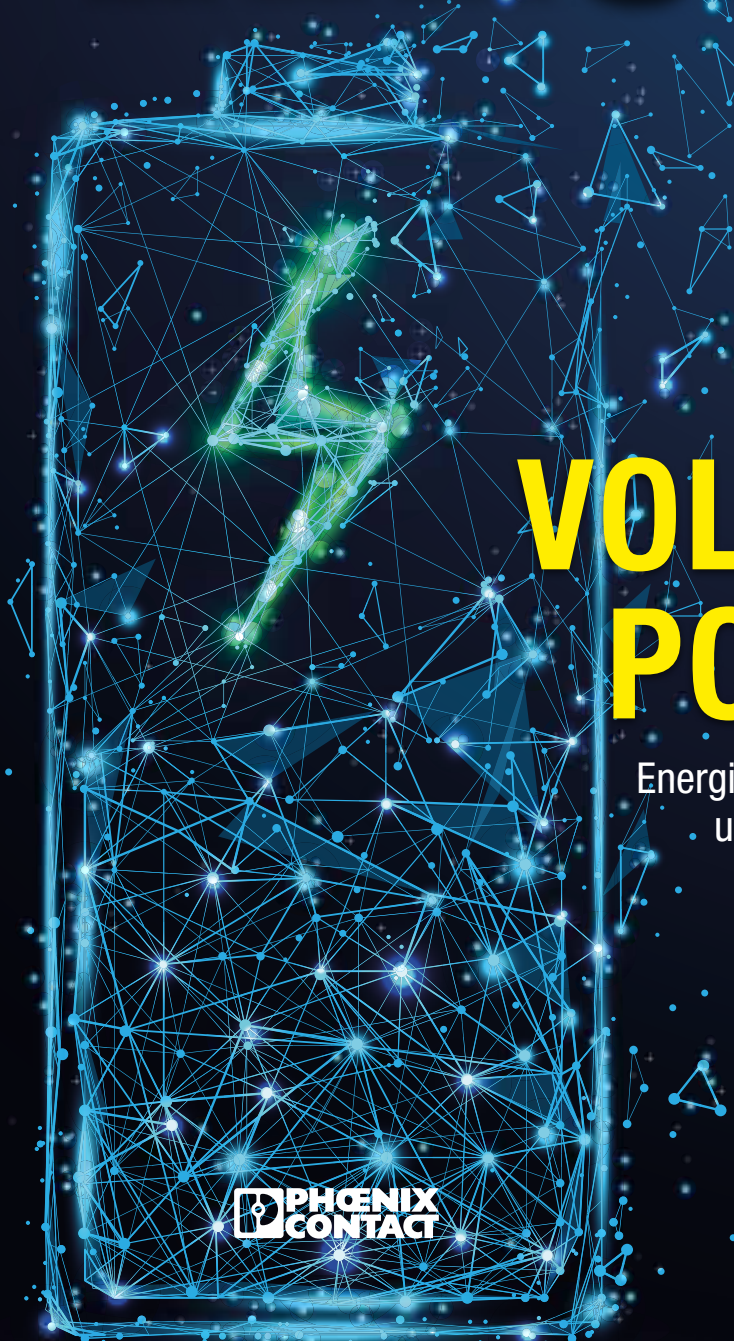


# energy 4.0

ENERGIE. TECHNIK. INDUSTRIE.



## VOLLE POWER!

Energiespeicher sicher  
und zuverlässig verbinden



### WINDENERGIE

Windkraftanlagen effizient  
betreiben ab S. 14

### SMART METERING

Smarte Energiemessung  
und -steuerung ab S. 55

### SCHEIN-KRAFTWERKE

Smart Grid Cluster optimal  
zuschalteten S. 40

# Was sichert unsere Zukunft ab? Wasser, Wind und Sonne.

**V** Verändern  
wir die Welt  
gemeinsam!



Saubere Energie aus der Region:  
Unsere Grünstrom ist TÜV-Süd-  
zertifiziert, inklusive ökologisch  
wertvoller Herkunftsnachweise.

Gehen wir den Weg in eine grüne Zukunft gemeinsam! VERBUND ist Österreichs führendes Energieunternehmen und mit Kraftwerken in Deutschland und Österreich einer der größten Stromerzeuger aus Wasserkraft in Europa. Diese Erfahrung, Marktwissen und der Fokus auf grüne Technologien machen uns zu Ihrem idealen Partner – auch für Ihr Unternehmen haben wir die passende Energielösung. Direkte und unverbindliche Beratung: 089 890 560 oder [verbund.de/geschaeftskunden](https://www.verbund.de/geschaeftskunden)

## Verbund




**Bernhard Haluschak, Chefredakteur Energy 4.0:**

Die Preise für Energie beziehungsweise Energieträger steigen aktuell ins Unermessliche und ein Ende ist noch nicht abzusehen. Alternative Lösungen gibt es zu genüge. Doch eine schnelle Umsetzung ist nicht in Sicht und entsprechend teuer. Der Ruf nach politischen Maßnahmen wird daher immer lauter. Dabei frage ich mich:

## ENERGIEKRISE – MÜSSEN WIR UNS NICHT AN DIE EIGENE NASE FASSEN?

Faktencheck: Mit 31,2 Prozent war Erdgas im Jahr 2020 der wichtigste Energieträger in der Industrie. Die privaten Haushalte deckten 2019 mit 41,2 Prozent den Größten Teil ihres Bedarfs an Energie mit Erdgas. Die Stromerzeugung in Deutschland beruht im 1. Quartal 2022 mit einem Anteil von 13 Prozent auf Erdgas. Und zum Schluss: Insgesamt haben wir 2021 95 Prozent des Erdgases importiert. Beeindruckende Zahlen.

Warum haben wir jetzt eigentlich eine Energiekrise? Weil Russland uns die Gaspipeline zugelehrt hat. Weil wir uns seit Jahren in eine einseitige Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen begeben haben? Weil die Politik versagt hat? Ja! Aber vor allem Dingen, weil wir selbst nichts dagegen getan haben! Alternative Energien kosten Geld, das wir nicht bereit waren, vor Jahren zu investieren. Wir ignorierten die Vorzeichen – inklusive der vielen lauten Umweltbewegungen – und setzten lieber weiter einseitig auf preiswerte fossile Energien.

Wir hatten die Wahl selbst was zu tun. Photovoltaikanlagen waren gefragt, als es noch genügen Subventionen gab, danach ist der deutsche Markt Ende 2011 in die Krise gestürzt. Wärmepumpen sind schon immer technisch komplex und teuer gewesen und auch nur für bestimmte energetische Gesamtkonzepte geeignet. Doch jetzt auf einmal ist der Bedarf gleich ins unendliche gestiegen. CO<sub>2</sub>-neutrale Pallet-Heizsystem gibt es seit Jahren auf dem Markt – auch vom subventioniert. Jetzt hat sich der Preis für den Brennstoff im letzten halben Jahr vervierfacht. Und warum das alles .... weil wir jetzt wieder rechnen und schlagartig nach preiswerten Lösungen suchen. Aber der Markt ist nicht darauf vorbereitet und jetzt zahlt jeder einzelne die Zeche für unsere beziehungsweise die eigenen Versäumnisse der letzten Jahre.

# EVUlation

Be smart.  
Think digITal.

**Wagen Sie mit GISA die digitale EVUlation!** GISA ist Deutschlands inoffizieller Partner für die Digitalisierung der Energiewirtschaft.

Agenda Zukunft: Plattformen für Versorger, Smart Meter & Smart Energy-Lösungen, IoT Use Cases, SAP Utilities Core, powercloud und vieles mehr – Kommen Sie mit unseren IT-Experten ins Gespräch!

Wir begleiten Sie bei Ihrer EVUlation – der Transformation in die digitale Welt.

Mehr erfahren:  
[gisa.de/utility-spezial](https://gisa.de/utility-spezial)



an NTT DATA  
Business Solutions  
Company

**GISA**<sup>®</sup>  
That's IT.

# INHALT

## AUFTAKT

- 06 Wärme direkt in Strom umwandeln
- 12 Highlights der Branche

## TITELSTORY

- 08 Titelstory: Energetische Verbindung gesucht
- 11 Titelinterview: „Energiespeicher sicher und zuverlässig verbinden“

## FOKUSTHEMA: WIND

- 14 Meinung: Ist Windkraft wieder gefragt?
- 16 Erfolgreiche und effiziente Unterwasser-Inspektion
- 18 Lebensdauer von Windkraftanlagen durch Gierring-Reparatur verlängern
- 24 So entsteht ein Offshore-XXL-Windpark in Rekordzeit

## ENERGIESPEICHER

- 26 Autos als solare Pufferspeicher nutzen
- 28 Wasserstoff - Kraftfutter für Bus und Bahn durch Elektrolyse

## RUBRIKEN

- 03 Editorial
- 22 Storyboard Insys
- 51 Firmenverzeichnis & Impressum
- 55 Rubrik-Opener Landis&Gyr
- 66 Rücklicht: Fahrzeuge mit Bio-Müll betanken



FOKUS

**WINDENERGIE**



**08**

AB SEITE

TITELTHEMA

Energiespeicher sicher verbinden



**48**

**NORMGERECHTE UMSPANNWERKE**

Booster für den Netzausbau







**AB SEITE** **14**

**WINDENERGIE**

Windkraft effizient nutzen



**33**

**GEOthermie-Projekt**

Sichere Erzeugung von Ökowärme



**GREEN PRODUCTION**

- 30** Energieverschwendung durch unsichtbare Lecks in Druckluftsystemen vermeiden
- 33** Sichere Erzeugung von Ökowärme mittels Geothermie-Anlagen
- 36** So nutzen Energieunternehmen die Chancen der Digitalisierung

**DIGITALISIERUNG & VERNETZUNG**

- 40** Smart Grid Cluster als virtuelles Kraftwerk betreiben
- 44** Schwachstellen in Verbindungen mit Wärmebildkamera aufspüren
- 46** Interview: „Prozesse in der Energiewirtschaft per RPA beschleunigen“

**ENERGIENETZE**

- 48** Netzausbau - Umspannwerke Normen-konform entwickeln
- 52** Interview: „Aus Standortdaten mit ArcGIS mehr herausholen“

**SPEZIAL: SMART METERING AB SEITE 55**

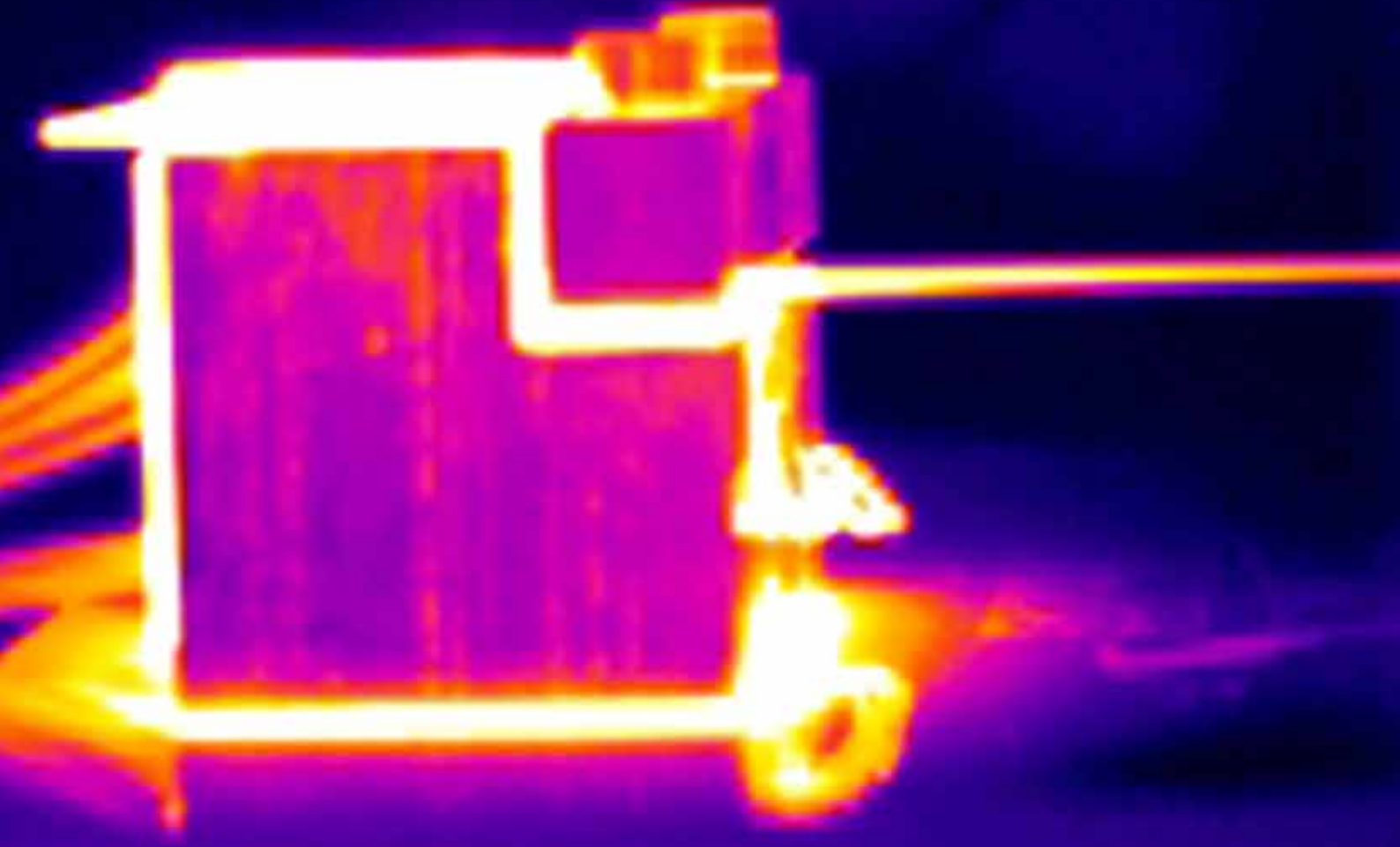
- 56** Smart Metering und Submetering mit smarten Energiezählern neu gedacht
- 58** Ladevorgang bei E-Fahrzeugen mit Smart Charging planbar machen
- 62** Mit digitalen Zwillingen den Energieverbrauch messen und steuern
- 65** Was ist Smart Grid, SMGW oder SM-PKI?

Ideales Thermoelektrikum

# STROM DIREKT AUS WÄRME ERZEUGEN

Forschende der TU Wien haben ein neues Konzept entwickelt, um Wärmeenergie effizienter in elektrische Energie umzuwandeln. Energieverluste lassen sich so auf ein Minimum reduzieren.

TEXT: Bernhard Haluschak mit Material von der TU Wien BILD: TU Wien







Bei der Umwandlung von Energie geht viel Wärme verloren. Schätzungen zufolge sogar mehr als 70 Prozent. In thermoelektrischen Materialien, wie sie am Institut für Festkörperphysik der TU Wien untersucht werden, kann Wärme jedoch direkt in elektrische Energie umgewandelt werden. Diesen Effekt (Seebeck-Effekt) kann man sich in zahlreichen Anwendungen in der Industrie aber auch im Alltag zu Nutze machen.

Um einen möglichst großen Energieumwandlungseffekt zu erzielen, suchen Forschende nach Materialien, die eine Reihe von Eigenschaften erfüllen: Sie sollten einen großen Seebeck-Effekt, eine hohe elektrische Leitfähigkeit und eine geringe Wärmeleitfähigkeit aufweisen. Dies ist jedoch äußerst schwierig, da die Eigenschaften miteinander verknüpft sind und voneinander abhängen. Daher stellten sich die Forschenden die Frage, wie ein Material physikalisch aussehen müsste, damit es all diese Bedingungen bestmöglich erfüllt.

Physikern der TU Wien ist es jetzt gelungen, ein neues Konzept zu finden, um diesen Widerspruch aufzulösen und alle thermoelektrischen Eigenschaften in einem Material gleichzeitig zu optimieren. „Am sogenannten Anderson-Übergang, einem Quantenphasenübergang von lokalisierten zu beweglichen Elektronenzuständen, sind die Bedingungen für das ideale Thermoelektrikum, das aus Eisen, Vanadium und Aluminium (Fe<sub>2</sub>VAl) besteht gegeben. Das bedeutet, alle leitfähigen Elektronen ungefähr dieselbe Energie haben“, so die Forscher.

In vielen Forschungsbereichen der Festkörperphysik ist man an möglichst reinen Materialien mit idealer Kristallstruktur interessiert. Der Grund: Die Regelmäßigkeit der Atome vereinfacht eine theoretische Beschreibung der physikalischen Eigenschaften. Im Fall von Fe<sub>2</sub>VAl sind es jedoch gerade die Fehlstellen (die Unregelmäßigkeiten), die den Großteil der thermoelektrischen Performance ausmachen.



Energiespeicher verbinden Sektoren,  
aber was verbindet Energiespeicher?

# Energetische Verbindung gesucht

Stationäre Energiespeichersysteme sind ein unverzichtbares Bindeglied in der Sektorenkopplung. Ihre Sicherheit und Zuverlässigkeit hängt nicht zuletzt von der verwendeten elektrischen Verbindungstechnik ab. Worauf ist hierbei zu achten und was verbindet die Energiespeicher?

TEXT: Dr. Rüdiger Meyer, Phoenix Contact  
BILDER: Phoenix Contact; iStock, Who\_I\_am





Zu sehen ist der Aufbau eines Batterie-Energiespeichersystems in Containerbauweise. Je nach Kapazität sind diese stationären Systeme an unterschiedlichen Stellen untergebracht.

Den Klimawandel eindämmen und geopolitische Abhängigkeiten verringern – diese Themen gehören zu den wichtigsten unserer Zeit. Konkrete Lösungsansätze bietet die Idee einer All Electric Society und darin der Sektorenkopplung: Es gilt, unsere Gesellschaft, Gebäude, Produktionsstätten, Mobilität und Infrastruktur energie- und informationstechnisch zu vernetzen. In der All Electric Society geschieht dies auf Basis erneuerbarer Energiequellen, die unendlich verfügbar sind und keine schädlichen Emissionen erzeugen.

## Energiespeicher in der All Electric Society

Wind- und Sonnenenergie stehen nicht konstant zur Verfügung. Die moderne Gesellschaft hat jedoch stetigen Energiehunger, 24 Stunden am Tag. Die stabile Versorgung kann nur gelingen, wenn Überschussenergie in ausreichendem Maße zwischengespeichert wird, um sie bei Bedarf zeitversetzt wieder zur Verfügung zu stellen – zum Beispiel über Batterie-Energiespeichersysteme.

## Aufbau und Funktionsweise

Je nach Kapazität sind diese stationären Systeme in Gerätegehäusen, Schaltschränken oder sogar in Containern untergebracht. Der prinzipielle modulare Aufbau ist jedoch immer ähnlich. Bei den auftretenden elektrischen Verbindungen unterscheidet man drei Typen: die Leistungsverbindung, die Signalverbindung und die Datenverbindung. Sie sind gleichbedeutend mit der Übertragung von Energieströmen, von analogen Signalen zur Überwachung und Steuerung sowie von digitalen Signalen.

Die kleinste Einheit eines Batterie-Energiespeichers stellt die Batteriezelle dar, das eigentliche Speicherelement. Viele dieser Zellen sind in einem Batteriemodul zusammengefasst

und elektrisch miteinander verschaltet (Leistung). Eine elektronische Schaltung sorgt für einen ausgeglichenen Lade-/Entladezustand aller Zellen. Man spricht in diesem Zusammenhang von Zell-Balancing (Signale). Temperatursensoren überwachen das thermische Verhalten der Zellen (Signale). Mehrere Batteriemodule werden zu einem Speicherschrank zusammengefasst und auf Leistungsebene verbunden. Alle Module tauschen Informationen (Daten) miteinander und mit der Kontrolleinheit des Speicherschanks, der sogenannter Power Control Unit (PCU) aus. Oft haben sowohl Batteriemodule als auch PCU neben Leistungs- und Datenanschlüssen auch Signalschnittstellen, um zum Beispiel externe Sensoren anzuschließen.

## Modularer Aufbau des Energiespeichersystems

Im System sind mehrere Speicherschränke auf den drei genannten Ebenen Leistung, Signale und Daten miteinander verbunden. Die übergeordnete Steuerung auf höchster Ebene stellt das Systemmanagement dar. Hier laufen erneut alle elektrischen Verbindungen seitens der Speicherschränke auf. Zusätzlich beinhaltet es die externen Schnittstellen des Energiespeichers. Die Energie wird mittels Leistungselektronik mit dem Netz ausgetauscht. Signale von diversen Hilfsaggregaten laufen im Systemmanagement zusammen, so zum Beispiel für das Brandlöschsystem. Über entsprechende Datenverbindungen kommuniziert das Systemmanagement mit dem Netzbetreiber und mit Dienstleistern, die auf den Speicher zugreifen können.

## Lebensadern des Energiespeichers

Die elektrischen Verbindungen innerhalb des Energiespeichers lassen sich bildlich beschreiben als dessen Nerven- und Herz-Kreislaufsystem. Energieströme entsprechen dabei dem



Mehrere Batteriemodule inklusive einer Power-Control Unit, mit PCU an oberster Position, können zu einem Batterie-Rack zusammengefasst werden.

Blutkreislauf, über den die Lebensenergie transportiert wird, Signale unseren Sinnen – etwa für Temperaturen, Gase und optische Eindrücke. Die Datenleitungen dienen dem Informationsaustausch, ähnlich wie die Nerven. Wenn etwas mit dem Blutkreislauf- oder dem Nervensystem nicht stimmt, geht es dem Menschen nicht gut, er wird krank. Im Energiespeichersystem ist das ähnlich. Fehler in den elektrischen Verbindungen sorgen für Systemstörungen und Ausfälle und können bei entsprechender negativer Konstellation sogar zur Zerstörung des gesamten Systems führen.

### Beispielhafte Fehler in der Verbindungstechnik

Drei Beispiele zeigen auf, wie wichtig Verbindungstechnik ist, beginnend mit der Leistungsverdrahtung. Um Batteriemodule auf Leistungsebene zu verbinden, 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 eines Speichers und damit zu seiner völligen Zerstörung führen kann.

Eine typische Signalverbindung ist der Anschluss eines Stromsensorkabels an eine Leiterplatte. Diese Kabel werden oft direkt gelötet, was in Verbindung mit freien Leitungsenden das Risiko sogenannter kalter Lötstellen birgt. Die Folge sind falsche Signalinformationen, also zum Beispiel zu geringe gemessene Ströme. Infolge zu hoher Lade- und Entladeströme würde die Batterie deutlich schneller altern. Datenverbindungen werden oft per Patch-Kabeln hergestellt, also streckbaren 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. Diese führen zu Systemstörungen oder sogar Systemausfällen, im schlechtesten Fall sogar zu Schäden an der Hardware.

