniper.energy](https://decarbsolutions.uniper.energy)

**uni**  
**per**



# Auch die nächste Ausgabe der ENERGY kostenfrei lesen?



Jetzt Leser werden!





**Bernhard Haluschak, Chefredakteur Energy:** Verbrennungsmotoren haben eine lange Geschichte und stellen eine gut etablierte Technologie dar. Über mehrere Jahrzehnte hinweg haben Ingenieure und Hersteller kontinuierlich Verbesserungen vorgenommen, um die Effizienz, Leistung und Zuverlässigkeit von Verbrennungsmotoren zu steigern. Diese fortwährenden Innovationen haben dazu beigetragen, dass Autos mit Verbrennungsmotoren eine starke Marktdominanz gegenüber Elektrofahrzeugen haben. Aber Faktoren wie Umweltbewusstsein und die Nutzung teurer fossiler Kraftstoffe sprechen gegen die Nutzung von Verbrennerautos und für Elektrofahrzeuge. Deshalb stelle ich heute die Frage:

## WARUM SIND VERBRENNER-AUTOS IMMER NOCH SO BELIEBT?

Ein wesentlicher Faktor für die anhaltende Beliebtheit von PKWs mit Verbrennermotoren ist ihre vertraute Infrastruktur. Tankstellen, Werkstätten und Ersatzteilversorgung sind weit verbreitet und gut etabliert. Dies schafft eine Komfortzone für Verbraucher und ist ein Hemmnis, um auf neue Technologien umzusteigen, deren Infrastruktur möglicherweise noch nicht so ausgereift ist.

Des Weiteren bieten Verbrennungsmotoren eine vertraute Leistungsdynamik und Reichweite. Im Vergleich zu vielen Elektrofahrzeugen bieten Verbrennerautos oft eine längere Reichweite und eine schnellere Betankung, was sie für Langstreckenfahrten und den Alltag praktisch macht. Zudem sind Verbrennungsmotoren für viele Autofahrer mit einem bestimmten Fahrgefühl verbunden, das durch den Klang des Motors und das Schaltverhalten des Getriebes geprägt ist.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Kostenstruktur. Obwohl Elektroautos in Bezug auf Kraftstoffkosten und Wartung günstiger sind, bleiben die Anschaffungskosten für Elektrofahrzeuge oft hoch. Verbrennerautos sind oft preisgünstiger und können für Verbraucher mit begrenztem Budget attraktiver sein.

Es ist jedoch unbestreitbar, dass sich die Automobilbranche im Wandel befindet. Die steigenden Umweltauflagen und die wachsende Sensibilisierung für Nachhaltigkeit treiben die Entwicklung von Alternativen voran. Elektrofahrzeuge gewinnen zunehmend an Popularität, insbesondere in urbanen Gebieten, wo Umweltbelange und Einschränkungen für Verbrennerfahrzeuge immer präsenter werden.



Jetzt scannen  
und die ENERGY  
als E-Paper erhalten!



“Sicherheit über die gesamte Lebensdauer.”

Han<sup>®</sup> HPR HPTC –  
Konfektionieren,  
installieren, vergessen.

Langlebige Schnittstellen für hohe Ströme in Energieanwendungen

- **Schnelle, einfache und sichere Installation** dank eines durchdachten Systems
- **Längere Lebensdauer** durch Han<sup>®</sup> HPR Standard-Metallgehäuse für sehr raue Umgebungen
- **Komplexitätsreduzierung:** ein System für geschirmte und ungeschirmte Kabelanwendungen

One Range. No Limits:

[www.HARTING.com/hohestroeme](http://www.HARTING.com/hohestroeme)





# INHALT

## AUFTAKT

- 06 Kosmos der Energie:  
Massenfertigung von Brennstoffzellen
- 12 Highlights der Branche

## TITELREPORTAGE

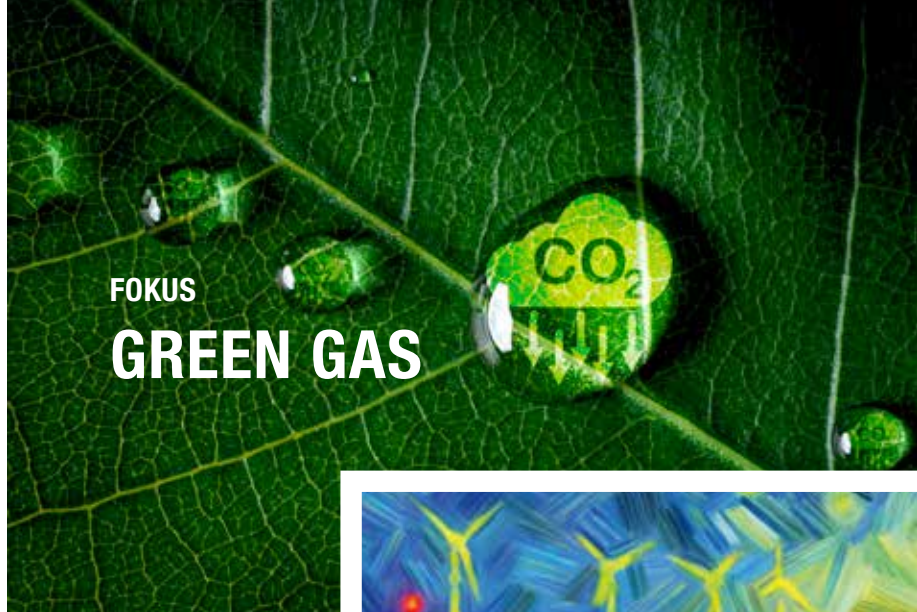
- 08 Titelstory: Energiegeladen in die Zukunft:  
Rolle der Industrie bei der Energiewende
- 11 Titelinterview: Raphael Görner, Rittal:  
„Energiewende bedeutet Infrastrukturwende“

## FOKUS: GREEN GAS

- 14 Mit Green Gas die Zukunft gestalten
- 16 Zwischen Hype und Realität:  
Grüner Wasserstoff, den nicht jeder braucht
- 20 Wasserstoff vs. Erdgas: Wasserstoff für eine  
CO<sub>2</sub>-neutrale Stahlproduktion
- 22 Alles ist dicht! - Bestimmung von  
Wasserstoffleckagen durch Berechnung

## RUBRIKEN

- 03 Editorial
- 57 Firmenverzeichnis & Impressum
- 66 Rücklicht: Die Zahl



FOKUS

GREEN GAS



08

AB SEITE

TITELSTORY

Energiegeladen in  
die Zukunft



60

ENERGY SOLUTION

Die Plus-Energie-Fabrik  
gegen den Klimawandel





AB SEITE **14**

**GREEN GAS**

Nachhaltige Energieträger  
mit Zukunft



**36**

**NET ZERO INDUSTRY**

Welche Technologien  
spielen eine Rolle?



**NET ZERO INDUSTRY**

- 26** AC- versus DC-Netze in der Industrie:  
Der Wechsel kommt
- 30** Der ökologische Fußabdruck:  
Nachhaltigkeit in der PV-Branche
- 34** Interview zu Lithium-Gewinnung:  
„Heimisches Lithium ist relevant!“
- 36** Umfrage: Wichtige Technologien für die  
Versorgungssicherheit und Netz-Stabilität

**SMART ENERGY**

- 39** Mehr Ladestationen für mehr E-Mobilität:  
So beschleunigen Sie den Ausbau
- 42** Intelligentes Gebäudemanagement: Schonen  
von Ressourcen durch vernetzte Gebäude
- 46** PV-Module beim Check-up: Wie Sie das  
Maximum aus der PV-Anlage herausholen
- 49** Einstieg leicht gemacht: Mit Monitoring die  
Energieeffizienz auf die nächste Stufe bringen
- 52** Störungen rechtzeitig erkennen:  
Messdatenplattform für das Bahnenergienetz

**ENERGY SOLUTIONS**

- 54** Mehrwert durch Kombination:  
Batteriespeicher in Power-to-X-Applikationen
- 58** Solarenergie und Cybersecurity:  
Sicherheitsrisiken vermeiden
- 60** Die grüne Fabrik: Mit Plus-Energie-Fabrik  
gegen den Klimawandel
- 63** Nachhaltigkeit im Rechenzentrum:  
Strategien und Ansatzpunkte



**MABGESCHNEIDERTE  
ARMATUREN FÜR  
DIE ENERGIEWENDE**

Mit unseren Kugelhähnen und Bohrlochköpfen als Übergang zwischen Unter- und Obertage bilden wir schon heute die sichere Schnittstelle zu Untergrundspeichern für Wasserstoff, zur Wärme aus tiefer Geothermie und zu Lithium für Batterien.

Sicher.  
Langlebig.  
Wartungsarm.



Angewandte Wasserstofftechnologie

# BRENNSTOFFZELLEN EN MASSE

Ein Forschungsteam vom Fraunhofer IPA und vom Campus Schwarzwald hat eine Roboterzelle aufgebaut, die Brennstoffzellen in Sekundenschnelle und vollkommen automatisiert steckt. Damit ist eine wesentliche Voraussetzung dafür erfüllt, dass die Preise für Brennstoffzellensysteme fallen und sie im Schwerlastverkehr den Verbrenner ablösen.

TEXT: mit Material von Fraunhofer IPA BILD: Fraunhofer IPA/Foto: Rainer Bez







Bislang werden Brennstoffzellenstacks manufakturartig gefertigt, also mit viel Handarbeit und entsprechend zeitaufwendig. „Wenn Brennstoffzellen im Schwerlastverkehr den Verbrenner ablösen sollen, müssen sie in industrieller Massenproduktion, weitgehend automatisiert und entsprechend kostengünstig hergestellt werden“, sagt Erwin Groß von der Abteilung Unternehmensstrategie und -entwicklung am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA. Genau das ist einem Forschungsteam vom Fraunhofer IPA und vom Centrum für Digitalisierung, Führung und Nachhaltigkeit Schwarzwald (Campus Schwarzwald) nun im Projekt „H2FastCell“ gelungen. Pro Sekunde legt das Roboter-Duo eine Bipolarplatte oder Membran-Elektrodeneinheit auf dem Brennstoffzellenstack ab. Ein Stack, der aus 400 einzelnen Brennstoffzellen zusammengesetzt ist, ist also schon nach etwa 13 Minuten fertig. Die manuelle Produktion würde dafür ein Vielfaches der Zeit benötigen.





Die Rolle der Industrie innerhalb der Energiewende

# Energiegeladen in die Zukunft

Die „All Electric Society“ kommt mit großen Schritten auf uns zu – und das gesamte Energiesystem verändert sich radikal. So stellt sich auch die Frage, ob es in Zukunft noch ausreichend bezahlbaren Strom für die Industrie geben wird. Denn die Antwort darauf ist entscheidend für die Unternehmen und den Wirtschaftsstandort. Doch welchen Beitrag kann die Branche selbst innerhalb dieses Umbruchs leisten?

TEXT: Jannick Bangard, Rittal BILDER: Rittal; DALL-E, publish-industry



Die Industrialisierung gesamter Prozessketten mit durchgängigen Daten und abgestimmter Soft- und Hardware ist das übergreifende Handlungsprinzip für den Infrastrukturaufbau der Energiewende.



Mit den Unternehmen Rittal, Eplan, Cideon und German Edge Cloud will die Friedhelm Loh Group zeigen, wie die Industrie mit vereinten Kompetenzen, standardisierten Prozessen und verbundenen Datenräumen zur Möglichmacherin in mehreren Schlüsselbereichen werden kann – von der Stromerzeugung und -speicherung über Sektorkopplung und Stromverteilung bis zum Management der Energieströme in den eigenen Unternehmen und Fabriken.

Schon seit mehreren Jahren befassen sich Rittal, Eplan, Cideon und German Edge Cloud mit der Frage, welche konkreten Chancen für die Steuerungs- und Schaltanlagenbauer, die Energiebranche und Fabrikbetreiber in der Transformation entstehen – und somit auch genutzt werden können. „Das übergreifende Handlungsprinzip ist die Industrialisierung gesamter Prozessketten mit durchgängigen Daten und abgestimmter Soft- und Hardware“, sagt Raphael Görner, Leiter des Geschäftsbereichs Energy & Power Solutions bei Rittal. Das zeigt sich zum Beispiel bei den Energienetzen. Hier ist trotz knapper Fachkräfte Tempo beim Aufbau neuer Infrastruktur gefragt. „Damit der digitale Workflow seine Wirkung entfaltet, braucht es von Anfang an hohe Datenqualität“, ergänzt Jan Oliver Kammesheidt, Vertical Market Manager Energy bei Eplan: „Unsere Erfahrungen mit dem hohen Industrialisierungs-Grad im Maschinenbau zeigen das Potenzial. Diesen systemischen Nutzen bis hin zum ‚Automated Engineering‘ wollen wir noch stärker der Energiebranche zugänglich machen.“

### Tempomacher für Netzinfrastruktur

Diesen Ansatz haben Rittal und Eplan kürzlich in Form einer Trafostation realisiert. Denn die Netzbetreiber benötigen Umspannwerke und Trafostationen in großer Zahl, um den

Strom effizient an die Endverbraucher zu verteilen. Die Idee: Eplan bietet ein komplettes Industrie-Projekt als normgerechter Standard, inklusive branchentypischer Betriebsmittelliste. Es muss dann bei Bedarf nur noch individualisiert werden. So entsteht schon im Engineering mehr Tempo durch Standardisierung. Der Datensatz enthält auch alle Informationen für modulare Rittal Systemtechnik und zur Bearbeitung mit Maschinen von Rittal Automation Systems und Ehrt im weiteren Prozess. Das Ergebnis: Erheblich weniger Zeit und Kosten, normgerechte Ausführung sowie ein Digitaler Zwilling für den Betrieb. „Dieses Standardisierungs-Prinzip bauen wir mit Eplan und Rittal als Tempomacher für immer weitere Anwendungen aus.“, erläutert Görner.

### Energieeffizienzwende für die Industrie

Damit die Energiewende möglich wird, müssen aber nicht nur die Netze und Energiesysteme ausgebaut werden. Gerade die produzierende Industrie muss auch eine Energieeffizienzwende in ihren Unternehmen einleiten. Diese verbrauchen fast 45 Prozent des Stroms in Deutschland. Das erfordert erstens hohe Konsequenz beim Einsatz energiesparender Technologien und zweitens die Neuorganisation der Fertigungsprozesse als Smart Production, um sie auch nach Energie-Aspekten managen zu können.

„Bei der Infrastruktur wollen wir unsere Kunden besonders im Bereich Klimatisierung für Schaltschränke, Maschinen, IT-Lösungen und Energiespeicher unterstützen, um das maximale Optimierungspotenzial zu holen“, sagt Lars Platzhoff, Leiter des Geschäftsbereichs Cooling Solutions bei Rittal: „Marktführend energiesparende Kühltechnik ist die Grundlage, aber wir müssen für unserer Kunden auch Planung, Konfiguration,



Filterlüfter, die über das Rittal IoT-Interface erfasst sind, liefern Informationen zu Status, Auslastung, Betriebsstunden oder Energieverbrauch.

Austausch und Betrieb vereinfachen, um die Technologien in die Breite zu bringen.“ Folglich setzt Rittal nicht nur auf den Ausbau der Rittal Blue e+ Kühltechnologie mit bis zu 75 Prozent Energieersparnis für immer weitere Anwendungen, sondern bietet den Kunden auch umfassende Beratung und Services wie Effizienz-Analysen oder ROI-Berechnungen.

Eine Neuheit bietet Rittal mit seiner Software RiTherm. Das jetzt in der Eplan Cloud aufgesetzte Tool unterstützt die Kunden bei der Klimatisierungs-Planung von Steuerungs- und Schaltanlagen – inklusive Entwärmungsnachweis und CO<sub>2</sub> Footprint. Auch scheinbar simple Technik macht Rittal jetzt smart: Die neuen Blue e+ Filterlüfter liefern Daten über das Rittal IoT-Interface und geben Alarm, wenn zu hohe Temperaturen entstehen. „Großes Entwicklungspotenzial sehen wir auch im Bereich der IT-Kühlung. Bei der steigenden Leistungsdichte in Rechenzentren wird direkte Flüssigkeitskühlung eine immer größere Rolle spielen, auch weil sie die Wärmerückgewinnung erleichtert“, sagt Platzhoff.

### Transformation: Vom Energiesparen zum Management per Smart Production

In den Fabriken muss die Transformation über reine Energieeffizienz der Anlagen hinausgehen. „Wenn nicht mehr jederzeit ausreichend günstiger Strom zur Verfügung steht, müssen Fabrikbetreiber ihre Fertigung auch nach Verfügbarkeit und Preis von Energie managen“, erläutert Dieter Meuser, CEO Digital Solutions bei German Edge Cloud: „Grundlage dafür ist die Flexibilität einer universellen digitalen Plattform wie des ONCITE Digital Production Systems, das die Daten des

Energiemonitorings in die Transparenz einer Smart Production integriert.“ Dafür muss es mit den Datenräumen rund um Produkte und Anlagen verbunden werden. Auch hier bringen die Schwesterunternehmen ihre Kompetenzen ein: Eplan und Rittal für den digitalen Zwilling der Anlagen, Cideon rund um den Produktzwilling. □

#### RITTAL APPLICATION CENTER IN GERA:

##### *Mehr Tempo für die Energiewende!*

Im thüringischen Gera bringen Rittal und Eplan die Energiewende schneller voran. Weil der Um- und Ausbau der Strominfrastruktur voranschreiten muss, steigt auch der Bedarf an Niederspannungs-Schaltanlagen. Besucher können im 2023 eröffneten Rittal Application Center gemeinsam mit Rittal, Eplan und Eht Lösungen erarbeiten, wie sie mit der Automatisierung ihrer Prozesse sowie vormontierten Verteilsystemen und passenden Schienen den Aufbau von Schaltanlagen beschleunigen. In Zeiten von stetig wachsendem Fachkräftemangel und gleichzeitigem Lieferdruck können viele Schaltanlagenbauer so mehr Aufträge bearbeiten, die wiederum dringend zur Umsetzung der Energiewende benötigt werden. „Die Industrie braucht hohes Tempo und standardisierte Qualität beim Ausbau der Energieinfrastruktur. Dabei haben die Schaltanlagenbauer eine Schlüsselfunktion“, sagt Markus Asch, CEO Rittal International und Rittal Software Systems und argumentiert weiter: „Das wesentliche Optimierungspotenzial steckt in industrialisierten Arbeitsprozessen, gerade in Zeiten von knappen Fachkräften. Der Prozess muss schneller, effizienter und standardisierter werden. Dies gelingt nur aus der klugen Verbindung von Hardware und Software, über Digitalisierung und Automatisierung.“



Interview mit Rittal über zukunftssichere Unternehmen

# „Energiewende als Infrastrukturwende begreifen“

Rittal will mit Digitalisierung und Standardisierung die Prozesse seiner Kunden optimieren, um sie zukunftsfähig zu machen. Raphael Görner, Leiter des Geschäftsbereichs Energy & Power Solutions bei Rittal, gibt Einblicke in Lösungsansätze des Unternehmens und Ausblicke zu neuen Entwicklungen.



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

**Herr Görner, die Energiewende kommt voran – allerdings nicht so schnell, wie man es sich wünschen würde. Wo setzt Rittal an, um mehr Tempo zu machen?**

Neben dem Ausbau erneuerbarer Energien und der Übertragungsnetze kommt es genauso auf den Umbau des Energiesystems auf Verteilnetzebene an. Die All Electric Society ist nur erreichbar, wenn die Energiewende auch als Infrastrukturwende begriffen wird. Rittal fokussiert seit 2020 mit einer eigenen Business Unit Energy & Power das Thema Stromverteilung auf die Niederspannungsebene, weil hier der Ausbaubedarf und die Anforderungen enorm gestiegen sind.

**In diesem Zuge haben Sie auf der SPS in Nürnberg eine Trafostation als vorgedachtes Industrieprojekt vorgestellt. Welcher Ansatz steckt dahinter?**

Sie ist ein Beispiel dafür, wie die Industrialisierung gesamter Prozessketten mit durchgängigen Daten und abgestimmter Soft- und Hardware dafür sorgt, dass Infrastrukturen schneller entstehen können. In der Eplan Cloud ist ein sogenanntes Industry Standard Project frei verfügbar angelegt, mit dem zum Beispiel Trafostationen oder dezentrale Energiesysteme entwickelt werden können. Von der Planung über die normenkonforme Konstruktion und Herstellung bis zum Betrieb der Anlage ist alles mitgedacht, was für die Energiebranche wichtig ist.

**Auf dem Weg in die All Electric Society wird auch der Einsatz von Gleichstrom für die Industrie immer interessanter. Welche Erwartungen haben Sie bei diesem Thema?**

Gleichstrom liefert erhebliche Vorteile für die Industrie und für unsere Kunden als Anwender, beispielsweise durch bessere Integration von erneuerbaren Energien in stabilen und doch sehr flexiblen Netzen mit weniger Ressourcenverbrauch und Einspeiseleistung. In unserer Business Unit Energy & Power Solutions treiben wir in Kooperation mit Herstellern, Planern und Anwendern neue Standards für Gleichstrom-Anwendungen voran und sind Gründungsmitglied der Open Direct Current Alliance (ODCA).

**Und die Industrie? Ändert sich hier das Bewusstsein innerhalb der Branche bereits?**

Die Industrie befasst sich immer intensiver mit den technischen Möglichkeiten. Dass Stromversorgung und Energiemanagement zukünftig bis an die Grenze des physikalisch Möglichen optimiert werden müssen, liegt auf der Hand. Aus meiner eigenen Erfahrung im Bereich der Hochspannungsnetze schließe ich, dass dieser Prozess im Hinblick auf Gleichstrom trotzdem mehrere Jahre dauern wird. Heute ist bei den Übertragungsnetzen die Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung nicht mehr wegzudenken – als Ergänzung zum Wechselstromnetz. Ähnlich ist es in der Industrie zu erwarten. □

# 6

## HIGHLIGHTS

Fakten, Trends und Neues: Was hat sich in der Branche getan? Wasserstoff steht im Vordergrund, daher hat die Dechema eine Roadmap bereitgestellt. Modvion baut Windkraftanlagen aus Holz und Eaton gibt Schlüsseltrends der Elektrizitätswende wieder. Was bedeutet das?