### Auf die richtige Verbindungstechnik setzen

Wie lassen sich die beschriebenen Fehlerszenarien, die immer zu finanziellen Einbußen für den Betreiber von Energiespeichern führen, vermeiden? Bei Leistungsverbindungen sollten überall, wo keine definierten Installationsbedingungen sichergestellt werden können, Steckverbindungen eingesetzt werden. Dies gilt also für Leistungsverbindungen, die bei der Installation und zur Wartung hergestellt werden müssen. Bei Anschlüssen von freien Leitungsenden auf Leiterplatten bieten sich innovative Anschlussstechniken anstelle des Lötens an. Schneidklemmverbindungen zum Beispiel erfordern keine Vorbehandlung des Leiterendes und bieten – ebenso wie Federanschlussstechniken – hohen Komfort und maximale Zuverlässigkeit. Bei den Datenanschlüssen definieren die Umgebungsbedingungen die notwendigen Anforderungen. So bieten sich bei hohen Verschmutzungsgraden oder feuchter Umgebung IP-geschützte Datenstecker und bei rauen mechanischen Anforderungen Datenverbindungen in Industriequalität an.

### Fazit

Auch für Energiespeichersysteme gilt: Wer bei der Anfangsinvestition spart, zahlt im laufenden Betrieb drauf. Dazu kommt, dass diese Geräte und Anlagen häufig in systemrelevanten Anwendungen und Lösungen betrieben werden. Zuverlässigkeit ist somit eine wichtige Eigenschaft, um die Vision einer All Electric Society gelingen zu lassen. Die elektrischen Verbindungen spielen dabei eine entscheidende Rolle. Ihnen sollte eine hohe Aufmerksamkeit gewidmet werden. □



Interview über Energiespeicher und Verbindungstechnologien

# „Energiespeicher sicher verbinden“

Innovationen und effiziente Lösungen spielen eine entscheidende Rolle, um alle Verbraucher zuverlässig mit Energie zu versorgen. Das beginnt bei der Energieerzeugung und geht über die Verteilung, Speicherung bis hin zum Verbrauch. Wie wichtig die richtigen Technologien und das Know-how dabei sind, erläutert Dr. Rüdiger Meyer, Applikationsexperte Energiespeichersysteme, Business Area Device Connectors bei Phoenix Contact im Interview.



**DAS INTERVIEW FÜHRTE:** Bernhard Haluschak, E4.0 **BILD:** Phoenix Contact

**Energiespeichersysteme sind in aller Munde. Doch welche Rolle spielen Energiespeichersysteme, um die ambitionierten CO<sub>2</sub>-Ziele zu erreichen?**

Der Schlüssel zu einer CO<sub>2</sub>-neutralen Gesellschaft liegt in der effizienten Nutzung erneuerbarer Energien. Energiespeichersysteme sind die Basis dafür. Die Zuverlässigkeit und Effizienz der Speichersysteme hängen nicht zuletzt von der Verkabelung und den elektrischen Verbindungen ab. Sie bilden das Herz-Kreislauf-System des Energiespeichers.

**Wie effizient sind elektrische Verkabelungen beziehungsweise wie viel Energie geht an den Leistungssteckverbindern eines Batteriemoduls während dessen Lebensdauer verloren?**

Eine Beispielrechnung zeigt dies für ein typisches Batteriemodul mit 5 kWh Kapazität, 48 V Modulspannung und 50 A mittlerem Strom sowie 5.000 Vollzyklen. Mit diesen Annahmen entsteht an den beiden Leistungspolen des Batteriemoduls im Normalfall eine Verlustenergie über die Lebensdauer von circa 50 kWh. Bei erhöhtem Übergangswiderstand infolge sich lösender Schrauben kann eine Verlustenergie von bis zu 3.000 kWh entstehen, ohne dass man diesen Fehler zwangsläufig entdecken würde. Dieser Wert entspricht etwa dem Energieverbrauch einer dreiköpfigen Familie. Bedenkt man, dass ein Energiespeichersystem aus hunderten solcher Batteriemodule besteht, wird die Größenordnung der energetischen und damit finanziellen Verluste deutlich.

**Welche wesentlichen Vorteile bieten die Verbindungstechnologien von Phoenix Contact gegenüber den Mitbewerbern?**

Wir sind ein Partner mit fast 100-jähriger Tradition und bieten durch unsere Innovationskraft ein umfangreiches Portfolio an Leiterplattenanschlüssen, Steckverbindern und Elektronikgehäusen. Kunden profitieren davon, dass sie Lösungen für die Signal-, Daten- und Leistungsübertragung aus einer Hand bekommen. Zudem haben wir Spezialisten mit tiefem Technologie- und Applikationswissen, die mit ihrer Expertise bei der Individualisierung von Lösungen bis hin zu kundenspezifischen Neuentwicklungen helfen.

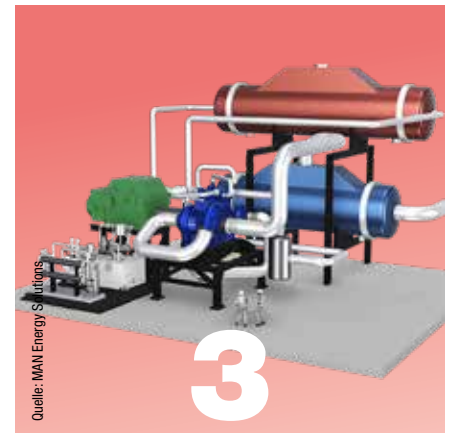
**Phoenix Contact hat in diesem Kontext den Begriff All Electric Society geprägt. Können Sie kurz erläutern, was Sie darunter verstehen?**

Das Zukunftsbild der All Electric Society beschreibt eine Welt, in der regenerativ erzeugte elektrische Energie als primäre Energieform weltweit in ausreichendem Maße zur Verfügung steht. Grundlage dafür ist, alle Sektoren von Wirtschaft und Infrastruktur zu elektrifizieren, vernetzen und automatisieren. Wir stellen Komponenten und Lösungskonzepte für die Sektorenkopplung bereit und bieten Produkte und Lösungen für die effiziente Gewinnung, Wandlung, Speicherung und den Transport von regenerativer Energie. □

# 6

## HIGHLIGHTS

Ein neues Material soll die Speicherung von Wasserstoff sicherer machen, aktuell wird die größte Wärmepumpe der Welt gebaut, das Direct-Air-Capture-Verfahren gewinnt an Bedeutung und es zeigte sich: Krankenhäuser könnten gute Energiespeicher sein! Bei der Stromerzeugung gewinnen neue Photovoltaik-Trends an Bedeutung. Außerdem: Das erste, europäische Fusionskraftwerk ist in Planung.



Speicherlösung

## Sicherer Wasserstoff

Die Suche nach einem Material, das enorme Mengen an Wasserstoff für die praktische Anwendung speichern kann, bleibt eine große Herausforderung. Die jüngste Entdeckung von Forschern der Deakin University könnte eine Lösung sein: Mit Hilfe von wiederverwendbarem und absolut sicherem Bortrid-pulver könnte Wasserstoff überall gelagert und problemlos transportiert werden.

1

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2660142](https://www.industr.com/2660142)

Fünf-Jahres-Ausblick

## Photovoltaik-Trends

Wachsende Solar-Kraftwerke, steigende Effizienz und jetzt die Solardachpflicht: In der Photovoltaik bewegt sich aktuell viel. Solaranlagen werden vielfältiger, integrierfähiger und resilienter, um auch Extremwetter besser standhalten zu können. Und das ist wichtig, denn: Wenn die Energiewende gelingen soll, ist der schnelle Ausbau von Photovoltaik unumgänglich!

2

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2656467](https://www.industr.com/2656467)

Weltrekord

## Größte Wärmepumpe

Die von BASF und MAN Energy Solutions geplante, bislang weltgrößte Wärmepumpe soll die Produktion von Dampf mithilfe von Strom aus erneuerbaren Energien ermöglichen und dabei Abwärme aus dem Kühlwassersystem der BASF als thermische Energiequelle nutzen. Mit ihr sollen die CO<sub>2</sub>-Emissionen an ihrem Standort um 390.000 t pro Jahr gesenkt werden.

3

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2657198](https://www.industr.com/2657198)

Anlagen in Krankenhäusern

## Energiespeicher

In vielen deutschen Krankenhäusern stehen KWK-Anlagen oder Kältemaschinen, die aufgrund ihrer Größe hervorragend geeignet sind, die Einbindung erneuerbarer Energien zu fördern sowie kurzfristige Strompreisschwankungen zu nutzen. Ein Monitoring zeigte: Es würden sich Vorteile ergeben, wenn Krankenhäuser als hybride Energiespeicher verwendet würden.

4

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2659117](https://www.industr.com/2659117)

Reines CO<sub>2</sub> gewinnen

## Direct Air Capture

Beim Direct-Air-Capture-Verfahren wird der Umgebungsluft direkt Kohlendioxid entzogen. So kann CO<sub>2</sub> mit hohem Reinheitsgrad erzeugt werden, das der Industrie anschließend direkt als Rohstoff dient. Jetzt soll die Technologie industrialisiert werden, denn: Sie hat hohes Potenzial, beim Erreichen der Klimaziele und gleichzeitig bei der Sicherung der Wirtschaft zu helfen.

5

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2657998](https://www.industr.com/2657998)

Von Wasserstoff- zu Heliumkernen

## Fusionskraftwerk

Bis zur Mitte des Jahrhunderts könnte das weltweit allererste Fusionskraftwerk mit 300 bis 500 MW aus der Fusion von Wasserstoff- zu Heliumkernen sicher und klimafreundlich Strom erzeugen. Bei der Veranstaltung „Horizon Eurofusion“ in Brüssel begannen im Juli 2022 die Arbeiten an einem Konzept für das erste europäische Demonstrations-Fusionskraftwerk.

6

Erfahren Sie mehr: [industr.com/2660121](https://www.industr.com/2660121)



# Eine Plattform so vielseitig wie erneuerbare Energien selbst.



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

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



**zenon**  
by COPA-DATA

[www.copadata.com/energy-renewables](https://www.copadata.com/energy-renewables)



Trend in der Energiebranche

# IST WINDKRAFT DURCH DIE ENERGIEKRISE WIEDER GEFRAGTER?

Deutschland steht in puncto Energieversorgung vor großen Herausforderungen. Erdgas und Erdöl stehen nicht mehr in ausreichenden Mengen zur Verfügung. Da sind alternative Energien gefragter denn je. Doch ist das wirklich so? Wir haben nachgefragt!

UMFRAGE: Dana Neitzke, E4.0 BILDER: Juwi, BWE; iStock, ssuaphoto





## WOLFRAM AXTHELM

Russlands Angriff auf das Land Ukraine stellt die deutsche Energiepolitik auf den Kopf. Über lange Zeit sicher geglaubte Strukturen und Partnerschaften brechen auf. Alte Gewissheiten kommen auf den Prüfstand. Aufgrund der politisch verursachten Zubaudelle fehlen allein bei der Windenergie an Land 18 Gigawatt installierter Leistung. Dies zeigt: Wir könnten heute besser dastehen. Die Windenergie an Land und auf See wird als preiswerter Leistungsträger der neuen Energiewelt mehr denn je gebraucht. Sie ist zugleich eine Freiheitsenergie, die Importabhängigkeiten verringert. Der durch die Bundesregierung aufgezeigte dynamische Markthochlauf ist ambitioniert. Die Branche ist bereit aus politischen Zielen reale Projekte zu schaffen. Schon heute stellen die Unternehmen in der gesamten Wertschöpfungskette neue Mitarbeiter ein.

Geschäftsführer Bundesverband  
Erneuerbare Energie und bei  
Bundesverband WindEnergie.



## CARSTEN BOVENSCHEN

Ja, definitiv. Mit den nun verabschiedeten Gesetzespaketen kommt endlich wieder Schwung in den Ausbau der Windenergie. Denn für viele Problemlagen wurden Lösungen gefunden. Klar ist aber auch: über Nacht wird der Zubau nicht kommen. Den Erfolg der Maßnahmen werden wir voraussichtlich erst in den kommenden Jahren sehen, wenn hoffentlich deutlich mehr Projekte genehmigt und realisiert wurden. Der Grundstein für den weiteren Ausbau der Windenergie wurde aber gelegt. Und das ist sehr positiv. Daher wirkt es vor dem Hintergrund des russischen Angriffskriegs auf die Ukraine und der aktuellen Energiekrise umso bitterer, dass Deutschland den Ausbau der erneuerbaren Energien in den vergangenen Jahren verschlafen hat. Denn dann müssten wir uns vermutlich weniger Gedanken um die Energieversorgung im kommenden Winter machen.

CEO bei Juwi

# SCHUTZ!



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

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

### FRIZLEN Leistungswiderstände

- Belastbar
- Zuverlässig
- Made in Germany

**+100** JAHRE **DYNAMIK DURCH WIDERSTAND**

Tel. +49 7144 8100-0  
[www.frizlen.com](http://www.frizlen.com)



Kosteneffizienz für Windparks

# Erfolgreiche Unterwasser-Inspektion

Die Deutsche Windtechnik setzt bei Unterwasser-Inspektionen in der Nord- und Ostsee auf ein Cluster-Konzept, das besonders vorteilhaft für Windparkbetreiber ist, da es einen Fokus auf Kostenersparnis und Nachhaltigkeit legt.

TEXT: DeutscheWindtechnik BILD: iStock, Allexandar



Die Deutsche Windtechnik führt fortlaufende Inspektionen in den Offshore Windparks Trianel Borkum I, Dan-Tysk und Sandbank, Butendiek sowie drei weiteren Windparks in der Nord- und Ostsee durch. Zu den inspizierten Bauteilen gehören die Fundamente der Windenergieanlagen, die Struktur der Umspannwerke, die Windmessmasten, die Korrosionsschutzsysteme und die Kabel vom Eintritt in das Fundament bis hin zum Bodeneintrittspunkt.

Durch die daraus resultierenden Videos, Empfehlungen und Berichte, erhält der Windparkbetreiber belastbare Informationen über den Zustand seines Investments und kann diese als Grundlage für gut durchdachte Finanzentscheidungen nutzen. Die frühzeitige Lokalisierung von Schäden kann die Stillstandzeiten minimieren und die Lebensdauer der Windenergieanlage verlängern.

„Die gesammelten Ergebnisse und durchgeführten Analysen unserer Unterwasser-Gutachten geben Kunden detaillierte und belastbare Informationen über den Zustand ihrer Anlagen an die Hand, die weit über die standardmäßigen Anforderungen der Behörden hinausgehen“, beschreibt Niels Noordeloos, Business Development Manager bei der Deutschen Windtechnik, das Aufgabenspektrum der Inspektionen.

So beinhalten die Gutachten eine Bewertung aller erfasster Daten für jede Offshore-Struktur, einschließlich etwaiger Schadensbewertungen und Vorschläge zur Reduzierung von Folgeschäden. „Die Ergebnisse erlauben Rückschlüsse auf den Zustand und damit verbunden auf den Vermögenswert ihres Windinvestments unter der Wasseroberfläche. Das kann bei Investitionsentscheidungen wertvoll sein“, so Noordeloos weiter.

## Effizientes Cluster-Konzept

Geert Timmers, Geschäftsführer der Deutschen Windtechnik Niederland erklärt die Vorteile des Cluster-Konzepts: „Der entscheidende Punkt für alle Parteien sind die hohe Inspektions- und Dokumentationsqualität in Kombination mit Budgetvorteilen, die insbesondere durch Einsparung von Treibstoff umweltschonende Vorgehensweise und die Flexibilität des Cluster-Konzepts. Es erlaubt uns, ein Schiff inklusive eines ROV (Remotely Operated Vehicle) mit genau den für die Arbeit benötigten Werkzeugen zur Verfügung zu haben: hochauflösende Kameras, Reinigungswerkzeuge, Ultraschall- oder Lasermesssysteme. Alle Seiten profitieren aus dem Cluster-Management, der Fachkompetenz, den aufgeteilten Mobilisierungskosten, der Treibstoff-sparenden Bündelung der Strecken und der Dokumentation.“ □





# WindEnergy Hamburg

The global on & offshore event

27 ————— 30  
September 2022

**H<sub>2</sub> EXPO &  
CONFERENCE**

Held in parallel  
with WindEnergy  
Hamburg

## Exploring new horizons: It's time to put climate first!

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

- Meet up with more than 1,350 exhibitors from 40 countries in 10 halls
- Add key decision makers from the industry to your network
- Visit the first-rate conference programme on 4 stages in the halls free of charge



[windenergyhamburg.com](http://windenergyhamburg.com)

Organised by:



In cooperation with:



Global Partner:



European Partner:



Partners:



## Gierring-Reparatur an Windkraftanlagen

# Lebensdauer verlängern

Eine neue Erfindung zur Reparatur von Gierringen an Ort und Stelle verspricht, einen wichtigen Beitrag zur Verlängerung der Lebensdauer von Windkraftanlagen zu leisten. Das von CNC Onsite entwickelte und patentierte System bedeutet, dass der Gierring nicht mehr ausgetauscht werden muss, wodurch die teure, zeitaufwändige und möglicherweise weitere Schäden anrichtende Demontage von Rotor und Gondel entfällt.

TEXT: CNC Onsite BILDER: CNC Onsite; iStock, A-Digit

Der Gierring, der auch als „Gierzahnkranz“ bezeichnet wird, ist ein entscheidendes Bauteil, um die maximale Stromerzeugung einer Windkraftanlage sicherzustellen, und lässt sich nur schwer ersetzen. Der Austausch von Gierringen ist sehr teuer, so dass den Betreibern älterer Windkraftanlagen bei gebrochenen oder abgenutzten Zähnen oft nichts anderes übrig bleibt, als diese zurückzubauen. „Das hat uns dazu inspiriert, eine Reparaturmethode als Alternative zu entwickeln“, sagte Søren Schmidt-Kellenberger, Vertriebsleiter von CNC Onsite.

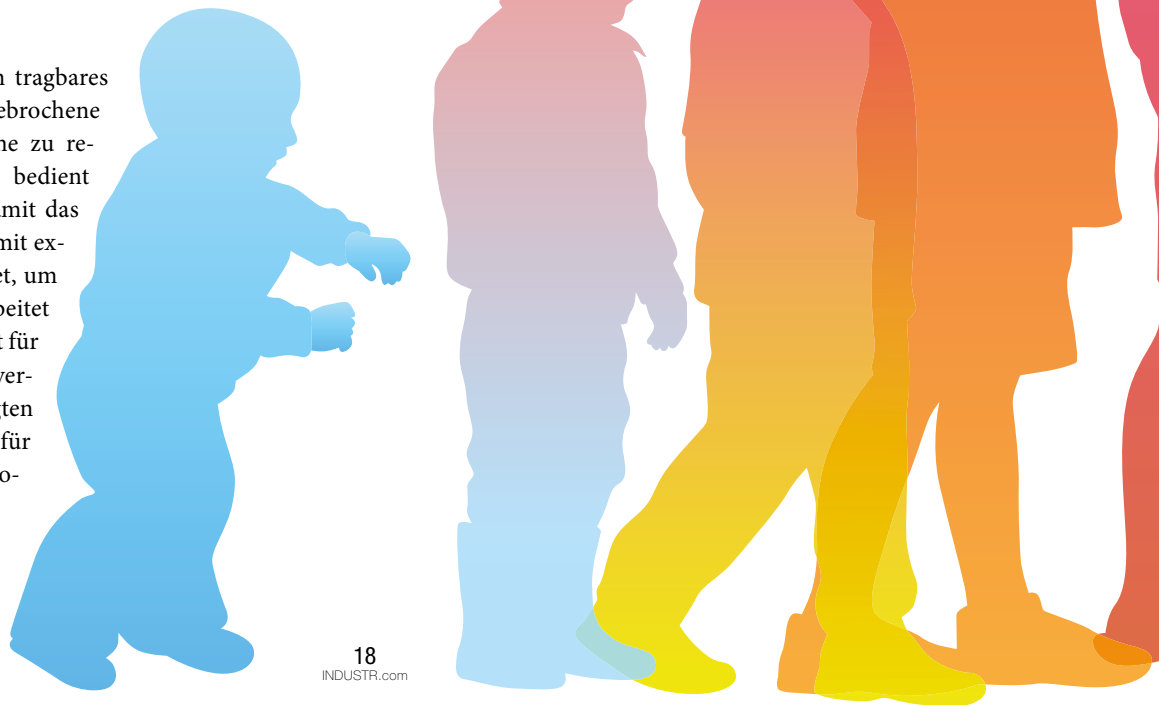
„Wir können nun einen Reparaturservice sowohl für Onshore- als auch für Offshore-Windkraftanlagen anbieten, und zwar zu einem Bruchteil der Kosten, die für den Austausch des gesamten Gierrings anfallen würden. Dadurch wird es möglich, Windkraftanlagen länger in Betrieb zu halten“, fügte er hinzu.


### Patentiertes Werkzeug

Das System verwendet ein tragbares Präzisionswerkzeug, um abgebrochene oder abgenutzte Gierringzähne zu reparieren. Ein Fachingenieur bedient das Werkzeug und wendet damit das patentierte Verfahren an, das mit extrem engen Toleranzen arbeitet, um Zähne zu entfernen und bearbeitet wieder einzusetzen. Das Patent für das System umfasst das Fräsverfahren, mit dem die beschädigten Zähne entfernt und das Bett für das neue Teil erstellt werden, sowie die besondere Einsetzmethode für den neuen Zahn.

„Das Verfahren, das wir bei der Herstellung neuer Gierringzähne für eine Windkraftanlage anwenden, ist im Prinzip vergleichbar mit einer neuen Zahnkrone, die zunächst exakt kopiert und dann vom Zahnarzt mit Präzisionswerkzeugen eingesetzt wird“, so Schmidt-Kellenberger. „Das Ziel unserer Methode ist dasselbe, und das Ergebnis soll lange halten.“

Das Werkzeug wurde so konzipiert, dass es in





Einzelteile zerlegt und dank seines geringen Gewichts mit dem Turmaufzug zum Arbeitsbereich transportiert werden kann. Nach dem Zusammenbau in der Gondel kann das Werkzeug im Arbeitsraum um den Gierring eingesetzt werden.