Auch Wasser wird knapp

## Water-for-X

Wasserstoff wird künftig einen signifikanten Anteil an der globalen Energieversorgung haben. Ob in Chile, Namibia oder Deutschland, die Anzahl an Projekten steigt stetig. Somit wächst auch das künftige Angebot an Wasserstoff und Derivaten. Um die neuen Herausforderungen in puncto Wasserversorgung zu bewältigen, hat die Dechema die Roadmap „Water-for-X“ entwickelt.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2738409](https://www.industr.com/2738409)

5 Schlüsselrends

## Elektrizitätswende

Elektrizitätserzeugung ist weltweit die größte Quelle von CO<sub>2</sub>-Emissionen. Das bedeutet, der Energie- und Versorgungssektor ist einer der wichtigsten Akteure, wenn es darum geht, die Energiewende voranzutreiben und Emissionen zu reduzieren. Dirk Kaisers, Segment Leader Distributed Energy Management EMEA bei Eaton, zeigt fünf Trends, die 2024 besonders wichtig werden.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2739772](https://www.industr.com/2739772)

Speicherkapazität verdoppelt

## Solarbatterien

Eine Studie des Bundesverbandes Solarwirtschaft zeigt, dass die Nachfrage nach Solarstromspeichern in Deutschland 2023 um über 150 Prozent gestiegen ist. In Reaktion darauf fordert die Solarwirtschaft eine Ausweitung der Forschungsförderung und strategische Verbesserungen. Wird diese Entwicklung Deutschland zu einem führenden Markt für Solarstromspeicher machen?

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2734437](https://www.industr.com/2734437)

Typ-4-Druckbehälter

## Zu viel Druck?

Die Speicherung von Wasserstoff stellt eine große technische Herausforderung dar. Dieses extrem flüchtige Element erfordert spezielle Behältnisse, um es sicher und effizient zu lagern. Verbundstoffspeicherlösungen vom Typ 4 von Hexagon Purus erfüllen schon jetzt die anspruchsvollen Anforderungen, die in den kommenden Jahren von Wasserstoffbehältnissen erwartet werden.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2734068](https://www.industr.com/2734068)

Nachhaltige Windturbinen

## Holz anstatt Stahl

Auf der Suche nach noch besseren Lösungen in der regenerativen Energieerzeugung hat das schwedische Unternehmen Modvion einen neuen Ansatz gewählt: Es baut 150 bis 200 m hohe Windkraftanlagen aus Holz. Um die Holztürme fest im Boden zu verankern, ist Modvion eine Partnerschaft mit dem ebenfalls aus Schweden stammenden Stahlteilehersteller Proplate eingegangen.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2737704](https://www.industr.com/2737704)

Tandem-PV-Modul

## Wirkungsgrad: 25%

PV-Module auf Basis von Perowskit-Silizium-Tandemsolarzellen haben das Potenzial höhere Wirkungsgrade zu erzielen als heutige Silizium-PV-Module. Ein Forschungsteam des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE fertigte nun das effizienteste Silizium-Perowskit-Tandem Solarmodul der Welt im industriellen Format. Es hat eine Leistung von 421 W auf einer Fläche von 1,68 m<sup>2</sup>.

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2737700](https://www.industr.com/2737700)

## Engineering für den Energiesektor

Die Anforderungen von Versorgern, Kraftwerksbetreibern und Abnehmern der Energiebranche sind vielfältig. Eplan unterstützt Sie dabei, Ihre Ziele zu erreichen - ob für konventionelle oder alternative Energiequellen, für Hoch-, Mittel- oder Niederspannungsnetze.

- 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 für Produktion und Service

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











Green Gas

# DIE ZUKUNFT DER NACHHALTIGEN ENERGIE

Entdecken Sie die Zukunft der Energie mit Green Gas! Diese innovative Technologie bietet eine strategische Lösung für die Dekarbonisierung und ermöglicht die effiziente Speicherung erneuerbarer Energien. Erfahren Sie, wie Green Gas Treibhausgasemissionen reduziert und gleichzeitig die Energiesicherheit erhöht.

TEXT: Bernhard Haluschak, Energy BILD: iStock, Dilok Klaisataporn

Green Gas wird hauptsächlich durch die Aufbereitung von Biogas oder durch die Elektrolyse von Wasserstoff hergestellt, wobei erneuerbare Energiequellen wie Biomasse, Wind- oder Solarenergie als Eingangsenergie verwendet werden. Es bietet eine vielversprechende Möglichkeit, erneuerbare Energien in den Gasnetzen zu speichern und zu transportieren sowie die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu verringern.

Die Anwendungsmöglichkeiten von Green Gas sind vielfältig und reichen von der Einspeisung in das Erdgasnetz über die Nutzung als Kraftstoff für Fahrzeuge bis hin zur Verwendung als Rohstoff in der chemischen Industrie. Durch die Integration von Green Gas können wir nicht nur die Treibhausgasemissionen reduzieren, sondern auch die Energiesicherheit erhöhen und neue Einkommensmöglichkeiten für landwirtschaftliche Betriebe und andere Akteure schaffen.

Obwohl Green Gas viele Vorteile bietet, stehen wir vor Herausforderungen bei der Skalierung seiner Produktion und Anwendung. Die Entwicklung effizienter Aufbereitungs- und Speichertechnologien, die Schaffung eines geeigneten regulatorischen Rahmens und die Förderung von Investitionen sind nur einige der Aufgaben, die bewältigt werden müssen, um Green Gas zu einem integralen Bestandteil unseres Energiesystems zu machen. □



Grüner Wasserstoff: Knappe Ressource, die nicht jeder braucht

## Zwischen Hype und Realität

Der Hype um den grünen Wasserstoff als wichtigen Energieträger der grünen Transformation ist berechtigt: Er forciert die infrastrukturellen Voraussetzungen für den Markthochlauf. Gleichzeitig entsteht durch diese „Goldgräberstimmung“ ein weitverbreiteter Irrglaube. Denn grüner Wasserstoff ist nicht überall die beste Lösung.

TEXT: Peter Rößner, APEX BILDER: iStock, standret, audioundwerbung, MoreISO



Grüner Wasserstoff wird in der Industrie immer wichtiger, um die gesetzten Klimaziele zu erreichen.



Deutschland meint es ernst mit dem grünen Wasserstoff. Das im Juli 2023 veröffentlichte Update der nationalen Wasserstoffstrategie und die geplante 3,7-Milliarden-Förderung aus dem Klima- und Transformationsfonds der Bundesregierung verleihen der deutschen Wasserstoffwirtschaft immer mehr öffentliche Relevanz: Grüne Wasserstofftechnologie ist ein wichtiger Baustein bei der Erfüllung der Klimaziele 2030. Die große Aufbruchstimmung sollte aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass grüner Wasserstoff auch in nächster Zukunft ein rares Gut bleiben wird.

Laut nationaler Wasserstoffstrategie wird sich der Bedarf bis 2030 auf 90 bis 110 TWh summieren. Er übersteigt damit die anvisierte, maximal mögliche inländische Eigenproduktion von rund 14 TWh um ein Vielfaches, weshalb in Zukunft viel grüner Wasserstoff importiert werden muss. Auch die Installation und Inbetriebnahme von energieeffizienten Elektrolyseuren im 100-MW-Bereich hinkt hinterher, ebenso die finale Freigabe von Fördermitteln aus europäischen Großprojekten wie IPCEI. Ohne diese Mittel können die Projektpartner nicht mit der Anlagenerstellung beginnen – die Investitionssummen und -risiken sind viel zu hoch.

### Alternativloser Einsatz

Das zeigt, dass die vielfach zitierte Dekarbonisierung der deutschen Industrie zwar ein hehres Ziel, es aber bis dahin noch ein weiter Weg ist. Heute sind jährlich 93 Millionen t grauer Wasserstoff in Industrieprozesse eingebunden. Allein diesen durch grünen Wasserstoff zu ersetzen, übersteigt alle Kapazitäten an Grünstrom in Deutschland. Hier ist eine sinnvolle Priorisierung nötig.

An erster Stelle stehen die vielen Stahlunternehmen als größte CO<sub>2</sub>-Emittenten in der gesamten deutschen Industrie.

Sie stoßen jährlich mehrere Millionen t CO<sub>2</sub> aus. Langfristiges Ziel ist die klimaneutrale Stahlproduktion in Deutschland. Im Rahmen des „Hydrogen for Bremens industrial transformation“-Projekts (kurz: HyBit) errichtet die APEX Group deshalb für das ArcelorMittal-Stahlwerk in Bremen eine 10-MW-Elektrolyseanlage für grünen Wasserstoff.

2024 soll die Anlage in Betrieb gehen. Mit dem Einsatz grünen Wasserstoffs in der Stahlindustrie sind auch neue Prozesstechnologien verbunden: Die wasserstoffbasierte Direktreduktion macht künftig aus Eisenerz Stahl und wird die klassischen Koks-Hochöfen ablösen. All das erfordert Investitionen im einstelligen Milliardenbereich – je Stahlkonzern. Weil die Stahlindustrie für den Wirtschaftsstandort Deutschland so wichtig ist, erhält sie extrem hohe Subventionen, ebenfalls im Milliardenbereich, und das sowohl auf CapEx- als auch auf OpEx-Basis.

### Nicht immer die erste Wahl

Das Beispiel der Stahlbranche zeigt, wie grüner Wasserstoff effizient zur Erreichung der Klimaziele eingesetzt werden kann. Der große Hype rund um grünen Wasserstoff lenkt aber davon ab, dass sich der Wasserstoffbetrieb nicht pauschal für alle Branchen und Anwendungen eignet. Hier ist immer wichtig, zunächst eine ergebnisorientierte Analyse des Anwendungsfalles vorzunehmen: Wie viel Energie wird in welcher Form wo benötigt und was ist aus Effizienzgründen sinnvoll?

### Alternativen beachten

Es darf nicht um einen rein politisch oder wirtschaftlich motivierten Verdrängungswettbewerb der erneuerbaren Energien beziehungsweise Energieträger untereinander gehen, sondern immer um eine projektbezogene und ganzheitliche



In der energieintensiven Stahlindustrie kann Wasserstoff die herkömmlichen Energieträger ersetzen.

Betrachtung: Unternehmen, die etwa Prozesswärme für ihre Produktion benötigen, sind vielleicht mit einer Solarthermieanlage auf dem Dach besser beraten, sowohl in Bezug auf Investitionskosten als auch mit Blick auf die Bedarfsdeckung.

Für die Quartiersversorgung mit Wärme und Strom eignet sich grüner Wasserstoff am ehesten, wenn ohnehin eine Wasserstoffproduktion – zum Beispiel für eine Prozessgasanwendung – in der Nähe ist. Deren Überschuss kann in ein Blockheizkraftwerk fließen, das als Sekundärversorgung einspringt, wenn die Primärversorgung ausfällt. Und während im Stadtbetrieb häufig mit Grünstrom betriebene E-Busse die erste Wahl sind, eignen sich im regionalen ÖPNV aufgrund der höheren Reichweite eher Wasserstoff-Bahnen und -Busse.

### Genau richtig

Von grünen Wasserstofftechnologien profitieren können vor allem energieintensive Großindustrien, die aktuell mit klimaschädlichen Prozessgasen arbeiten: Das sind neben Stahl vor allem Chemie und Pharma sowie Zement. Hinzu kommt der Schwerlasttransport per Schiff, Flugzeug, Schienenverkehr und Lkw. All diese Prozesse lassen sich nur schwer oder gar nicht elektrifizieren – deshalb ist Grünstrom keine geeignete Alternative.

Für viele andere Einsatzbereiche wie etwa die Wärme- und Stromerzeugung für die Wohnungswirtschaft ist grüner Wasserstoff nicht effizient genug oder erfordert zudem sehr hohe

## Unsere Lösung für die modulare Messtechnik



## Das modulare System für alle Anforderungen der modernen Energiemesstechnik



**Praxis-Workshop**  
18.04.2024 / 10 - 17Uhr

PQ Plus GmbH  
Hagenauer Straße 6  
91094 Langensendelbach

Tel: (+49) 9133-60640-0  
Fax: (+49) 9133-60640-100  
E-Mail: [info@pq-plus.de](mailto:info@pq-plus.de)  
Internet: [www.pq-plus.de](http://www.pq-plus.de)

Vereinbaren Sie noch heute Ihren Termin mit den Spezialisten der PQ Plus GmbH.

Fordern Sie unseren **neuen Katalog** an oder blättern Sie in der Online-Version auf unserer Website.







Investments, neue Anlagen und sehr hohe Subventionen – die viele Unternehmen aufgrund ihres volkswirtschaftlichen Stellenwerts vermutlich nicht bekommen werden. Hinzu kommen die aktuell noch hohen Preise für grünen Wasserstoff. Sie lassen sich in nur wenigen Branchen über eine Erhöhung der Abgabepreise kompensieren, weil die nachgelagerten Wertschöpfungsstufen dafür viel zu preissensibel sind.

## Vertikale Partnerschaften

Dort, wo Wasserstoffanwendungen unter Kosten-Nutzen-Gesichtspunkten sinnvoll sind, sollten sie im Rahmen einer Sektorenkopplung mit vor- und nachgelagerten Industrien verbunden werden. Idealerweise liegen solche Komplementärcluster räumlich nah an einem Standort – oder sie sind durch eine Pipelineinfrastruktur verbunden, zumindest, wenn es um den Austausch von Gasen und Wärme geht. Ein Beispiel dafür: Weil bei der künftig grünen Produktion von Zement grünes CO<sub>2</sub> als Nebenprodukt anfällt, werden sich Zementwerke im Nebengeschäft – in Kombination mit grünem Wasserstoff – als Rohstofflieferant für die grüne Ammoniakproduktion und andere Derivate etablieren können.

Auch strategische Lieferpartnerschaften sind sinnvoll: So beliefert das Unternehmen Salzgitter die BMW Group künftig mit CO<sub>2</sub>-neutral produziertem Stahl für die Automobilherstellung – ein wichtiger Schritt für BMW, um die eigenen Klimaziele zu erreichen.

## Knappes Gut

Grüner Wasserstoff ist einer der Schlüssel für die grüne Energiewende. Da er aber mittelfristig nicht im Übermaß verfügbar sein wird, ist es wichtig, ihn dort einzusetzen, wo er aktuell den qualitativ besten Outcome hat. Es geht jetzt also darum, Know-how zu vermitteln und die Wirtschaft dahingehend richtig zu beraten, dass als Erstes der graue Wasserstoff in der Industrie substituiert wird. Gänzlich neue grüne Wasserstoffprojekte sollten selektiv da starten, wo sie unter Kosten-Nutzen- und Infrastrukturgesichtspunkten wirklich sinnvoll sind. Dazu bedarf es mehr tiefen Wissens bei privatwirtschaftlichen Unternehmen, Investoren, Kreditinstituten und der öffentlichen Hand. Denn: Gezielt eingesetzt und gut beraten, ergibt grüner Wasserstoff viel Sinn. □

19.–21.  
JUNI  
2024

MESSE MÜNCHEN

Europas größte  
Messeallianz  
für die Energie-  
wirtschaft

inter  
**solar**  
connecting solar business | EUROPE

**e es**  
central energy storage

**POWER  
DRIVE**  
EUROPE

**EMPOWER**  
EUROPE

- **Energieversorgung von morgen:** erneuerbar, dezentral und digital
- **Sektorübergreifend:** vernetzte Energielösungen für Strom, Wärme und Verkehr
- **Impulsgeber:** von neuesten Markteinblicken über umfassendes Know-how bis hin zu Best Practices
- **Branchentreffpunkt:** 115.000+ Energieexperten und 2.800+ Aussteller auf vier parallelen Fachmessen

Werden Sie Teil der führenden Energiefachmessen und -konferenzen The smarter E Europe



# H<sub>2</sub>

Wasserstoff anstelle von Erdgas

## Wasserstoff für eine CO<sub>2</sub>-neutrale Stahlproduktion

Das Unternehmen Spie plant und installierte ein wasserstoffbasiertes Energieversorgungssystem im Rahmen eines Pilotprojekts in der Stahlkaltbandproduktion für die Bilstein Group in Hagen. Das Projekt ermöglichte die kohlenstoffneutrale Wärmebehandlung von rund 100 Tonnen Kaltband in einer Haubenglühanlage.

TEXT: Spie BILDER: iStock, Grafissimo, GCS shutter





Die Stahlherstellung ist sehr energieintensiv. Dabei werden die Öfen mit herkömmlichen Erdgas betrieben. Doch auch hier könnte Wasserstoff eine Alternative sein.

Die Bilstein Group gehört zu den größten Kaltbandhersteller und verfolgt das Ziel, energieintensive Prozesse, wie etwa die Wärmebehandlung bei der Produktion von flach gewalzten Stahlbändern, von Erdgas auf nachhaltigen Wasserstoff umzustellen.

### Höchste Sicherheitsstandards erforderlich

In einer Haubenglühanlage werden mehrere Rollen Kaltband auf Temperaturen zwischen 500 und 800 Grad Celsius erhitzt, bis die Stahlbänder die gewünschte Verformbarkeit zur Weiterverarbeitung, beispielsweise für Automotive-Anwendungen, erreicht haben. Die Umstellung dieses energieintensiven Prozesses von Erdgas- auf Wasserstoffbetrieb ist schwierig – auch durch die unterschiedlichen Dichten der Gase.

So sind bei der Verwendung von Wasserstoff im Vergleich zu Erdgas viel höhere Brenngasvolumenströme erforderlich, um dieselbe Leistung zu erreichen. Das Team von Spie Deutschland & Zentraleuropa aus dem Geschäftsbereich CityNetworks & Grids realisierte die Anlage zur Wasserstoffversorgung einer kompletten Heizhaube mit elf Brennern

und in Summe 1800 Kilowatt Wärmeleistung am Standort Hagen der Bilstein Group so, dass es keine Leistungseinbußen gab. Der Multitechnik-Dienstleister plante und installierte dafür mehrere Druckregelstrecken und etwa 250 Meter Rohrleitungssystem.

„Beim Umgang mit Wasserstoff gelten für uns höchste Sicherheitsstandards, da dieser hochexplosiv ist. Wir wussten, dass in der Spitze pro Stunde über 600 Kubikmeter Wasserstoff direkt aus einem Trailer in die Anlage strömen würden und konstruierten sie entsprechend so, dass sie diesem hohen Volumenstrom standhält“, sagt Heiko Prenger, Projektleiter bei Spie.

### Passgenaue Lösungen bei engem Zeitplan entwickelt

Für die Realisierung der Anlage benötigte Spie nur zwei Monate. „Es hat uns sehr motiviert, dieses besondere Projekt, das einen großen Fortschritt in Bezug auf CO<sub>2</sub>-Neutralität für die Industrie bedeutet, in bester Zusammenarbeit mit unserem Auftraggeber und weiteren Partnern zu realisieren. So haben wir schnell und flexibel passgenaue Lösungen entwickelt und den Endtermin

bei einem sehr engen Zeitplan gehalten“, sagt Heiko Prenger. Und aus dem Schornstein kam während des Testlaufs statt CO<sub>2</sub> nur Wasserdampf. Christian Hagenkord, Leiter Nachhaltigkeitsprojekte und Energieversorgung der Bilstein Group, zeigte sich zufrieden: „Das Projekt war ein voller Erfolg! Allein bei diesem Versuch konnten wir lokal rund 3700 Kilogramm CO<sub>2</sub> vermeiden. Bisher gab es eine derartige Technik nur in experimentellem Rahmen.“

### Klimafreundliche Industrieprozesse im Fokus

Das Unternehmen Spie ist bereits seit zehn Jahren für die Bilstein Group in anderen Projekten tätig. „Als multitechnischer Dienstleister setzen wir uns als Unternehmen für eine klimafreundliche Zukunft ein. Klimaneutrale Industrieprozesse sind dabei ein wichtiger Bestandteil, gerade für energieintensive Industrien am Standort Deutschland. Im Rahmen dieses Projekts konnten wir unsere Expertise in dieser zukunftsweisenden Technologie unter Beweis stellen und gleichzeitig erweitern“, sagt Peter Pfannenstiel, Leiter des Geschäftsbereichs CityNetworks & Grids von Spie Deutschland & Zentraleuropa. □



Bestimmung von Wasserstoffleckagen  
durch Berechnung

# Alles ist dicht!

Die Energiewende in Deutschland führt zum Bau zahlreicher Anlagen zur Wasserstoffherzeugung. Der so aus nachhaltiger Energie gewonnene Wasserstoff wird als Grundlage gesehen, um in erster Linie Schwankungen in der Energieerzeugung auszugleichen. Hierbei sind absolut dichte Speichertanks essentiell. Was ist dabei zu beachten?

TEXT: Stefan Keck, Klinger BILDER: Klinger; iStock, Hallgerd

Das Herzstück einer Wasserstoffanlage ist immer der Elektrolyseur, der den erzeugten Wasserstoff über eine Verrohrung zu den anderen Bestandteilen der Anlage führt. Die Errichter der Anlagen stehen in aller Regel vor der Herausforderung, einen Dichtheitsnachweis oder einen Nachweis über die Leckage für die Anlage bei einem Audit oder einer Inspektion vorzulegen.

## Definition Technische Dichtigkeit

Eine Flanschverbindung nach DIN EN 1092 gilt nach aktuellem Stand der Technik als (dauerhaft) technisch dicht, wenn ein rechnerischer Nachweis nach EN 1591-1 beziehungsweise Finite-Elemente-Analyse (FEM) für eine Leckageklasse  $L_{0,01}$



gabe  
2290 Ausgabe

auch für H<sub>2</sub>-Anwendungen. Die zugrunde liegenden Dichtungskennwerte werden aber normalerweise nach DIN EN 13555 mit Helium ermittelt. Helium ist nach Wasserstoff das chemische Element mit der zweitgeringsten Dichte und kommt hinsichtlich der Größe dem Wasserstoff am nächsten. Aufgrund der unterschiedlichen Werte für Gasviskosität und Gasdichte bei annähernd gleichen kinetischen Durchmessern, sind jedoch im Einzelfall andere Leckageraten zu erwarten.

Ein allgemein gültiger Umrechnungsfaktor im Vergleich zu Helium lässt sich nach heutigem Wissensstand nicht angeben, da dieser Faktor von vielen weiteren Parametern abhängt, wie zum Beispiel den Strömungsverhältnissen, Permeations- und Adsorptionsvorgänge im Dichtungswerkstoff und so weiter.

## Leckagerate einer Flanschverbindung

Welche Möglichkeiten stehen unter diesen Bedingungen für einen lückenlosen Nachweis an Flanschen gemäß DIN EN 1092-1 bis -4 zur Verfügung?