### Wetterunabhängig

Die Reparaturen werden im Inneren der Windkraftanlage durchgeführt, so dass sie unabhängig von den Wetterverhältnissen erfolgen können. „Solange Anfahrt und Zugang zur Windkraftanlage sicher sind, können wir die Reparaturen durchführen“, erklärte Schmidt-Kellenberger. „Die Reparatur ist nicht wetterabhängig, was bedeutet, dass es viel weniger Tage gibt, an denen wir nicht arbeiten können. Das ist auch gut für den Zeitplan und die Kostenkalkulation“, fügte er hinzu.

### Größenordnung des Problems

Der auf der Windkraftanlage montierte gezahnte Gierring ist ein Zahnrad, das in die an der Gondel montierten Motoren eingreift, um die Rotorblätter mit dem Wind auszurichten. Das Unternehmen schätzt, dass bei etwa fünf bis zehn Prozent der im Betrieb befindlichen Windkraftanlagen während ihrer Lebensdauer Schäden an den Zähnen des Gierrings auftreten. Typische Ursachen sind unvorhersehbare Windereignisse oder ungleichmäßige Belastungen, die im Laufe der Zeit auftreten.

Für den Austausch des Gierrings muss die gesamte Gondel mit Hilfe eines Krans und spezieller Arbeitskräfte ausgebaut werden: Das Verfahren ist bei Onshore-Anlagen teuer und bei Offshore-Anlagen möglicherweise unwirtschaftlich. Während der gesamten Lebensdauer einer Windenergieanlage kann die Wartung bis zu einem Viertel aller anfallenden Kosten ausmachen.

Die Möglichkeit, sich für eine kosteneffiziente Reparatur des Gierrings zu entscheiden, gegen den teuren Austausch, wird zu einem wichtigen Trend werden.

### CO<sub>2</sub>-Einsparung

Mit dem von CNC Onsite entwickelten System können Gierring-Reparaturen in der Regel innerhalb weniger Tage durchgeführt werden. Das reduziert nicht nur die Ausfallzeiten, sondern führt auch zu erheblichen CO<sub>2</sub>-Einsparungen. „Wir ersparen uns die Herstellung eines neuen Gierrings und vor allem den logistischen Aufwand, der nötig ist, um einen Gierring zum Einsatzort zu transportieren, Kräne aufzustellen - was auf See schwierig ist -, und den Gierring vor Ort auszutauschen. Eine solche Operation erfordert einen hohen Einsatz an Personal und Ausrüstung sowie die mit dem Transport verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen.“

Mit unserer Reparaturmethode ist dies nicht mehr erforderlich. Die Tatsache, dass bei jeder Demontage der Gondel das Risiko einer Beschädigung der Gondel und insbesondere der Rotorblätter besteht, ist ein weiterer nicht zu vernachlässigender Faktor“, so Schmidt-Kellenberger. Der vom Unternehmen angebotene Reparaturservice für Gierringe wurde seit seiner Markteinführung im Jahr 2019 bereits bei einer Reihe von Windturbinen sowohl im Offshore- als auch im Onshore-Bereich eingesetzt. Dauertests über viele Monate hatten zuvor schon bewiesen, dass die ausgetauschten Zähne langfristig robust sind.

### Fräsverfahren

Das Bearbeitungswerkzeug wird am Gierring der Windkraftanlage montiert und darauf ausgerichtet und mit allen relevanten Parametern wie den Abmessungen des Gierrings und der Zähne





Der Gierzahnkranz ist ein wichtiges Bauteil, um die maximale Stromerzeugung einer Windkraftanlage zu gewährleisten.

vorprogrammiert. Nach der Montage am Gierring erkennt die Fräsmaschine den beschädigten Bereich und fräst ihn automatisch präzise aus, so dass eine Tasche für die Ersatzzähne entsteht. Die Fräsmaschine ist so konstruiert, dass sie seitlich – das ist Teil des Patents – entweder an den nach innen oder nach außen gerichteten Gierzähnen arbeitet; nicht von oben, da in der engen Gondel oft nicht genügend Platz vorhanden ist.

Die gefräste Tasche hat präzise Abmessungen, die genau auf die Größe des neu einzufügenden Segments abgestimmt sind. Die Form der Tasche ist so gestaltet, dass das Ersatzteil durch Rillen und Stege an seinem Platz gehalten wird. Die Taschenstruktur enthält auch Gewindelöcher, die zur Befestigung des neuen Teils im nächsten Schritt des Prozesses verwendet werden. Darüber

hinaus sind in der Tasche mehrere Erhebungen angebracht, die es ermöglichen, das neue Segment, das mit entsprechenden Vertiefungen versehen ist, wie ein Puzzle einzusetzen. Diese Konstruktion verbessert die mechanische Festigkeit und verhindert eine Verschiebung der Ersatzzähne, sowohl in axialer als auch in tangentialer Richtung.

### Kühlung der Komponente

Das neue Segment, das in die Tasche eingesetzt werden soll, wird zunächst abgekühlt, um seine Größe geringfügig zu verringern, was den Einpassvorgang erleichtert. Sobald es in der Tasche wieder aufgeweitet ist, wird die mechanische Festigkeit der reparierten Struktur weiter erhöht.

## Rittal – Das System.

Schneller – besser – überall.

# Stromverteilung der Extraklasse

VX25 Ri4Power: bis zu 6.300 Ampere

Das VX25 Ri4Power Schaltanlagen-System bietet Anwendern höchste Sicherheit für Bemessungsströme bis 6.300 A. Seit 2022 ist es auch für den maritimen Bereich durch das DNV zertifiziert. Besonders praktisch: Die Anlage kann schnell und einfach online konfiguriert werden: [www.rittal.de/konfigurator](http://www.rittal.de/konfigurator).

Das Werkzeug zur Gierring-Aufbereitung ist kompakt, demontierbar und transportfähig, um Reparaturen vor Ort im Maschinenhaus zu ermöglichen.



## Schlitten und Befestigen

Der Techniker setzt das neue Teil in die Tasche ein und befestigt es mit Schrauben in den durch das Fräsen entstandenen Gewindelöchern. Das neue vorproduzierte Gierringteil wird im Voraus hergestellt. Die Teile entsprechen dem Profil des Gierrings für den jeweiligen Windkraftanlagen-Hersteller.

## Präzises Bearbeitungswerkzeug

Die Maschine verfügt über extrem feine Toleranzen von einigen hundertstel Millimetern. Dies ist ein enormer Vorteil, denn so kann das neue Teil mit großer Präzision eingepasst werden, was Langlebigkeit und Zuverlässigkeit verspricht. Bei Bedarf

kann das Unternehmen alle Zähne am Gierring reparieren. Im Vergleich zu den bekannten konventionellen Methoden wie Schweißen und Schleifen wird dem Gierring keine Wärme zugeführt, was bedeutet, dass kein signifikantes Risiko einer Veränderung der Materialeigenschaften am Gierring besteht und das Verfahren an sich sicherer ist, da „Heißarbeiten“ auf engem Raum vermieden werden.

Eine erfolgreiche Schweißreparatur hängt stark von der Erfahrung und den Fähigkeiten des Schweißers ab, während die Bearbeitung bei der CNC-In-Situ-Methode automatisch erfolgt und die Zähne mit hohen Toleranzen vorgefertigt werden. Das Ergebnis ist eine effiziente und nachhaltige Reparatur mit einer erwarteten Lebensdauer von zehn Jahren. □



**Erfahren Sie mehr:**

<https://www.rittal.com/vx25ri4power>

IT-INFRASTRUKTUR

SOFTWARE & SERVICE



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

# ERFOLGREICHE ENERGIEWENDE MIT INDUSTRIE ROUTERN VON INSYS ICOM

Die Energiewende bringt in Deutschland den dringend erwarteten Antriebsimpuls für die Windenergie-Branche. Dringend ist aber auch etwas anderes: die Digitalisierung, darunter auch die Modernisierung der Kommunikationswege von Windparks.

TEXT + BILD: INSYS MICROELECTRONICS GmbH

## Generationswechsel

Oftmals ist in Bestandsanlagen alte Technik für Fernzugriff und Vernetzung im Einsatz, zum Beispiel Modems. Selbst für modernere Lösungen gibt es eine konkrete Herausforderung: Viele der eingesetzten Router kommen „in die Jahre“: die offizielle Lebensdauer wird überschritten mit Einbußen der Verlässlichkeit und Performance. Übertragungswege sind nicht mehr zeitgemäß und werden von den Herstellern nicht mehr gepflegt und unterstützt.

Windparks gehören meist zur kritischen Infrastruktur. Somit entsteht der dringende Handlungsbedarf zur Modernisierung von Fernzugriff und Vernetzung, um den Sicherheitslevel der KRITIS-Anforderungen zu erfüllen.

## Einfach, sicher, fehlerfrei?

Neben der KRITIS-Tauglichkeit treibt die Branche noch etwas um: Wie kann der Austausch vorhandener Router im Windpark einfach, fehlerfrei und sicher erfolgen? Es gibt leider nicht „DIE“ Konfiguration, jede Anlage ist anders. Ideal wäre es, wenn die Monteure Geräte mit einer rudimentären Konfiguration

einbauen könnten und die spezifische und sichere Anlagenkonfiguration zentral gesteuert und dokumentiert im Nachgang passiert. Die Suche nach geeigneten Routern mit einer entsprechenden Software zur Verwaltung der Geräte ist eine zentrale Aufgabe für viele Unternehmen.

## Sichere Datenübertragung: Das A und O in der technischen Betriebsführung

Der dauerhaft gute technische Zustand der Anlagen ist die Grundvoraussetzung für den erfolgreichen Betrieb jeder Windkraftanlage. Regelmäßige Inspektionen der Anlagen sind ebenso wichtig wie eine effiziente Fernüberwachung und Qualitätskontrolle der Dienstleister.

Die Steuerung und Regelung der Windenergieanlagen erfolgen vollautomatisch. Jede Windkraftanlage wird durch das SCADA-System kontinuierlich fernüberwacht, welches Daten über Statusmeldungen des Anlagenzustands, Störungen, Ertragsdaten sowie andere Parameter wie Drehzahl, Leistung, Windschwindigkeit und -richtung sammelt. Diese Daten werden ständig gespeichert und können online vom technischen Betreiber oder Hersteller abgerufen wer-

den. Eine unterbrochene Datenverbindung oder gar eine Sicherheitslücke hat verheerende Folgen für alle Beteiligten.

## Auf Empfehlung INSYS icom

INSYS icom ist in der Windenergie sehr beliebt, nicht nur, weil der Hersteller sich seit 30 Jahren als ein zuverlässiger und hochwertiger Partner einen Namen gemacht hat, sondern weil mit INSYS icom die industrielle Datenkommunikation besonders gut gelingt. 24/7 Erreichbarkeit durch hochverfügbare und redundante Lösungen, IT-Security Lösungen und Dokumentation für die KRITIS Konformität, Edge-Computing für Anlagenüberwachung und Optimierung, VPN-Services zur Steuerung des Fernzugriffs und ein Device Management um den Roll-Out sicher und einfach zu gestalten.

Vor allem werden die Lösungen von INSYS icom gerne weiterempfohlen, da sie sich im Einsatz bewährt haben und durch ein attraktives Preis-Leistungsverhältnis, einen hervorragenden Support sowie konstante Verfügbarkeit überzeugen – auch in Krisenzeiten. □

<https://www.insys-icom.com/windenergie/>



# RWE

## Willkommen im erneuerbaren Zeitalter.

Wir sind Gestalter einer grünen Energiewelt.  
Wir investieren 50 Milliarden Euro brutto bis 2030.  
Und wir haben ein klares Ziel: klimaneutral bis 2040.  
Willkommen bei RWE.

WindEnergy  
2022  
Stand: A1.313  
Recruiting Area:  
30. Sept.

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



So entsteht eine Offshore-Windanlage in Rekordzeit

## Offshore-Windpark im XXL-Format

Ein wichtiger Meilenstein wurde im Offshore-Windpark Arcadis Ost 1 von Parkwind in der Ostsee vor Rügen erreicht. Das Team des Spezialisten Deme Offshore hat erfolgreich das letzte von insgesamt 28 XXL-Fundamenten installiert. Bei diesem Projekt kam erstmals das Installationsschiff Orion zum Einsatz.

TEXT: Deme Offshore BILD: iStock, Gearstd

Jedes einzelne Bauelement dieses Offshore-Windprojekts überschreitet die bisherigen Standards der Branche. Die 28 XXL-Monopiles sind mit einem Gewicht von jeweils mehr als 2.000 Tonnen, einem Durchmesser von 9,5 m und einer Länge von bis zu 110 m die größten jemals in Europa installierten Monopile-Fundamente für eine Windparkanlage.

Das Parkwind-Projekt Arcadis Ost 1 in der Ostsee befindet sich nordöstlich des bekannten Kap-Arkona-Felsens, innerhalb der 12-Seemeilen-Zone Deutschlands mit extremen Wassertiefen von bis zu 45 m und besonderen schwierigen Bodenbedingungen. Die insgesamt 27 Windturbinen des Typs Vestas V 174 - 9,5 MW werden noch in diesem Jahr in Betrieb gehen und erneuerbaren Windstrom für bis zu 290.000 Haushalte produzieren.

Die Orion wurde während der Installationsarbeiten auf See mit Flüssiggas betrieben. Neben einem 5.000-Tonnen-Kran verfügt sie über ein maßgeschneidertes und bewegungskompensierendes Pfahlgreifsystem, das jederzeit in der Lage ist, riesige XXL-Monopile-Gründungen punktgenau zu handhaben.

Der speziell entwickelte Pfahlgreifer ermöglicht es, die Monopiles, die während des Transports zunächst horizontal an Deck gelagert werden, aufzurichten, kontrolliert abzusenken und mit hoher Genauigkeit in den Boden einzubringen. In Verbindung mit dem dynamischen Positioniersystem des Schiffes werden die Monopiles so, trotz Wellengang und Schiffsbewegungen, vertikal und stabil in Position gehalten. Das ist besonders wichtig, um die Monopiles dort abzusetzen, wo sie auch hingehören.

## Neue Verfahren

Darüber hinaus wurde bei diesem ersten Projekt für das Installationschiff eine ganze Reihe neuer Spezialwerkzeuge eingesetzt. Zu diesen Werkzeugen gehören ein verstellbares System zur Befestigung der Monopiles an Bord, eine neu gebaute automatische Monopile-Hubtraverse, die das horizontale Anheben der XXL-Monopiles ermöglicht, automatisierte Schnellhebewerkzeuge, um eine manuelle Handhabung des Systems an Deck zu vermeiden, sowie mehrere neue Lärminderungssysteme.

Hugo Bouvy, geschäftsführender Direktor von Deme Offshore, dazu: „Wir sind begeistert, dass die Orion und ihr bewegungskompensierender Pfahlgreifer auch in der Praxis punktgenau umsetzen können, wofür das Schiff entwickelt wurde, nämlich riesige Monopiles unter extremen Bedingungen zu installieren. Dies verschiebt die Grenzen der Offshore-Windindustrie über das aktuell Machbare hinaus und zeigt, dass die intelligenten Lösungen und Einsatzmittel von Deme für die nächste Generation von Fundamenten und Windturbinen bereit sind.“

Bouvy führt fort: „Viele Jahre Offshore-Erfahrung und Ingenieurskunst von unglaublich motivierten Menschen haben zur Auslieferung der Orion und ihrer Installationswerkzeuge geführt. Unsere zielstrebigsten Projekt- und Neubauteams von Arcadis Ost 1 sowie unsere erfahrene und äußerst professionelle Besatzung haben die Inbetriebnahme des Schiffs in Rekordzeit ermöglicht. Gemeinsam haben sie mit großem Eifer und Tatendrang die technologischen Grenzen erweitert. Ich bin sehr stolz darauf, Teil dieses Teams zu sein!“

Manfred Dittmer, Country Manager für Parkwind in Deutschland, ergänzt: „Es ist ein gutes Gefühl zu sehen, wie alles zusammenkommt, wenn die Installationsarbeiten beginnen: die Planung, das Design, die Zertifizierung, die Herstellung und schließlich die Installation selbst. Dies unterstreicht unsere Fähigkeit, Projekte unter anspruchsvollen Umgebungen durchzuführen. Nachdem den Monopiles beginnt die Installation der sekundären Stahlstrukturen, um die Fundamente zu vervollständigen, so dass dann im Herbst die Windenergieanlagen installiert werden können.“ □

automation solutions

bachmann.

# Hybrid Kraftwerke: So geht Energieversorgung in Zukunft!

Unsere Kompetenz. Unsere Verantwortung.

### Umfassende Erfahrung

Über 20jährige Expertise in der Automatisierung der Energieerzeugung und -speicherung

### Zertifizierte Lösungen

Integrierte Hard- und Software-Lösungen für Netzmessung, -überwachung und -synchronisation

### Microgrid – kommunikativ

Vielseitige Kommunikationsmöglichkeiten (Schnittstellen und Kommunikationsprotokolle) für die Energietechnik und deren Anforderungen

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



Wir sind wieder dabei und freuen uns auf Ihren Besuch:



Expo for Decarbonised Industries  
20.-22. September 2022  
Düsseldorf, Deutschland  
Halle: 9, Stand: A28



WindEnergy Hamburg  
27.-30. September 2022  
Hamburg, Deutschland  
Stand: A4.221



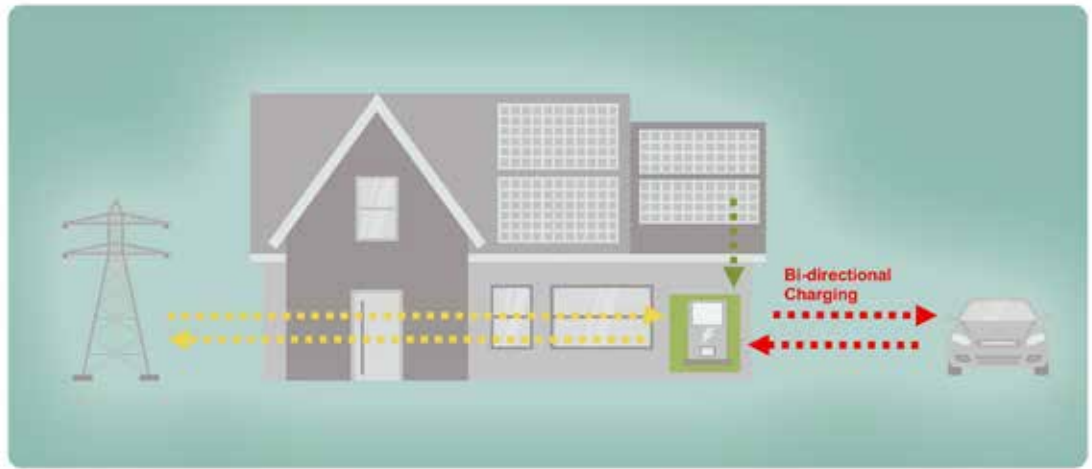


Bidirektionales Laden bei Elektrofahrzeugen

## Autos als solare Pufferspeicher

An heißen Sommertagen erreicht der Anteil von Solarstrom am Energie-Mix Rekordwerte. Doch was tun, wenn die Sonne nicht scheint? Mit bidirektionalem Laden wird Solarstrom aus der Photovoltaikanlage in Elektroautos und Hausbatterien gespeichert und in den Abendstunden oder bei Bedarf für den Betrieb von Haushaltsgeräten ins Heimnetz zurückgespeist. Das schont die Umwelt und den Geldbeutel und schafft weitere Anreize für den Umstieg auf emissionsfreie Elektromobilität.

TEXT: Infineon BILDER: Infineon; iStock, Chesky\_W



Mit bidirektionalem Laden wird Solarstrom aus der Photovoltaikanlage in Elektroautos und Hausbatterien gespeichert und in den Abendstunden oder bei Bedarf für den Betrieb von Haushaltsgeräten ins Heimnetz zurückgespeist.

Infineon Technologies und Delta Electronics, ein Anbieter von Stromversorgungs- und Energiemanagementlösungen aus Taiwan, haben ein Drei-in-Eins-System entwickelt, das Solaranlage, Heimspeicher und Ladestation integriert. Mit Hilfe von bidirektionalen Wechselrichtern wird das Elektroauto nicht nur geladen, sondern kann zum Pufferspeicher zur Notstromversorgung des Eigenheims werden. Immer mehr Autos sind dafür gerüstet. Perspektivisch lassen sich mit bidirektionalen Energieflüssen auch neue Vehicle-to-Home (V2H)- und Vehicle-to-Grid (V2G)-Lösungen realisieren.

„Um einen nachhaltigen Beitrag zur Dekarbonisierung zu leisten, müssen wir die Elektromobilität ganzheitlich denken: von der Erzeugung grünen Stroms über eine stabile, effiziente Netzinfrastruktur bis zu Speicherung und Verbrauch“, bekräftigt Peter Wawer, Leiter der Division Industrial Power Control von Infineon. „Mit unseren Lösungen für bidirektionales Laden kann das Elektroauto zuhause kostengünstig mit Solarstrom geladen werden und gleichermaßen als Pufferspeicher dienen.“

Ein Einfamilienhaus verbraucht durchschnittlich 10-15 kWh Energie pro Tag. Eine voll geladene Autobatterie mit einer Kapazität von 30 bis 100 kWh könnte somit theoretisch einige Tage als Notstromlösung überbrücken. Hausbesitzer sichern sich damit günstigen Strom sowie mehr Unabhängigkeit in der Stromversorgung.

Bei einer Ausgangsleistung von etwa 10 kW erlaubt das neue System von Delta einen maximalen Dauerstrom von 34 A und erreicht Spitzenwirkungsgrade von mehr als 97,5 Prozent. Um die Leistungsdichte zu erhöhen, werden energieeffiziente Leistungshalbleiter aus Siliziumkarbid (SiC) von Infineon genutzt. Im Vergleich zu siliziumbasierten Halbleitern senkt der Verbindungshalbleiter SiC die Energieverluste beim Wandeln von Strom um rund die Hälfte. Auch die Baugröße von Ladestationen kann sich um etwa 30 Prozent verringern. Mit SiC werden Photovoltaikanlagen leistungsfähiger, Ladezeiten an Schnellladestationen und Wallboxen können kürzer und die Reichweite von Elektroautos um fünf bis zehn Prozent höher. □

# ENERGIEWENDE MIT H<sub>2</sub>-TECHNOLOGIE

KLINGER®-Dichtungen sind dabei



KLINGER GmbH  
Rich.-Klinger-Straße 37  
D-65510 Idstein  
T +49 61 26 4016-0  
F +49 61 26 4016-11  
mail@klinger.de

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



Kraftfutter für Bus und Bahn durch Elektrolyse

# WASSERSTOFF AUS SONNENLICHT

Ab 2023 soll ein neues Photovoltaikkraftwerk auf der Merscher Höhe in Jülich Wasserstoff für den öffentlichen Nahverkehr erzeugen. Errichtet wird es von F&S Solar Service. Die Kabel werden von Lapp pünktlich auf die Baustelle geliefert. Doch wie gelingt so ein Projekt?