**Option 1:** der typbasierte Bauteilversuch zur Bestimmung der Leckagerate einer Flanschverbindung.

Für die Prüfsituation wird die erreichbare Flächenpressung des schwächsten Flansches der PN-Reihe angenommen. Diese

erbracht werden kann (TA-Luft Ausgabe 18. August 2021, VDI

Juni 2012). Dies gilt grundsätzlich

für die Flanschberechnung. Die für die Flanschberechnung zugrunde liegenden Dichtungskennwerte werden aber normalerweise nach DIN EN 13555 mit Helium ermittelt. Helium ist nach Wasserstoff das chemische Element mit der zweitgeringsten Dichte und kommt hinsichtlich der Größe dem Wasserstoff am nächsten. Aufgrund der unterschiedlichen Werte für Gasviskosität und Gasdichte bei annähernd gleichen kinetischen Durchmessern, sind jedoch im Einzelfall andere Leckageraten zu erwarten.

Flächenpressung  $Q_{\min(LBauteilversuch)}$  dient dazu, in einem Laborversuch unter Verwendung eines Massenspektrometers mit dem Prüfmedium H<sub>2</sub> unter Anlagendruck nachzuweisen, dass die Kombination aus Flansch, Dichtung und Schrauben unter den gegebenen Prozessbedingungen die geforderte Dichtheitsklasse einhält. Diese Dichtheitsklassen können entweder gemäß DIN 3535-6 L0,1 mit der spezifischen Leckagerate  $\leq 0,1$  [mg s<sup>-1</sup> m<sup>-1</sup>] beziehungsweise TA-Luft L<sub>0,01</sub> mit der spezifischen Leckagerate  $\leq 0,01$  [mg s<sup>-1</sup> m<sup>-1</sup>] oder höher vergl. DIN EN 13555 Tabelle 1 — Dichtheitsklassen sein. Zuvor muss eine Temperaturlagerung bis zur maximalen Prozess Temperatur erfolgen, um die Relaxation des Systems zu simulieren. Basierend auf diesem Nachweis ist eine Drehmomenttabelle zu entwickeln, die für alle weiteren Nennweiten der PN-Reihe eine Montageflächenpressung  $Q_{\min(LDrehmomenttabelle)}$  garantiert, für die gilt:  $Q_{\min(LBauteilversuch)} \leq Q_{\min(LDrehmomenttabelle)}$ .

Eine fachgerechte, qualitätskontrollierte und normenkonforme Montage mit entsprechender Dokumentation ist Voraussetzung für einen solchen Nachweis. Diese Vorgehensweise stellt für den Anlagenbauer/Betreiber einen Mehraufwand dar und wird daher in der Praxis nicht sehr oft zum Nachweis herangezogen werden.

**Option 2:** individuelle Messung am Flansch in der Anlage unter Betriebsbedingungen.

Diese Variante repräsentiert wohl die aufwändigste Vorgehensweise, da hier mittels der komplexen Spülgasmethode die



Die Dichtung Klinger top-chem 2003 ist gegen den "aggressiven" Wasserstoff unempfindlich.

entstehenden Leckagen unter Betriebsbedingungen gemessen werden. Dafür ist es erforderlich, die zu messenden Flansche einzuhausen. Auch diese Methode stellt für den Anlagenbauer beziehungsweise Betreiber einen erheblichen Mehraufwand dar und wird daher sehr wahrscheinlich nicht sehr oft zum Nachweis herangezogen werden.

**Option 3:** Berechnung nach EN 1591-1 als der gebräuchlichste Weg zum Nachweis.

Bei der Auslegung der Anlagen muss ein Festigkeitsnachweis des Flanschsystems erbracht werden. Es ist sinnvoll, den Dichtklassennachweis über eine Berechnung gemäß EN 1591-1 beziehungsweise Finite-Elemente-Analyse (FEM) für eine Leckageklasse LN zu nutzen, da beide Methoden gemäß VDI2290 sowohl die Festigkeit der Flanschverbindung als auch die Dichtigkeit nachweisen. Maßgebend für die Berechnung und den Nachweis der Dichtigkeit in Bezug auf die Leckageklasse L sind die Kennwerte der Dichtung, wie Mindestflächenpressung im Montagezustand  $Q_{\min(L)}$  und die Mindestflächenpressung im Betriebszustand  $Q_{\min(L)}$  in Abhängigkeit von der Anfangsflächenpressung  $Q_A$ .

Die Dichtungskennwerte gemäß EN 13555 standen bisher ausschließlich aus Messungen mit Helium zur Verfügung. Es war jedoch keineswegs sicher, ob diese Kennwerte auf Wasserstoff übertragbar sind. Daher entschied sich die Klinger Dichtungstechnik dazu, für mehrere ausgewählte Faser- und PTFE-Materialien aus dem Produktsortiment Versuche gemäß DIN EN 13555 unter Verwendung des Prüfmediums Wasserstoff durchführen zu lassen, abweichend vom empfohlenen Prüfmedium Helium. Diese Versuche nahm das akkreditierte unabhängige Prüfinstitut AMTEC Messtechnischer Service vor. Ziel der Untersuchungen war eine seriöse Gegenüberstellung beider

Messungen, da diese Werte für die Dichtigkeit und Festigkeit und damit für die Sicherheit der Flanschverbindung relevant sind.

## Ergebnisse und Erkenntnisse

In vielen Fällen zeigte sich eine weitgehende Übereinstimmung der Kurven wie im Beispiel des KlingerSIL C-4430. Es existieren aber auch Messwerte, die zeigen, dass erhebliche Unterschiede zwischen den Messungen bestehen können, wie am Beispiel des Klinger top-chem 2003 zu erkennen ist. Im konkreten Fall liegt die Wasserstoffleckagekurve circa eine Zehnerpotenz unter der des Heliums.

Mit den erzielten Messergebnissen kann das Unternehmen sowohl mit heliumbasierten als auch mit wasserstoffbasierten Dichtungskennwerten eine Berechnung nach EN 1591-1 für die Druckstufen 10 bar und 40 bar durchführen und damit die Leckageklasse in Verbindung mit der Flanschfestigkeit exakt nachweisen. Mit allen getesteten Dichtungswerkstoffen ist es möglich, die Anforderungen der TA-Luft und damit auch der DIN 3535-6 einzuhalten.

## Fazit

Die sehr gute chemische Beständigkeit sowie der große Druck- und Temperatureinsatzbereich machen die Klinger-Dichtungsmaterialien zu einer guten Wahl – nicht nur in Wasserstoff erzeugenden Anlagen, sondern auch in angrenzenden Bereichen, in denen beispielsweise mit Ammoniak, Methylalkohol, oder mit Benzyltoluol gearbeitet wird. Dies eröffnet dem Anwender die Möglichkeit zur Standardisierung über viele Systembereiche hinweg mit kostengünstigen, vielfach erprobten und daher äußerst zuverlässigen, sicheren und robusten Dichtungs-lösungen. □



MANUFACTURING  
EXCELLENCE

AWARD

**Preisverleihung MX-AWARD, 24. April 2024**

Game Changer KI – Innovationstreiber & Enabler  
für smarte, resiliente und nachhaltige  
Produktionssysteme der Zukunft

Teilnehmen und  
von Champions  
lernen ...



Kostenlos beim  
MX-AWARD 2024  
bewerben ...



[www.manufacturing-excellence.de](http://www.manufacturing-excellence.de)



AC- versus DC-Netze in der Industrie

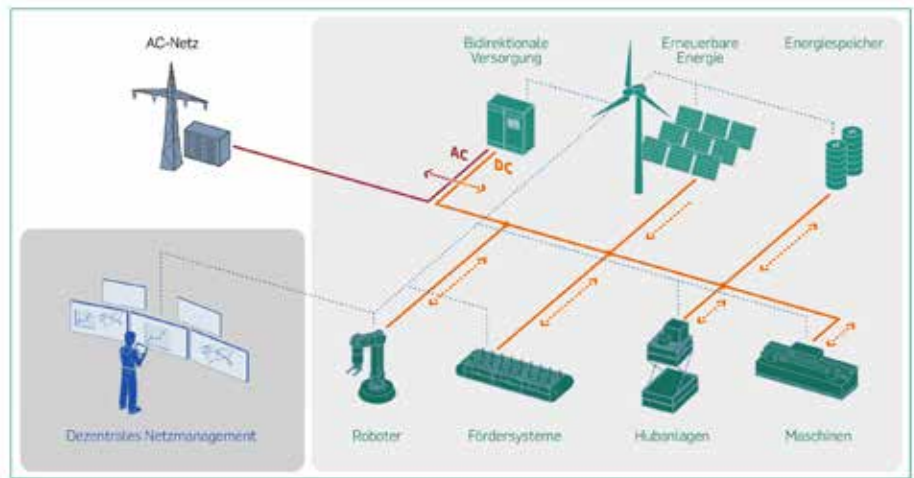
# Der Wechsel kommt

Sind in einer Fabrikhalle mehrere AC-DC-Wandler verbaut, geht dabei eine beträchtliche Menge an Verlustleistung durch Wärme verloren. Ist dieser Energieverlust wirklich notwendig? Nein, denn in der Industrie gibt es bereits ein Konzept für eine effiziente Energieversorgung mit Gleichstrom, das heute umsetzbar ist.

TEXT: Harry Jacob, Freier Autor BILDER: ODCA; iStock, Fotografielink



Die ODCA hat ein Konzept vorgelegt, das den Einsatz von Gleichstrom in der Industrie vollumfänglich beschreibt.



Über 130 Jahre ist es her, dass sich die beiden Erfinder Thomas Alvar Edison und George Westinghouse darüber entzweiten, ob Gleichstrom oder Wechselstrom die bessere Alternative sei. Schon bald konnte sich Westinghouse mit seinen Wechselstromlösungen durchsetzen. AC (Alternating Current) hatte lange unbestreitbare Vorteile, wie die einfache, günstige Transformation. Dementsprechend waren Geräte und Maschinen weitgehend auf Wechselspannung ausgelegt.

In der modernen Welt stellt sich die Situation inzwischen anders dar. In der Industrie hängen Antriebe aller Art an Frequenzumrichtern, die zwischendurch mit Gleichstrom arbeiten. Neben den inzwischen verbotenen Glühlampen werden auch Leuchtstoffröhren zunehmend durch sparsame LED-Leuchtmittel ersetzt, die Gleichstrom benötigen. Roboter schweißen teils mit Gleichstrom. Und natürlich sind sämtliche elektronischen Geräte, von der Industrie-Steuerung bis zum Edge-Server im Shop-Floor, eigentlich Gleichstromgeräte, die nur über ein entsprechendes Netzteil mit dem Wechselstromnetz verbunden sind. Die Digitalisierung der Industrieproduktion hat erheblich dazu beigetragen, dass vermehrt elektronische Komponenten auf dem Shopfloor zum Einsatz kommen.

All diese Entwicklungen trugen dazu bei, dass inzwischen unzählige Wandler verbaut werden müssen, die wertvolle Ressourcen benötigen und Kosten verursachen. Zudem senken sie die Energie-Effizienz, weil ein Teil des Stroms in Wärme umgewandelt wird.

Weiteren Auftrieb bekam die DC-Thematik im Rahmen der Energiewende. Denn Photovoltaik-Module, die sich auf Fabrik-Dächern und an Fassaden installieren lassen, liefern zunächst einmal Gleichstrom. Akkus, die überschüssige Energie

zwischen speichern, müssen mit DC (Direct Current) versorgt werden beziehungsweise liefern diesen bei Bedarf. Gleiches gilt für Elektro-Fahrzeuge – die leistungsfähigen Schnelllader sind allesamt DC-basierend. Zugleich wurden neue Technologien entwickelt, die eine Transformation von hohen Gleichstrom-Spannungen kostengünstig und effizient möglich machten, so dass ein wichtiger Vorteil der Wechselspannung entfällt.

## Stromversorgung neu gedacht

Daraus entstand eine verlockende Idee: Warum nicht im Gebäudenetz von Wechsel- auf Gleichstrom umstellen? Unzählige Gleichrichter entfallen, Sonnen- und Batteriestrom lassen sich direkt anbinden, Energieverluste werden reduziert, Ressourcen eingespart und Kosten gesenkt.

Mit Unterstützung des Zentralverbands Elektrotechnik- und Elektroindustrie (ZVEI) starteten 27 Unternehmen der Elektro-Industrie im Jahr 2016 das vom Bund geförderte Forschungsprojekt „DC-Industrie“, das sich mit der Entwicklung eines intelligenten offenen DC-Netzes in der Industrie befasste. Im Herbst 2019 startete die zweite Projektphase („DC-Industrie 2“), die nach drei Jahren planmäßig abgeschlossen wurde. Um die gemeinsame Arbeit fortzuführen, gründete der ZVEI danach gemeinsam mit zunächst 33 Unternehmen und Forschungseinrichtungen die „Open Direct Current Alliance (ODCA)“. Inzwischen ist die Zahl der Mitglieder auf insgesamt 57 angestiegen.

## Konkrete Vorteile

Die besonderen Vorteile eines Gleichstromnetzes erstreckt sich auf ganz unterschiedliche Gebiete. An erster Stelle ist hier



## DC benefit: Increased material efficiency in cabling

ODCA  
direct current by zvei

DC-INDUSTRY

### Example:

Supply of an inverter driven three-phase motor ( $P_{\text{Motor}} = 7.5 \text{ kW}$ )

	AC	DC
Grid current	$I_{AC} = 20 \text{ A}$	$I_{DC} = 14.1 \text{ A}$
Cable cross section	$2.5 \text{ mm}^2$	$1.5 \text{ mm}^2$
Voltage	400 V AC	650 V DC
Total copper	$4 \times 2.5 \text{ mm}^2 = 10 \text{ mm}^2$	$3 \times 1.5 \text{ mm}^2 = 4.5 \text{ mm}^2$
		

- 55 % less copper for same power
- 50 % less power loss in cabling
- 2.50 € less energy cost per year per meter cable (2 Shift operation, 10 ct/kWh)

Die Einsparungen am Beispiel eines 7,5-kW-Motors sind enorm.

die Einsparung von Energie zu nennen. Diese setzt sich aus mehreren Effekten zusammen:

- Weniger Energieverluste im Stromnetz beziehungsweise der Verkabelung;
- Weniger Energieverluste aufgrund wegfallender Wandlungsverluste;
- Bessere Nutzung von Bremsenergie, beispielsweise bei Robotern und Hubsystemen, die einfacher ins Netz zurückgespeist werden kann.

Ein wesentlicher Faktor ist zudem die Einsparung von Material beziehungsweise Ressourcen. So benötigt die Verkabelung eine Leitung weniger, also statt 4- beziehungsweise 3-Ader-Kabeln nur 3- beziehungsweise 2-Ader-Kabel. Das spart wertvolles Kupfer und trägt damit zur Kostensenkung bei. Ein besonders wichtiger Faktor auf dem Shopfloor ist zudem der enorme Platzbedarf einer Lösung.

Wenn Wandler von Wechsel- zu Gleichstrom eingespart werden können und dadurch der benötigte Raum verringert wird, kann beispielsweise beim Frequenzumrichter die Leistungselektronik näher oder direkt im Motor platziert werden, was wiederum teure Motorleitungen erspart.

## Energiespeicher und Photovoltaik

Der Einsatz von Energiespeichern dient nicht nur dazu, Rückspeisungen abzuf puffern, sondern sichert auch die Zuverlässigkeit der Energieversorgung im Netz. Die einmalige Wandlung vom (externen) Wechselstromnetz in das (interne) Gleichstromnetz sorgt zudem für weniger Spannungsstörungen, auch Probleme mit Oberschwingungen fallen im Gleichstromnetz nicht mehr ins Gewicht.

Daneben wird auch der Einsatz von Photovoltaik im Unternehmen vereinfacht. Selbst erzeugter Strom vom Dach, von Fassaden oder von Parkplatzüberdachungen kann durch einfache Spannungstransformation ins Netz eingespeist werden und senkt den Anteil von extern benötigtem Strom, der im derzeitigen Mix noch mit einem erheblichen  $\text{CO}_2$ -Ausstoß verbunden ist. Überschüssiger Strom kann zwischengespeichert oder gegen Entgelt ins externe (Wechselstrom-)Netz abgegeben werden.

Allerdings ist ein Netzmanagement unumgänglich. Im Rahmen der Forschungsprojekte entwickelte Fraunhofer IPA intelligente Lösung auf Basis eines Digitalen Zwilling, der die gesamte Fabrik mit ihren Stromquellen und Verbrauchern in einem Simulationsmodell abbildet.

## Zusätzliche Effekte

Viele Unternehmen verfolgen engagierte Nachhaltigkeitsziele, die zum geringeren Energie- und Ressourceneinsatz, höhere Energie-Effizienz und eine Absenkung des  $\text{CO}_2$ -Footprints umfassen. Die genannten Vorteile eines Gleichstromnetzes zahlen auf diese Projekte ein und tragen damit dazu bei, neben den operativen Anforderungen auch die strategischen und wirtschaftlichen Ziele eines Unternehmens zu erfüllen.

Zudem eröffnen sich zusätzliche Einkommensquelle, wenn etwa außerhalb der Produktionszeiten am Wochenende selbst erzeugter Strom ins Versorgernetz eingespeist wird. Installierte Stromspeicher können sich zusätzlich finanziell lohnen, wenn über Vereinbarungen zur Laststeuerung mit dem Versorger Ausgleichszahlungen für netzstabilisierende Maßnahmen getroffen werden.



## Reif für die Praxis

In den beiden Phasen des Forschungsprojektes DC-Industrie wurden umfangreiche Entwicklungen für ein umfassendes Systemkonzept vorangetrieben. Auch nach Abschluss der Förderprojekte gehen diese Arbeiten im Rahmen der Open DC Alliance weiter.

Das Systemkonzept von DC-Industrie zielt darauf ab, Spezifikationen für ein offenes, einfaches Stromversorgungssystem für Anwender und Gerätehersteller zu definieren, das eine schnelle Implementierung erlaubt. Ein solches Gleichstromnetz-Konzept umfasst typischerweise:

- Mehrere Gleichstromsektoren, das heißt nicht nur eine Maschine;
- Leistungsmanagement für die Stabilität (Droop-Kurven);
- Betrieb von elektrischen Antrieben;

- Ein Schutzkonzept, einschließlich Kurzschluss und Selektivität;
- Bidirektionalen Energiefluss, zumindest in Teilen der Anlage (zum Beispiel Rekuperation oder Energiespeicherung) sowie
- Spannungsbänder und die Definition des Zeitverhaltens in diesen Bändern.

## Vorweisbare Ergebnisse

In zuletzt acht Pilotprojekten wurden tiefgreifende Erkenntnisse gesucht, unengen an Messdaten erhoben und praktische Erfahrungen mit Gleichspannungsanlagen im industriellen Alltag gesammelt. Die Installationen von funktionsfähigen DC-Anlagen finden sich bei Mercedes-Benz (2x), Homag, KHS, BMW, Kuka, Fraunhofer und der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe (TH OWL). □

22.–26. APRIL 2024

# TECHNOLOGIE- SPRÜNGE VOR- PROGRAMMIERT.

Entdecken Sie Lösungen für die vernetzte, datengetriebene und automatisierte Produktion. Auf der HANNOVER MESSE.  
[www.hannovermesse.de/automatisierung](http://www.hannovermesse.de/automatisierung)



Der ökologische Fußabdruck von Photovoltaik

# NACHHALTIGKEIT IN DER PV-BRANCHE

Wer an Nachhaltigkeit im Energiesektor denkt, kommt an der Solarenergie und der Photovoltaikbranche nicht vorbei. Neben Wasser- und Windkraft ist sie einer der Schlüssel für die Erzeugung grüner Energie. Aber ist die Branche wirklich so grün, wie wir uns das vorstellen? Folgende wesentliche Stellschrauben können dafür sorgen.

TEXT: Gonzalo de la Viña, Trina Solar BILDER: Trina Solar; iStock, Pixelci





Eine effiziente und nachhaltige Modulproduktion hilft wertvolle Ressourcen einzusparen.



Die Photovoltaikindustrie ist zweifellos ein wichtiges Instrument, um eine nachhaltige Energieproduktion und wichtige Klimaziele umzusetzen. Allerdings gibt es immer wieder kritische Fragen, wie grün die Branche selbst und die Herstellungsprozesse von PV-Komponenten sind. Eine möglichst nachhaltige Produktion ist daher zu einem strategischen Ziel für immer mehr PV-Unternehmen geworden. Doch wo beginnt Nachhaltigkeit in der PV-Herstellung?

## Energieverbrauch

Jeder Produktionsprozess erfordert Energie. Daher weisen Kritiker gerne darauf hin, dass PV-Produkte zwar die Erzeugung erneuerbarer Energie unterstützen, dass für ihre Herstellung aber ebenfalls ein nicht unerheblicher Energieeinsatz vonnöten ist.

Der erste Schritt zur Verbesserung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks in der Fertigung besteht darin, den Energieverbrauch zu senken. Um das Bewusstsein für den Energieverbrauch kontinuierlich zu stärken und die Energieeffizienz zu verbessern, haben Hersteller daher interne Regeln und Prozesse, Energie- und Ressourcenmanagement sowie Messverfahren implementiert. Standards wie die ISO 50001-Zertifizierung für Energiemanagementsysteme helfen dabei, die erfolgreiche Umsetzung von Richtlinien zur Senkung des Energieverbrauchs nachzuweisen. In den zwei Jahren von 2020 bis 2022 konnte der Energieverbrauch für Zellprodukte und Module bei einzelnen führenden Herstellern zum Beispiel bereits um bis zu 50 Prozent gesenkt werden.

## Energiequellen

Photovoltaikunternehmen produzieren und liefern wichtige Komponenten für die nächste Generation erneuerbarer Energien mit dem Ziel, den Energieverbrauch weltweit nachhaltiger zu gestalten. Daher ist es sinnvoll, dass Solarhersteller erneuerbare Energiequellen für ihren eigenen Energiebedarf nutzen. Dabei

kann es sich um PV-Systeme auf den Dächern von Produktions- und Bürogebäuden, eigene Anlagen für erneuerbare Energie auf dem Firmengelände oder den Zukauf von Ökostrom handeln. Führende Unternehmen der Branche haben sich bereits das Ziel gesetzt, noch in diesem Jahrzehnt 100 Prozent erneuerbare Energien für ihre Produktion zu nutzen. Darüber hinaus gibt es bereits Produktionsstätten und ganze Gewerbeparks, die zu 100 Prozent mit erneuerbarer Energie betrieben werden.

## Material und Produktlebenszyklus

Eine umweltfreundliche und kohlenstoffarme Herstellung sowie die Kontrolle der CO<sub>2</sub>-Emissionen betreffen alle Aspekte des Lebenszyklus eines Photovoltaikprodukts. Im Rahmen eines auf Nachhaltigkeit ausgerichteten Designprozesses sollte systematisch berücksichtigt werden, welche Auswirkungen die Auswahl, Produktion, Distribution, Verwendung, Wiederverwertung und Entsorgung von Rohstoffen auf Ressourcen und Umwelt haben. Auf diese Weise können Hersteller daran arbeiten, möglichst viele unbedenkliche oder wiederverwertbare Rohstoffe zu verwenden, um eine nachhaltige Entwicklung zu fördern. Ein Beispiel hierfür ist ein wachsender Fokus auf Doppelglas-Module, auch für Dachflächen. Im Vergleich zu Glas-Folien-Modulen kann bei jedem Glas-Glas-Modul etwa 1 kg an Kunststoff eingespart werden.

Es gibt mittlerweile Zertifizierungen, die besonders niedrige CO<sub>2</sub>-Emissionen im Herstellungsprozess auszeichnen. Dazu gehören zum Beispiel die „Industrial Product Green Design Demonstration Enterprise“ oder die „Life Cycle Assessment (LCA)“-Zertifizierung für PV-Module durch den TÜV Rheinland in Deutschland.

Neben der Auswahl und dem Lifecycle Management des Materials sind auch die End-of-Life-Prozesse beziehungsweise Recyclingmöglichkeiten für die Produkte von zentraler Bedeutung für das Gesamtergebnis der Nachhaltigkeitsbilanz.



Der Einsatz neuester Technologien ist in der Photovoltaik-Branche nicht mehr wegzudenken.

## Wasserressourcen-Management

Angesichts des steigenden weltweiten Bevölkerungswachstums und der Auswirkungen des Klimawandels wird der nachhaltige Umgang mit den globalen Wasserressourcen immer wichtiger. Auch Unternehmen der Photovoltaikbranche müssen dafür Verantwortung übernehmen und Maßnahmen ergreifen, um den Wasserbedarf in der Produktion zu senken. Dies setzen PV-Hersteller beispielsweise durch die Modernisierung ihrer Anlagen, die Einführung fortschrittlicherer Verfahren sowie die Aufbereitung und Wiederverwendung von Wasser um. Durch diese und weitere Maßnahmen können Fabriken die Effizienz bei der Verwendung von Wasser in der Produktion und im Betrieb erheblich steigern. In der Produktion von Solarmodulen kann der Wasserverbrauch so um mehr als 50 Prozent gesenkt werden.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist das Management von Abwasser. Dieses sollte zunächst klassifiziert werden, zum Beispiel in industrielles versus Haushaltsabwasser, um anschließend entsprechend behandelt zu werden. Ein Großteil des Wassers kann so aufbereitet und erneut verwendet werden.

## Abfall-Management

Um die Auswirkungen auf die Umwelt zu minimieren, sollten Unternehmen während der Produktionsprozesse Abgas- und Abfallaufkommen bestmöglich reduzieren und die trotzdem anfallenden Abfälle sorgfältig und vorschriftsgerecht behandeln.

Vorgaben für das Abfallmanagement sollten gleichermaßen für Mitarbeiter und Partner von Unternehmen verbindlich sein und streng überwacht werden. Dies betrifft sämtliche Aspekte der Prozesse, angefangen von der Erzeugung über die Sammlung, Klassifizierung, Lagerung und den Abtransport bis hin zur Entsorgung von Abfällen. Beispielsweise können Rohstoffabfälle von Aluminiumrahmen direkt in der Produktionslinie aussortiert

und vorübergehend gelagert werden, bevor sie anschließend an die spezialisierten Recyclingunternehmen zugeführt werden.

Abfallprodukte von Siliziumwafern und Zellabfälle können von den Produktionsabteilungen gesammelt werden. Stoffe, die nicht direkt wiederverwendet werden können, sollten qualifizierten Entsorgungsunternehmen übergeben werden, die diese sachgemäß recyceln oder entsorgen können. Sondermüll, wie organische Lösungsmittel, Öle, leere Chemiebehälter und so weiter, sollten an darauf spezialisierte Entsorgungsunternehmen übergeben werden, die diese Abfälle getrennt nach Stoffgruppen sammeln und vorschriftsgemäß entsorgen. Verpackungsabfälle, wie etwa Papierkartons, Schaumstoff und Kunststoffe, lassen sich ebenfalls deutlich reduzieren. Durch moderne Recyclingkonzepte und eine enge Zusammenarbeit mit Zulieferern zur Verfolgung und Wiederverwertung von Verpackungsmaterialien können Unternehmen die Flut an Verpackungsmüll deutlich verringern und Recyclingraten von bis zu 80 Prozent erzielen.

Abgase in den Produktionsprozessen von PV-Produkten können aus zugekauftem Strom und der Verbrennung von Erdgas resultieren. Um das Management der Abgasemissionen zu verbessern, empfiehlt sich die Installation von Abgasmessgeräten, die eine Echtzeitüberwachung ermöglichen und sicherstellen, dass Abgase vor der Freisetzung entsprechend gefiltert werden. Vor Ort durchgeführte Tests und Berichte durch qualifizierte unabhängige Prüfinstitutionen stellen die Transparenz in Bezug auf die Abgas- und Abfallmanagementprozesse sicher.

## Holistischer Ansatz

Um Nachhaltigkeit bemühte Photovoltaik-Unternehmen haben bereits Maßnahmen zum Management von Kohlenstoffemissionen und zur Förderung von Prozessen mit geringeren Emissionen implementiert. Eine transparente und wissenschaftlich überprüfbare Erfassung von Emissionsdaten sowie die dedizierte



# „Immer mehr Kunden wollen wissen, wie nachhaltig das von ihnen gewählte PV-Produkt insgesamt ist.“

Festlegung von Maßnahmen zur Reduzierung ihres CO<sub>2</sub>-Ausstoßes sind dabei von zentraler Bedeutung. Dies sollte möglichst auch eine Erfassung gemäß ISO 14064 und die Zertifizierung dieser Daten durch unabhängige Dritte beinhalten.

Diese Maßnahmen beschränken sich jedoch nicht nur auf die Produktionsprozesse der PV-Unternehmen, sondern sind auch auf deren gesamte Unternehmensgebäude und Büros auszuweiten. Auch hier gibt es viele Ansatzpunkte, um Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. Dazu gehören ein verringerter Energieverbrauch, die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energiequellen, Anreize für Mitarbeiter zur Nutzung umweltfreundlicher Transportmittel beim Pendeln oder bei Geschäftsreisen sowie die Implementierung eines effizienten Abfall- und Recyclingmanagements. Auch die Reduzierung von Papierverbrauch und Toner sowie der Einsatz digitaler Technologien wie Online-Verwaltungsplattformen und OA-Systeme gehören zu den gängigen und leicht implementierbaren Maßnahmen.

## Produktionsstätten

Die genannten Maßnahmen unterstützen Hersteller dabei, umweltfreundlichere oder sogar emissionsfreie Produktionsstätten zu etablieren. Mit diesem Ziel vor Augen können sie interne Umweltmanagementsysteme gemäß den Standards der ISO 14001 implementieren und eine entsprechende Zertifizierung, wie „Green Factory“ oder „Green Building“, erlangen.

Für die Vergabe des Zertifikats „Zero Carbon Factory“ (Typ 1) werden zum Beispiel verschiedene Indikatoren bewertet. Dazu gehören Energie- und Ressourcenverbrauch, Umsetzung von Maßnahmen zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen, Implementierung intelligenter Informationsmanagementsysteme für Energie- und Kohlenstoffemissionen, Infrastruktur, Produktdesign und die Erfüllung von Compliance- und Managementanforderungen. Nur wenn strenge Anforderungen in Bezug auf diese Indikatoren erfüllt sind, wird die Zertifizierung verliehen. Die ersten PV-Hersteller haben diese Anforderungen erfüllt und zeigen somit, dass die PV-Industrie auf dem Weg zu einer noch nachhaltigeren Zukunft ist.

## Transparenz und Interessengruppen

Die Einbindung unterschiedlicher Interessengruppen oder Stakeholder sowie die Schaffung von Transparenz sind unerlässlich für eine nachhaltige Entwicklung. Daher ist es wichtig, einen aktiven und offenen Dialog zu fördern. Dieser sollte daher einen

regelmäßigen Austausch beinhalten, um die Meinungen und Vorschläge interner sowie die Erwartungen und Reaktionen externer Stakeholder, wie Regierungen und Aufsichtsbehörden, Aktionäre und Investoren, Kunden, Lieferanten und Partner, Medien, Gemeinden und Nichtregierungsorganisationen, einzuholen.

Dieser offene Dialog, eine Beratung durch Experten und die kontinuierliche Überprüfung und Verwaltung durch einen Ausschuss für Umwelt, Gesundheit und Sicherheit (EHS) liefern die Basis für umfassende Umweltmanagement-Richtlinien, die die Bereiche Umwelt, Arbeitsschutz und Energiemanagement einbeziehen. Der EHS-Ausschuss sollte die Richtlinien und Prozesse regelmäßig aktualisieren, um sowohl den nationalen als auch den internationalen gesetzlichen Anforderungen gerecht zu werden und proaktiv Umweltverantwortung zu übernehmen. Darüber hinaus ist es wichtig, die Belegschaft rechtzeitig zu schulen, damit sie die neuesten EHS-bezogenen Gesetze, Vorschriften und Industriestandards verstehen und berücksichtigen können. Nachhaltigkeits- und CSR-Berichte bieten allen Stakeholdern die nötige Transparenz, um die erzielten Fortschritte zu überprüfen und fundierte Entscheidungen zu treffen.

## Fazit

All dies trägt dazu bei, Technologien hin zu einer sauberen Energietechnologie voranzutreiben, Wege zu finden, Herstellungs- und Geschäftsprozesse nachhaltiger zu gestalten, die ökologischen Auswirkungen zu verbessern und gleichzeitig Produktsicherheit und -qualität zu gewährleisten.

„Seit seiner Gründung vor 25 Jahren verfolgt Trina Solar das Ziel einer emissionsfreien Zukunft und legt daher auch einen starken Fokus eine nachhaltige Entwicklung des Unternehmens. Dazu gehören für uns nicht nur die kontinuierlichen Verbesserungen unserer Produktions- und Geschäftsprozesse im Sinne der Nachhaltigkeit, sondern auch, dass wir allen Stakeholdern transparente Informationen über die Nachhaltigkeitsbemühungen unseres Unternehmens zur Verfügung zu stellen“, erklärt Gonzalo de la Viña. „Das trägt nicht nur dazu bei, unsere Branche noch grüner zu machen, sondern hilft auch Partnern und Endkunden dabei, die nachhaltigsten PV-Lösungen zu wählen. Lange Zeit war meist der Preis ein entscheidender Faktor. Doch immer mehr Kunden wollen heute wissen, wie nachhaltig das von ihnen gewählte Produkt insgesamt ist. Dies gilt beispielsweise für Unternehmen, die in Photovoltaiklösungen investieren oder diese für ihre Firma einsetzen wollen und diese auch in ihrem CSRD- und ESG-Reporting erfassen.“ □



Lithium-Abbau in deutschen Tiefengeothermieranlagen

## „Heimisches Lithium ist relevant!“

Lithium, das silbrig glänzende Metall ist längst zum Öl unserer Zeit geworden. Valentin Goldberg von der Abteilung für Geothermie und Reservoir-Technologie des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) hat die Potenziale der Tiefengeothermie für die Produktion von Lithium untersucht. Im Interview erzählt er, wie man es an die Oberfläche holen könnte und warum das sinnvoll wäre.

**DAS INTERVIEW FÜHRTE:** Karlsruher Institut für Technologie **BILD:** KIT

**Was unterscheidet eigentlich Tiefengeothermie von jener, die wir für das Heizen unserer Häuser nutzen?**

Da geht es viel weiter in den Untergrund – bei uns hier in der Region typischerweise drei bis fünf km. Wir sprechen hier von der hydrothermalen Form der Tiefengeothermie, denn es werden wasserführende Formationen im Untergrund angebohrt. Das natürlich zirkulierende Thermalwasser wird über die Tiefbohrungen erschlossen und an die Oberfläche gefördert. Dort gibt es seine Wärme an einen Wärmetauscher ab. Die wird dann entweder direkt genutzt oder in elektrischen Strom umgewandelt. Das abgekühlte Wasser wird anschließend wieder in die gleiche Formation im Untergrund zurückgegeben. Es wird also in einem geschlossenen Kreislauf gehalten. Tiefengeothermie-Projekte sind typischerweise zentrale Lösungen, die von Energiebetreibern oder von der Großindustrie umgesetzt und betrieben werden.

**Und ist in allen deutschen Thermalquellen Lithium in förderfähigen Konzentrationen gelöst?**

Nein. Relevante Lithiumkonzentrationen finden Sie nur in bestimmten geologischen Formationen. Herausstechend sind hier der Oberrheingraben und das Norddeutsche Becken.

**Und wie wird Lithium nun gewonnen?**

So wie der Kalk in unserem Leitungswasser gelöst ist, liegt in den Thermalwässern aus der Tiefe Lithium in gelöster Form vor. Aus diesen soll es nun selektiv herausgelöst werden. Das Schlüsselwort dafür ist Direct Lithium Extraktion, kurz DLE. Dazu werden aktuell unterschiedliche Verfahren untersucht. Eines sind anorganische Sorbentien. Das sind zum Beispiel Ionensiebe, die nur Lithium in ihre Mineralstruktur einbauen. Diese werden in den Thermalwasserstrom eingebaut und filtern das Lithium heraus. Die Lithiumgewinnung aus Geothermalwässern wird schon seit über 50 Jahren erforscht. Doch solche Extraktionssysteme sind komplexe chemische Anlagen, die zusätzlich zum Geothermiekraftwerk gebaut werden müssen. Das ist nicht so, als ob man da einfach einen kleinen Filter reinschraubt. Bisher scheiterte die finale technische Reife im Industriemaßstab stets an einem zu niedrigen Lithiumpreis. Und das ist jetzt anders, denn mit dem Ausbau der E-Mobilität stieg der Lithiumpreis stark an und damit werden auch unkonventionelle Lagerstätten interessant.



**Wie würde sich heimisches Lithium auf unsere Industrie auswirken?**

Die Auswirkungen könnten nach unseren Erkenntnissen erheblich sein. Man muss sich einfach nur vor Augen halten, dass Lithium heute das zentrale Element für die State-of-the-Art Batterietechnologie ist. Es hat begonnen mit den mobilen Endgeräten wie Laptops, Tablets, Digitalkameras, Handys. Mittlerweile ist auch die Automobilbranche an die Batterien gekoppelt. Und Stromspeicher für die Energiewende sind im Kommen. Das ist die Nachfrageseite.

„Mit Lithium aus Thermalwasser hätten wir einen lokalen Rohstoff, der Abhängigkeiten senkt.“

**Und das Angebot?**

Nun, dreiviertel des Lithiums kommen heute aus zwei Ländern: Chile und Australien. Das heißt, wir haben einen ziemlich schlecht diversifizierten Markt mit wenigen produzierenden Ländern. Gleichzeitig wird nahezu das komplette Lithium in China verarbeitet. Das macht unseren Batteriemarkt sehr abhängig. Mit Blick auf die Versorgungssicherheit haben heimische Lithiumquellen also eine enorme Relevanz.

**Welchen Bedarf könnte man mit der heimischen Förderung decken?**

Das haben wir nachgerechnet. Würde man alle bestehenden Anlagen zur Tiefengeothermie in Deutschland jetzt und sofort mit einer Lithiumextraktionsanlage ausstatten, könnte man zwischen zwei und 13 Prozent des für die Batteriefertigung in Deutschland notwendigen Lithiums gewinnen. Mit jedem Geothermiekraftwerk in den relevanten Regionen, könnte es mehr werden.

**Nun ist der Bedarf ja die eine Seite der Medaille. Wie sieht denn aber die Kostenseite aus?**

Leider gibt es bisher keine kommerziellen Anlagen im Industriemaßstab, von denen wir die Kosten direkt ableiten könnten. Aber die notwendigen Bohrungen für eine Lithiumförderung sind vergleichbar mit denen in der Öl- und Gasindustrie – die liegen im zweistelligen Millionenbereich. Dazu kommen dann die Investitionen in das Kraftwerk und in die Extraktionsanlage. Alles zusammengenommen gehen unterschiedliche Studien von einem Preis von 4.000 bis 5.000 Dollar pro t Lithiumcarbonat aus. Das ist die Form des Lithiums, die am Ende des Abbaus steht und dann in die Weiterverarbeitung zu Batterievorprodukten geht.

**Und wie lassen sich diese Kosten im Vergleich zur klassischen Lithiumgewinnung einordnen?**

Wie schon gesagt, gibt es zwei dominierende Lithiumproduzenten, die auch auf unterschiedliche Weise fördern. In Chile wird Lithium aus Salzseen abgebaut. Die Kosten für das gewonnene Lithiumcarbonat liegen bei 2.500 bis 3.000 Dollar pro t. In Australien wird das Lithium hingegen im klassischen Tagebau aus einem Erzkörper gewonnen. Die Kosten betragen rund 5.000 Dollar pro t Lithiumcarbonat und liegen damit in etwa gleichauf mit den Schätzungen für die Tiefengeothermie. □



Stabile und zuverlässige Energieversorgung - aber wie?

## GLEICHGEWICHT DER ENERGIEN

Die Sicherstellung von Versorgung und Netz-Stabilität erfordert innovative Technologien. Von Smart Grids bis hin zu erneuerbaren Energien und künstlicher Intelligenz bieten neue Ansätze Lösungen für die Herausforderungen der Energiewende. Deshalb haben wir Unternehmen nach ihrer Meinung gefragt: Welche Technologien und Innovationen können dazu beitragen, die Versorgungssicherheit und Netz-Stabilität zu gewährleisten?

UMFRAGE: Bernhard Haluschak, Energy BILDER: teilnehmende Unternehmen, iStock, Pict Rider





## CLAUS- HEINRICH STAHL

Künftig sollen erneuerbare volatile Energien die Hauptlast der Energieversorgung tragen. Doch selbst in einem Energiesystem mit 100 Prozent Erneuerbaren wird weiterhin Bedarf an steuerbarer Erzeugungsleistung bestehen. Das erfordert hochflexible Kraftwerkskapazitäten in signifikantem Ausmaß. Im Gegensatz zu ungekoppelten Gasturbinen mit Wirkungsgraden von etwa 40 Prozent, nutzen KWK-Kraftwerke den eingesetzten Brennstoff bis zu über 90 Prozent. Dieser Effizienzvorteil ist angesichts der Knappheit erneuerbarer Brennstoffe von hoher Bedeutung. Durch die hochflexible steuerbare KWK (maximale Vollasterzeugung in fünf Minuten) kann zudem das Netz jederzeit bedarfsgerecht mit Erzeugungsleistung gespeist werden. Das macht KWK zum Mittel der Wahl für die Versorgungssicherheit – heute und in Zukunft.

Präsident (B.KWK),  
Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung



## FRANK ZDRALLEK

Automatisierung nimmt eine immer wichtigere Rolle für die Versorgungssicherheit und Netz-Stabilität ein. Das liegt unter anderem an der immer stärkeren Dezentralisierung der Energieerzeugung, die wir derzeit erleben. Die Treiber sind vor allem die rasant steigende Zahl von Wind- und Solaranlagen, die ihre Energie ins Netz einspeisen. Der Einsatz von normierten Fernwirkprotokollen oder zertifizierten Netzmessmodulen mit einer sehr hohen Genauigkeit sowie zertifizierten EZA-Reglern ist vor dem Hintergrund dieser Entwicklung für die Betreiber essentiell, um einem drohenden Netzausfall entgegenzuwirken.

Sales Renewables Germany,  
Bachmann electronic



## JULIAN GERSTNER

Meiner Meinung nach sind Batteriespeicher unabdingbar für das Gelingen der Energiewende. Sie bieten Flexibilität und sorgen künftig für eine effizientere, grünere, sichere und bezahlbare Stromversorgung sowie stabile Stromnetze - das Potential der Erneuerbaren Energien wird damit voll ausgeschöpft. Eine aktuelle Studie zeigt, dass Batteriespeicher mindestens 9 GW an Gaskraftwerken einsparen können. Die Politik muss daher schnell Planungssicherheit schaffen und rechtliche Hürden beseitigen, damit Speicher ihre volle Wirkung entfalten und am Ende auch die Endverbraucher:innen von niedrigeren Strompreisen profitieren können.

Head of Storage, BayWa r.e.



## JÖRN HAUSSEN

Der flächendeckende Rollout intelligenter Messsysteme trägt maßgeblich zur Verbesserung der Versorgungssicherheit und Netzstabilität bei. Gisa unterstützt diesen Schritt in der Digitalisierung der Energiewende mit der Smart Energy Plattform, die der IT-Dienstleister auf Basis von Robotron-Software entwickelt hat. Die Plattform erfasst sicher und durchgängig alle hochfrequente Messdaten und ermöglicht deren Weiterverarbeitung. Ein Use Case: die Netzzustandsbetrachtung, die Messdaten in einem Netzbereich mit denen aus digitalisierten Ortsnetz-Trafostationen abgleicht. In der Folge können über die Plattform bei relevanten Netzzuständen Befehle zur Steuerung an Endgeräte gesendet werden.

Business Line Manager Utilities, Gisa



## OVE PETERSEN

Um ein Netz mit schwankender Stromerzeugung aus Wind- und Solarenergie zu stabilisieren, braucht es flexible Abnehmer und ein sehr gutes Demand-Side-Management: Elektrolyseure, um grünen Wasserstoff zu erzeugen; (Groß-)Wärmepumpen, um die Energie der Erneuerbaren in Wärmespeicher und -netze zu bringen; Batteriespeicher, um kurzfristige Schwankungen auszugleichen; sowie flexible Industrieprozesse und Anreize, Strom dann zu verbrauchen, wenn viel erzeugt wird. Gerade dem Wasserstoff kommt eine Schlüsselrolle zu: Große Mengen Energie lassen sich darin speichern, transportieren und in alle Sektoren bringen – zur Rückverstromung, für die Industrie und den Verkehr. Das sorgt für Flexibilität und Versorgungssicherheit.

CEO, GP Joule



## ANNA WELS

Um in Zukunft Versorgungssicherheit und Netzstabilität zu gewährleisten, ist es entscheidend, dass Anlagen durch Vernetzung überwachbar und steuerbar gemacht werden. Industrie-Router mit zukunftssicheren Funktionen und langfristiger Verfügbarkeit sind hierfür essenziell. Die Systeme müssen sicher kommunizieren und KRITIS konform sein. Optimal sind gehärtete Systeme mit regelmäßig garantierten Security-Updates und zudem integrierter auditfähiger Managementumgebung. Flexibilität im WAN (LTE450, 4G, Glasfaser, DSL) sowie Hardware-Schnittstellen sind ebenso wichtig wie Robustheit für den Betrieb in verteilten OT Umgebungen. Insys icom bietet seinen Kunden für diese Anforderungen ein passgenaues Lösungsportfolio.