TEXT: Lapp BILDER: F&S Solar; iStock, Vertigo3d

Klimaneutralität plant die Europäische Union bis 2050 – der Kreis Düren in Nordrhein-Westfalen will das schon 2035 schaffen. Schon lange vorher sollen Busse und Bahnen mit Wasserstoff fahren. Das leichteste aller Elemente wird in einem Elektrolyseur gewonnen, der Wasser zu Wasserstoff und Sauerstoff spaltet. Damit das gut fürs Klima ist, kommt der Strom für den Elektrolyseur aus Sonnenlicht.

Das wird im Solarpark Merscher Höhe in Jülich erzeugt, eines der größten Solarparkkraftwerke in Deutschland. Etwa 17.000 Photovoltaikmodule auf 9,5 Hektar Fläche leisten 9,2 Megawatt und sammeln über das Jahr 9,7 Gigawattstunden Energie, die den Elektrolyseur speist. „Wir erleben eine historische Stunde in Sachen Klimaschutz“, lobte Landrat Wolfgang Spelthahn beim Spatenstich.

Der grüne Strom soll für 170 Tonnen Wasserstoff jährlich reichen und bis zu 20 Züge und 170 Busse speisen. Das sehr leichte Wasserstoffgas wird komprimiert und mit bis zu 350 bar Druck in vier Tanks gepresst, die auf mobilen Trailern zu umliegenden Tankstellen fahren. Später kann der Wasserstoff auch auf dem Brainergy-Gelände verbraucht werden, zum Beispiel als Zumischung zu Erdgas für Gebäudeheizungen. Brainergy ist ein Gewerbe- und Innovationspark im Kreis Düren mit einem dedizierten Schwerpunkt auf erneuerbaren Energien.

## Vorsicht vor Blindgängern

Entwickelt, finanziert und gebaut hat den Solarpark die F&S Solar Service, Betreiber ist die Rurenergie. Eine Herausforderung war die Verankerung der Gestelle für die Module mit speziellen Schraubankern. Denn das Gelände, auf dem bis vor kurzem Funkmasten der Deutschen Welle standen, ist eine Kampfmittel-Verdachtsfläche. Hier wurde der Boden in den 1960ern meterdick mit Erde aufgeschüttet und mit metallenen Strukturen durchsetzt, sodass eine vorherige Sondierung nicht ausreichend möglich ist.

Um die Montageteams zu schützen, wurde auf das klassische Rammpfostenverfahren verzichtet, die Vibrationen durch die Schlägeinwirkung hätten Blindgänger zur Explosion bringen können. Die circa 7000 Verankerungen wurden ferngesteuert aus sicherer Entfernung circa anderthalb Meter tief in den Boden geschraubt und tragen die PV-Modulkonstruktion.

Außer den eingesetzten Photovoltaikmodulen kommen alle Komponenten aus





Auf der freien Wiese entsteht eine Anlage, die aus Sonnenenergie Wasserstoff für den Antrieb von Bussen und Bahnen produziert.

Deutschland – die Wechselrichter werden von SMA und der Elektrolyseur wird von Siemens geliefert, sämtliche Kabel und Leitungen kommen von Lapp. Der Spezialist für Kabel und integrierte elektrische Verbindungssysteme liefert 210 Kilometer Stringleitungen, sie verbinden immer 27 Module mit jeweils circa 42 Volt Ausgangsspannung zu so genannten Strings. Jeweils 22 Strings sind an einen der 29 Schaltkästen parallel verknüpft, von dort geht es über 21 km DC-Hauptleitungen zu den Wechselrichtern. Für den Übergang ins Mittelspannungsnetz sorgen 5,5 km Wechselspannungskabel.

Ebenfalls von Lapp sind insgesamt 3,5 km Lichtwellenleiter zur Überwachung der gesamten Wechselrichter und zur Datenübertragung von der Wetterstation. Dabei wird jeder String einzeln von dem System überwacht. Die gesamte Anlage ist kommunikationstechnisch nach den aktuellen Anforderungen des Netzbetreibers ausgestattet, damit dieser den Solarpark sicher und zuverlässig aus der Ferne regeln kann, etwa bei Stromüberschuss oder zur Stabilisierung des Netzes bei etwaigen Störungen.

## Vorbildliche Logistik

Jens Brücken, Technischer Geschäftsführer bei der F&S Solar Service, lobt: „Mit Lapp haben wir sehr gute Erfahrungen gemacht, deshalb nutzen wir diese Kabel in allen unseren Solarparks weltweit.“ Vor allem die Lieferfähigkeit sei ein großes Plus des Unternehmens. Während die Planung eines Solarparks Jahre dauern kann – in Jülich waren es sechs Jahre – geht der eigentliche Bau vergleichsweise schnell. Im Durchschnitt steht die Anlage nach drei bis sechs Monaten, der Solarpark in Monte Cristi in der Dominikanischen Republik, brauchte acht Monate. Das gelingt aber nur, wenn die Komponenten pünktlich auf der Baustelle eintreffen.

„Es gibt nicht viele Hersteller, die so große Mengen Kabel überhaupt liefern können“, so Brücken, und bei Lapp habe es nie Lieferprobleme gegeben. Für Monte Cristi erstellte das Unternehmen sogar detaillierte Dokumente über den Inhalt der vielen Container, damit die Zollbeamten sofort erkennen, dass es sich um spezielle Komponenten für erneuerbare Energien handelt, denn nur diese sind vom hohen Einfuhrzoll befreit.

Der Solarpark auf der Merscher Höhe in Jülich ist für F&S Solar nur der Startschuss für weitere Projekte, die mit Sonnenstrom Wasserstoff erzeugen. Auch dort sollen die Kabel von Lapp kommen. □

Unsichtbare Lecks in Druckluftsystemen aufspüren

# Die Luft ist raus!

Die Senkung der Energieverschwendung hilft Unternehmen, ihre Netto-Null-Energie-Ziele zu erreichen. Da die Energiepreise weiter steigen, muss die Lebensmittelindustrie den Energieverbrauch in zweifacher Hinsicht senken, um sowohl die Treibhausgasemissionen als auch die Energiekosten zu senken.

TEXT: Mark Bakker, Fluke BILDER: Fluke; iStock, Isaac Trussell

Einer der einfachsten und kostengünstigsten Ansätze, um Emissionen zu verringern, liegt darin, Energieverschwendung zu reduzieren. Druckluft wird in Produktionsanlagen in großem Umfang eingesetzt. Etwa 10 Prozent der gesamten Energie in der Fertigung wird von Druckluftkompressoren verbraucht. Da es sich um einen großen Teil des

Energieverbrauchs handelt, ist dies ein guter Ausgangspunkt, um Energieeinsparungen zu erzielen.

## Nutzung von Druckluft

In der Getränkeproduktion können mehrere Druckluftkompressoren über Rohre verschiedene Produktionsberei-

che mit Druckluft versorgen. Druckluft wird verwendet, um Produkte zu bewegen, pneumatische Werkzeuge zu betreiben oder Flüssigkeiten für verschiedene Zwecke in Produktionsketten, bei der Verpackung und Reinigung zu pumpen.

Im Brauereiwesen werden verschiedene komprimierte Gase in den Brau-





Gärungs- und Abfüllprozessen verwendet. Druckluft erhöht den Sauerstoffgehalt, um den bakteriellen Gärungsprozess abzuschließen; Luftkompressoren reduzieren den Restsauerstoff bei der Abfüllung, und Flaschen werden mit Kohlendioxid gespült und mithilfe pneumatisch betriebener Maschinen mit Bier befüllt. Da der Brauprozess eine warme

Umgebung erfordert, sind die verwendeten Systeme anfälliger für Lecks.

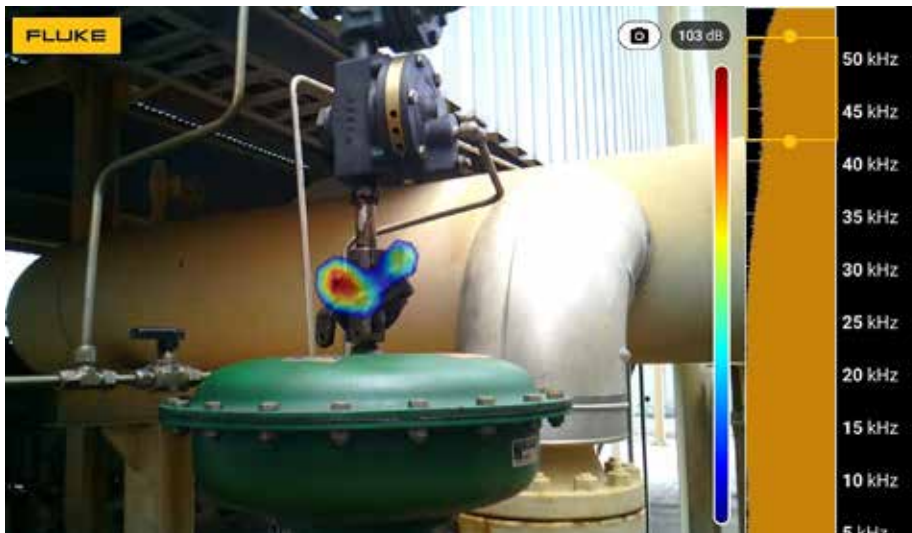
Diese sind aus zwei Gründen unerwünscht: erstens wegen des höheren Energieaufwands und zweitens, weil die Druckluft auch gereinigt und gefiltert wird, um die Sicherheit zu gewährleisten und den richtigen Drucktaupunkt auf-

rechtzuerhalten, der erforderlich ist, um mikrobielles Wachstum zu verhindern.

### Lecks im Kompressorsystem

In einer großen Anlage zur Getränkeherstellung kann sich ein Kompressorsystem über mehrere Hunderte von Metern erstrecken und durch verschiedene





Das Dampfsystem weist Lecks im Kondensatableiter auf. Dampf ist teuer in der Herstellung und diese Art von Systemen ist oft nicht leicht zugänglich.

Systeme durchströmen. Probleme in einem Druckluftsystem können überall entlang dieser Leitungen auftreten – einschließlich des Kompressors, Lufttrockners, der Hauptleitung, der Flansche und Ventile im Clean-in-Place-System, der Sirupmaschine oder des CO<sub>2</sub>-Mischers, ganz zu schweigen von bestimmten Förder- und Pneumatiksystemen.

Ein großer Lebensmittel- und Getränkeverarbeitungsbetrieb in Deutschland gab an, dass der Energieverbrauch seiner Druckluftsysteme im Jahr 2021 bei 300.000 Euro lag. Es wird geschätzt, dass die Verluste aufgrund von Lecks im Netzwerk zwischen 25 und 30 Prozent liegen würden, wenn kein Wartungsmanagement vorhanden wäre. Für die betreffende Anlage würde ein Wartungsplan von diesem Ausgangspunkt aus eine mögliche Energiekosteneinsparung von 120.000 bis 150.000 Euro pro Jahr mit sich bringen. Obwohl wünschenswert, ist es höchst unwahrscheinlich, dass eine Anlage ein 100 Prozent leckfreies Druckluftsystem erreicht. Das Ziel bei üblichem Vorgehen liegt zwischen 8 und 15 Prozent und für eine optimale Vorgehen bei 6 bis 8 Prozent Energieverluste aufgrund von Lecks.

### Unsichtbare Lecks entdecken

Das Auffinden und Beheben von Druckluftlecks kann zu enormen Energieeinsparungen und zu deutlich verringerten Treibhausgasemissionen führen. Bei einigen Getränkeherstellern wurde durch das Auffinden und Beheben von Lecks bis zu 30 Prozent weniger Druckluft verbraucht. Bei Druckluft- und Gaslecks ist das Auffinden schon die halbe Miete und stand in der Vergangenheit auf der To-Do-Liste der Wartungsteams ganz unten. Diese Lecks erzeugen hohe Zischgeräusche bei Frequenzen, die das menschliche Gehör nicht oder nur sehr schwer in einer aktiven Produktionsanlage wahrnimmt.

Neueste Technik zur Erkennung von Druckluftlecks hat dazu geführt, dass die Notwendigkeit, diese Lecks zu hören, der Vergangenheit angehört. Heute lassen sich diese Lecks mit akustischer Bildgebungstechnik aus der Ferne sichtbar machen. Der akustische Bildgeber ist mit einer Reihe hochempfindlicher Mikrofone ausgestattet, die es Wartungsteams ermöglichen, Luft- und Gaslecks innerhalb eines Druckluftsystems schnell und genau zu lokalisieren, selbst

in den lautesten Umgebungen. Ein typisches System lässt sich innerhalb eines Tages scannen, ohne die Produktion zu unterbrechen oder Techniker unnötig in Gefahr zu bringen.

### Lecksuche

Über das grundlegende Kompressorsystem hinaus sind auch die Anlagen selbst potenzielle Verursacher von Luft-, Gas- und Energieverschwendung und sollten bei der Suche nach Luft- und Gaslecks vorrangig gescannt werden.

### Umweltfreundlich messen

Der Einsatz akustischer Bildgeber hilft Herstellern, Energieverschwendung und Treibhausgasemissionen zu reduzieren, indem sich Lecks schnell auffinden lassen. Die Geräte lassen sich auch nach dem Auffinden von Lecks nutzen, um Reparaturen zu überprüfen und sicherzustellen, dass keine neuen Lecks im System auftreten. Wartungsteams sind daher für einen effizienten Betrieb von entscheidender Bedeutung und können mit wirksamen Wartungsprogrammen dazu beitragen, die Energiekosten deutlich zu senken. □



Kraftwerk beim Wandel zur neuen Energiewelt begleiten

# Sichere Erzeugung von Ökowärme

Um ökologische Wärme für über 80.000 Menschen zu gewinnen, entsteht in München die größte Geothermie-Anlage Deutschlands. Das hochkomplexe Energieprojekt zeigt, welche sicherheitstechnischen Aspekte bei der Herstellung der Anlage, aber auch bei der Modernisierung des Heizkraftwerks zu berücksichtigen sind.

TEXT: Matthias Juhr, Fabian Höhler, Gebhard Zeller und Ullrich Stein, TÜV Süd Industrie Service BILDER: SWM; iStock, bubaone, Hispanolistic





Das Heizkraftwerk Süd in München setzt auf Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). Erdgasbetriebene Turbinen produzieren Strom, aus der Abwärme entsteht Fernwärme.

Für die Erzeugung ökologischer Wärme ist die hydrothermale Tiefengeothermie besonders geeignet. Dabei stammt die Energie aus heißem Thermalwasser, das aus tiefen Schichten an die Erdoberfläche gefördert wird. Die Erschließung eines geeigneten Standorts erfordert hohe Investitionen – und birgt Risiken in allen Projektphasen. Denn jede Geothermie-Anlage ist ein Unikat, weil die lokalen Gegebenheiten stark variieren können, so beispielsweise die geologischen Verhältnisse, die Bohrungstiefen, die Temperatur und die Zusammensetzung des Thermalwassers sowie der Förderdruck. Gegebenenfalls ist das Anlagenkonzept flexibel anzupassen, weil die Temperatur und/oder die tatsächliche Fördermenge von den Prognosen abweichen. Die erfolgreiche Umsetzung eines Geothermie-Projekts benötigt viel Know-how und die Einbindung unabhängiger Expertinnen und Experten für Beratungs- sowie Prüfleistungen, insbesondere mit spezieller Erfahrung in der Sicherheitszertifizierung.

## KWK und Geothermie gemeinsam

Im Heizkraftwerk Süd in München wird die Technologie der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) eingesetzt. Erdgasbetriebene Turbinen produzieren Strom, aus der Abwärme entsteht Fernwärme. Auf dem Kraftwerksgelände entsteht zurzeit die größte Geothermie-Anlage Deutschlands. Denn die Stadtwerke München (SWM) haben sich zum Ziel gesetzt, an einem Standort neben Strom und Wärme auch ökologische Wärme zu gewinnen. Die geologischen Bedingungen sind ideal: In der Tiefe befindet sich in wasserdurchlässigen Gesteinsschichten ein ergiebiges, mit Thermalwasser gefülltes Wärmereservoir. Die sechs Bohrungen gehen von einem Sammelbohrplatz aus und erschließen das Thermalwasservorkommen in Tiefen von 2.400 bis 3.200 Metern und dessen Wärme für mehr als 80.000

Münchnerinnen und Münchner. Aber auch in die KWK-Anlagen investiert der Betreiber. Eine Gas- und Dampfturbinenanlage (GuD) mit höherem Wirkungsgrad wird die bisherige GuD 1 ersetzen. In der GuD 2 wurden die Gasturbosätze gegen Maschinen mit höherer Effizienz und besserem Abgasverhalten getauscht. SWM hat TÜV Süd Industrie Service beauftragt, sowohl bei der Herstellung der Geothermie-Anlage als auch im Zuge des Neubaus der GuD 1 sowie der Ertüchtigung der GuD 2 die Anlagensicherheit zu prüfen.

## Herstellung und Inbetriebsetzung

Geothermie-Anlagen sind komplexe verfahrenstechnische Systeme, die aus Komponenten und Baugruppen zusammengesetzt werden. Zu Beginn findet eine Vorprüfung statt, die sich auf die Kontrolle der Bauteile bezieht. TÜV Süd hat die Spannungsberechnungen und die Auslegung von Rohrleitungsteilen und -systemen geprüft und war an der Überwachung der baulichen Ausführung beteiligt. Im Vordergrund stand dabei die Dokumentations- und Funktionsprüfung des Zusammenbaus und des Schutzes der Komponenten nach Druckgeräterichtlinie (DGRL 2014/68/EU). Die Prüfung der Schweißtechnik gehörte ebenso dazu. Ziel war es, die einzelnen Druckgeräte in Verkehr zu bringen und zu klären, ob die Geothermie-Anlage als funktionale Einheit richtig abgesichert ist. Hinzu kam, dass die Anlage gemäß bergrechtlichen Vorgaben zu prüfen war. Die Konformitätsbewertungen nach Druckgeräterichtlinie sind abgeschlossen. Der erste Anlagenteil ging am 1. Juli 2021 erfolgreich in Produktion. Die Anlage wurde bis Ende 2021 hinsichtlich der Einhaltung der Anforderungen deutscher Rechtsvorschriften zur Anlagensicherheit (gemäß BetrSichV) überprüft und abgenommen und stand somit für die Heizperiode 2021/2022 bereits zur Verfügung. Im Frühjahr



**HAZOP-Analyse: Expertinnen und Experten verschiedener Fachgebiete kommen zusammen, um Sicherheitsfragen und Anlagenkonzepte zu diskutieren. Die Moderation übernimmt eine erfahrene unabhängige Person.**



2022 wurden alle Prüfungen hinsichtlich der bergrechtlichen Anforderungen erfolgreich abgeschlossen und der detaillierte Abschlussbericht vorgelegt.

## Neubau für maximale Effizienz

Eine moderne KWK-Anlage nutzt rund 90 Prozent der Energie aus dem Erdgas. SWM hat deshalb entschieden, die KWK-Anlagen des Heizkraftwerks Süd auf den neuesten Stand zu bringen. Die GuD 1 wird vollständig durch eine neue Anlage mit höherer Effizienz ersetzt. Der Neubau wird beginnend von der Fertigung der Kesselkomponenten (zum Beispiel in der Türkei und in China), über den Zusammenbau mit der Verrohrung vor Ort, bis hin zur Abnahme der Sicherheitstechnik von TÜV Süd Expertinnen und Experten begleitet. Dazu gehören auch die sicherheitsrelevante Begutachtung der Feuerung und der Brennstoffversorgung für den Abhitzeessel sowie die Prüfung der Abgasführung und der neuen Gasturbine und Dampfturbine. Alle geplanten Prüfungen, welche die Turbinen und die sicherheitsrelevanten Steuerungen betreffen, wurden im Vorfeld mit SWM besprochen und im Detail abgestimmt. An den Prüfungen und Zertifizierungen vonseiten des TÜV Süd sind Fachspezialistinnen und Fachspezialisten der Bereiche „Anlagensicherheit“ sowie „Energie & Systeme“ beteiligt. Der Einbau der Kesselkomponenten mit baubegleitenden Prüfungen ist ab Herbst 2022 und die Inbetriebnahme der neuen GuD 1 für Ende 2023 geplant.

## Mögliche Gefahren im Blick

SWM hat TÜV Süd beauftragt, bei den Prüfungen sicherheitsrelevante Aspekte auskömmlich zu betrachten. Dazu gehörte auch, potenzielle Gefahren im Vorfeld systematisch in

den Blick zu nehmen und zu bewerten. Deshalb wurde zu Baubeginn der GuD 1 eine Gefährdungs- und Risiko-Analyse nach dem HAZOP- (Hazard and Operability-) Verfahren durchgeführt. Die Analyse findet in einer Gesprächsrunde statt, die von einer erfahrenen Person moderiert wird. Teilnehmende waren interne und externe Spezialistinnen und Spezialisten vonseiten des Betreibers, der Hersteller und des TÜV SÜD. Gemeinsam wurden verschiedene Szenarien unter die Lupe genommen, um zu schauen, an welchen Stellen kritische Störungen auftreten können. Die Beteiligten prüften, ob die vorhandenen Absicherungen ausreichen und entwickelten Modelle für geeignete Gegenmaßnahmen. Wegen möglicher Änderungen im Bauverlauf soll die HAZOP-Analyse nach Fertigstellung nochmals gespiegelt werden. Am Ende werden die Ergebnisse in einer schriftlichen Dokumentation festgehalten.