President Project Business icom,  
Insys Icom



## JÖRN FISCHER

Ein zentrales System für die Umsetzung der §14a – Anforderungen, zu „neudeutsch“ Smart Grid Operation Plattform (SGOP), ist aus unserer Sicht entscheidend für die Sicherstellung der Versorgungssicherheit in den Niederspannungsnetzen. Verschiedene Messsysteme sammeln Echtzeitdaten, ermöglichen die präzise Überwachung und vorausschauende Berechnungen. Künstliche Intelligenz analysiert diese Daten, prognostiziert Auslastungen und trifft automatisierte Entscheidungen zur Vermeidung von Engpässen und Ausfällen. Integration erneuerbarer Energien und dezentraler Erzeuger schafft eine effiziente Nutzung aller Ressourcen. Die Vivavis SGOP trägt maßgeblich zu einem zuverlässigen Energiesystem bei.

Vertriebsleiter Deutschland, Vivavis



Mehr Ladestationen für mehr E-Mobilität

# Ausbau beschleunigen

Der weltweite Absatz von Elektrofahrzeugen ist im vergangenen Jahr um 55 Prozent gestiegen, doch die öffentliche Ladeinfrastruktur hinkt diesem Wachstum weit hinterher. In vielen Ländern besteht ein erheblicher Mangel an öffentlichen Ladestationen, wie eine neue Studie zeigt. Als Land mit dem am besten ausgebauten Ladenetz sticht hier China hervor. Um die Einführung von Ladestationen zu beschleunigen und ihre Verfügbarkeit zu erhöhen, kann eine intelligente Finanzierung helfen.

TEXT: Siemens Financial Services BILDER: iStock, franckreporter, JUN LI





Um ein E-Ladeanlage zu errichten, können Finanzierungsdienstleister bei der schnellen Realisierung helfen.

Siemens Financial Services (SFS) hat eine neue Insight-Studie veröffentlicht, die die aktuelle Versorgungsdichte von öffentlichen Ladestationen in verschiedenen Ländern und Regionen zeigt. Diese Dichte wurde sowohl in Relation zur Gesamtzahl zugelassener E-Fahrzeuge (Anzahl der öffentlichen Ladestationen geteilt durch die Anzahl der Elektrofahrzeuge) als auch als Anzahl der Ladestationen pro Kilometer Haupt- beziehungsweise Fernstraße berechnet.

### Europa abgehängt

In fast allen untersuchten Regionen ist das Verhältnis von öffentlich zugänglichen Lademöglichkeiten zur Anzahl der E-Fahrzeuge und zur Straßeninfrastruktur alarmierend gering. Nur China scheint ernsthafte Investitionen in das öffentliche Ladenetz getätigt zu haben. Währenddessen erreichen europäische Länder wie Großbritannien, Frankreich, Deutschland und Spanien nicht einmal die Hälfte der chinesischen Implementierungsrate.

Die Ergebnisse bestätigen frühere Untersuchungen von Siemens Financial Services, die für den Zeitraum 2023-25 eine Lücke von 104 Milliarden Euro für die weltweite Entwicklung der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge prognostizierten. Diese „Lücke“ steht damit gleichzeitig auch für fehlende Infrastruktur, die noch nicht mit Hilfe intelligenter Technologiefinanzierungen durch Dritte realisiert wurde – und stattdessen bis heute aus den Investitionsausgaben bezahlt wird.

Um die wachsende Diskrepanz zwischen dem expandierenden Elektro-Fahrzeugmarkt und dem derzeitigen Mangel an öffentlicher Infrastruktur zu beheben, verweist die SFS-Studie auf das zunehmende Interesse von privatwirtschaftlichen Unternehmen an neuen Finanzierungsmodellen, die die Nutzung und Leistung von Ladestationen berücksichtigen.



## Finanzmodelle gesucht

Derartige Finanzierungsmodelle, die von Finanzierungsexperten wie Siemens Financial Services angeboten werden, reichen von Leasingverträgen zur Liquiditätsoptimierung bis hin zu komplexeren, nutzungsbasierten Vereinbarungen, die als „X-as-a-Service“-Finanzierungslösungen den Zugang zur Ladetechnologie für Elektrofahrzeuge ermöglichen. Unabhängig von ihrer oft komplexen Struktur sind diese Modelle so konzipiert, dass die Investitionskosten einfacher tragbar werden.

Dies geschieht normalerweise durch überschaubare regelmäßige Zahlungen, die in der Regel so gestaltet sind, dass sie mindestens den zu erwartenden Einnahmen der Ladepunkte entsprechen. So können die hohen Investition in eine Ladesäulenanlage in vielen Fällen sogar budgetneutral gestaltet werden.

„Es ist ermutigend zu sehen, dass sich Elektrofahrzeuge auf breiter Front durchsetzen, und es ist wichtig, dass die Länder diesen Wandel mit der richtigen Infrastruktur unterstützen“, so Klaus Meyer, Leiter des Commercial Finance-Geschäfts von Siemens Financial Services in Deutschland und Vorsitzender der Geschäftsführung (CEO) bei Siemens Finance & Leasing. „Beim derzeitigen Tempo der Einführung von Elektrofahrzeugen kann die Nachfrage nach Ladestationen aber noch nicht gedeckt werden. Eine intelligent eingesetzte Finanzierung kann jedoch helfen, die Investitionen zu beschleunigen und weltweit zu mehr Nachhaltigkeit nicht nur im Straßenverkehr beizutragen.“

## Methodik der Studie

Die Daten über öffentliche Ladestationen wurden mit den aktuellen Zahlen über den Verkauf von E-Fahrzeugen kombiniert, um ein Verhältnis auf Basis einzelner Länder (Quellen: nationale statistische Ämter, Fachmedien oder Wirtschaftsverbände) zu ermitteln. Zudem wurde die Anzahl der öffentlichen Ladestationen pro Kilometer Straße berechnet. □

Driving the world

**SEW**  
EURODRIVE

# Energiekonzepte – sicher und effizient



Effizient und sicher unterwegs –  
in der Industrie und im öffentlichen Raum

- Die kontaktlose Energieübertragung MOVITRANS® spot mit Such- und Lademodus ermöglicht energie-effiziente Ladekonzepte.
- Die intelligente Sicherheitsfunktion SAFS – Safe AC Field Stop – realisiert bei Bedarf ein fehlersicher abgeschaltetes Magnetfeld.

Leistungsfähige und sichere Infrastruktur – auch im Personenumfeld.





Weniger Ressourceneinsatz durch Intelligentes Gebäudemanagement

## VORTEILE VERNETZTER GEBÄUDE

Busbasierte Datennetzwerke sind ein wesentlicher Bestandteil der Gebäudetechnik-Infrastruktur. Sie übertragen Daten von Sensoren wie Stromverbrauch, Feuchte, Temperatur oder Raumbelegung, die wiederum andere Regelgrößen beeinflussen. Durch die intelligente Auswertung dieser Daten wird eine effiziente Steuerung aller wichtiger Gebäudeparameter ermöglicht. Das bringt in vielerlei Hinsicht einige gravierende Vorteile.

TEXT: Oleg Neuwirt, Metz Connect BILDER: Metz Connect; iStock, akinbostanci



Der EWIO2-M Datenlogger besitzt eine WLAN-Schnittstelle für die bequeme Konfiguration des Geräts mit mobilen Endgeräten.



Aufgrund eines verantwortungsvollen, naturverbundenen Umgangs mit Ressourcen und steigender Energiekosten rückt das Thema Energieeinsparung immer mehr ins Bewusstsein von Unternehmen, Kommunen und privaten Haushalten. Mit einem systematischen Energiemanagement, zum Beispiel nach DIN EN ISO 50001, kann es gelingen, Energie (Strom, Wasser, Gas) möglichst optimal zu nutzen, um kommerzielle Wohngebäude energieeffizient zu betreiben und Kosten zu sparen.

Neben verbesserten Baumaterialien mit hoher Dämmung und energetisch ausgeklügelten Architekturen ermöglicht die Gebäudeautomation den „letzten Schliff“ bei der Energieoptimierung. Dabei setzt die moderne Automation auf Digitalisierung, sprich auf digitale Regelkreise, wobei eine jahrelang bewährte und erprobte Technik häufig die einfachste und kostengünstigste Lösung darstellt. Das Unternehmen Metz Connect bietet für diesen Ansatz Geräte, die bei kleineren Projekten oder Nachrüstungen effizient und wirtschaftlich sind.

### Automatisierungspotenziale erschließen

Unter anderem verfolgt das Unternehmen den nachhaltigen Ansatz, mit intelligenten Funktionen noch mehr Effizienz in die Gebäudeautomation zu bringen. Beispielsweise wurde das Multifunktions-Zeitrelais MFRk-E08 um die Funktion „Sperrung Steuerkontakt“ erweitert. Damit können sich Anwender neue Automatisierungsmöglichkeiten und Energie-Einsparpotenziale erschließen. Mögliche Anwendungen finden sich in Ein- oder Mehrfamilienhäusern sowie im Gastronomie- und Hotelbereich: Wenn der Steuerkontakt des Zeitrelais mit einem Bewegungsmelder beschaltet wird, können Handtuchtrockner, Kaffeemaschinen oder Zirkulationspumpen bedarfsgerecht aktiviert werden. Ein Präsenzmelder, der beispielsweise in der Nähe eines Waschbeckens installiert ist, kann an das Zeitrelais

MFRk-E08 den Einschaltimpuls zur Aktivierung einer Pumpe liefern. Die Funktion „Sperrung Steuerkontakt“ verhindert, dass durch mehrmaliges Betätigen des Sensors während der Ablaufzeit, in der die Pumpe über das Zeitrelais mit Strom versorgt wird, immer wieder neu startet. Die Pumpe läuft nur dann automatisch an, wenn die eingestellte Sperrzeit verstrichen ist und der Bewegungsmelder wieder ein Signal gibt, weil das Waschbecken tatsächlich genutzt wird. Die Sperrzeit und die Zeitspanne, in der die Pumpe läuft, können individuell an die örtlichen Gegebenheiten angepasst werden, zum Beispiel an die Länge der Zirkulationsleitungen oder deren thermische Isolierung. Mit dem Multifunktions-Zeitrelais lassen sich auf einfache Weise technische Lösungen realisieren, die einen kleinen Beitrag zur Energieoptimierung leisten.

### Wohlbefinden versus Energieeffizienz

Wohlbefinden ist ein Zustand, der Auswirkung auf unsere Gesundheit hat und von vielen Faktoren abhängt. Das Gefühl von Abgeschlagenheit, Kopfschmerzen oder Konzentrationschwäche wird oft im Zusammenhang mit Übermüdung gebracht. Die Ursache dafür kann aber auch in der Luftqualität liegen. Ein Aspekt ist hierbei der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Raumluft.

Die einfachste Methode für eine CO<sub>2</sub>-Regelung, die während der Corona-Pandemie aus Gründen wie Fachpersonalmangel und Lösungskomplexität sehr populär geworden ist, ist das Aufstellen einer CO<sub>2</sub>-Ampel: Bei einer gelben oder roten Anzeige war es Zeit, zu lüften. Tausende von Klassenzimmern und Büros heizten auf diese Weise die Umgebung unnötig auf, zugleich warteten die Frierenden auf das grüne Licht der Ampel. Irgendwann wurde das Fenster dann geschlossen und der Raum wurde wieder wärmer. Dann begann dieser nachteilige „manuelle Regelkreis“ erneut.



Mit intelligenten Komponenten ist eine busbasierte Energieüberwachung einschließlich Monitoring zur Analysezwecke einfach realisierbar.

Die Zusammenhänge zwischen Außen- und Innentemperatur, der Zunahme der CO<sub>2</sub>-Konzentration und der Zeit, wie lange das Fenster offenbleibt, sind keine konstanten Größen und von einem Menschen, dessen Hauptaufgabe es ist, den Unterricht oder das Meeting zu leiten, nicht zu bewältigen. Zudem soll hierbei auch die Energieeffizienz nicht zu kurz kommen – insgesamt eine komplexe Angelegenheit. Deshalb übernimmt diese Regelungen die Gebäudeautomation. Die Algorithmen für die Steuerung werden von Spezialisten programmiert und im Feld in Betrieb genommen.

Gerade für Temperatur, Feuchte oder CO<sub>2</sub>-Regelungen ist das altbekannte Verfahren mit PID-Reglern auch in der heutigen digitalen Automation immer noch weit verbreitet. Moderne Regelungen enthalten digitale Regler mit einer hohen Genauigkeit und Präzision. Digitale Regelkreise werden üblicherweise mit teuren Controllern realisiert, was ein hohes Wissen bei der Programmierung voraussetzt. Das Fachpersonal für die Projektplanung, Installation und Inbetriebnahme ist in der heutigen Zeit aber nur schwer zu finden. Außerdem ist es oft nicht wirtschaftlich, digitale Regelungen für Steuerungslösungen einzusetzen.

### Modbus-RTU-Modul mit PID-Reglern

Für kleinere Objekte oder bei Nachrüstungen von Lüftungsregelungen verfügt das Unternehmen über smartere Lösungen, darunter das analoge I/O-Gerät „MR-AIO4/2-IP65 Modbus RTU“, in dem zwei PID-Einstellregler bereits im Modul integriert sind. Das dezentrale Modul verfügt über 4 einzeln konfigurierbare Widerstands- oder Spannungseingänge und 2 separate analoge Ausgänge (alle Eingänge und Ausgänge für 0 V bis 10 V). Die Eingänge dienen zur direkten Erfassung

von elektrischen Zuständen wie Widerständen und Spannungen, zum Beispiel von passiven und aktiven Temperaturfühler, elektrischen Lüftungs- und Mischklappen oder Ventilstellungen. Die Ausgänge dienen als Stellgrößengeber.

Über einen Modbus-TCP-Master können alle Eingänge und Ausgänge über Registereinträge individuell konfiguriert werden. Eine vordefinierte und im Gerät gespeicherte Liste gängiger Temperatursensoren erleichtert diese Prozedur. Bei Verwendung des Modbus-Gateways MR-GW kann die Konfigurierung ganz einfach über den integrierten Webserver vorgenommen werden. Die richtige Wahl eines Reglers hängt von der geforderten Regelgenauigkeit und dem Zeitverhalten ab. Alle von außen wirkenden Störgrößen müssen beachtet und kompensiert werden. Der PID-Regler ist der am häufigsten eingesetzte Standardregler in der Klimatechnik, der unter anderem für Raumregelung verwendet wird. Ein PID-Regler setzt sich aus einem P-Glied, einem I-Glied und einem D-Glied zusammen. Das bedeutet, dass die Stellgröße aus den Proportional-, Integral- und Differenzial-Anteilen der Regeldifferenz gebildet wird.

Das I-Glied wird als Integral, in der Fachsprache als Nachstellzeit, bezeichnet und bestimmt den Einfluss des I-Anteiles. Das D-Glied wird als Differential, in der Fachsprache als Vorhaltezeit, bezeichnet und bestimmt den Einfluss des D-Anteiles. Das P-Glied wiederum ist entscheidend, um bei einer Regelabweichung schnell zu reagieren. Der differentialwirkende Anteil bewertet außerdem noch die Regelabweichung und berechnet deren Änderungsgeschwindigkeit, so dass der PID-Regler schon bei Ankündigungen von Veränderungen reagieren kann. Vereinfacht ausgedrückt regelt ein PID-Regler kontinuierlich den Ausgangswert – und zwar vorausschauend



Automatisierte und bedarfsgerechte  
Bereitstellung von Warmwasser



in die Zukunft und unter Berücksichtigung der Vergangenheit. Solche Regler sind sehr beliebt, da sie viele Vorteile kombinieren, zum Beispiel eine schnelle Reaktion und eine exakte Ausregelung.

### Energieüberwachung mit Automatisierung

Das Thema Smart Metering ist sehr eng verwandt mit Energieeffizienz und Automation. Entsprechende Vorrichtungen erhöhen die Transparenz hinsichtlich Energie- und Ressourcenverbrauch und tragen dazu dabei, verbrauchssenkende Maßnahmen zu ergreifen. In der Regel handelt es sich hierbei um „intelligente Zähler“, die den tatsächlichen Verbrauch von Strom, Wasser oder Gas und die tatsächliche Nutzungszeit messen und an die zentrale Steuerung übertragen. Der EWIO2-M ist ein leistungsstarker Datenlogger von Metz Connect zur Energie- und Verbrauchserfassung sowie zum Daten-Monitoring in Gebäuden, Industrieanlagen und industriellen Systemen.

Die Multiprotokoll-Fähigkeit dieses Smart-Metering-Gateways resultiert aus seinen zahlreichen Schnittstellen und unterstützt Anwender dabei, das Energiemanagement nach DIN EN ISO 50001 durch die Integration von MSR- und HLK-Technik in das Gebäudeleitsystem zu verbessern. Der Datenlogger EWIO2-M ermöglicht die Erfassung und Speicherung der Messdaten (zum Beispiel von Strom, Wasser oder Wärme), die von busfähigen Zählern geliefert werden. Er kann über die Modbus-RTU- oder TCP-Schnittstelle einfach und schnell an verschiedene Messgeräte angebunden werden. Mit 22 verschiedenen I/Os kann das Gerät nicht nur Daten für die Speicherung erfassen, sondern auch Aktoren schalten. Die Parametrierung, Konfiguration und Inbetriebnahme des Systems

erfolgt über das intuitiv bedienbare EWIO2-M Webinterface mit einem plattformunabhängigen Webbrowser.

Kleine Automationsaufgaben können auf Basis einer Shell-Script- oder Python-Programmierung oder durch beliebige Modbus- oder BACnet-Steuerungen ausgeführt werden. An der M-Bus- und Modbus-RTU-Schnittstelle können unterschiedliche Zähler für Strom, Wasser, Gas oder Wärme angeschlossen werden. Die Messwerte werden per E-Mail gesendet (Push) oder von einer BACnet- oder Modbus-Steuerung ausgelesen (Pull). Zu den vielen Schnittstellen des Datenloggers zählen außerdem zwei Ethernet-Ports mit Daisy-Chain-Funktion für die Verkettung mehrerer Geräte. Eine WLAN-Schnittstelle ermöglicht die Konfiguration des Geräts mit mobilen Endgeräten (zum Beispiel Smartphone, Tablet oder Notebook) und kann zur Datenübertragung genutzt werden.

### Fazit

Mit einem systematischen Energiemanagement lassen sich in kommerziellen Wohngebäuden erhebliche Energieeinsparungen erzielen und Kosten sparen. Das Unternehmen Metz Connect bietet hierfür Multifunktions-Zeitrelais, I/O-Module, Datenlogger und Gateways zur Integration dieser Komponenten. Zudem ermöglichen Geräte mit integrierten PID-Reglern eine optimale Anpassung der Regelung an die tatsächlichen klimatischen Bedingungen im Raum beziehungsweise im Gebäude, wobei das Modbus-Gateway MR-GW dank integrierter Weboberfläche eine intuitive Konfiguration unterstützt. Insgesamt war es noch nie so einfach, viele Einflussgrößen zu erfassen, auszuwerten und deren Zusammenspiel so zu regeln, dass der Energiebedarf wirksam reduziert und kontinuierlich überwacht werden kann. □



Photovoltaik: Wie Sie das Maximum aus Ihrer Anlage herausholen

## PV-Module beim Check-up

Bereits kleinste Fehler bei der Planung sowie Defekte oder kleinere Störungen reduzieren die Effizienz und Leistung von PV-Anlagen. TÜV SÜD-Fachleute sind jedoch in der Lage, die Wirtschaftlichkeit der Anlagen zu überprüfen und mögliche Störfaktoren mit geringem Aufwand schnell zu identifizieren. Werden diese Schäden rechtzeitig erkannt, lassen sie sich meist leicht beheben. So steigern Eigentümer und Betreiber ihren Ertrag, erhöhen gleichzeitig die Sicherheit ihrer Anlage und schützen unmittelbar und langfristig ihre Investition.

TEXT: Stefan Veit, TÜV SÜD Industrie Service BILDER: TÜV SÜD; iStock, Tippiapatt





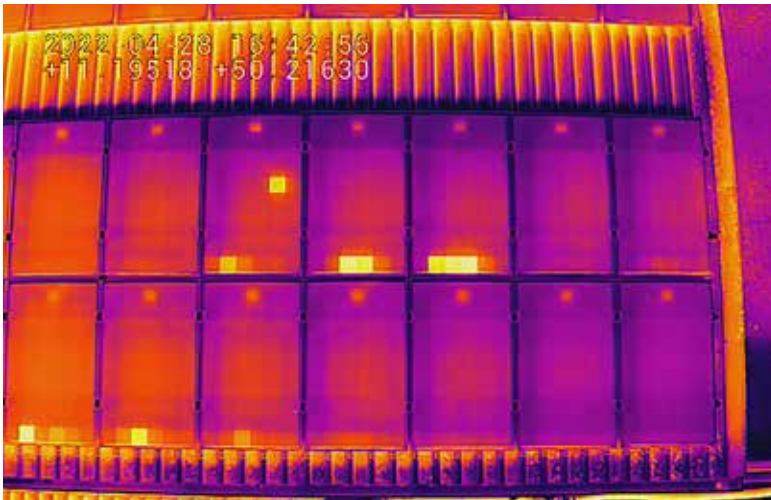
**Prüfung im Echtbetrieb: Für EL-Messungen werden Kameras auf einem Rahmen montiert, um einen gleichmäßigen Abstand zu den Modellen zu gewährleisten.**

Durch den rasanten Ausbau der Photovoltaik (PV) und den gleichzeitig anhaltenden Fachkräftemangel sind Installationsmängel keine Seltenheit. Der Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) schätzte noch 2020, dass ein Fünftel aller installierter PV-Anlagen nicht ordnungsgemäß errichtet war. Neben Fehlern bei der Errichtung können weitere Faktoren die Wirtschaftlichkeit von PV-Anlagen einschränken: Viele Schäden entstehen bereits beim Transport und der Zwischenlagerung von Modulen auf der Baustelle. Leistungsmindernde Faktoren sind jedoch auch Verschmutzung und Verschattung, zum Beispiel durch Bäume sowie alterungsbedingte Mängel. Häufigste Ursache hiervon sind fehlende und fehlerhafte Wartung und Instandhaltung. Daraus resultieren neben Sicherheitsrisiken auch Effizienzmindernungen, denn eine einzelne schadhafte Zelle wirkt sich unter Umständen auf den Ertrag des gesamten Strings aus. Die Einbußen können bis 6 Prozent der Gesamtleistung des Strings betragen. Wenn der erzeugte Strom ausschließlich selbst verbraucht wird, entstehen schnell Mindereinnahmen von bis zu 165 Euro pro Jahr – allein für einen String bei einer typischen 30-kWp-Anlage.