## Ertüchtigung der GuD 2


Um die neuen Gasturbosätze der GuD 2 zu montieren, musste die Anlage vom Netz genommen werden. TÜV Süd prüfte die Funktionale Sicherheit der neuen Maschinen. Zudem wurde die Hauptleittechnik erneuert. Das sind wichtige Schritte, denn bei der Strom- und Wärmeerzeugung gelten besonders hohe Standards für die Sicherheit, die Umweltverträglichkeit, die Verfügbarkeit und die Effizienz der Anlagentechnik. Hersteller müssen deshalb vor der Inbetriebnahme einer neuen oder modernisierten Anlage alle vertraglich zugesicherten Eigenschaften sowie die Werte für Leistung und Wirkungsgrad nachweisen. Dies geschieht im Rahmen von Performance-Tests, die mit eigens dafür entwickelten Messprogrammen durchgeführt werden. Die gesammelten Ergebnisse zeigen, ob wichtige Richtlinien und Standards eingehalten werden. Das erste Anfeuern mit Gas der ertüchtigten GuD 2 wurde zum Jahresende 2021 erfolgreich durchgeführt. □

Verkehrswende auf der Schiene - Wasserstoffzug Mireo Plus H

# POWERSTOFF FÜR DEN SCHIENENANTRIEB

Das Gemeinschaftsprojekt „H2goesRail“ entwickelt ein völlig neues Wasserstoff-Gesamtsystem für die Schiene. Die deutsche Bahn und Siemens Mobility präsentieren den erster Roll-out des Mireo Plus H Wasserstoffzuges und des Wasserstoff-Speichertrailers für die mobile Wasserstoff-Schnellbetankung.

TEXT: Siemens Mobility, Deutsche Bahn BILDER: Siemens Mobility; iStock, Hatcha



Die Deutsche Bahn (DB) und Siemens Mobility treiben die klimafreundliche Verkehrswende auf der Schiene weiter voran. Erstmals präsentierten beide Partner am Siemens-Fertigungsstandort in Krefeld Elemente des Gesamtsystems: den neu entwickelten Mireo Plus H, der nächsten Generation eines Wasserstoffzugs, und einen von Grund aus neu konzipierten, mobilen Wasserstoff-Speichertrailer.

Das Wasserstoff-Fahrzeug und die passende Infrastruktur sollen Dieseltriebzüge im Regionalverkehr ersetzen und die CO<sub>2</sub>-Emissionen auf der Schiene auf den Wert Null reduzieren.

## Projekt H2goesRail

Das Projekt H2goesRail wird im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie mit insgesamt 13,74 Millionen Euro durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) gefördert. Die Förderrichtlinie wird von der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW) koordiniert und durch den Projektträger Jülich umgesetzt.

„Die Bundesregierung hat im Koalitionsvertrag vereinbart, bis 2030 75 Prozent des Schienennetzes zu elektrifizieren“, so Michael Theurer, Parlamentarischer Staatssekretär beim BMDV und Beauftragter der Bundesregierung für den Schienenverkehr. „Alternative Antriebe können helfen, die Emissionen des Dieselverkehrs auf der Schiene zu reduzieren. So können wir auch auf den Strecken nahezu klimaneutral fahren, wo eine Vollelektrifizierung nicht möglich ist. Mit H2goesRail wird ein Projekt realisiert, das den Einsatz von Wasserstoff für die Schiene nicht nur erproben, sondern substantziell voranbringen wird.“

„Nur mit einer starken Schiene und alternativen Antriebsarten wird es uns gelingen einen wesentlichen Beitrag gegen den Klimawandel zu leisten. Der Mireo Plus H ermöglicht einen klimafreundlichen und emissionsfreien Personenverkehr“, sagt Michael Peter, CEO von Siemens Mobility. „Wir haben mit dem Mireo Plus H die nächste Generation von Wasserstoffzügen entwickelt, die eine besonders hohe Reichweite und höhere Beschleunigung bietet. Jeder ausgelieferte Zug kann über die Lebensdauer von 30 Jahren bis zu 45.000 t CO<sub>2</sub> gegenüber entsprechenden Autofahrten einsparen.“

„Wasserstoffzüge sind für die Deutsche Bahn ein wichtiger Baustein auf dem Weg zur Klimaneutralität“, so Dr. Daniela Gerd tom Markotten, Vorständin Digitalisierung & Technik





Der zweiteilige Zug Mireo Plus H ist bereit mit klimafreundlicher Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie unterwegs.

bei der Deutschen Bahn. „Mit unserer Entwicklung der mobilen Wasserstofftankstelle und der dazugehörigen Instandhaltungsinfrastruktur zeigen wir, dass wir bei der DB nicht nur Mobilität, sondern auch Technik können. Und genau die braucht es für den klimafreundlichen Verkehr von morgen. Gemeinsam mit Siemens und dem neu entwickelten Wasserstoffzug schaffen wir so ein Gesamtsystem, das uns einen weiteren Schritt Richtung Dieselausstieg bringt und eine Vergrößerung der Flotte ermöglicht.“

## Abschied von Diesel

Der Mireo Plus H für das H2goesRail-Projekt hat als Zweiteiler eine Reichweite von bis zu 800 Kilometern, ist so leistungsfähig wie elektrische Triebzüge und zeichnet sich durch eine hohe Antriebsleistung von 1,7 MW für bis zu 1,1 m/s<sup>2</sup> Beschleunigung und eine Höchstgeschwindigkeit von bis zu 160 km/h aus. Die dreiteilige Variante des Zuges hat eine Reichweite von bis zu 1.000 km.

Ein Schlüsselement, um Wasserstofftechnologie im Betriebsalltag konkurrenzfähig zum bisher verwendeten Dieseldieselloststoff zu machen, ist ein schneller Betankungsvorgang. Die DB hat daher ein neuartiges Verfahren entwickelt, mit dem die Betankung eines Wasserstoffzuges erstmalig genauso schnell verläuft, wie die Betankung eines Dieseltriebzugs. Das ist ein wichtiger Aspekt angesichts der eng getakteten Zugfolgen im Regionalverkehr der DB.

Wasserstoffzüge sind eine besonders klimafreundliche Antriebstechnologie, denn mit grünem Wasserstoff fahren sie emissionsfrei – ausgestoßen wird nur Wasserdampf, kein CO<sub>2</sub>. Am Beispiel des H2goesRail-Projekts ergeben sich auf

der Strecke zwischen Tübingen und Pforzheim durch den Abschied von Diesel Einsparungen von bis zu 330 t pro Jahr. Generell kann der Mireo Plus H abhängig vom Streckenprofil 520 t pro Jahr einsparen (gerechnet auf 200.000 km Laufleistung).

Der benutzte Wasserstoff wird in Tübingen von DB Energie mit Hilfe von Ökostrom direkt aus der Oberleitung produziert. Um den Zug warten zu können, wird das DB-Werk in Ulm entsprechend mit Technologie ausgerüstet.

## Die Fakten zum Projekt im Detail

Offiziell trägt das Verbundförderprojekt den Namen „H2goesRail“. Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) fördert das Projekt durch das Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP 2) mit über 13 Millionen Euro. Das NIP 2 wird von der Organisation NOW koordiniert und durch den Projektträger Jülich umgesetzt.

Der Mireo Plus H wird diverse 2023 Testfahrten in Baden-Württemberg aufnehmen. Ab 2024 ist er für das Projekt H2goesRail im regulären Passagierbetrieb zwischen Tübingen, Horb und Pforzheim im Einsatz und ersetzt einen dort fahrenden Dieseltriebwagen. Siemens Mobility und die Deutsche Bahn präsentieren das Projekt H2goesRail und den Mireo Plus H auch auf der InnoTrans 2022, der weltweit größten Messe für Bahntechnik, in der Hauptstadt Berlin.

## Wasserstoffantrieb

Bei Wasserstoffantrieben mit Brennstoffzellentechnologie entsteht aus der chemischen Reaktion von Wasserstoff und

Das Projekt „H2goesRail“ ist ein sehr wichtiger Schritt für den Dieselausstieg und die klimafreundliche Verkehrswende.



Sauerstoff elektrische Energie und als „Abfallprodukt“ Wasser. Der Einsatz solcher Züge ist für die DB eine Möglichkeit, klimaneutral zu werden und Dieselfahrzeuge durch alternative Antriebsarten zu ersetzen. Für die Erzeugung des umweltfreundlichen grünen Wasserstoffs wird Ökostrom genutzt. DB Energie stellt die Wasserstoffversorgung sicher.

## Mireo Plus H

Für den einjährigen Passagierbetrieb entwickelt Siemens einen zweiteiligen Regionalzug mit einem Wasserstoffantriebssystem der neuesten Generation. Es besteht aus einer Brennstoffzelle und einer Lithium-Ionen-Batterie. Die Neuentwicklung Mireo Plus H wird so leistungsfähig sein, wie elektrische Triebzüge und eine Reichweite von bis zu 800 km haben – abhängig von den betrieblichen Einsatzbedingungen wie der Jahreszeit oder der Strecke. Eine dreiteilige Variante hat eine bominelle Reichweite von 1.000 km. Niedrige Lebenszykluskosten durch geringen Aufwand für Wartung und Instandhaltung und eine Höchstgeschwindigkeit von 160 km/h zeichnen das Fahrzeug aus.

## Tankstelle

Die DB entwickelt, erprobt und optimiert die für die Wasserstoffversorgung nötige Infrastruktur. Der Wasserstoff wird im DB-Werk Tübingen durch Elektrolyse erzeugt, der dafür notwendige Ökostrom kommt direkt aus der Oberleitung.

Im sogenannten Elektrolyseur wird Wasser mit Hilfe von Ökostrom in Wasserstoff und Sauerstoff aufgespalten. In einem Kompressor verdichtet, wird der Wasserstoff in einem mobilen Speicher gelagert. Vor dem Tankvorgang wird der

grüne Treibstoff aufbereitet und gekühlt. Der mobile Aufbau des Systems ermöglicht weitere Erprobungsprojekte an bislang nicht erschlossenen Strecken.

## Schnellbetankung

Der Zug wird in einem neuartigen Verfahren mit Wasserstoff betankt: Erstmals dauert dies nicht länger als die Betankung eines Dieseltriebzugs. Das ist ein wichtiger Aspekt angesichts der eng getakteten Zugfolgen im Regionalverkehr der DB. Damit wird die Wasserstofftechnologie im Betriebsalltag konkurrenzfähig zum bisher verwendeten Dieselmotorkraftstoff.

## Instandhaltung

Die Werkstatt von DB Regio in Ulm wird für die Instandhaltung von Wasserstofftriebzügen speziell umgerüstet. Die Instandhaltung des Wasserstoffzuges kann dort dann durch geschulte Mitarbeiter von DB Regio mit Unterstützung durch Mitarbeiter von Siemens Mobility erledigt werden.

## Passagierbetrieb

Der Zug wird nach einer Testphase ab 2024 ein Jahr lang zwischen Tübingen, Horb und Pforzheim im Passagierbetrieb unterwegs sein. Geplant sind etwa 120.000 km planmäßiger Bahnbetrieb. Die Strecke eignet sich besonders wegen der für den Regionalverkehr beispielhaften Taktung des Fahrplans und der abwechslungsreichen Topografie. Der Mireo Plus H von Siemens wird einen auf dieser Strecke üblicherweise genutzten Dieseltriebwagen ersetzen und etwa 330 t CO<sub>2</sub> einsparen. Die Triebfahrzeugführer werden speziell für das Fahrzeug ausgebildet und fahren dieses dann im Passagierbetrieb. □

So arbeiten Smart Grid Cluster optimal  
in einem Verbund als virtuelles Kraftwerk

## Virtuelle Zusammenarbeit

Das Projekt „Smart Grid Cluster“ beschäftigte sich speziell mit der Implementierung eines virtuellen Kraftwerks bestehend aus mehreren Smart Grids. Ziel des virtuellen Kraftwerks ist, neben der Bereitstellung von Wirkleistung durch dezentrale erneuerbare Erzeuger, im zukünftigen Energiesystem verschiedene Netzdienstleistungen wie Regelleistung oder Blindleistung zu erbringen und den Netzbetrieb zu optimieren.

**TEXT:** Philipp Gamper und Antonius v. Perger, Technische Universität München; Vivavis

**BILDER:** Vivavis; iStock, ipopba

Das Konzept des Smart Grid Clusters wurde mithilfe von Labortests erprobt und im Netzgebiet Unterfarnbach der Infra Fürth umgesetzt. Hierfür wurde ein Regelframework sowie neue Betriebsmittel entwickelt und eine BSI-konforme Kommunikationsinfrastruktur aufgebaut. Das Projekt wurde von einem Konsortium aus

der Forschung und der Industrie zwischen März 2019 und August 2022 bearbeitet.

### Kommunikation

Power Plus Communications sorgt für die Kommunikationsinfrastruktur. Die „letzte Meile“ bis zum Betriebsmittel

wurde mithilfe von Breitbandpowerline-Kommunikation (BPL) erschlossen, die Latenzen von unter 100 ms und Datenraten im Bereich einiger Mbit/s ermöglicht und die vor Ort verlegten Niederspannungskabel oder -freileitungen zur Datenübertragung nutzt. Als Backbone-Anbindung kommen im Projektgebiet zwei





Konzepte zum Einsatz: Zum einen eine zentrale Anbindung großer BPL-Zellen über Mittelspannungspowerline bis zum Glasfaseranschluss im Umspannwerk. Zum anderen eine dezentrale Anbindung von kleinen Mikro-BPL Zellen via LTE. Beide Zellen waren mittels eines Layer-2-VPN direkt miteinander gekoppelt.

Eine wesentliche Weiterentwicklung gegenüber dem Vorgängerprojekt ist die sichere Datenübertragung über Smart-Meter-Gateways. Für die Übertragung von Schaltbefehlen und Fahrplänen wird die sogenannte „Controllable Local Systems“-Schnittstelle (CLS) genutzt. Als Besonderheit in diesem Projekt befindet sich der

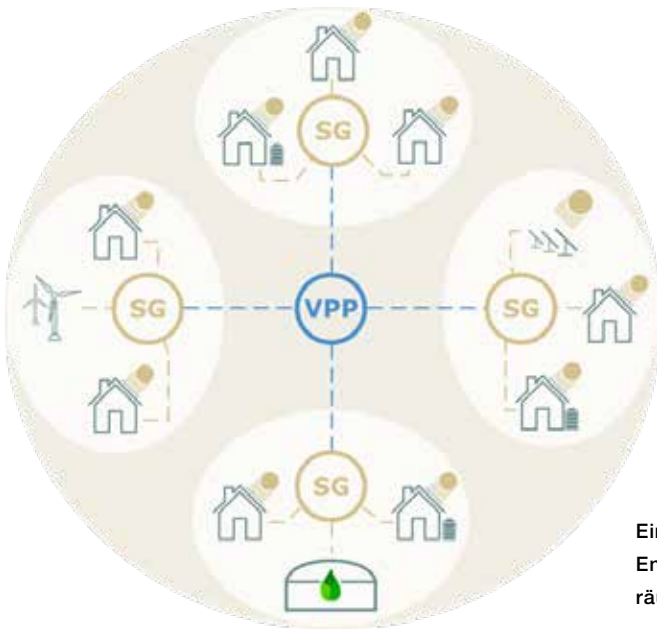
sogenannte „aktive externe Marktteilnehmer“ (aEMT) in Form eines Controllers in unmittelbarer Nähe zu den Netzbetriebsmitteln – nämlich in der Ortsnetzstation. So wird es grundsätzlich möglich, eine dezentrale Verteilnetzregelung zu realisieren, die auch im Zweifelsfall autark agieren und zum Beispiel einen temporären Inselnetzbetrieb aufrechterhalten kann.

## Leittechnik

Vivavis ist als Hersteller von Systemen für die digitale Infrastruktur in der Energieversorgung am Forschungsprojekt beteiligt. Das Unternehmen steuert die Komponenten zur Datenerfassung und Steuerung der im Feld vorhandenen Messgeräte und Anlagen bei. Zusätzlich realisiert es die Datenkommunikation zwischen der Ortsnetzstation und den einzelnen Feldgeräten BSI-konform über ein intelligentes Messsystem (iMSys).

Durch den Einsatz einer Steuerbox und die damit verbundene Kommunikation über das Protokoll IEC 61850 konnte die bestehende ressourcenintensive Kommunikation (Modbus-Polling) durch Umstellung auf eine ausschließliche Übertragung relevanter Datenänderungen (IEC 61850 Reporting) erheblich verbessert werden. Die Kommunikation zwischen Steuerbox und Ortsnetzstation erfolgt verschlüsselt über das intelligente Messsystem und somit BSI-konform. Lokal werden die regelbaren Erzeugungs- und Verbrauchsanlagen über das bekannte SunSpec-Protokoll via Modbus/TCP angesteuert.

In der Ortsnetzstation ist eine dezentrale Regelung des entsprechenden Ortsnetzbereichs realisiert. Dazu integrierte Vivavis die gesamte benötigte Laufzeitumgebung für den von der Technischen



Ein Virtual-Powerplant (VPP) oder Virtuelles Kraftwerk ist eine auf Energie- und Steuerungsebene zusammengeschaltete Einheit an räumlich weit verteilten Energieerzeugern.

Universität München entwickelten Regelalgorithmus in die Feldtechnik der Ortsnetzstation. Dort werden alle Messdaten im Ortsnetzbereich gesammelt und dem Regelalgorithmus zur Verfügung gestellt. Dieser löst anhand der Daten entsprechende Regelbefehle aus, die wiederum an die Steuerboxen im Feld weitergeleitet werden. Damit wird ein in sich geschlossener Betrieb der Regelung des Ortsnetzbereichs erreicht. Zusätzlich ist die Ortsnetzstation an die Leitsystemebene angebunden, sodass auch aus übergeordneten Netzbereichen entsprechende zentrale Regelvorgaben erfolgen können.

Durch die deutlich größere Anzahl von Betriebsmitteln wachsen die Anforderungen an die Vereinfachung der Systemparametrierung. Hier wurde an zwei Wegen gearbeitet: Die Objektorientierung von Betriebsmitteln im Engineering-Prozess und die Automatisierung durch die Nutzung und Aufbereitung von Netzmodelldaten aus anderen Systemen (GIS, Netzplanung). Diese Daten werden nicht nur für das zentrale Netzleitsystem – also die klassischen SCADA-Funktionen zur Visualisierung und Netzberechnung – verwendet, sondern auch den intelligenten dezentralen Einheiten der Regelung im Feld zur Verfügung gestellt.

### Leistungselektronik

Zum Ausgleich schwankender Erzeugungs- und Verbrauchsleistungen wurden durch den Projektpartner Grass Power Electronics dezentrale elektrische Speicher mit Lithium-Batterien zur Stabilisierung des Netzes installiert. Diese Speicher übernehmen unterschiedliche Aufgaben, um den Netzbetrieb zu optimieren. Einerseits werden Leistungsspitzen verkleinert, wenn die Speicher gezielt Energie aufnehmen oder abgeben. Andererseits sind die Speicher über moderne Leistungselektronik an das Netz angeschlossen. Durch spezielle, im Projekt entwickelte Steuerungs- und Regelungsverfahren trägt diese durch den gezielten Einsatz von Blindleistung zur Einhaltung der Spannungsgrenzen im Netz bei. Dadurch können die Leitungen im gesamten Netz stärker ausgelastet werden, was zu einer höheren übertragbaren Leistung führt.

Die Speicher sind modular aufgebaut, sodass eine Anpassung der Leistung in Schritten von 50 beziehungsweise 100 kW einfach möglich ist. Die Effizienz der Anlagen konnte durch Verwendung von Batterien mit Gleichspannungen bis circa 800 V deutlich erhöht werden. Die Leistungselektronik kann auch ohne Batterie-

speicher mit einer modifizierten Software als ein reiner Blindleistungssteller in dem System eingesetzt werden.

Grass Power Electronics konnte in Zusammenarbeit mit dem Institut ELSYS der Technischen Hochschule Nürnberg im Rahmen des Forschungsprojektes Stromrichter mit GaN-Leistungshalbleitern umsetzen. Weiterhin konnte die Funktionalität und Dynamik der Anlagen durch eine neu entwickelte Signalprozessorsteuerung mit umfangreichen Softwaremodulen systematisch weiterentwickelt werden. Die Anlagen sind dadurch in der Lage, etwa störende oder unerwünschte Frequenzen, sogenannte Oberschwingungen, zu erkennen und durch Erzeugung von Strömen in Phasenopposition zu eliminieren. Die Anlagen wurden mit umfangreicher Datenkommunikation sowie Aufzeichnungs- und Analysefunktionen ausgestattet, die auch fernauslesbar sind. Dadurch können alle Betriebszustände detailliert untersucht und ausgewertet werden, um die Anlagen weiter zu optimieren.

### Regelkonzept

Die Professur für Elektrische Energieversorgungsnetze der Technischen Universität München hat innerhalb des Projektes,



Das Smart Meter Gateway (SMGW) in einem Verteilerschrank sorgt für eine intelligente Kommunikation zu allen relevanten Energiesystemen.

neben der Koordination der Aufgaben, die Entwicklung eines Regelframeworks sowie der Regelstrategien übernommen.

Ziel war es einen hierarchischen und damit sicheren und einfach zu skalierenden Aufbau zu erreichen. Hierfür wurden verschiedene Ebenen innerhalb der Regelstruktur definiert. Die untere Ebene stellt die Einhaltung der physikalischen Limits des Netzes sicher (thermische Grenzwerte, Spannungsgrenzwerte). Diese Ebene ist lokal bei den Erzeugern implementiert und kommt somit ohne Kommunikationsinfrastruktur aus. Damit stellt sie auch die Rückfallebene bei Kommunikationsproblemen oder Störungen dar. Die übergeordnete Regelebene koordiniert die Erbringung von Dienstleistung und sorgt für einen optimierten Netzbetrieb.

Die Regelstrukturen selbst sind über Behavior Trees definiert. Diese bieten, im Gegensatz zu herkömmlichen Zustandsautomaten, eine übersichtlichere und modulare Struktur. Um die im virtuellen Kraftwerk für Dienstleistungen zur Verfügung stehende Leistung zu ermitteln, wird eine vereinfachte Zustandsschätzung verwendet. Dazu werden die speziellen Abhängigkeiten der Zielgrößen von den Stellgrößen über Simulationsmodelle ermittelt

und in linearisierter Form den Reglern übergeben. Auf dieser Basis können Optimierungsprobleme formuliert werden, die in Echtzeit gelöst werden können, um beispielsweise Leistungen optimal zu verteilen oder Engpässe zu vermeiden.

Auf Grundlage dieses Konzepts wurde ein neues, echtzeitfähiges Regelframework entwickelt und simulativ erprobt. Nach erfolgreichen Labortests kommt es auch im Feldtestgebiet zum Einsatz. Die Regelung arbeitet dabei mit einem Intervall von wenigen Sekunden, wodurch dynamisch und schnell auf kurzfristige Änderungen, beispielsweise in der Einspeisung von Erneuerbaren Energien, reagiert werden kann.

### Fazit

Das Projekt „Smart Grid Cluster“ hat gezeigt, dass mithilfe der iMSys-Infrastruktur die Umsetzung eines virtuellen Kraftwerks nach Vorgaben des BSI möglich ist. Im Einzelnen waren einige Individuallösungen notwendig, um die verschiedenen Komponenten in eine gemeinsame Regelstruktur zu integrieren. Für die Umsetzung solcher Systeme im größeren Maßstab und mit vertretbarem Aufwand empfiehlt sich daher eine Standardisierung aller beteiligten Komponenten. □

A photograph of an Ixxat SG gateway device, a white and grey industrial unit with various ports and a display. It is set against a blue-tinted background of industrial equipment. A circular badge in the bottom right corner of the image reads "NEU! LoRaWAN® für die einfache Anbindung entfernter Anlagen über Funk". Below the device are three circular icons: "IEC 60870-5", "IEC 61850", and "dnp3".

NEU!  
LoRaWAN®  
für die einfache Anbindung  
entfernter Anlagen  
über Funk

IEC 60870-5  
IEC 61850  
dnp3

## Ixxat SG-gateways

...vereinen Datenströme in der Energieautomatisierung, in Industriesystemen und im IIoT

- Unterstützte Energie-Protokolle: IEC 61850, IEC 60870-5-104, DNP3 Outstation
- Flexible Anbindung an industrielle Anwendungen via Modbus TCP/RTU, EtherNet/IP, PROFINET, PROFIBUS
- Konfiguration per Web-Interface sowie einfache grafische Programmierung per Web-PLC
- Firewall, OpenVPN und Passwortschutz
- Cloud-Anbindung über MQTT, OPC-UA und HMS-HUB
- 4G-Modem und LoRaWAN® für Steuerung, Cloud und Fernwartung

[www.ixxat.com/de/energy](http://www.ixxat.com/de/energy)





Prävention von Schwachstellen in elektrischen  
Verbindungen mit Wärmebildkamera

# Alles in Ordnung

Wenn elektrische Verbindungen oder Komponenten ausfallen, kann es teuer werden. Aber auch im Sinne der Brandprävention gilt es: Ausfälle müssen vermieden und Fehler in Verteilungssystemen mit Wärmebildtechnik aufgedeckt werden.

TEXT: Teledyne BILD: iStock, Marccophoto

Wenn elektrische Verbindungen und Systemkomponenten unerwartet ausfallen, kann dies zu ungeplanten Ausfallzeiten, kostspieligen Reparaturen und Produktionsausfällen führen. Außerdem besteht eine erhöhte Brandgefahr durch Kurzschlüsse oder brennende Kabel. Deshalb ist es wichtig, das elektrische Verteilersystem regelmäßig zu überprüfen, um sicherzustellen, dass alles einwandfrei funktioniert. Das umfasst auch die Inspektion von Sammelschienen, Leistungsschaltern, Sicherungen und Schalttafeln. Elektrische Verteilertafeln befinden sich in der Regel in Schaltschrankgehäusen und sind daher nur schwer auf drohende Ausfälle zu überprüfen.

## Eine Lösung

Elektrische Verbindungen und Komponenten zeigen normalerweise Anzeichen von Überhitzung, bevor sie ausfallen. Die Wärmebildtechnologie kann hier wichtige Informationen liefern, die mit bloßem Auge allein nicht erkennbar sind. Eine Wärmebildkamera wie die Flir E95 zeigt Wartungsfachleuten heiße Stellen an Bauteilen und Anschlüssen und hilft ihnen, beanspruchte Elemente einer Elektroinstallation zu erkennen, bevor es zu Ausfällen und Störungen kommt. Das ermöglicht ihnen, elektrische Probleme im Rahmen einer geplanten Wartung zu beseitigen, bevor sie zu einem ernstem und kostspieligen Problem werden. Wartungsfachleute können die Wärmebildtechnik auch in Kombination mit anderen Instrumenten wie Zangenmessgeräten, Digitalmultimetern und IR-Fenstern einsetzen, um etwa sicherzustellen, dass das Verteilungssystem optimal und zuverlässig funktioniert.

## Die Ergebnisse

Durch regelmäßige thermische Inspektionen können Fachleute bei der Wartung mögliche Temperaturprobleme (Hotspots) an elektrischen

Komponenten und Geräten schnell erkennen und lokalisieren. Lose Verbindungen, schlechte Kontakte, Probleme mit Sicherungen, asymmetrische Lasten und belastete Erdschlüsse können mit einer Wärmebildkamera entdeckt werden.

Eine vorbeugende Instandhaltung mit Thermografie erhöht also die Sicherheit, indem sie das Risiko eines elektrischen Brandes verringert, unerwartete Ausfälle vermeidet, das Risiko ungeplanter Stromausfälle reduziert und dabei hilft, geplante Reparaturen und Wartungen perfekt zu planen. □

Driving the world

**SEW**  
EURODRIVE

# Das intelligente Leistungs- und Energiemanagement



Mit Power and Energy Solutions senken Sie den Energiebezug und erhöhen die Anlagenverfügbarkeit sowie die Netzqualität.

Ihre Mehrwerte:

- Reduktion von Leistungsspitzen aus dem Versorgungsnetz
- unterbrechungsfreier Anlagenbetrieb bei Netzausfall
- weniger Oberwellen im Versorgungsnetz



[www.sew-eurodrive.de/power-energy-solutions](http://www.sew-eurodrive.de/power-energy-solutions)



So hilft RPA in der Energiewirtschaft

## „Prozesse per RPA beschleunigen“

Was Sie schon immer über Robotic Process Automation in der Energiewirtschaft wissen wollten, sich aber nie getraut haben zu fragen. Wir haben die wichtigsten Fragen gesammelt und uns von Sascha Dörr, Spezialist für RPA in der Energiewirtschaft bei Cortility, beantworten lassen.

TEXT + BILD: Cortility

**Der Einsatz von Robotern wird zunehmend Standard. Die Vorteile liegen auf der Hand: Roboter senken die Durchlaufzeiten und erhöhen die Qualität, da sie kaum Fehler machen. Aber was ist mit den typischen Bürotätigkeiten?**

Sascha Dörr: Tatsächlich wird bisher die Digitalisierung und Automatisierung der Bürotätigkeiten kaum diskutiert. Gerade dort fallen aber viele Routinetätigkeiten an. In der Energiewirtschaft übernimmt Robotic Process Automation (RPA) beispielsweise bei typischen Anwendungen wie Zählerstandserfassung, Lieferantenwechsel, Insolvenzmonitoring, Dokumentenablage, Vertragsmanagement oder Kündigungen strukturierte Automatisierungen.

**Woran hapert es also?**

Die Technologien sind bereits da. Die entscheidende Aufgabe ist es, sie in den Unternehmen sinnvoll zu implementieren. Das ist unsere Aufgabe. In der heutigen Arbeitswelt sind die meisten Abläufe IT-basiert. Wir arbeiten dabei mit den verschiedensten IT-Systemen, um Aufgaben zu erledigen. Daher sind an vielen Stellen immer noch manuelle Eingriffe erforderlich. Beispielsweise extrahieren wir Daten, werten sie aus und sind dabei auf unterschiedlichsten Applikationen unterwegs. Dieser manuelle Aufwand summiert sich schnell, denn er fällt oft täglich an. Dafür ist Robotic Process Automation die Lösung, indem ein RPA-Workflow im Arbeitsprozess aufgesetzt wird. Das ergibt eine Zeitersparnis und man kann sich anderen Aufgaben widmen.

**Wie sieht so ein Roboter aus?**

Bei einem Roboter im Sinne der RPA handelt es sich im Gegensatz zu den Robotern, die wir aus der Fertigung kennen, nicht um eine physische Maschine mit Armen, Beinen oder Greifern. Bei RPA handelt es sich um ein Softwareprogramm, mit dem RPA-Bots generiert werden, welche einen Mitarbeiter bei den verschiedensten Aufgaben unterstützen.

**Wie müssen wir uns das grundsätzlich vorstellen, wie läuft der Implementierungsprozess für solch einen RPA-Bot aus?**

Der RPA-Agent oder Bot wird zentral auf dem Computer installiert und kann mit einem Klick autonom ausgeführt werden. Der Prozess wird vorher im Detail besprochen. Wo wird was von dem Mitarbeiter geklickt? Welche Daten werden selektiert und transferiert? Welches Programmfenster oder welche Transaktion wird geöffnet? Es wird also eine Ist-Aufnahme des gesamten manuellen Arbeitsprozesses erstellt. Dieser Prozessschritt wird meist von dem Cortility-Berater gemeinsam mit dem Fachexperten aus dem jeweiligen Unternehmen erledigt. Dann wird diese Ist-Aufnahme in der Software umgesetzt, optimiert, >



- > und der automatisierte Arbeitsablauf wird fertiggestellt. Im Prinzip werden dabei aktuell entwickelte Prototypen genutzt, die auf die individuellen Bedürfnisse des Kunden zugeschnitten werden. Mehrere Prototypen werden aktuell von Cortility in der Praxis getestet zum Beispiel: „Anlegen SEPA Mandaten“ und „Abschlagsänderungen aus Excelliste“.

### Aber Sie setzen auf SAP als Basis, warum?

Das Fundament ist SAP Robotic Automation, auf dem bei uns die RPA Lösungen für die Versorgungswirtschaft aufbauen. Bei Cortility haben wir uns bewusst für SAP entschieden, vorab Marktanalysen durchgeführt und daraus hat sich SAP Robotic Automation herauskristallisiert. Dabei half, dass Cortility über umfangreiche Erfahrungen mit Stadtwerken und mittelgroßen Energieversorgern und dessen spezifischen Bedürfnissen verfügt. SAP bietet die Prozess-Automatisierungs-Ebene, auf der sogenannten Business Technology Plattform an, dazu vorkonfigurierte Pakete und Entwicklungsbibliotheken.

### Welchen Mehrwert hat RPA?

Dreierlei: Zeitersparnis, Schnelligkeit, fehlerfreies Arbeiten. Gerade bei Prozessen, die in Massen abgearbeitet werden, bringt der RPA-Bot Vorteile. Er macht weniger Fehler, denn der Bot vertippt und verschreibt sich nicht, arbeitet sehr zuverlässig und effizient. Er ist 24/7 einsatzbereit, fährt nicht in Urlaub und wird nicht krank. Der Mitarbeiter wird von den sich wiederholenden Routineprozessen entlastet und kann für höherwertige Tätigkeiten eingesetzt werden. Wissenschaftler schätzen, dass RPA-Bots ein Neuntel der Kosten verursachen, die in Mitteleuropa auf Personalkosten für die bisher eingesetzten Mitarbeiter entfallen.

### Welche Prozesse lassen sich mit RPA automatisieren?

Vor allem manuelle und strukturierte Arbeitsabläufe mit einem hohen Transaktionsvolumen (Tippen, Klicken, Selektieren, Transferieren, Applikationen öffnen), standardisierter digitalisierter Input, wiederholbare Prozesse. Bei Energieversorgern etwa sind es zahlreiche Funktionen wie beispielsweise Abschlagsänderungen, Zählerstandserfassung, Lieferantenwechsel, Insolvenzmonitoring, Dokumentenablage, Vertragsmanagement, Kündigungen, Umzugsmeldungen oder Zählerwechsel. □

Wir regeln das.



## GO! für das brandneue EOR-IDS – der wirtschaftliche Kurz- & Erdschlussanzeiger für intelligente Verteilnetzstationen



- Zuverlässige Erdschluss-Richtungsanzeige in allen Netzformen
- Systematische Eingrenzung des Fehlerorts (Pulsortung)
- Bleibt meldebereit – auch im Schwarzfall
- Flexibel in der Wahl Ihrer Sensoren

Gehen Sie jetzt online auf [a-eberle.de/EOR-IDS](http://a-eberle.de/EOR-IDS) oder scannen Sie den **QR-Code** für alle Produktinformationen oder eine Anfrage zum EOR-IDS



Umspannwerke durchgängig Normen-konform entwickeln

# Booster für den Netzausbau

Heute mehr denn je muss sich der Netzausbau erheblich beschleunigen. Das stellt jedoch höchste Ansprüche an die Anlagenplanung und ihre Software-Systeme, auch in Bezug auf das Umsetzen der aktuellen Standards zur Anlagenbeschreibung und -struktur. Sie sind die Basis für Datenaustausch, Qualität und Effizienz, doch die meisten Engineeringtools scheiterten bislang daran, diese Normen effizient abzubilden. Doch es gibt eine Lösung.

TEXT: Michaela Imbusch, Aucotec

BILDER: TenneT; M. Imbusch/TenneT; iStock, goktugg







Eine der bedeutendsten Normen für den Netzausbau ist die IEC 61850, gemeinsam entwickelt von der International Electrotechnical Commission (IEC), Herstellern und Stromversorgern.

In der Energiewende sind Dezentralisierung, Smart Grids, Digitalisierung und Interoperabilität die großen Themen der Energieversorger. Sie bieten enorme Chancen, sind aber gleichzeitig die größten Herausforderungen für eine Branche, die sich in einem epochalen Transformationsprozess befindet. Doch was ist zu tun und welche Lösungen gibt es?

## Normgerechter Digitaler Zwilling

Der Software-Entwickler Aucotec ist seit Jahrzehnten mit dem System Ruplan in Deutschland, Tschechien und der Slowakei der „Platzhirsch“ bei der Erstellung von Schaltbüchern, Schaltplänen und Folgedokumenten für die Energieübertragung und -verteilung. Aucotecs Plattform Engineering Base (EB) baut auf diesen Erfahrungen und einer sehr engen Zusammenarbeit mit den Kunden auf, arbeitet aber datenzentriert und geht damit weit über die Möglichkeiten üblicher filebasierter Systeme hinaus. Sie reicht von der Definition und automatischen Generierung der Datenmodelle primärtechnischer Komponenten über normgerechte Stationsautomatisierung bis zur effizienten Unterstützung von Um- und Ausbauten. Die Folge: Verkürzte Planungsphasen durch Minimieren von Medienbrüchen, Datenübertragungen und Fehlern. Zudem kann EB den digitalen Zwilling einer Schaltanlage über ihren gesamten Lebenszyklus stets aktuell halten und als bislang einziges System Normen wie die IECs 61850, 81346 oder 61355 bis ins Detail effizient umsetzen. Warum ist das so?

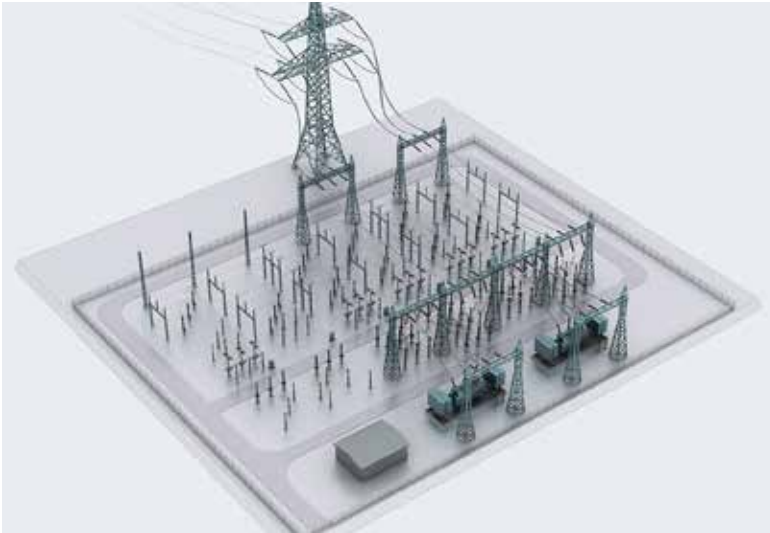
## Daten statt Dokumente

Mit dokumentenorientierten Systemen werden Primär- und Sekundärtechnik separat erarbeitet. Relevante Daten müssen dann entweder über XLS-Listen oder per Hand übertragen werden. In EB dagegen lassen sich dank Datenzentrierung und Objektorientierung bereits die Primärgeräte anlegen. EBs Anlagenmodell erlaubt das Entwickeln von Objekten, bevor ein Stromlaufplan gezeichnet ist. So entfallen fehlerbehaftete Doppeleingaben; Änderungen sind auch für jeden Sekundärtechniker sofort ersichtlich, genau wie für die Schutz- und Leittechnik. Ihre Expertinnen und Experten können zudem alle IEC-61850-relevanten Informationen für die Hochspannungsgeräte eingeben. So nutzen Primär-, Sekundär- sowie Schutz- und Leittechnik EBs digitalen Zwilling der Feldgeräte als „Single Source of Truth“, können ihren Planungsstand jederzeit einsehen und weiterbearbeiten.

## Neuer Standard zur Standard-Umsetzung

So durchgängig EBs Workflow ist, er wäre nichts ohne die effiziente Umsetzung der relevanten Normen. Ein Beispiel ist die IEC 81346 zur Anlagenstrukturierung und Referenzkennzeichnung. Hier haben vor allem filebasierte Systeme Probleme, die komplette Assoziationsstruktur abzubilden. EB dagegen setzt neue Standards für durchgängige, transparente Objektkennzeichnung nach Orts-, Produkt- und Funktionsaspekt. Diese dedizierten Informationen werden automatisch





Die Plattform Engineering Base (EB) den digitalen Zwilling einer Schaltanlage über ihren gesamten Lebenszyklus stets aktuell halten und als bislang einziges System Normen wie die IECs 61850, 81346 oder 61355 bis ins Detail effizient umsetzen.

an alle untergeordneten Objekte weitervererbt. Das spart Zeit und Fehler. Auch die IEC 61355 ist abbildbar. Ihre tiefe Integration erlaubt es, die Namensgebung der Dokumentenebene an die Aspekte der IEC 81346 zu koppeln, sodass die Dokumentationsbäume jederzeit stimmig sind. Das ist einzigartig.

### IEC 61850: neutral = zukunftssicher

Eine der wichtigsten Normen für den Netzausbau ist die IEC 61850, gemeinsam entwickelt von der International Electrotechnical Commission (IEC), Herstellern und Stromversorgern. Als Konsequenz aus der Digitalisierung der Branche mit zunehmender Intelligenz und Komplexität verlangt sie, digitale Umspannwerke einheitlich und herstellernerneutral zu beschreiben. Ziel ist eine bessere Interoperabilität sowie Wiederverwendbarkeit von Komponenten in einem durchgängigen Engineering-Prozess. Aktuell werden jedoch noch immer herstellerspezifische Tools verwendet, die nur eine Systemebene der Stationsautomatisierung abdecken und sich mit der neutralen, vom Standard geforderten Substation Configuration Language (SCL) schwertun. Deshalb müssen Anlagenbauer und -betreiber bislang mit einer Reihe von Tools „jonglieren“ und verlieren viel Zeit mit Daten-Ein- und Übergaben.

EB dagegen minimiert als Single Source of Truth solche Systembrüche. Zudem „spricht“ die Plattform SCL und speist damit das Substation Configuration Tool (SCT) des langjährigen Aucotec-Partners und SCL-Experten H+S. Schon seit Jahren ist das komfortable Erstellen von Single-Line-Diagrammen mit bidirektionalem Austausch der Hochspannungsgeräte-Daten zwischen SCT und Engineering möglich. Mit einer jetzt äußerst weit in die Anlagenstruktur vertieften Kopplung

erkennt EB auch die Intelligent Electronic Devices (IEDs). Sie brauchen nur grafisch mit den einzelnen Geräten verbunden zu werden, dann generiert EB automatisch die normgerechten IID-Files (Instantiated IED Description), die zur Konfiguration der Leitebene notwendig sind, und stellt sie nahtlos zur Bearbeitung im SCT zur Verfügung.

Das spart nicht nur beim Planen viel Zeit, sondern bei jedem Geräte austausch, von denen es im Laufe eines Anlagenlebens etliche gibt. Welches Gerät auch immer durch welchen Hersteller auch immer ersetzt wird, die Dokumentation ist schnell und konsistent aktualisiert, inklusive Schutz- und Leitkonzept. Kein mühsames Zusammensuchen von Datenpunklisten mehr, keine Redundanzen und fehleranfälligen Datenübergaben. Auch XML- oder IEC-61850-Expertenwissen ist nicht erforderlich.

### Typicals effizient managen

Eine Schlüsselfunktion im Workflow hat naturgemäß die Anlagen-Modellierung. Hier verkürzt EB Durchlaufzeiten mit funktionsorientierten Standardbausteinen (Typicals), die hohe Datenqualität gewährleisten. Das Typical enthält nicht einzelne Geräte, sondern ganze Funktionen samt zugehöriger Blätter, Geräte, Kabel, Drähte und Logiken. Es wird jetzt auch in EBs Advanced Typical Manager „am Stück“ gehandhabt.

Da Optionen separat als Teilschaltungen in der Datenbank liegen, ebenso wie alle machbaren Varianten, verringert sich die Typical-Menge um rund zwei Drittel. Die üblichen „Kopierprojekte“, von denen es Hunderte geben kann, sind passé; Kontrollaufwände und Fehler sind deutlich minimiert, und die

Anlage lässt sich quasi per Klick konfigurieren. Das hat bei einem Netzbetreiber zu fast 75 Prozent Zeitersparnis geführt.

## Um- und Ausbauten leicht gemacht

50 „Lebens-“Jahre sind für ein Umspannwerk gang und gäbe, meist geprägt von zahlreichen Um- und Ausbauten. Die Aktualität der Dokumentation ist dabei eine riesige Herausforderung. Hierfür hat Aucotec eine Reihe von Assistenten entwickelt, die aufgrund von EBs zentraler Datenbank, die als Drehscheibe für alle Informationen sämtlicher Beteiligter dient, eine außergewöhnliche Konsistenz schaffen. Dort ist jeder Artikel der Anlage durch genau ein Objekt im Datenmodell repräsentiert. Daher zeigen sich Änderungen unmittelbar in jeder Ansicht des Objekts, ob in Explorer, Tabelle oder Grafik.