Während Privathaushalte mit kleinen Anlagen häufig nur ihren Grundbedarf decken und so die Stromkosten etwas reduzieren, speisen größere Anlagen in der Regel Strom ins öffentliche Netz ein. Die so erwirtschaftete Rendite ist für Betreiber nicht unwesentlich, um die Anschaffungskosten zu decken. Damit die Kalkulation aufgeht, müssen die Anlagen einen optimalen Ertrag liefern. Das heißt, sie müssen über einen gewissen Zeitraum die anhand der baulichen oder geografischen Bedingungen prognostizierte Leistung erbringen.

## Prüfmethoden vom bloßen Auge bis High-Tech

Eine erste Inaugenscheinnahme der Anlage kann bereits ertragsmindernde Faktoren wie starker Schmutz, schattenwerfende



**Deutliche Hotspots:** Thermografische Aufnahmen machen defekte Zellen aufgrund stärkerer Wärmeentwicklung sichtbar.

Pflanzen oder grobe Beschädigungen aufzeigen. Erfahrene Experten entdecken hierbei mitunter aber auch schon oberflächliche Schäden an den Zellen. Eine genauere Analyse ermöglichen thermografische Aufnahmen. Wärmebildkameras machen sogenannte Hot-Spots sichtbar: Selbst kleinere Schäden an der Elektrik sorgen für punktuelle Erwärmungen. Sie sind ein einfacher Indikator, lassen sich jedoch nur unter bestimmten Witterungsbedingungen, im Lastbetrieb und wenn der Schaden bereits fortgeschritten ist, ausfindig machen.

Um auch kleinere Beschädigungen bereits in einem frühen Stadium zu detektieren, bietet sich die inverse Thermografie an, auch Rückstromthermografie genannt. Dabei werden die Module extern unter Strom gesetzt, also sozusagen rückwärts (invers) betrieben. Die Methode ist unabhängig von der Sonneneinstrahlung. Daher lassen sich Umwelteinflüsse wie Reflektionen oder Blendungen völlig ausschließen. So werden auch kleinere Schäden sichtbar, zum Beispiel defekte elektrische Anschlüsse. Noch detaillierter ist die Elektrolumineszenz (EL)-Messung. Hier kommen Spezialkameras zum Einsatz, die den Nahinfrarotbereich von 1150 nm sichtbar machen. Eine entsprechend hohe Auflösung lässt auch die kleinsten Defekte erkennen. Die Methode ist geeignet, ausgefallene oder gebrochene Zellen, fehlerhafte Bypassdioden, Mikrorisse oder alterungsbedingte Schäden (light and elevated temperature degradation, LeTID) ausfindig zu machen. EL-Messungen eignen sich auch, um die Modulverschaltungen zu rekonstruieren, sollte die Anlagendokumentation Fehler oder Lücken aufweisen.

## Effizienz durch unterbrechungsfreie Prüfungen

Ein Vorteil der genannten optischen Untersuchungsmethoden ist neben der Zuverlässigkeit und Genauigkeit auch, dass sie mit wenig Aufwand und ohne relevante Betriebsunterbrechung gelingen. Die einfache Thermografie setzt den Normalbetrieb

sogar voraus, während inverse Thermografie-Aufnahmen möglichst nachts gemacht werden. Um den Aufwand weiter zu reduzieren, nutzen Sachverständige heute Drohnen für die Sichtprüfung. Das ermöglicht, größere Flächen auf einmal in den Blick zu nehmen. Anlagenbereiche, welche auf den Drohnenaufnahmen Auffälligkeiten zeigen, werden später, im Rahmen von Begehungen, näher untersucht und damit detailliert bewertet. Ein weiterer Vorteil ist, dass sich die Untersuchungen gut im Zuge ohnehin gesetzlich vorgeschriebener Prüfungen vornehmen lassen: Nach der Erstprüfung vor Inbetriebnahme muss die elektrische Sicherheit gewerblicher PV-Anlagen auch wiederkehrend, alle 12 bis 48 Monate, geprüft werden. Dabei lässt sich auch die Anlageneffizienz mit geringem Zusatzaufwand ermitteln. Ein Vergleich des tatsächlich erfassten Ertrags mit den errechneten Werten legt nicht nur den Anlagenzustand offen, sondern stellt dabei auch dessen Entwicklung über die bisherige Betriebsdauer dar. Die vom Hersteller angegebene potenzielle Leistung wird mit der vor Ort gemessenen Strom-Spannungs-Kennlinie (I-U-Kennlinie) verglichen. Weichen die ermittelten Daten stark von den errechneten Soll-Werten ab, folgt eine detaillierte Analyse potenzieller Einflussfaktoren.

Um Mängel rechtzeitig zu erkennen und eventuell erforderliche Maßnahmen bereits vor einer Ausweitung der Schäden einzuleiten, sollten Betreiber die Prüfzyklen entsprechend anpassen – in Abstimmung mit den Sachverständigen und im Rahmen einer umfangreichen Gefährdungsanalyse. Insbesondere vor Ablauf der Gewährleistung empfiehlt sich eine detaillierte Untersuchung. Ungeachtet der Prüfungen helfen regelmäßige Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen am Generatorfeld und den Wechselrichtern, ertragsmindernde Einflüsse zu erkennen und deren Auswirkungen zu reduzieren. So schützen Betreiber den Wert ihrer Anlagen, sorgen für eine nachhaltige Wirtschaftlichkeit und Verfügbarkeit und erhalten, bei Bedarf, konkrete Empfehlungen zur Instandhaltung und Ertragsoptimierung. □



Mit Energiemonitoring die Energieeffizienz auf die nächste Stufe bringen

## Einstieg leicht gemacht

Das neue Energieeffizienzgesetz (EnEfG) definiert verbindliche Maßnahmen, um den Energieverbrauch in Behörden, Unternehmen und Rechenzentren nachhaltig zu senken.

Mit dem Ziel, bis 2030 deutliche Einsparungen zu erzielen und den Endenergieverbrauch um 45 Prozent gegenüber 2008 zu senken, werden Lösungen für Monitoring und Management im Energiebereich immer wichtiger. Diese helfen, die gesetzlichen Anforderungen zu erfüllen und die Energieeffizienz zu steigern.

TEXT: Dominik Böhm, ABB BILDER: ABB; iStock, Dushlik



Das System ABB InSite bietet den optimalen Einstieg in das Energiemonitoring für Shops und Zweckgebäude.

Das neue Energieeffizienz-Gesetz (EnEfG) verpflichtet Behörden, energieintensive Unternehmen und Rechenzentren, mehr Energie zu sparen. Seit November 2023 ist es nun gesetzlich festgehalten, den Energieverbrauch dauerhaft zu senken. Der Bund soll bis 2030 jährlich Endenergie von 45 TWh einsparen sowie die Länder 3 TWh. Bund, Länder und Kommunen müssen Energie- oder Umweltmanagementsysteme innerhalb von 20 Monaten einführen und jährlich zwei Prozent Endenergie sparen.

Das Gleiche gilt für Unternehmen mit einem Jahresenergieverbrauch von mehr als 7,5 GWh. Unternehmen mit einem Jahresenergieverbrauch von mehr als 2,5 GWh sind verpflichtet, konkrete Pläne zu wirtschaftlichen Energieeffizienzmaßnahmen zu erstellen und zu veröffentlichen. Zudem müssen Unternehmen zukünftig vermeiden, dass bei Produktionsprozessen eine enorme Abwärme entsteht.

Um diese Maßnahmen und Klimaziele umzusetzen, spielen Lösungen für Energiemonitoring und Energiemanagement eine immer größere Rolle. Das ABB InSite System bietet einen guten Einstieg in ein vernetztes Energiemonitoring. Dieses erfasst und überwacht Energieverbrauch, Ströme, Spannung, Temperatur und Schaltzustände in der Anlage beziehungsweise im Gebäude.

Über die neue, kompakte und modulare Steuereinheit SCU200 werden diese Daten von den Feldgeräten gesammelt. Eine transparente und strukturierte Visualisierung zeigt die Messdaten in Tabellen, Diagrammen oder Linien auf einem lokalen Webserver an. Basierend darauf können beispielsweise ein Facility Manager oder Energiemanager selbstständig die Daten auswerten und daraus selbst Energieeffizienzmaßnahmen ableiten. Zu den Vorteilen, die InSite für beispielsweise Shops und Zweckgebäude bietet, gehören Skalierbarkeit, Flexibilität und Energieeffizienz.

## Einfache Installation und Nachrüstung

Die SCU200 ist platzsparend. Durch die neuen steckbaren Erweiterungsmodule lassen sich das System noch besser an die jeweiligen Anwendungsbedürfnisse anpassen und durch den modularen Ansatz die Systemfunktionen auch nachträglich erweitern. Dazu zählt unter anderem die Einbindung eines kommunikativen Überspannungsschutzes eOVR. Durch den Zugriff auf Echtzeitdaten können beispielsweise vergangene Überspannungseignisse angezeigt werden. Dies ist besonders bei einem Versicherungsfall bei Blitzschäden interessant und hilfreich, da konkrete Daten vorliegen.

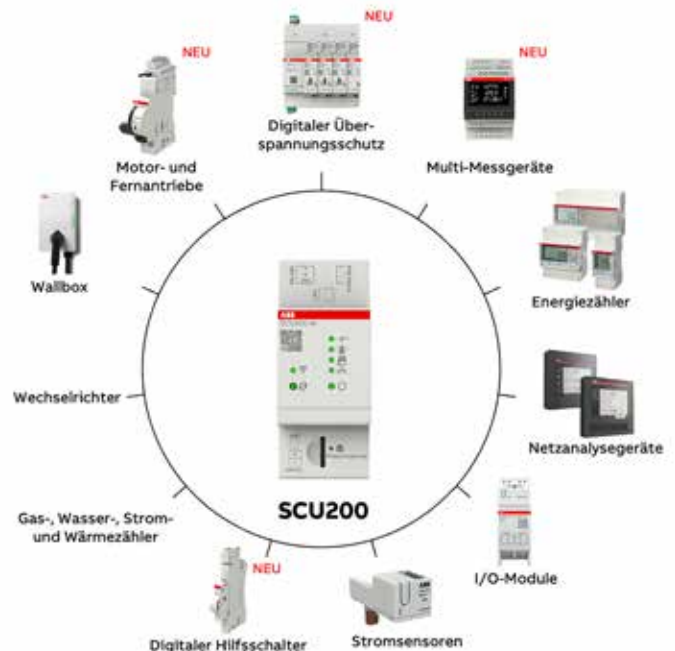
Je nach Mess- und Entwicklungsziel können die neuen Wireless M-Bus- und Energiemess-Module (dreiphasig) eingesetzt und werkzeuglos an die Steuereinheit gesteckt werden. Digitale Hilfsschalter erfassen sowohl die Schaltzustände als auch die Temperatur der Sicherungsautomaten, der Fehlerstromschutzschalter oder der FI/LS. Damit wird transparent angezeigt, wenn zum Beispiel ein Fehlerfall vorliegt, weil ein Automat ausgelöst hat. Dies bekommt der Facility Manager direkt im System angezeigt und kann sich zum Beispiel auch eine Alarmmeldung per E-Mail schicken lassen. Durch diese Skalierbarkeit kann InSite für kleine und große Anwendungen eingesetzt werden und eignet sich sowohl für Neuanlagen als auch für Retrofit-Lösungen.

## Flexible Einbindung

Die Flexibilität von InSite spiegelt sich in der Systemoffenheit wider. Neben allen ABB-Systemen können auch Geräte von Drittherstellern, wie PV-Wechselrichter, Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge oder Energiespeicher, angeschlossen werden, was das Potenzial für Energieeinsparungen weiter erhöht.



An die Steuereinheit SCU200 können verschiedenste Geräte über Modbus, InSite-Bus und Wireless Mbus integriert werden.



Sobald das System installiert ist, können Messgeräte durch eine automatische Geräteerkennung mit dem integrierten InSite-Webserver verbunden werden. Dies bietet einen Fernzugriff auf die von den Feldgeräten übertragenen Daten. Auf dem lokalen Webserver ermöglicht ein Installationsassistent, eine Kostenrechnungsfunktion und automatisierte Aktionen für statisches Lastmanagement für eine effiziente Energienutzung. Es gibt ein intuitives Dashboard mit vordefinierten Widgets für jede Art von Visualisierung sowie anwendungsbezogene Widgets mit der Visualisierung von Kosten- und Energiedaten. Beispielsweise sorgt die Seite „Kostenanalyse“ für einen Überblick über den Verbrauch von Versorgungsleistungen.

Die Lösung kann auch Lastspitzen erkennen und vermeiden. Der Facility-Manager kann einstellen, wenn die SCU200 beispielsweise beim Einschalten eines Ofens Lastspitzen erkennt, dass so bald ein eingestellter Schwellwert erreicht wird, ein anderer Verbraucher kurzzeitig abgeschaltet wird. Der Sicherungsautomat wird über einen Motorantrieb geschaltet. Bei der ersten Variante schaltet sich der Motor ein oder aus, typischerweise ein Abschalten bei Lastspitzen. Bei der Variante mit automatischer Wiedereinschaltung schaltet der Motor das Schutzgerät, welches einen Fehler gemeldet hatte, wieder ein und schaut, ob der Fehler noch da ist oder sich selbst beseitigen konnte. Wenn dies nicht der Fall ist, wird dieser Vorgang noch einmal wiederholt. Wenn der Fehler immer noch da sein sollte, dann bleibt das Schutzgerät aus. So eine Steuerung von Lasten in Gewerbe- und Industriebauwerken ermöglicht Energieeinsparungen von bis zu 20 Prozent.

## Verbesserung der Effizienz

Das InSite-System ist eine gute Möglichkeit, um in den Bereich Energiemonitoring einzusteigen. Wenn dann jedoch nach

einer gewissen Zeit der Wunsch besteht, mehr Steuerung und Automationen für noch mehr Energieeffizienz zu integrieren, kann InSite auch in ein Energiemanagementsystem eingebunden werden.

Die vom System erfassten Daten können über eine API-Schnittstelle in ein übergeordnetes System weitergereicht werden. Damit wird es zu einer Komplettlösung zur Verbesserung des Energieverbrauchs sowohl in der Unter- als auch in der Hauptverteilung bietet. Das ermöglicht die Einhaltung höchster Energieeffizienzstandards und der CO<sub>2</sub>-Ausstoß kann um bis zu 15 Prozent reduziert werden.

Im Gegensatz zum Energiemonitoring greift das Energiemanagementsystem automatisierend und steuernd in die elektrische Anlage ein, zum Beispiel beim Dimmen von Licht, dem Drosseln der Temperatur der Heizung, der intelligenten Verteilung von PV-Energie, einer Eigenbedarfsoptimierung und Lastmanagement.

Diese lernenden und automatisierten Funktionen übernehmen dann Energiemanagementsysteme wie beispielsweise die Cloud-Lösungen ABB Ability Energy Manager oder ABB Ability Building Analyzer, die skalierbare Lösung ABB Ability Optimax oder die Software zur universellen Gebäudemanagement-Plattform EisBär SCADA.

Es gibt vielseitige, skalierbare Lösungen, die Städte, Kommunen, Bund und Länder sowie Unternehmen unterstützen, das Energieeffizienzgesetz umzusetzen. Es gilt nicht nur bis 2030 den Energieverbrauch dauerhaft zu senken. Im EnEg ist bereits festgehalten noch längerfristig den Endenergieverbrauch bis 2045 um 45 Prozent zu senken im Vergleich zu 2008. Ambitionierte Herausforderungen, denen sich alle stellen müssen. □

Messdatenplattform setzt neue Maßstäbe im Bahnenergienetz

# Störungen rechtzeitig erkennen

Sie wird ein zentraler Baustein auf dem Weg zu einem zuverlässigeren Bahnverkehr in Deutschland: Die neue Messdatenplattform der DB Energie. Mit ihr ist es möglich, schneller und effektiver bei Netzschwankungen und -störungen zu reagieren und so für eine zuverlässige Stromversorgung zu sorgen.

TEXT: Vivavis BILDER: Vivavis; iStock, hoangpts

Entwickelt wurde die vielseitige Plattform von einem Konsortium aus Vivavis sowie den Tochtergesellschaften Eoda und Systema. Mit dem erfolgreich bestandenen, funktionellen Abnahmetest, ist jetzt ein entscheidender Meilenstein des mehrjährigen Projektes erreicht. Grund genug, um das Projekt und die Rolle urbaner Datenplattformen als technisches Herzstück für die intelligenten Städte von Morgen vorzustellen.

## Systemlandschaft und Datentransfer

Die heterogene Systemlandschaft rund um die Messstellen stellt eine umfassende Überwachung vor besondere Herausforderungen: Verschiedene Messgeräte von verschiedenen Herstellern, einige seit vielen Jahren im Einsatz, werden dort verwendet. Die Anbindung der Standorte ist ebenfalls herausfordernd, da einige Messstellen eine geringe Bandbreite haben. Aufgrund der großen Datenmenge bei der Messung transients Daten (20kHz, 18 Millionen Messwerte in 15 Minuten) gestaltet sich außerdem ein zeitnaher Download schwierig. Dadurch wird die Ursachenforschung bei Störungen oder Anomalien im Energienetz verzögert, was wiederum die schnelle Umsetzung

von Maßnahmen, wie zum Beispiel dem Austausch von Bauteilen, erschwert.

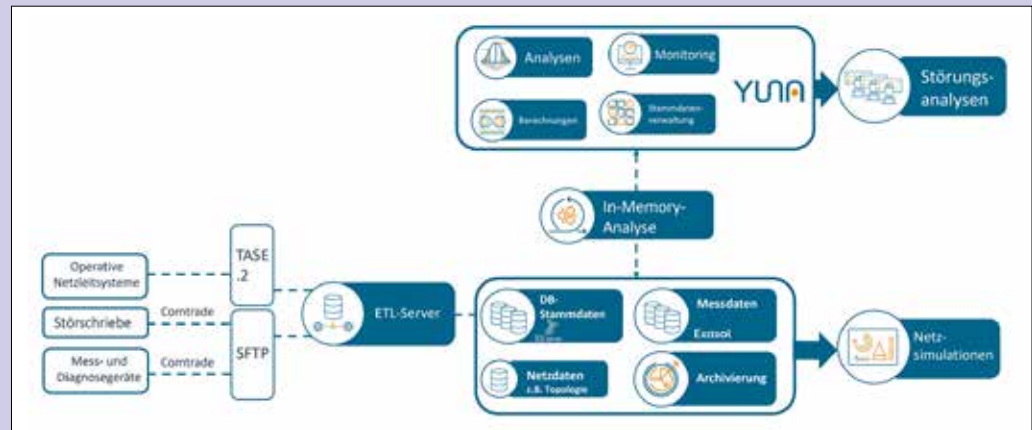
## Schneller auf Störungen reagieren

Um im Falle von Störungen im Bahnverkehr schneller reagieren zu können,

strebt die DB Energie die Umsetzung einer flexiblen und hochskalierbaren Messdatenplattform an. Die Plattform soll Daten verschiedener Messstellen zentral speichern, Störungen identifizieren, rekonstruieren und nachgelagert simulieren können. Gleichzeitig soll das Fachpersonal nachvollziehen, wie die







Vereinfachte Architekturskizze der Messdatenplattform für das Bahnenergienetz

Messdaten zeitnah analysiert werden können, um Verbrauchsmuster und Anomalien zu erkennen. Eine automatisierte Erkennung mit aktiver Benachrichtigung des entsprechenden Fachpersonals unterstützt diesen Prozess.

Die gewonnenen Informationen dienen als Basis für standortspezifische Modifikationen und Lastenhefte, beispielsweise für den Bedarf neuer Netzkomponenten. Die neue Messdatenplattform soll zudem die Herausforderungen der lokalen Datenhaltung durch eine zuverlässige Archivierung und Wiederherstellung von Daten lösen.

### Entwicklung einer Messdatenplattform

In Zusammenarbeit wurden konfigurierbare Lösungen entwickelt und implementiert. Darunter die Data-Science-Projektplattform Yuna vom Unternehmen Eoda. Diese dient im gesamten Projekt als technische Basis für die Ausführung und Verwaltung von Analyse-Skripten sowie zur Datenvisualisierung.

Die Tochtergesellschaft Systema sorgt hier für die Bereitstellung der richtigen

Hardware und stellt das Netzwerk bereit. Die Nutzung einer Exasol-Datenbank ermöglicht zudem die Ausführung von Skripten per R-Code direkt in der Datenbank. Die von Eoda entwickelten R-Skripte erleichtern die schnelle Fourier-Transformation (FT) und die Erstellung einer relevanten Zeitreihe aus rund 50 Werten aus 18 Millionen Messwerten.

Die Ergebnisse der FT werden in der Yuna-basierten Messdatenplattform visualisiert, die ebenfalls von dem Unternehmen entwickelten Skripte für Oberschwingungsanalyse, Leistungsbeurteilung, Impedanzverläufe und mehr nutzt. Das Generalunternehmen Vivavis bringt das notwendige Knowhow über die Anbindung an die Leitstellen mit, um die gemeinsam entwickelten Lösungen produktiv nutzen zu können.

Zwei Jahre nach Auftragseingang und intensiver Zusammenarbeit, haben die Vivavis, Eoda und Systema einen wichtigen Meilenstein erreicht. Die erfolgreiche funktionale Abnahme der Messdatenplattform. In diesem funktionellen Abnahmetest wurden 43 Tests durchgeführt. Dabei konnte nicht ein einziger Fehler diagnostiziert werden. Für ein Projekt dieser Größe spricht das für eine professionelle Arbeit der Projektpartner sowie für eine erfolgreiche Abnahme der Lösung.

### Technische Details und Herausforderungen

Die von Eoda entwickelte Messdatenplattform ermöglicht der DB Energie eine schnellere und effektivere Reaktion auf Netzschwankungen und -störungen. Basierend auf der Data-Science-Projektplattform Yuna, erfüllt sie bereits zu Projektbeginn viele Anforderungen und bietet Funktionen wie Datenvisualisierung, Skriptausführung oder -verwaltung.