## Datenqualität für Jahrzehnte gesichert

All dies verkürzt nicht nur Projektzeiten, sondern verbessert auch die Datenqualität. Doch EB geht noch einen Schritt weiter. Mit QS-Tools, deren Automatismen Wochen an händischer Prüfarbeit sparen und gleichzeitig gewährleisten, dass die Anlagendokumentation inklusive Richtlinieneinhaltung fehlerfrei ist. Sie helfen in der Planungsphase, bei Dokumentationsübergaben an die Betreiber und später nach Umbauten im Betrieb. Auf Knopfdruck liefert EB ein Zertifikat, das Betreibern auf den ersten Blick die Datenqualität anzeigt. Gleichzeitig ist über die IEC 61850 die Qualität der neutralen Anlagendaten für Jahrzehnte gesichert. So lässt sich, zusammen mit dem durchgängigen Engineering-Prozess sowie dem einfachen Datenaustausch zwischen Anlagenbauern, -betreibern und Zulieferern, der Netzausbau signifikant „boostern“. □

## IMPRESSUM

**Herausgeber** Kilian Müller

**Head of Value Manufacturing** Christian Fischbach

**Redaktion** Bernhard Haluschak (Managing Editor/verantwortlich/-928), Leopold Bochtler (-922), Matej Gavranovic (-927), Rieke Heine (-901), Dana Neitzke (-930), Ragna Iser (-898)

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

**Head of Sales** Andy Korn

**Anzeigen** Andy Korn (Head of Sales/verantwortlich/-917), Saskia Albert (-918), Beatrice Decker (-913), Caroline Häfner (-914), Alexandra Klasen (-917), Christian Kneißl (-899); Anzeigenpreisliste: vom 01.01.2022

**Inside Sales** Marie-Theres Bauer (-929); sales@publish-industry.net

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

**Geschäftsführung** Kilian Müller

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

**Abonnement** Das Abonnement enthält die regelmäßige Lieferung der Energy 4.0 (derzeit 4 Ausgaben Energy 4.0), sowie als Gratiszugabe das jährliche, als Sondernummer erscheinende E4.0-Kompodium.

**Jährlicher Abonnementpreis**

Ein JAHRES-ABONNEMENT der Energy 4.0 ist zum Bezugspreis von 51,20 € inkl. Porto/Versand innerhalb Deutschlands und MwSt. erhältlich (Porto: EU-Zone zzgl. 10 € pro Jahr, Europa außerhalb EU zzgl. 30 € pro Jahr, restliche Welt zzgl. 60 € pro Jahr). Jede Nachlieferung wird zzgl. Versandkosten und MwSt. zusätzlich berechnet. Im Falle höherer Gewalt erlischt jeder Anspruch auf Nachlieferung oder Rückerstattung des Bezugsgeldes. Studentenabonnements sowie Firmenabonnements für Unternehmen, die Energy 4.0 für mehrere Mitarbeiter bestellen möchten werden angeboten. Fragen und Bestellungen richten Sie bitte an leserservice-pi@vuservice.de

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

**Herstellung** Veronika Blank-Kuen

**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 4.0 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
Aucotec.....	48	Insys.....	22
Bachmann.....	25	Klinger.....	27
BASF.....	12	Lapp.....	12, 28
CNC Onsite.....	18	Landis+Gyr.....	55, 56
Copa-Data.....	13	MAN Energy Solutions.....	12
Cortility.....	46	Novatec.....	62
Deakin University.....	12	Phoenix Contact.....	Titel, 8, 11
Deme Offshore.....	24	publish-industry.....	3. Umschlagseite
Deutsche Windtechnik.....	8	RWE.....	23
Esri Dech.....	52	Rittal.....	20
Fluke.....	30	SEW-Eurodrive.....	45
Forschungszentrum Jülich.....	12	Siemens.....	36
Fraunhofer IKTS.....	66	Teledyne.....	44
Fraunhofer Institut UMSICHT.....	12	TÜV Süd.....	33
Fritzen.....	15	TU Wien.....	6
Gisa.....	3, 58	Verbund.....	2. Umschlagseite
Hamburg Messe.....	17	Vivavis.....	40, 61
HMS.....	43	Wöhner.....	4. Umschlagseite
Infineon.....	26		



Analyse, Modellierung und Exploration von Daten mit ArcGIS

## „Aus Standortdaten mehr herausholen“

Gerade im Energiebereich sind Daten essenziell. Kombiniert man diese in geographischen Informationssystemen und Analysewerkzeugen lassen sich interaktive, kontextabhängige Karten zur Datenvisualisierung erstellen. Doch was bringt das? Thomas Kijftenbelt von Esri Dech beantwortet diese und weitere Fragen im Energy-4.0-Interview.

**DAS INTERVIEW FÜHRTE:** Matej Gavranovic, E4.0 **BILD:** Esri Dech

**Die gegenwärtige Energiekrise zeigt, dass ein Fokus auf erneuerbare Energien notwendig ist. Welche modernen Technologien können an dieser Stelle Abhilfe schaffen?**

Das ist eine gute Frage. Tatsächlich ist ein großes Problem für den Ausbau der erneuerbaren Energien, oft auch als EE-Anlagen bezeichnet, die Standortplanung. Diese ist komplexer als vielen Laien bewusst ist – somit ist ein Weg, wie moderne Technologien Abhilfe leisten und den Ausbau beschleunigen können, die Standortanalyse. Ausgangspunkt für die Standortanalyse sind Daten aus unterschiedlichen Quellen wie zum Beispiel digitale Geländemodelle, Luftbilder, Vegetation, Bebauung, Schutzgebiete, demografische Daten sowie 3D-Modelle der EE-Anlagen. All diese Daten können in Geographischen Informationssystemen (GIS) kombiniert werden und ergeben so einen ganzheitlichen digitalen Zwilling, auch "Digital Twin" genannt. Mithilfe dieses Zwillings können datenbasierte, fundierte Entscheidungen getroffen werden. Die geografischen Analysen, die sich auf seiner Grundlage durchführen lassen, können durch KI optimiert und automatisiert werden. Ebenso spielt KI eine wichtige Rolle bei der automatisierten Bilderkennung, welche bei der Standortanalyse – beispielsweise der Berechnung von Solarpotenzialen – aber auch bei der Schadenserkennung von EE-Anlagen zum Einsatz kommt.

**Was genau ist ArcGIS?**

Esri ist der Anbieter von ArcGIS, dem weltweit führenden Geografisches Informationssystem. Dabei handelt es sich um eine durchgängige Geo-Plattform, bestehend aus Desktop-, Web- und mobilen Anwendungen. Die drei Hauptfunktionen sind zum einen das zentrale Datenmanagement in einer Enterprise Datenbank, die als "Single Source of Truth" dient, inklusive der Integration in Drittsysteme. Darüber hinaus bietet das ArcGIS-System verschiedene Werkzeuge für die Analyse, Modellierung und Exploration von Daten, meist mit geographischem Bezug, sowie zuletzt das Teilen der Daten und Ergebnisse mit Dritten mittels leichtgewichtiger und einfach zu konfigurierender Web-Anwendungen. Das ArcGIS-System bildet den zentralen Bestandteil einer Location Strategy in Unternehmen und unterstützt diese außerdem bei der Umsetzung ihrer Digitalisierungsstrategie.



## „ArcGIS richtet sich generell an alle Branchen und das unabhängig von der Unternehmensgröße.“

### Welche Technologien oder Werkzeuge kommen bei ArcGIS zum Einsatz?

Wir nutzen viele moderne Technologien wie beispielsweise die 3D-Visualisierung in Form von BIM-Objekten oder als 3D-Mesh, das aus 2D-Luftbildern generiert wird. Auch Geodaten aus dem Living Atlas oder Marktdaten von Partnern kommen bei uns zum Einsatz. Neben modernen Datenformen ist natürlich auch unsere Architektur state-of-the-art. Das heißt: eine moderne, Service-basierte System Architektur in der Public Cloud als Software-as-a-Service (SaaS), in der eigenen Server-Infrastruktur (on-premises), als hybrides System oder containerisiert als Microservices auf Kubernetes sind gängige Deployment-Modelle des ArcGIS Systems. Darüber hinaus lassen sich seit neuestem Knowledge-Graph-Datenbanken in ArcGIS einbinden, um unstrukturierte Daten zu verwalten und zu analysieren. Das ArcGIS System unterstützt zudem die Integration und Verarbeitung ereignisbasierter Echtzeit-Datenströme von zum Beispiel Sensoren als Datenquellen in das Enterprise-GIS und bietet somit auch Funktionen einer IoT-Plattform.

### Ist ArcGIS mit jeder Plattform oder jedem System kompatibel?

ArcGIS ist offen gegenüber Drittsystemen, wodurch ein Vendor lock-in vermieden wird. Auch die Erstellung und Einbindung OGC-konformer Dienste ist möglich. Dasselbe gilt für Opensource-Frameworks und Libraries wie zum Beispiel TensorFlow, Python oder Leaflet. Durch integrierte ETL-Tools wird nahezu jedes Datenformat unterstützt und die standardisierte und dokumentierte REST-API erlaubt die Kommunikation mit anderen Systemen. Eine wichtige Rolle spielen hier auch unsere Allianzen mit anderen großen Software-Anbietern, wie zum Beispiel Autodesk und ihrer Construction Cloud, Salesforce, Microsoft und die direkte Integration von ArcGIS in deren Systeme.

### Durch ArcGIS lassen sich Standorte identifizieren, die potenziell an bereits bestehende Netze integriert werden können. Wie kompliziert ist dieser Vorgang und was muss dabei berücksichtigt werden?

GIS ist das Standardwerkzeug für die Standortanalyse von Objekten jeglicher Art – sei es, um den besten Standort für einen neuen Supermarkt oder eben den optimalen Standort von EE-Anlagen zu identifizieren. Bei der Planung von EE-Anlagen, aber zum Beispiel auch bei dem Bau von E-Ladesäulen, spielt das Leitungsnetz eine bedeutende Rolle. Es muss nämlich den zusätzlichen Belastungen durch diese Anlagen standhalten. Liegen die Leitungsnetze als topologisch funktionales Netzwerk digital im GIS vor, können diese in die Standortplanung miteinbezogen werden. Je genauer und umfangreicher die für die Standortplanung einbezogenen Daten sind, umso höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass der zukünftige Standort „erfolgreich“ ist.

### Erneuerbare Energien können auf unterschiedliche Weise gewonnen werden. Kann jede Form von alternativen Energien in bestehende Netze eingebaut werden oder gibt es Ausnahmen, die es zu beachten gilt?

Mithilfe der ArcGIS-Technologie und des ArcGIS Utility Networks können alle Energieversorgungsarten wie Strom, Gas, Wasser, Wasserstoff oder Wärme gemeinsam visualisiert und spartenübergreifend analysiert werden. Jede Sparte hat ihre speziellen Anforderungen, teilweise auch abhängig von den unterschiedlichen Anforderungen der jeweiligen Netzbetreiber. Ziel sollte es deshalb sein, alle Sparten so detailliert wie möglich zu dokumentieren, ohne dass dafür die verwendete Software aufwändig angepasst werden muss. Nur so lässt sich die Interoperabilität zwischen den einzelnen Sparten optimieren >

# „Die Technologie kann Energieversorgungsparten gemeinsam visualisieren und spartenübergreifend analysieren.“

- > und die Kommunikation und der Datenaustausch zwischen den jeweiligen Netzbetreibern, den Betreibern der EE-Anlagen und deren Dienstleistern wesentlich verbessern.

### Welche Vorteile ergeben sich durch Geomapping/Geodaten im Bereich der Erneuerbaren Energien?

Als klare Vorteile sind einerseits die standardisierten und beschleunigten Planungs- und Analyseprozesse von EE-Anlagen zu bezeichnen. Zum anderen ist die ganzheitliche und durchgängige Betrachtung des Lifecycles von EE-Anlagen, also neben der Planung auch der Bau, Betrieb und die Instandhaltung unter Einbeziehung der dafür notwendigen Netzinfrastrukturen ebenfalls sehr nützlich. Durch die Einbeziehung von Geodaten und Geoanalysen in diese Prozesse lassen sich diese beschleunigen und fundierte, datenbasierte Entscheidungen ableiten.

### Gibt es Unternehmen, welche besonders von ArcGIS profitieren könnten?

ArcGIS richtet sich generell an alle Branchen – insbesondere an Utilities, Transport, Telekommunikation, Kommunen und Länder, Einzelhandel, Banken und Versicherungen, sowie Behörden mit Sicherheitsaufgaben wie zum Beispiel Polizei und Feuerwehr. Die Größe des Unternehmens spielt dabei keine Rolle, da ArcGIS funktional, architektonisch und bei der Anzahl der Nutzer leicht skalierbar ist. Nach einer weit verbreiteten These besitzen rund 80 Prozent aller Daten einen Raumbezug, woraus sich folgern lässt, dass nahezu jedes datengetriebene Unternehmen von einem GIS profitieren kann.

### Wie kann ein Unternehmen den Umgang mit ArcGIS erlernen?

Esri bietet eine sehr detaillierte Online-Hilfe in verschiedenen Sprachen an, zudem frei zugängliche Tutorials und Lernprogramme wie zum Beispiel Learn ArcGIS. Die Alternative dazu sind unsere Trainer-geführten Schulungen oder ein individuelles on-boarding durch das Esri Professional Services Team.

### Können Sie ein praktisches Beispiel nennen, wie der Einsatz von Geomapping beziehungsweise ArcGIS bei einer nachhaltigen Energiestrategie unterstützt hat?

Ein Beispiel, wie Geomapping für den Ausbau von erneuerbaren Energien eingesetzt wird, ist der Bau neuer Photovoltaik-Anlagen entlang von Autobahnen. Denn hier gibt es Platz auf Freiflächen und Schutzwällen entlang von Straßen und Bahnlinien, wodurch sich ein großes Potenzial für neue Anlagen bietet. Mit ArcGIS könnten wir hier sowohl die Standortanalyse unterstützen, aber auch die Genehmigungsplanung, den Bau und sogar den späteren Betrieb. Ein weiteres interessantes Beispiel ist die Herstellung von grünem Wasserstoff. Grüner Wasserstoff kann bis 2050 bis zu einem Viertel des weltweiten Energiebedarfs abdecken – es lohnt sich also hier einmal genauer hinzuschauen. Grüner Wasserstoff ist eine Art der Förderung und gleichzeitig die nachhaltigste Methode zur Herstellung von Wasserstoff. Bei diesem Verfahren wird Energie aus Wind, Sonne oder einer anderen erneuerbaren Quelle genutzt, um Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff aufzuspalten, wobei keine Kohlenstoffemissionen entstehen. Für Wasserstoffproduzenten werden die Kosten für die Umstellung auf grünen Wasserstoff weitgehend von einem wesentlichen Faktor bestimmt – nämlich dem Standort der Wasserstoffanlage. Wichtig ist also auch hier die Standortanalyse. □



Das vollständige Interview lesen Sie online über den Link im QR-Code und unter: [industr.com/2661901](https://www.industr.com/2661901)

# SPEZIAL: SMART METERING

Landis+Gyr  
manage energy better

## Plug-and-Play-Zähler für Smart Metering und Submetering ab S. 56



### SMART CHARGING

E-Fahrzeuge nach Plan laden ab S. 58

### SMART METERING

Strom per Digital Twins steuern ab S. 62

### KNOW-HOW

Smart Grid, SMGW oder SM-PKI? S. 65



## Smart Metering und Submetering neu gedacht

# Gamechanger für die Wohnungswirtschaft

Die Energie- und Immobilienunternehmen stehen vor großen Herausforderungen. Denn hohe Kosten für Strom und Primärenergien zwingen Anwender zum Umdenken im Umgang mit den Ressourcen. Ein wichtiger Aspekt sind dabei neue und smarte Energiezähler. Sie helfen durch ihre eingebaute Intelligenz, effizient mit Strom umzugehen und damit signifikant Energie zu sparen.

TEXT: Landis+Gyr BILDER: Landis+Gyr; iStock, Dmytro Lialiuik

So erweitert Landis+Gyr mit dem smarten System E320 eHZ die E320/E220 Zählerplattform um eine neue Plug-and-Play-Variante nach FNN-Lastenheft. Dank ihrer Stecktechnik sind die Geräte leicht und unkompliziert montierbar; in der Wireless-M-Bus-Variante ist die für die Übermittlung von Verbrauchsdaten speziell entwickelte Funktechnik bereits integriert. Damit eignet sich die E320/E220 Zählerfamilie für den schnellen und wirtschaftlichen Rollout ebenso wie für das Multimetering in der Wohnungswirtschaft. Der E320 eHZ mit Wireless-M-Bus ist ab sofort verfügbar und wird für spürbare Entlastung des von Lieferengpässen geprägten Marktes für elektronische Haushaltszähler sorgen, so das Unternehmen.

Der Basiszähler und die modernen Messeinrichtungen sind mit Stecktechnik (E320 eHZ/E220 eHZ) oder 3-Punkt-Befestigung (E320/E220) erhältlich. E320 eHZ und E220 verfügen optional über den integrierten Wireless-M-Bus. Sowohl die drahtgebundenen als auch die mit Funktechnik arbeitenden Zähler erfüllen mit dem Tarifierungsfall TAF7 (Zählerstandsgangmessung im 15-Minuten-Takt) die Anforderungen für Wechselprozesse im Messwesen (WiM). Basiszähler und Moderne Messeinrichtungen weisen eine durchgängige Interoperabilität mit allen zertifizierten Smart Meter Gateways auf. In dieser großen Bandbreite deckt das komplette E320/E220-Portfolio alle individuellen Erfordernisse der unterschiedlichen Marktteilnehmer vollständig ab und das unabhängig vom konkreten Anwendungsfall oder den baulichen Gegebenheiten vor Ort.

## Individuelle Lösungen aus der Großserie

Das Unternehmen Landis+Gyr hat die Zählervarianten auf Basis von verschiedenen Use Cases und Praxisanforderungen

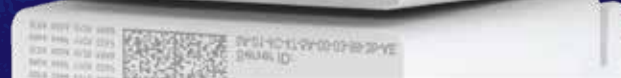
von Energieversorgern, Messstellenbetreibern und Unternehmen der Wohnungswirtschaft entwickelt. Das Sortiment kombiniert große Flexibilität mit den Vorteilen der Großserie. Denn der Hersteller setzt bei der Zählerplattform auf ein hohes Maß an Standardisierung und ein modulares Gerätekonzept. Dies ermöglicht einerseits passgenaue Lösungen, andererseits aber auch die schnelle Bereitstellung hoher Stückzahlen. Das dürfte die aktuelle Versorgungslage entspannen – vor allem im Bereich der Steckzähler ist der Markt derzeit von vielen Engpässen geprägt, die erhebliche Verzögerungen beim Rollout der Systeme mit sich bringen.

## Kurze Lieferzeiten, schnelle Montage

Mit über 5.000 Mitarbeitern und Fertigungslinien in zehn Ländern gehört Landis+Gyr zu den führenden und leistungsfähigsten Produzenten von Smart Metering-Systemen weltweit. In den vergangenen zehn Jahren hat das Unternehmen rund 1 Milliarde US-Dollar in Forschung und Entwicklung investiert, die installierte Zählerbasis liegt über 300 Millionen, davon rund 100 Millionen intelligente Geräte. „Durch die hohe Verfügbarkeit der Zähler und das unkomplizierte Plug-and-Play-Konzept lassen sich die größten Herausforderungen des Rollouts – Fachkräftemangel, Wirtschaftlichkeit und Erlösquellen – ohne Abstriche bei der Funktionalität überwinden“, so Olaf Abbing, Geschäftsführer und Head of Sales Landis+Gyr Deutschland. Unter anderem ermöglicht die neue Zählergeneration eine einfache und kostengünstige Montage von vielen Geräten über größere Distanzen, einen unterbrechungsfreien Zählerwechsel und die mühelose kommunikationstechnische Anbindung ohne Telekommunikations-Knowhow. Der Wegfall der Verdrahtung verringert den Installationsaufwand erheblich und minimiert mögliche Fehlerquellen.

## Smarte Lösungen für die Wohnungswirtschaft

Die Digitalisierung der Verbrauchserfassung und eine genaue Abrechnung trägt nicht nur den gesetzlichen Vorgaben der Energieeffizienzrichtlinie Rechnung, indem Mietern aktuelle Verbrauchsdaten zur Verfügung gestellt werden. Sie bietet Immobilienunternehmen überdies erhebliche Einspar- und Effizienzpotenziale und ermöglicht neue, attraktive Geschäftsmodelle. Mit der Möglichkeit des digitalen, kabellosen Multimetering und der Fernauslesung können sie Verbräuche spartenübergreifend und effizient erfassen und automatisiert abrechnen – bei im Vergleich zu konventionellen Systemen erheblich reduziertem technischen, organisatorischen und logistischen Aufwand. Voraussetzung dafür ist eine leicht zu installierende, aber sichere und zuverlässige Infrastruktur für die Datenübertragung. Durch seine Kommunikationstechnik stellt der E320 eHZ daher einen Game-Changer für die Wohnungswirtschaft dar: Mit Wireless M-Bus ist ab Werk eine eigens für die Anforderungen des Smart Metering und Submeterings entwickelte Technologie integriert, die auch unter ungünstigen Bedingungen und innerhalb von Gebäuden Verbrauchsdaten zuverlässig übermittelt. Damit ist der E320 eHZ ein effizientes Werkzeug für die Digitalisierung der Verbrauchsabrechnung und ein idealer Einstieg in das Smart Building. □



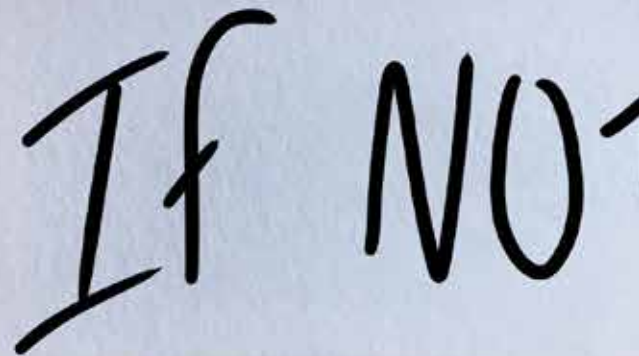


Smart Charging Modell der Zukunft

# Energiebezug planbar machen

Ein Novum gelingt Gisa, Mitnetz Strom und Audi mit Partnern: Mit dem zeitlich flexiblen Ladevorgang von E-Fahrzeugen in Verbindung mit einem Ladeplan können Energiemarkt-Teilnehmer individuelle Anreize schaffen und Verteilnetzbetreiber regulierend eingreifen. Ein Modell für die Zukunft – wenn alle Stakeholder mitziehen.

TEXT: Uwe Klemm, GISA; Steve Bahn, Mitnetz Strom; Hanswerner Görlitz, Audi    BILDER: Gisa; iStock, Bychikhin\_Olexandr



If NO

E-Autofan Martin Dorwege kommt 17.30 Uhr nach Hause, fährt seinen Audi e-tron in die Garage, steckt das Ladekabel ein und weiß: Morgen 8 Uhr kann er wieder in sein E-Auto steigen mit dem guten Gefühl, dass es über Nacht mit grüner Energie geladen wurde. Gleichzeitig weiß der verantwortliche Verteilnetzbetreiber (VNB) genau Bescheid, wann geladen werden wird und kann steuernd eingreifen, ohne signifikanten Komfortverlust für den Kunden. Perfekt.