Durch den modularen Aufbau von Yuna ist eine langfristige Erweiterung der Messdatenplattform möglich, die intelligenten ETL-Pipelines lösen die Herausforderungen dezentraler Datenverteilung und Datenhaltung. Dies ermöglicht eine schnelle Analyse der Messdaten an verschiedenen Systemnetzpunkten, was mit herkömmlichen Lösungen aufgrund der enormen Datenmenge, nur begrenzt möglich wäre.

Die Messdatenplattform ist ein wesentlicher Bestandteil des Energiemanagements der DB Energie und gewährleistet langfristig eine zuverlässige Versorgung. Zudem konnte durch den erfolgreichen funktionellen Abnahmetest eine wichtige Grundlage geschaffen werden, um die zukünftige Zusammenarbeit gemeinsam mit dem Unternehmen langfristig sicherzustellen. □

## Einsatzfelder von Batterie-Energiespeichern in Power-to-X-Applikationen

# MEHRWERT DURCH KOMBINATION

Die Gesellschaft der Zukunft benötigt Energiespeichertechnologien für eine grüne Energiewende. Power-to-X-Anwendungen gelten dabei häufig als Alternative zu Batteriespeichern. Doch es muss kein „Entweder-oder“ sein: Die Kombination dieser beiden Technologien führt zu effizienten Ergebnissen.

TEXT: Dr.-Ing. Rüdiger Meyer, Phoenix Contact

BILDER: Phoenix Contact; DALL-E, publish-industry

Das Zukunftsbild der All Electric Society beschreibt eine Welt, in der regenerativ erzeugte elektrische Energie als primäre Energieform weltweit in ausreichendem Maße und bezahlbar zur Verfügung steht. Grundlage dafür ist die umfassende Elektrifizierung, Vernetzung und Automatisierung aller Sektoren von Wirtschaft und Infrastruktur. Aufgrund der unvermeidlichen Volatilität von Wind- und Sonnenenergie sind Energiespeicher essenziell für dieses Zukunftsbild. Das größte Potenzial steckt derzeit in Batterie-Energiespeichern sowie in der Erzeugung und Anwendung grünen Wasserstoffs.

### Power-to-X als Energiespeichertechnologie

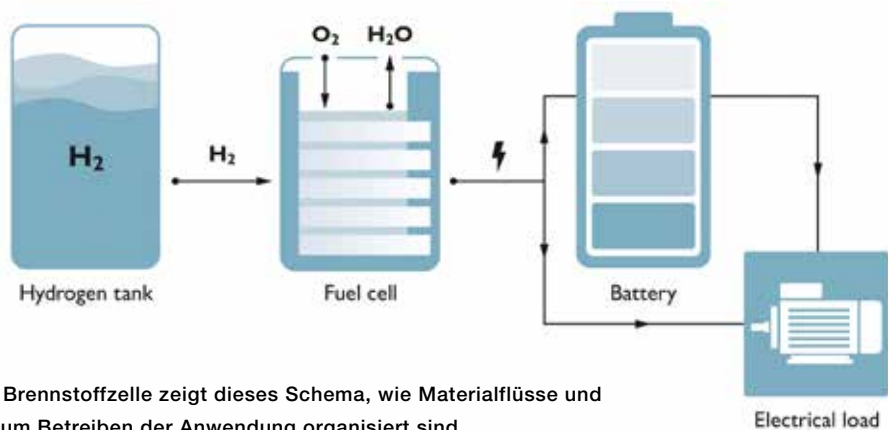
Die Speicherung von Energie in Form von Wasserstoff basiert auf dem Einsatz nicht unmittelbar verwendeter regenerativer Energie für die Elektrolyse. Dabei wird Wasser in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt. Zur Speicherung wird das Wasserstoffgas üblicherweise komprimiert. In dieser Form kann es dann in Tanks gelagert, transportiert und bei Bedarf wieder entnommen werden. Sobald wieder elektrische Energie benötigt wird, kann der Wasserstoff in Brennstoffzellen unter Verwendung von Umgebungsluft zu Wasser reagieren. Wir sprechen bei dieser Prozesskette von Power-to-X-Technologie. Der Begriff steht allgemein für die Umwandlung überschüssiger regenerativer Energie in andere Energieträger, meist Gase, Flüssigkeiten oder Wärme.

### Batterie-Energiespeicher

Alternativ zu dem beschriebenen Power-to-X-Verfahren lässt sich elektrische Energie effizient in Batterien speichern.







Am Beispiel der Brennstoffzelle zeigt dieses Schema, wie Materialflüsse und Energieströme zum Betreiben der Anwendung organisiert sind.

Hierbei findet in einem galvanischen Element bei angelegter elektrischer Spannung eine chemische Umwandlungsreaktion statt. Schließt man die beiden Elektroden anschließend über einen elektrischen Verbraucher kurz, fließt Strom. Die chemische Reaktion findet in umgekehrter Richtung statt.

### Kurz- und Langzeitspeicherung

Bei Batterien ist der chemische Reaktor gleichzeitig auch der Speicherbehälter. Darin unterscheiden sie sich maßgeblich vom Power-to-X-Prozess, bei dem diese beiden Eigenschaften getrennt sind. Sobald es also darum geht, große Energiemengen zu speichern, wird bei Batterien sehr viel Masse benötigt. Da es sich hierbei im Allgemeinen um kostbare Materialien handelt, steigt der Investitionsbedarf rasch an.

Soll diese Energie dann für längere Zeit, also Wochen oder Monate gespeichert werden, ist die Kapitalbindung sehr hoch. Im Vergleich dazu ist das Speichern von großen Mengen an Wasserstoff preisgünstiger. Darüber hinaus ist die volumetrische Energiedichte von komprimiertem Wasserstoff etwa viermal höher als die von zum Beispiel Lithium-Ionen-Batterien. Diese Unterschiede machen Power-to-X-Technologien attraktiv für die Langzeitspeicherung von Energie.

Die Umwandlungseffizienz entlang des Wasserstoffpfades ist jedoch geringer. Sowohl bei der Elektrolyse und noch mehr in der Brennstoffzelle entstehen größere Mengen an Abwärme. Deren Nutzung ist nicht immer möglich, was sich in Gesamtwirkungsgraden von weniger als 50 Prozent widerspiegelt. Anders bei Batterien – hier liegt der Gesamtwirkungsgrad bei deutlich über 90 Prozent. Vor diesem Hintergrund ist der Batterie-Energiespeicher besser geeignet für eine kurze Speicherdauer. Sobald es um Stunden oder wenige Tage geht, ist die Wirtschaftlichkeit hier wesentlich höher.

### In der Kombination liegt die Stärke

Ein weiterer Unterschied zwischen dem Wasserstoffprozess und der Batterie besteht in der Trägheit. Batterien können große Energiemengen sehr schnell – oft innerhalb von Millisekunden – speichern und wieder bereitstellen. Bei Elektrolyseuren und Brennstoffzellen ist die dafür benötigte Leistung proportional zur Größe der chemischen Reaktoren. Hinzu kommt, dass beide Wasserstoffprozesse nur in einem kleinen Prozessfenster mit höchster Effizienz arbeiten. Somit sollten größere Schwankungen möglichst vermieden werden. An dieser Stelle kommt die Kombination der beiden Technologien zum Tragen. In hybriden Lösungen zur stationären oder quasistationären Elektrizitätserzeugung deckt zum Beispiel eine wasserstoffbetriebene Brennstoffzelle die Grundlast eines Verbrauchers ab, während die Batterie kurzfristige Lastschwankungen bedient.

### Die Rolle von elektrischer Verbindungstechnik

Bei den Themen Effizienz und Zuverlässigkeit kommt der elektrischen Verbindungstechnik eine hohe Bedeutung zu. Für den Betrieb sowohl von Batterien als auch von Elektrolyseuren und Brennstoffzellen werden Leistungs-, Signal- und Datenverbindungen benötigt. Es fließen hohe Ströme bei teilweise signifikanten Spannungen. Über analoge Signale werden Sensoren ausgelesen und Subsysteme gesteuert. Und schließlich arbeiten alle genannten Systeme auf Basis digitaler Signalverarbeitung und sind über digitale Kommunikation in die Infrastruktur eingebunden.

### Beispielhafte Fehler in der Verbindungstechnik

Welche Relevanz diese unscheinbaren Komponenten besitzen, zeigen drei Beispiele für Fehlerzustände, beginnend mit der Leistungsverdrahtung. Für das Verdrahten von Systemen



Elektrische Anschlüsse innerhalb eines Batteriemoduls – steckbare Leistungs-, Signal- und Datenverbindungen an der Gerätefrontplatte sowie innovative Leiterplattenanschlusstechnik im Geräteinneren sorgen für einen zuverlässigen und sicheren Betrieb.

auf Leistungsebene wird in vielen Fällen eine klassische Schraubverbindung eingesetzt. Schraubverbindungen können sich unter ungünstigen Umständen lösen. Treten beim ersten Anschließen oder in der späteren Wartung Versäumnisse auf, führt dies zu erhöhten Übergangswiderständen. Diese drücken sich im besten Fall durch Wärmeverluste aus, im schlimmsten Fall jedoch durch starke Überhitzung, die sogar zum Brand und damit zur völligen Zerstörung des Systems führen kann.

Eine typische Signalverbindung ist der Anschluss eines Sensorkabels an eine Leiterplatte. Diese werden oft direkt gelötet, was in Verbindung mit freien Leitungsenden das Risiko sog. kalter Lötstellen birgt. Die Folge sind falsche Signalinformationen, also zum Beispiel zu geringe gemessene Temperaturen. Dieser wichtige Umgebungsparameter hat eine hohe Relevanz für die Steuerung der betrachteten Anlagen. Fehlmessungen können zu Leistungseinbußen bis hin zu Systemausfällen führen.

Datenverbindungen werden oft mittels Patch-Kabeln hergestellt, also steckbaren Leitungen. Achtet man hier nicht auf Qualität im Sinne von zum Beispiel engen Dimensionstoleranzen und hochwertigen Kontaktoberflächen, kann es zu Fehlern bei der Datenübertragung kommen. Systemstörungen sind die Folge, im schlechtesten Fall sogar Schäden an der Hardware.

### Tipps zur Auswahl der Verbindungstechnik

Wie lassen sich die beschriebenen Fehler, die immer zu finanziellen Einbußen für den Anlagenbetreiber führen, vermeiden? Bei Leistungsverbindungen sollten überall dort, wo keine fest definierten Installationsbedingungen sichergestellt

werden können, Steckverbindungen eingesetzt werden. Dies gilt für Leistungsverbindungen, die bei der Installation und zur Wartung hergestellt werden müssen.

Bei Anschlüssen von freien Leitungsenden auf Leiterplatten bieten sich innovative Anschlusstechniken anstelle des Lötens an. Schneidklemmverbindungen etwa erfordern keine Vorbehandlung des Leiterendes und bieten - ebenso wie Federanschlusstechniken - hohen Komfort und Zuverlässigkeit.

Bei Datenanschlüssen definieren die Umgebungsbedingungen die Anforderungen. So sollten bei hohen Verschmutzungsgraden oder feuchter Umgebung IP-geschützte Datenstecker eingesetzt werden. Bei rauen mechanischen Anforderungen sollten Datenverbindungen in Industriequalität verwendet werden.

### Automatisierung in Energiespeicherlösungen

Sowohl batterie- als auch wasserstoffbasierte Energiespeicherlösungen sind komplexe Systeme, für die neben Betriebsanforderungen auch Anforderungen hinsichtlich der funktionalen Sicherheit, der IT-Sicherheit und gegebenenfalls auch des Explosionsschutzes berücksichtigt werden müssen. Je nach Anwendungsszenario ergeben sich hier die unterschiedlichsten Anforderungskombinationen.

Die grundsätzliche Aufgabe des Automatisierungssystems besteht in der optimalen Ausregelung aller Untersysteme des Energiespeichersystems. „Optimal“ ist abhängig von den Zielsetzungen des Anlagenbetreibers. Kriterien sind je nach Anwendermotivation zum Beispiel minimale Betriebskosten





Für den Betrieb eines Elektrolyse-Stacks werden Leistungsanschlüsse benötigt sowie Regelsysteme und Sensoren analog und digital an die Systemsteuerung angebunden.

bezogen auf die gespeicherte Energie, eine optimale Lebensdauer oder maximale Verfügbarkeit (etwa beim Einsatz als Notstromversorgung). Weiterhin sind Nebenbedingungen wie die Einhaltung der Netzanschlussbedingungen bei netzgekoppelten Anlagen zu berücksichtigen.

Aufgrund der Vielzahl der einzubindenden Untersysteme müssen verschiedenste Schnittstellen unterstützt werden. Dabei ist es im Anlagendesign vorteilhaft, wenn die Anlage im Vorfeld simuliert werden kann. Eine modulare, skalierbare Automatisierungsplattform mit den relevanten Zertifizierungen und einem flexiblen Engineering reduziert Entwicklungszeiten und -kosten für Energiespeicheranwendungen. Im besten Fall unterstützt der Automatisierungslieferant den Anwender mit Dienstleistungen z.B. hinsichtlich der Safety-Konzepterstellung, IT-Sicherheitsbetrachtung und Programmierung.

## Fazit

Bei der Herstellung grünen Wasserstoffs sowie bei dessen Verwendung in Brennstoffzellen zur Bereitstellung elektrischer Energie ist eine Kombination der Wasserstoffprozess-technik mit Batterieenergiespeichern besonders effizient.

Für einen sicheren und zuverlässigen Betrieb werden Leistungs-, Signal- und Datenverbindungen in großem Umfang benötigt. Daher lohnt es sich, bei der Verbindungstechnik auf hochwertige Komponenten und die Expertise kompetenter Hersteller zu setzen. Eine offene, modulare Automatisierungsplattform reduziert die Engineeringaufwände und unterstützt den Anwender bei der Umsetzung aktueller Anforderungen im Bereich der Funktionalen Sicherheit und Cybersecurity. □

## IMPRESSUM

**Herausgeber** Kilian Müller

**Head of Content Manufacturing** Christian Fischbach

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

**Newsdesk** newsdesk@publish-industry.net

**Head of Sales** Kilian Müller

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

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

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

**Geschäftsführung** Kilian Müller, Martin Weber

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

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

**Jährlicher Abonnementpreis**

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

**Veröffentlichung gemäß §8**

DVV Media Group GmbH, Hamburg (100%)

**Marketing & Vertrieb** Anja Müller (Head of Marketing)

**Herstellung** Veronika Blank-Kuen

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

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

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

**ISSN-Nummer** 1866-1335

**Postvertriebskennzeichen** 75032

**Gerichtsstand** München

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



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

## FIRMEN UND ORGANISATIONEN IN DIESER AUSGABE

Firma	Seite	Firma	Seite
ABB .....	49	Manufacturing Excellence .....	25
APEX .....	16	Metz Connect .....	42
B. KWK .....	36	Modvion .....	12
BJZ .....	U3	Phoenix Contact .....	54
Bachmann electronic .....	36	PQ Plus .....	18
BayWa r.e. ....	36	publish-industry .....	U4
BSW .....	12	Rittal .....	Titel, 8, 11
Dechema .....	12	Rosenberger OSI .....	63
Deutsche Messe .....	29	SEW Eurodrive .....	41
Eaton .....	12	Siemens Financial Services .....	39
Eplan .....	13	Solar Promotion .....	19
Fraunhofer IPA .....	6	SPIE .....	20
Fraunhofer ISE .....	12	Strom Report .....	66
Gisa .....	36	Trend Micro .....	58
GP Joule .....	36	Trina Solar .....	30
Harting .....	3	TÜV SÜD .....	46
Hartmann Valves .....	5	Uniper Energy Sales .....	U2
Hexagon Purus .....	12	Vivavis .....	36, 52
Insys icom .....	36		
KIT .....	34		
Klinger .....	22		



Solarenergie und Cybersecurity

## Sicherheitsrisiken bei dezentraler Stromerzeugung

In einem Security-Report wurde die IT-Sicherheit von Systemen zur dezentralen Energieversorgung untersucht. Dabei nahmen die Experten besonders die Netzwerk-Gateways von dezentralen Solaranlagen unter die Lupe. Sie stellten fest, dass die zunehmende Dezentralisierung der Stromversorgung nicht nur positiv auf die Energiewende einwirkt, sondern zunehmend ernste Sicherheitsfragen aufwirft.

TEXT: Trend Micro BILD: iStock, ValeryBrozhinsky



## „Cybersecurity ist essentiell bei der Sicherstellung einer leistungsfähigen Energieversorgung.“

Die Untersuchung von Anlagen führender Hersteller wie Enphase, Outback, Phocos, Sol-Ark und Victron konzentrierte sich darauf, wie cybersicher diese Systeme gestaltet sind. Gerade die Beliebtheit von Solar- und Photovoltaikanlagen lenkt dabei verstärkte Aufmerksamkeit auf deren IT-Sicherheit. Während die Systeme von Outback und Phocos keine Schwachstellen aufwiesen, konnten die Experten bei anderen Anlagen unterschiedliche Sicherheitsrisiken identifizieren.

Neben fehlender Verschlüsselung bei der Datenübertragung und Problemen mit Standardpasswörtern stellen auch potenziell unsichere Firmware-Updates ein Risiko dar. Einige Anlagen waren im Test auch anfällig für Angriffe, bei denen sie aus der Entfernung abgeschaltet oder neu konfiguriert wurden. Zwei untersuchte Systeme stuften zudem allen Datenverkehr im lokalen Netzwerk als vertrauenswürdig ein. Das kann zu Risiken führen, wenn das System versehentlich mit dem Internet verbunden wird. Darüber hinaus konnte der genaue Standort einiger Anlagen durch unberechtigten Zugriff auf ihre Access-Point-(AP)-Scans identifiziert werden. Dies würde es Cyberangreifern im Ernstfall ermöglichen, gezielt bestimmte Regionen ins Visier zu nehmen.

### Datensicherheit und Standortabhängigkeit

Die Sicherheitsexperten betrachteten auch Fragen der Datensouveränität und des Speicherorts bei der Nutzung von Cloud-Diensten. Abhängig vom Hersteller übertragen einige Systeme beispielsweise Daten an Amazon Web Services (AWS) in den USA oder der EU, an Microsoft Azure in Brasilien, an Alibaba Cloud in China, oder an Rechenzentren in den Niederlanden. Diese Übertragungen erfordern ein hohes Maß an Vertrauen in die jeweiligen Cloud-Dienstleister und deren Sicherheitsvorkehrungen. Die Übertragung sensibler Informationen über internationale Grenzen hinweg bedarf nicht nur der technischen Zuverlässigkeit, sondern auch der Einhaltung unterschiedlicher Datenschutzbestimmungen. Dies verdeutlicht die Komplexität und den globalen Charakter der Datensicherheit im Kontext der dezentralen Energieerzeugung.

Es ist unwahrscheinlich, dass einzelne exponierte Geräte großflächige Ausfälle in der dezentralen Energieversorgung verursachen können. Stattdessen könnten Angreifer aber Cloud-

Dienste ins Visier nehmen, die mehrere Geräte gleichzeitig verwalten und steuern, um diese für schädliche Zwecke zu kontrollieren. Entsprechend wichtig sind die Sicherheitsmaßnahmen der Cloud-Provider, um solche Angriffe zu verhindern.

Cyberkriminelle können durch Methoden wie Phishing, Brute-Forcing von Passwörtern oder das Ausnutzen bekannter Sicherheitslücken Benutzerkonten mit Fernverwaltungsfunktionen übernehmen. Sobald sie sich Zugang verschafft haben, können sie vorhandene Daten manipulieren und die Anlagen aus der Ferne steuern, sofern die Cloud-Dienste dies erlauben.

### Empfehlungen zum Schutz

Die Sicherheitsexperten von Trend Micro geben klare Handlungsempfehlungen, um Anlagenbetreiber und Techniker zu unterstützen:

- **Begrenzung des Fernzugriffs:** Es wird empfohlen, den Fernzugriff auf die Steuerungsschnittstelle zu begrenzen. Insbesondere die direkte Exposition von Systemen im Internet sollte vermieden werden.
- **Passwortschutz:** Die Änderung von Standardpasswörtern und die Aktivierung von Passwortschutz sind entscheidend, um unbefugten Zugriff zu verhindern.
- **Trennung des Netzwerkinterfaces:** Die Experten empfehlen außerdem die Trennung des Netzwerkinterfaces der Inverter von anderen lokalen Netzwerken, um die Anfälligkeit gegenüber potenziellen Angriffen zu reduzieren.
- **Zusammenarbeit mit externen IT-Security-Experten:** Es wird geraten, bewährte Sicherheitspraktiken zu beachten und eine Zusammenarbeit mit externen IT-Security-Experten in Betracht zu ziehen.

„Die Studienergebnisse betonen die Bedeutung eines ausgewogenen IT-Sicherheitsansatzes in der sich wandelnden Landschaft der dezentralen Energieerzeugung.“, so Udo Schneider, Security Evangelist Europe bei Trend Micro. „Die Integration erneuerbarer Energien erfordert nicht nur technische Innovationen, sondern auch eine sorgfältige Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten, um den reibungslosen Betrieb und die Vertrauenswürdigkeit dieser Systeme zu gewährleisten. Cybersecurity spielt eine maßgebliche Rolle bei der Sicherstellung einer leistungsfähigen Energieversorgung.“ □

Mit der Plus-Energie-Fabrik gegen den Klimawandel

# Die grüne Fabrik

So mancher Unternehmer träumt heute davon, die Energie für die eigenen Prozesse im Produktionsumfeld selbst zu erzeugen. Eine hessische Fabrik erzeugt so viel Energie aus erneuerbaren Quellen, dass am Ende sogar Strom ins Netz eingespeist wird.

TEXT: Dr. Karlhorst Klotz BILDER: Frenger Systemen BV Heiz- und Kühltechnik; iStock, mechichi

Einen Strom-Autarkiegrad von 86 Prozent erreichen selbst energiebewusste Haushalte nicht so leicht, und noch schwerer ist dies für produzierende Unternehmen, deren Herstellungsprozesse oft große Mengen an Energie benötigen. In solche Regionen gelangt allerdings das Unternehmen Frenger Systemen BV Heiz- und Kühltechnik in Groß-Umstadt, die außer in den beiden dunklen Monaten Dezember und Januar Strom ins Netz einspeisen kann und daher Ende 2023 als Plusenergiefabrik von der Landesenergieagentur (LEA) Hessen ausgezeichnet wurde.

## Stromüberschuss einspeisen

Der „Energiewende-Champion“ erreicht seine positive Bilanz durch eine Kombination von Maßnahmen: Die Dachfläche der Produktionshalle ist komplett mit Solarmodulen belegt, die rund 600 kWp Leistung erbringen. Der werktägliche Bedarf von etwa 600 bis 650 kWh könnte also theoretisch in wenigen Stunden über Mittag geerntet werden. Um auch frühmorgens eigenen Strom bereitstellen zu können, waren Batteriemodule nötig. „Weil wir keine verlässliche Lastkurve hatten, haben wir uns mit dem Speicher langsam hochgetastet“, erinnert sich Dr.-Ing. Klaus Menge, einer der drei Geschäftsführer des Familienunternehmens.

Wie sich zeigte, genügen dem Hersteller von Deckenstrahlplatten 324 kWh Speicherkapazität: „Das bringt uns normalerweise gut über einen langen Abend und einen frühen Beginn der Produktion“, und liefert an besseren Tagen so viel Überschuss, dass im Jahresmittel etwa 77 Prozent des Öko-Stroms in das E-Netz Südhessen eingespeist werden kann. Wer aus dieser Zahl schließt, dass die PV-Anlage völlig überdimensioniert sei, dem hält der leidenschaftliche Skifahrer, der den Klimawandel bei seinem Hobby praktisch immer vor Augen hat, entgegen: „Wir haben an dieser Stelle die Wirtschaftlichkeit nicht als oberstes Gebot. Maßstab für viele Maßnahmen in unserem Unternehmen war der effiziente Umgang mit Energie.“ Und das heißt auch, möglichst viel erneuerbare Energie einzusetzen.

## Wärmeversorgung aus extremer Tiefe

Schon vor über zehn Jahren hat das Unternehmen eine im privaten Umfeld selten genutzte Wärmequelle in großer Tiefe erschlossen: „Auch wenn wir mit der 800 m tiefen Bohrung erst mal ausgelacht worden sind und das nach wie vor das tiefste Bohrloch Deutschlands für die dezentrale Energieversorgung eines Gebäudes ist: Es war die richtige





Dr. Klaus Menge, einer der drei Geschäftsführer des Familienunternehmens, sieht Energieeffizienz als Teil der Unternehmens-DNA.





Frenger Systemen BV Heiz- und Kühltechnik im hessischen Groß-Umstadt hat über Jahre hinweg ihren Energieverbrauch optimiert.

Entscheidung“, bekräftigt Dr. Menge. „Die Wärmepumpen-Anlage arbeitet störungsfrei und mit einer hohen Jahresarbeitszahl“. Denn selbst zum Ende der Heizperiode kommt noch Wasser mit 13 °C aus der Tiefe, und weil die auch im eigenen Werk verwendete Deckenstrahlheizung mit niedrigen Vorlauf-temperaturen von etwa 35 °C auskommt, kann die Wärmepumpe unter Einsatz einer kWh Strom im Jahresmittel bis zu 8 kWh Wärme erzeugen.

Damit stellt die Tiefengeothermie die Wärmeversorgung der gesamten Fabrik sicher und kann im Teillastbetrieb sogar einen Teil der Prozesswärme für das Lackieren der im Werk hergestellten Heizungsmodule bereitstellen. Als Redundanz liefert eine Holzhackschnitzelanlage mit bis zu 200 kW Leistung bei Spitzenlastzeiten der Lackieranlage die erforderliche Energie. Als Brennstoff erhält sie gehäckselte Restmaterialien wie Einwegpaletten oder Holz aus dem familieneigenen Wald. Warmes Leitungswasser erzeugt eine Solarthermieanlage.

## Return-on-Invest erhöht

Um den Energiebedarf zu begrenzen, wurden in dem hessischen Unternehmen Maßnahmen ergriffen, die dem Passivhausstandard von Wohngebäuden entsprechen oder ihn noch übertreffen: Boden und Gebäudehülle sind vollflächig gedämmt, die Fenster dreifach verglast und die Fassaden verwenden zehnlagiges transparentes Polycarbonat zur guten Tageslichtausnutzung. „Wenn jemand neu baut, ist es ein Fehler am Gebäude und an der Technik zu sparen“, lautet das Credo von Dr. Menge, der aber auch von hohen Effizienzgewinnen bei Sanierungen berichten kann. Im Bestand sind allerdings die Gestaltungsmöglichkeiten oft viel eingeschränkter, es bleiben vor allem zwei Freiheitsgrade: die Gebäudehülle dämmen oder die technische Ausstattung modernisieren. „Die Praxis hat gezeigt, dass man

ein viel schnelleres Return-on-Invest erreicht, wenn man beispielsweise die Versorgung mit Wärme oder Licht auf den Stand der Technik bringt“, rät der Unternehmenslenker. „Meist ist das sogar noch mit einem Behaglichkeitsgewinn verbunden, man schlägt also zwei Fliegen mit einer Klappe.“

Er erinnert sich an das Sanierungsprojekt einer Turnhalle mit Waschbetonfassade, bei dem eine Luftheizung durch eine Deckenstrahlheizung ersetzt wurde. Obwohl nur oberhalb der Heizelemente die Dämmung verbessert wurde, sanken durch den Einbau der neuen Technik der Wärmebedarf der Halle um die Hälfte und der Strombedarf um drei Viertel. „Die Verbesserungen, die man darüber hinaus durch eine teure umfassende Dämmung der Fassade hätte erreichen können, wären demgegenüber klein gewesen“, lautet die Überzeugung des Frenger-Geschäftsführers. Die Argumentation gelte nicht nur für den intermittierenden Heizbetrieb in Turnhallen, sondern ähnlich auch für Industriehallen, in denen nur selten mit drei Schichten gearbeitet wird und daher Nachtabsenkungen üblich sind.

## Kühlung gewinnt an Bedeutung

Im Fall von Sanierungen sind die Handlungsmöglichkeiten zwar eingeschränkt, doch es gibt weitere Chancen: „Bei einer Systemumstellung könnte man auch die Kühlung mit einplanen, die ja an Bedeutung gewinnt“, rät Dr. Menge. Um die rund 1.500 m<sup>2</sup> Fläche des Verwaltungsgebäudes zu kühlen, nutzt die Plusenergiefabrik wiederum das Erdreich, wofür acht zusätzliche „oberflächennahe“ Bohrlöcher mit Tiefen zwischen 88 und 142 m dienen. Da die Kühlsysteme teilweise unterhalb des Taupunkts betrieben werden, gewährleisten sie gleichzeitig die Entfeuchtung und tolerieren dabei das Nachströmen von Außenluft – die Fenster dürfen zur Freude der Belegschaft also im Sommer geöffnet werden. □



## Strategien und Ansatzpunkte zur Dekarbonisierung

# Nachhaltigkeit im Rechenzentrum

Mit der Digitalisierung der Wirtschaft steigen auch die Anforderungen an Rechenzentren - damit auch und der Energiebedarf für Server und Netzwerktechnik. Doch wer bei der Frage nach der Nachhaltigkeit von Rechenzentren nur auf die Stromquellen und die Abwärme schaut, greift zu kurz. Denn für einen kleineren CO<sub>2</sub>-Fußabdruck gibt es weitaus mehr Ansatzpunkte.

TEXT: Dr. Gerald Berg, Rosenberger OSI BILDER: Rosenberger OSI; iStock, imaginima

Wenn das Gesetz zur Steigerung der Energieeffizienz im Herbst beschlossen wird, ist eines klar: Auch Rechenzentrumsbetreiber müssen sich an der klimafreundlichen Transformation der Wirtschaft beteiligen. Zwar gibt es bereits auf europäischer und nationaler Ebene Zielvorgaben für das Jahr 2030, das nun geplante Gesetz soll jedoch konkrete Maßnahmen anstoßen, um diese Ziele zu erreichen. Neben Gebäude-Erstellung und Energieversorgung sind spätestens dann auch die Lieferanten für die Rechenzentrums-Infrastruktur gefordert, sich an dieser gesamtgesellschaftlichen Aufgabe zu beteiligen. Sie müssen dafür sorgen, dass ihre Produkte weniger Ressourcen verbrauchen, der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck kleiner wird und die RZ-Betreiber in ihren Bemühungen unterstützt werden.

### Mehr als grüner Strom

Der Gesetzgeber blickt dabei in erster Linie auf den Energieverbrauch und die Weiterverwendung der damit verbundenen Abwärme. Laut einer Studie des IT-Verbandes Bitkom stieg zwar die Effizienz der Rechenzentren von 2010 bis 2020 um 21 Prozent, der Strombedarf erhöhte sich trotzdem im gleichen Zeitraum um mehr als 50 Prozent auf 16 Milliarden kWh. Die Treibhausgasemissionen sanken nach einem Hoch im Jahr 2018 von 7,22 Millionen t CO<sub>2</sub> dank verstärktem Einsatz von regenerativer Energie

auf 6,09 Millionen t CO<sub>2</sub>. Es gibt zudem bereits zahlreiche Initiativen zur Abwärmenutzung seitens der RZ-Betreiber, die dazu bereits schon in regem Austausch mit den Kommunen stehen.

80 Prozent der Treibhausemissionen entfallen auf den Stromverbrauch im laufenden Betrieb. Daher ist dieser ein besonders großer Hebel, um den CO<sub>2</sub>-Footprint zu verbessern. Die restlichen 20 Prozent sind es jedoch ebenso wert, bereits heute ins Auge gefasst zu werden. Nicht nur, weil das Ziel der Transformation ein Netto-Null-Szenario ist. Sondern auch, weil sich Nachhaltigkeitsbestrebungen mit weiteren strategischen Zielen gut in Einklang bringen lassen und nicht zuletzt sogar zu Kostensenkungen beitragen können, wie im Folgenden an einigen Beispielen gezeigt wird.

### ESG als Wettbewerbsfaktor

Nachhaltigere Unternehmen haben sich in verschiedenen Studien als resilienter gegenüber Krisen erwiesen, bei ähnlichen oder sogar besseren Gewinnmargen – zumindest, wenn das Thema wirklich gelebt wird und nicht nur als grünes Feigenblatt dient. Wobei ESG mehr abdeckt als nur Klima- beziehungsweise Umweltschutz. Neben Environment (E) sind darin auch Social (S) und Government (G) enthalten, also die Einhaltung gewisser



So wie bei der Verkabelung mehr Bandbreite mit weniger Kabeln möglich ist, bieten auch kompaktere Rack- und Servergehäuse Einsparmöglichkeiten.

sozialer Standards und gesetzlicher Vorgaben, wie dem Verbot von Kinderarbeit, dem Befolgen von Sanktionen oder auch keine Bestechung zu verüben. Gerade für Zulieferer der Rechenzentren sind unter anderem folgende Punkte von besonderer Bedeutung:

**RoHS und REACH:** Die EU-Richtlinie 2011/65/EU steht für die Beschränkung gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (Restriction of Certain Hazardous Substances, kurz RoHS). Zu den Gefahrstoffen gehören beispielsweise Quecksilber, Blei, sechswertiges Chrom und Cadmium, ebenso Weichmacher sowie bromhaltige Flammschutzmittel. RoHS soll dazu beitragen, den Eintrag von solchen Stoffen in die Umwelt zu verringern, aber auch die Exposition gegenüber Menschen bei Produktion, Benutzung und Entsorgung zu vermindern. In engem Zusammenhang damit steht die EU-Verordnung Nr. 1907/2006, die Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung von Chemikalien regelt (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals, kurz: REACH). REACH betrifft anders als RoHS nicht nur E&E-Produkte, sondern auch den Einsatz während des Herstellungsprozesses, wie etwa in Lacken und Lösungsmitteln, sowie die Verwendung beispielsweise in Gehäusen und Beschichtungen. Hersteller, Händler und Importeure sind dafür verantwortlich, RoHS und REACH einzuhalten und gegenüber Behörden und Kunden nachzuweisen.

**Konfliktminerale:** Nach dem Dodd-Frank-Act (Absatz 1502) sind alle börsennotierten Unternehmen in den USA sowie deren Zulieferer verpflichtet, die Herkunft bestimmter Rohstoffe, die als Konfliktminerale eingestuft sind, aus ihren Produkten nachzuweisen. In der EU wurde dies mit der Verordnung 2017/821 in lokales Recht übernommen. Insbesondere sind mit Konfliktmineralien Zinn, Wolfram, Tantal und Gold gemeint, nach ihren englischen Bezeichnungen (Tin, Tungsten, Tantalum & Gold) auch als „3TG“ bezeichnet. Ihr Abbau sorgt in vielen Regionen für Menschenrechtsverletzungen und kriegerische Auseinandersetzungen. Daher ist der Einsatz nur erlaubt, wenn entlang

der Lieferkette die Herkunft aus Regionen sichergestellt wird, in denen die Erze und Stoffe verantwortungsvoll gewonnen und verarbeitet werden.

**Code of Conduct:** Jenseits der gesetzlichen Vorgaben können auch freiwillige Selbstverpflichtungen und Vereinbarungen innerhalb des Unternehmens ein Beitrag dazu sein, Nachhaltigkeit und soziale Verantwortung zu stärken. Als schriftlich fixierte Leitlinien geben sie Management und Mitarbeitenden eine Orientierung bei eigenen Entscheidungen, was die Verbindlichkeit und Umsetzungswahrscheinlichkeit erhöht. Ebenso demonstrieren sie die Ausrichtung auch gegenüber Kunden und Partnern – wo der Anteil derjenigen wächst, die auf ethisches und soziales Verhalten achten.

## Schnellere Netze dämmen Energieverluste ein

Mit steigenden Anforderungen wächst auch die Infrastruktur im Rechenzentrum. Häufig werden einfach weitere Komponenten hinzugefügt, um Bandbreite und Rechenkapazitäten zu erhöhen. Diese Art des „organischen Wachstums“ sollte jedoch von Zeit zu Zeit kritisch hinterfragt werden. Denn nicht nur das Brandrisiko wird dadurch erhöht, sondern auch der Energieverbrauch.

Diesen Punkt sollte man mit ins Auge fassen, wenn es darum geht, wann ein Technologiewechsel sinnvoll ist. Konkret lässt sich das im Vergleich von optischen Transceivern mit 100-GB- und 400-GB-Bandbreite demonstrieren. Ein moderner 400-G-Transceiver hat laut Datenblatt eine Energieaufnahme von 8 W. Die 100-G-Version begnügt sich zwar mit 4,5 W, um jedoch eine Bandbreite von 400 GB zu erzielen, sind vier Leitungen nötig, so dass die Energieaufnahme  $4 \times 4,5$  W und damit 18 W beträgt – der 400-G-Transceiver spart also knapp 56 Prozent Energie. Nicht zu vergessen: die hier eingesparte Energie bedeutet darüber hinaus, dass weniger Abwärme entsteht und damit die Klimatisierung ebenfalls effizienter erfolgt. Inzwischen geht die Technik bereits



Das Patch Location Rack  
Comfort lässt sich mittels  
Rückseite an Wänden  
installieren und ist dank  
Falttür auch von vorn  
platzsparend zugänglich.



über 400G zu 800G und 1,6TB – damit sind gegenüber den noch verbreiteten 100G- und 200G-Transceivern weitergehende Einsparungen möglich, die die CO<sub>2</sub>-Bilanz verbessern.

## Mehr IT in weniger Raum

Ebenso wie bei der Verkabelung mehr Bandbreite über weniger Kabel möglich sind, bieten auch kompaktere Rack- und Servergehäuse Einsparmöglichkeiten. Je mehr IT- und Netzwerk-Infrastruktur im vorhandenen Gebäude untergebracht werden kann, umso effizienter ist das Rechenzentrum in Bezug auf die benötigte Bausubstanz, deren Erstellung als „CO<sub>2</sub>-Rucksack“ in die Ökobilanz eingeht. Lassen sich Neu- oder Erweiterungsbauten vermeiden, sind damit neben der positiven Umwelteffekte auch erhebliche Kosteneinsparungen verbunden.

## Intelligenter verpacken und liefern

Neben den Maßnahmen im laufenden Betrieb verdient auch die Anlieferung von neuen Komponenten gebührende Aufmerksamkeit. Häufig fallen aufgrund von Liefer- und Versandverpackungen erhebliche Mengen von Papier und Karton, Styropor und Kunststofffolien an, die mit erheblichem Ressourceneinsatz produziert wurden und am Ende aufwändig entsorgt werden müssen. Hier bietet sich ein enormes Einsparungspotenzial.

Einige Firmen haben bereits damit begonnen, ihre Verpackungen auf das Minimum zu reduzieren und problematische Materialien zu vermeiden. Statt erdölbasierter Plastikverpackungen können beispielsweise Folien aus biobasierten und biologisch abbaubaren Polymeren verwendet werden. Das Fraunhofer-Institut für angewandte Polymerforschung (IAP) am Technikum Schwarzheide hat in einem gemeinsamen Projekt mit Rosenberger OSI eine solche Alternative für die Verpackung von Patchkabeln entwickelt. Zugleich wurde auch der Einsatz von Papierbeuteln erwogen. Doch im Vergleich zeigte sich, dass deren Herstellung

viermal mehr Energie benötigen würde. Zudem schützen die biobasierten Kunststoffe die empfindlichen Lichtwellenleiter besser vor Verschmutzung, sind leichter und widerstandsfähiger gegen äußere Einflüsse.

## Nachweisbare Anstrengungen

Dies sind nur einige aktuelle Beispiele für mehr Nachhaltigkeit im Rechenzentrum. Erhöhte Energie-Effizienz, die Vermeidung von Energieaufwänden nicht nur im eigenen Betrieb, sondern auch in der Lieferkette, generell ein schonender Umgang mit Ressourcen, der nicht nur reduzierten Verbrauch, sondern beispielsweise auch Verschmutzung der Umwelt einschließt, sind Elemente einer nachhaltigen Betriebsführung. Nicht selten erweist sich eine solche Strategie mittel- bis langfristig sogar als kostensparend.

Dabei muss klar sein: Eine nachhaltige Unternehmensführung bedeutet, kontinuierlich Verbesserungsprozesse zu verfolgen. Weder lassen sich alle Maßnahmen in einem Schritt umsetzen, noch kann Nachhaltigkeit wie ein Projekt irgendwann als abgeschlossen betrachtet werden. Sinnvoll ist es daher, ein Umweltmanagement einzuführen, das für eine kontinuierliche Weiterentwicklung sorgt. Mit DIN EN ISO 14001 liegt eine Norm vor, die entsprechende Anforderungen für eine erfolgreiche Umsetzung definiert und anhand derer ein Nachweis möglich ist.

## Fazit

Eine Nachhaltigkeitsstrategie, die nicht mehr ist als nur ein grünes Marketing-Feigenblatt, wird dabei auf Dauer nicht zum Erfolg führen, denn sie verschenkt wichtige Verbesserungspotenziale. Mit dem richtigen Partner an der Seite lassen sich die Möglichkeiten in vielen unterschiedlichen Facetten nutzen und in jeder Phase des Lifecycles Kosten sparen, Effizienz verbessern und zum Klimaschutz beitragen. □

**42,2**  
**Millionen Tonnen**

QUELLE: WWW.STROM-REPORT.DE

CO<sub>2</sub>-Emissionen wurden 2023  
durch Photovoltaik-Systeme (CO<sub>2</sub>-Äquivalente)  
vermieden.

Der anhaltende Photovoltaik-Boom in Deutschland führte zu einem Rekordwachstum im letzten Jahr und übertraf sogar die Ausbauziele der Bundesregierung um fast 60 Prozent. Lesen Sie mehr zu Photovoltaik-Technologie und Co. ab Seite 46.



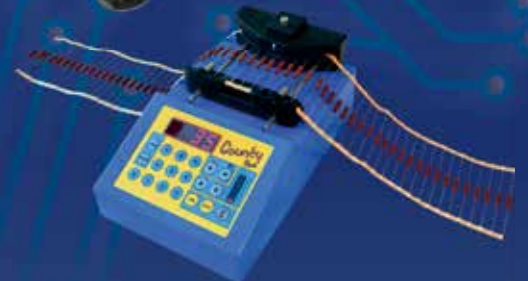
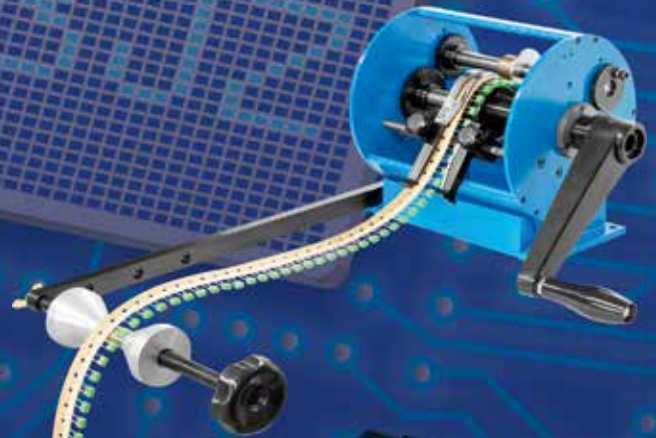


# Alles aus einer Hand



## ESD-Kleidung

## Ionisiergeräte



## Nutzentrenner

## Bauteilvorbereitung

Mehr Informationen zu unseren Produkten erhalten Sie unter [www.bjz.de](http://www.bjz.de)

Technische Änderungen vorbehalten.

**BJZ GmbH & Co. KG**  
Berwanger Str. 29 • D-75031 Eppingen/Richen

Telefon: +49 -7262-1064-0  
Fax: +49 -7262-1063  
E-Mail: [info@bjz.de](mailto:info@bjz.de)  
Web: [www.bjz.de](http://www.bjz.de)



# INDUSTRY.FORWARD EXPO

DIGITAL. CONFERENCE. FESTIVAL.

FOKUSTHEMEN:

ENERGY FOR INDUSTRIES

KI IN DER PRODUKTION

BATTERIES

SINGLE PAIR ETHERNET

HYGIENIC DESIGN

LIEFERKETTEN-TRANSFORMATION

H2@INDUSTRY

SAVE THE DATE: 07. - 17. MAI 2024

## DAS DIGITALE FESTIVAL DER INDUSTRIE

TECHNIK, WANDEL, ZUKUNFT –  
SMARTE LÖSUNGEN FÜR DIE INDUSTRIE

70 Vordenker und Experten aus über  
60 Unternehmen präsentieren ein hoch-  
wertiges, technisches Konferenzprogramm mit  
Innovationen, Themen und Fragestellungen  
zur Zukunft der Industrie.

[www.industry-forward.com/expo](http://www.industry-forward.com/expo)



ZUM EVENT

INDUSTR.com

INDUSTRY.ZERO &  
TRANSFORMATION

NEXT  
TECHNOLOGY

INDUSTRIAL  
SOLUTIONS

A&D

E&E

energy

P&A

part of INDUSTRY.FORWARD