Noch ist das Wunschdenken. Doch woran hakt es bei der Umsetzung? An intelligenten Fahrzeugen? Die sind längst in Produktion und teilweise sogar schon auf dem Markt. An individuellen Anreizen und Angeboten seitens Energieversorgern, mit denen Kunden möglichst grünen oder flexiblen Strom beziehen? Auch die sind bei den Anbietern längst in der Pipeline. Dann an der Möglichkeit für VNB im Falle der Gefährdung der Netzstabilität eine zeitliche Ladealternative anzubieten?

Hier wird es schwierig. Denn praktikable Lösungen für den sinnvollen Eingriff in den Ladeablauf waren bisher rar gesät. Ehrlich gesagt: Sie waren nicht vorhanden.

## Wenn Gutes noch besser wird

Gisa trieb bereits 2021 eine starke Kooperation mit Mitnetz Strom und Audi aktiv voran und hatte für die Hürde auf dem Weg zum smarten Laden eine valide Lösung gefunden. Damals gelang es in einem ersten Projekt, das netzdienliche Laden von Elektrofahrzeugen durch eine stufenlose Leistungsreduktion während des Ladevorgangs über das Smart Meter Gateway (SMGW) umzusetzen und damit ein Werkzeug für den VNB zur Vermeidung eines örtlichen Blackouts bereitzustellen.

Eine clevere Lösung. Der einzige Wermutstropfen: Der VNB musste damals in den Ladevorgang eingreifen. Wurde



# NOW, WHEN?

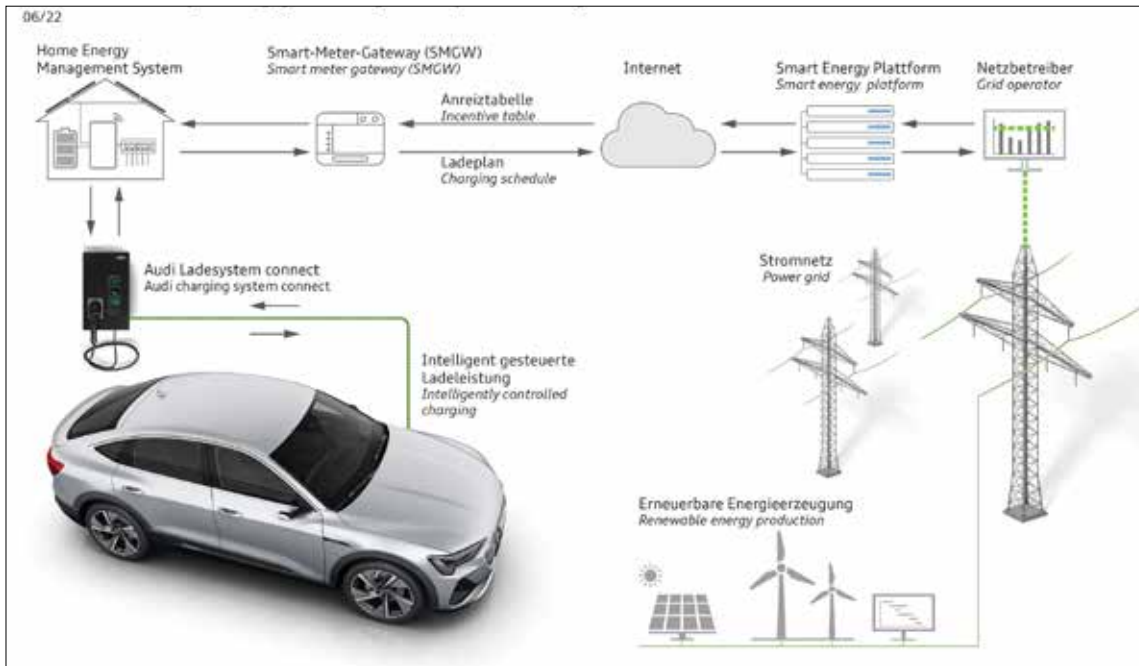
ein E-Auto geladen und ein VNB stellte ein Problem in der Niederspannung fest, musste er adhoc eine Leistungsreduktion vornehmen. Eine extreme Maßnahme, welche nicht immer in Einklang mit den Vorstellungen des Fahrers für das Laden des Elektromobils zu bringen ist. Nun haben sich die Vorzeichen deutlich verändert.

Die Kooperationspartner haben im Nachfolgeprojekt Smart Charging diesen Aspekt weitergedacht und mehr „Smartness“ hineingebracht. Denn eines ist klar: Soll die Elektromobilität erfolgreich sein, müssen die Interessen von Fahrer und Energiewirtschaft in einer Win-Win-Konstellation in Einklang gebracht werden. Das Elektromobil sollte nicht als Risiko, sondern als Chance für das Gelingen der Energie-, Wärme- und Mobilitätswende gesehen werden. Genau dafür wollten die Partner in ihrem Projekt den Grundstein legen. Ihre gemeinsame Vision war hier ein zentraler Gedanke: Es wäre für alle

Marktrollen deutlich interessanter, wenn sich der Ladevorgang des Automobils für alle Beteiligten vorausschauender planen und automatisiert umsetzen ließe.

## Kundenanreiz trifft operative Netzplanung

Zur Verdeutlichung: Energiewirtschaftliche Marktrollen haben die Möglichkeit, E-Fahrern sogenannte Incentives (Anreize) zu geben. Das können verschiedene Orientierungen sein. Denkbar sind hier beispielsweise Vorgaben vor dem Hintergrund von virtuellen Kraftwerken, innovativen Produkten wie zum Beispiel einer Happy Hour, günstigen Beschaffungspreisen am Großhandelsmarkt, der Einspeisung erneuerbarer Energien oder der Netzdienlichkeit. Vertriebe sagen beispielsweise: Du kannst besonders umweltbewusst laden, wenn du flexibel in deiner Ladezeit bist und deinen Ladevorgang an unseren Vorgaben ausrichtest. Das ist schon smart, muss aber



So funktioniert der gesamte Smart-Charging-Prozess in der Theorie.

noch weitergedacht werden. Denn wenn viele Elektromobile immer nach dem gleichen Anreiz geladen werden, könnte es zu örtlichen Problemen in der Niederspannung kommen.

Spannend ist nun der nächste Schritt: Mit dem Smart Charging wird der anhand der Vorgaben optimierte Ladeplan an den VNB gegeben. Dieser hat dann die Möglichkeit, diesen zu prüfen und in seiner operativen Netzauslastung zu berücksichtigen. Das kann etwa mit Hilfe der von Mitnetz Strom entwickelten Netz-Check-In Logik umgesetzt werden. Passt der Ladeplan in die Netzauslastung, ist alles gut. Bis zu diesem Schritt reicht das aktuelle Projekt und .

Der nächste Schritt der Umsetzung beschäftigt sich mit der möglicherweise notwendigen Anpassung des Ladeplans. Als Resultat fußt der Ladevorgang auf externen Anreizen und ist zugleich mit dem VNB abgestimmt. So lassen sich Kundennutzen und Netzdienlichkeit intelligent verknüpfen. Solch ein präventives Management berücksichtigt als Steuerungslogik das Interesse eines Kunden deutlich besser und gibt den VNB zugleich alle notwendigen Handlungsoptionen an die Hand. Eine Win-Win-Win-Situation für E-Fahrzeugbesitzer, Netzunternehmen und andere Rollen im Prozess.

## Frühzeitig vorausgedacht

Audi berücksichtigt schon bei seinem ersten rein elektrischen Serienmodell Audi e-tron frühzeitig eine solche Logik. Die Ingolstädter haben in der internen IT ihres Fahrzeugs eine

zeitliche Ladeplanung berücksichtigt unter Verwendung offener Standards wie EEBUS und ISO15118, da sie davon ausgehen, dass diese Funktion in Zukunft eine große Bedeutung in der Energiewirtschaft erlangen wird. Die Ladeplanung berücksichtigt externe Anreize, ebenso wie die internen Rahmenbedingungen des Fahrzeugs. Zugleich ist dem Autohersteller die Kundenperspektive außerordentlich wichtig – und damit die Incentivierung als anreizbasierter Ladevorgang, was ein kostenoptimiertes Laden bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Kundenbedürfnisse wie Erreichung des gewünschten Ladezustands zu einer festgelegten Zeit ermöglicht.

Solche Gedanken und Projekte entstehen am besten, wenn Automobilhersteller, Energiewirtschaft und IT an einem Strang ziehen. Mit den Partnern, zu denen auch eSYSTEMS als Hersteller des Ladesystems, EMH metering als Spezialist für intelligente Messsysteme sowie Robotron Datenbank-Software GmbH als Entwickler zählen, entstand unter Verwendung des EEBUS-Protokolls mit Smart Charging der Grundstein für eine intelligente Lösung, mit der Kunden Geld sparen und VNB die Netzstabilität besser gewährleisten können.

## Kommunikation per Smart Energy Platform

Einen wichtigen Teil der Lösung übernimmt die „Smart Energy Platform“ von GISA, die auf der innovativen Software des Systementwicklers Robotron Datenbank-Software GmbH basiert. Für die sichere und zudem BSI-konforme Kommunikation mit dem Energiesystem haben die Projektteilnehmer



auf die Nutzung des transparenten CLS-Kanals des SMGW gesetzt. Diese Kommunikation zu beherrschen, ist auf der einen Seite komplex und birgt zu bewältigende Herausforderungen. Schließlich galt es Kommunikationsverbindungen herzustellen, Daten zu konvertieren, zu packen und wieder zu unpacken. Zum anderen ist sie aber auch ein Garant für die Zukunftsfähigkeit des Projektes, denn netzdienliche Anwendungen werden aus Sicht des gesetzlichen Regulators über das SMGW laufen. Eine Stärke, die Smart Charging vielen anderen Projekten voraussetzt.

## Ein Projekt für neue Visionen

Wie kann es nun weitergehen? Sinnvoll ist es, den Ansatz der Anpassung des Ladevorgangs weiter zu verfolgen. Darüber hinaus will das Projekt weitere Anreize in das System einspeisen und die Systematik mit weiteren Partnern testen. Gerade weil das Elektrofahrzeug als dedizierte Batterie auf vier Rädern gedacht werden kann, richten sich die weiteren Gedanken zudem hin zur Integration von Vehicle-to-home und am Ende bis zum bidirektionalen Laden.

## Markt und Regulator sind am Zug

Doch schauen wir wieder in die Gegenwart. Hier beweist das Pilotprojekt Smart Charging, dass mit der richtigen Technologie und Komponenten, die bereits in Serie erhältlich sind, intelligente Ladevorgänge und die notwendige Netzsteuerung schon heute möglich sind. Die Machbarkeit liegt also nicht mehr an der technischen Umsetzung, sondern daran, ob alle Stakeholder mitziehen werden. Dies gilt nicht zuletzt für den Gesetzgeber, der mit den speziellen Regelungen zum § 14a EnWG, zur Koordinierungsfunktion und zum Smart-Meter-Rollout wichtige Hebel und Ansatzpunkte in der Hand hält, um die Entwicklung zielgerichtet zu forcieren.

In jedem Falle möchten die Partner im Smart-Charging-Projekt mit ihrem Konzept eine tragfähige Brücke zwischen Elektromobilität und Energiewirtschaft schlagen und einen konkreten und messbaren Beitrag für das Zusammenwachsen beider Felder leisten, damit sie in 15 Jahren zurückblicken und sagen können: Hier haben wir zusammen die Energie- und Mobilitätswende vorangetrieben. □

## Steuern und Regeln über das Smart Meter Gateway

Das Smart Meter Gateway bietet Netzbetreibern mit seinem CLS-Kanal eine sichere Kommunikationsstrecke für eine Vielzahl von Anwendungsfällen. Allen voran das Steuern in der Nieder- und Mittelspannungsebene.

Mit dem CLS-Operator und der FNN-Steuerbox von VIVAVIS haben aktive EMT die zugehörigen Prozesse sicher im Griff – kryptographisch, technisch und organisatorisch.

Klingt interessant? Dann gleich den QR-Code scannen und zum VIVAVIS Talk „Die Zukunft steuern über das SMGW – Unsere Lösung für ein intelligentes CLS-Management“ am 21. und 28. September 2022 von 11.00 – 12.00 Uhr anmelden. Dort erfahren Sie mehr darüber, wie Sie die Infrastruktur des intelligenten Messsystems zum netzdienlichen Steuern nutzen können.







Mit digitalen Zwillingen den Energieverbrauch messen, ermitteln und steuern

# Jenseits der Wirklichkeit

Viele Entwicklungen unserer Zeit, wie etwa die Energiewende, bringen eine neue Form der Komplexität mit sich, wenn es darum geht, geeignete Lösungen zu realisieren. Um diese Herausforderungen zu meistern, braucht es Innovationen, die eine einfache Umsetzung ermöglichen. Innovationen wie die digitalen Zwillinge. Doch wie können uns diese helfen?

TEXT: Jonas Grundler, Novatec; Dr. Martin Lowinski, Metergrid BILDER: Novatec; iStock, Oleksandr Bushko

„Digital Twins“ sind digitale Abbilder materieller oder immaterieller Objekte in der gegenwärtigen oder gar zukünftigen Wirklichkeit. Zum Einsatz kommen sie bei der Simulation von Bauteilen, Prozessen oder gar ganzen Anlagen – aber eben auch bei smarten Softwarelösungen zur verbrauchsgerechten Abrechnung von Mieterstrom.

## Win-Win-Win-Situation

Mieterstrom wird durch Solaranlagen auf den Dächern von Mehrparteienhäusern erzeugt und an die Bewohner der Immobilie weitergegeben, ohne dass das öffentliche Netz genutzt und belastet wird. Neben Energiegenossenschaften, -versorgern und anderen Energiedienstleistern profitieren Eigentümer von Mehrparteien-Immobilien und Wohnungs-Eigentümergeinschaften (WEGs) ebenso davon. Für sie amortisieren sich die Investitionen in Solaranlagen schnell. Zugleich eröffnen sich ihnen neue Geschäftsmodelle mit wachsender Rendite für ihre Immobilien. Mieter bekommen dafür einen besonders günstigen und obendrein sehr umweltschonenden Stromtarif. Eine Win-Win-Win-Situation.

## Wachsende Komplexität

Was sich auf den ersten Blick verlockend und einfach anhört, ist in der Umsetzung deutlich schwieriger. Denn hierbei geht es um zahlreiche Datenquellen, die in unterschiedlichster Beziehung zueinanderstehen: Stromzähler mit Zählernummer, Zählerstand sowie Zählerplätze mit detaillierteren Angaben wie Stockwerk und Wohnungsnummer. Da verliert man schnell den Überblick.

Messkonzepte, die Informationen darüber beinhalten, welcher Verbraucher von welchen Erzeugern beliefert wird, und Abrechnungen über verschiedene Zeiträume hinweg erhöhen die Komplexität weiter. Kommen dann noch Themen wie die EEG-Umlage, die Umsatzsteuer und diverse andere Umlagen hinzu, wird eine genaue Abrechnung zur Mammut-Aufgabe. Die eigentliche Win-Win-Win-Situation rückt scheinbar in weite Ferne.

## Einfach durch Abstraktion

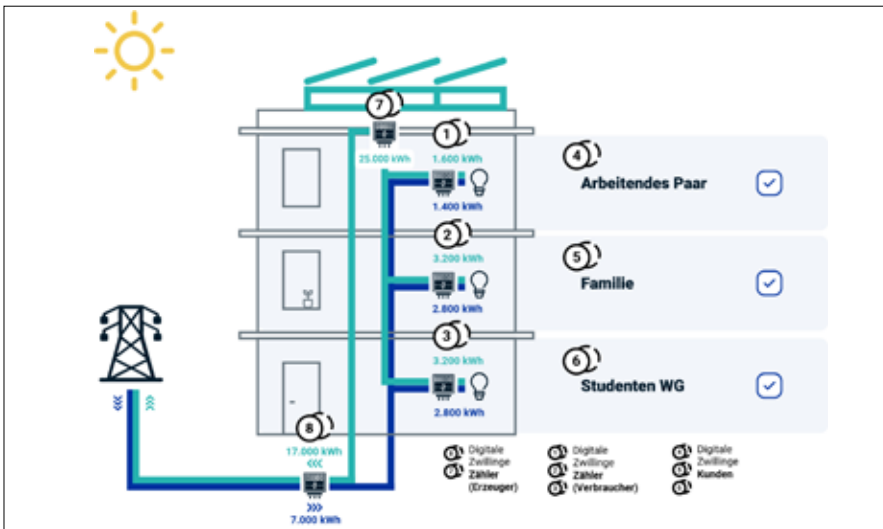
Wie also lässt sich die Komplexität reduzieren? Grundsätzlich sind es stets Abstraktionen, die es uns Menschen

ermöglichen, schwierige Sachverhalte besser zu verstehen. Straßenverkehrsschilder sind nur ein Beispiel, wie komplexe Informationen, etwa ein eingeschränktes Halteverbot, durch einfache Abstraktion in Form eines runden, blau-roten Schildes verständlich werden. Das Konzept ist also erfolgreich.

Im vorliegenden Beispiel liegt die Komplexität in der Anzahl der verschiedenen Daten, deren Zusammenhängen und den unterschiedlichen Berechnungen, die den Mietern zur Verfügung gestellt werden sollen. Was liegt also näher, als zunächst eine Abstraktionsebene zu finden, auf der die zuvor genannten Details noch nicht sichtbar sind? Gemeinsam mit einem geeigneten Software-Entwickler und IT-Spezialisten lassen sich genau zu diesem Zweck kundengerechte digitale Zwillinge entwickeln.

## Digitale Zwillinge als Abbild

Als eine Art Container aus Datenmodell, Algorithmen und Schnittstellen ermöglichen sie eine vereinfachte Betrachtung der Wirklichkeit. Digitale Zwillinge können auf diese Weise die Komplexität, die dann durch die digitale



Digitale Zwillinge können die Komplexität, die durch die digitale Abbildung physikalischer Messgrößen wie Stromverbrauch entsteht, geeignet abstrahieren und damit reduzieren.

Abbildung von physikalischer Messgrößen wie etwa dem Stromverbrauch und gesetzlicher Vorgaben wie EEG-Umlage & Co. entsteht, geeignet abstrahieren und damit abmildern. Die gewonnenen Erkenntnisse, wie in diesem Fall die verbrauchergerechten Stromkosten, können wieder in die Realität zurückgespielt werden, indem sie beispielsweise in passende Stromabrechnungen für Mieter und Vermieter sowie in gegebenenfalls erforderliche Berichte für Energieunternehmen fließen. Werden die digitalen Zwillinge nun durchgehend eingesetzt, ergeben sich fachlich sinnvolle Interaktionen, die auch von Laien im Stromzuordnungs- und Abrechnungsbereich sofort verstanden werden können.

### Digitaler Zwilling im Solarnetz

Ein digitaler Zwilling ist jedoch nicht nur eine virtuelle Abbildung, wie zum Beispiel ein CAD-Modell, sondern besteht aus verschiedenen Softwarekomponenten: einem digitalen Modell, einer Analyse-Software, Datenbanken, Schnittstellen und grafischen Oberflächen. Das Besondere ist die Sammlung und Verarbeitung von unterschiedlichen Daten. Dazu gehören unter anderem der

Stromverbrauch und die Konfiguration der entsprechenden Datenquellen, wie in diesem Fall die unterschiedlichen Zähler. Ebenso muss diesen die Energieherkunft zugeordnet werden: hier etwa die Solaranlage auf dem Dach oder das öffentliche Stromnetz.

Die Kosten, die durch den Verbrauch an einem Zähler entstehen, lassen sich zu jeder Zeit genau beziffern – und zwar in Abhängigkeit davon, welcher Erzeuger genutzt wird. Eine Rechnungsstellung kann also nutzungsorientiert erfolgen, sodass dem Mieter beispielsweise nur der Betrag in Rechnung gestellt wird, der für die Nutzung des Stroms tatsächlich angefallen ist. Dies ist dann abhängig von der Zeit des Verbrauchs: Bei schönem Wetter ist der solarerzeugte Strom günstiger als der reguläre Strom nachts.

### Gute Zukunftsaussichten

Mit den erweiterten Funktionen der digitalen Zwillinge lassen sich Vorhersagen treffen, wann der Stromverbrauch für einen Kunden vergleichsweise günstig ist. So können beispielsweise Wetterdaten in die Vorhersage eingehen, genauso wie – und das ist besonders

spannend – Statistiken, auf Basis derer sich der Verbrauch an den verschiedenen Zählern im Voraus berechnen lässt. Das Wissen der digitalen Zwillinge in die Steuerung des Haushalts und sogar weiterer Verbraucher, wie etwa der Ladensäule für E-Autos in der Tiefgarage, zu integrieren, ist damit keine Zukunftsmusik mehr.

Es geht sogar noch abstrakter, indem die Immobilie selbst zum digitalen Zwilling wird. So lässt sich für Quartiere oder ganze Städte die Nutzung von Energie lokalisieren, um damit die öffentlichen Netze zu entlasten – und das bei gleichzeitiger Kostenoptimierung für Verbraucher und (private) Erzeuger.

### Fazit

Unser Tipp für alle Leser, die es bis hierhin geschafft haben: Lassen Sie sich von unterschiedlichen Verständnissen digitaler Zwillinge nicht verunsichern, sondern nutzen Sie das Konzept pragmatisch und passend für Ihre zu lösende Herausforderung. Geeignete Experten helfen Ihnen dabei, eine geeignete Art digitaler Zwillinge für Ihr Gesamtkonzept zu entwickeln und umzusetzen. □





WAS BEDEUTET DAS EIGENTLICH?

# Smart Grid, SMGW oder SM-PKI?

Die intelligenten Stromnetze entwickelt sich stetig weiter. In diesem Zusammenhang sind Smart-Meter-Technologien in aller Munde. In diesem Umfeld tummeln sich viele Begrifflichkeiten, die man unbedingt kennen muss. Deshalb haben wir für Sie zusammengetragen, was sich hinter den Begriffen Smart Grid, SMGW und SM-PKI verbirgt.

TEXT: Matej Gavranovic, E&E

## Smart Grid

Das Smart Grid ist ein intelligentes Stromnetz, in welchem ein Informationsaustausch erfolgt, durch welchen die Stromerzeugung, der Verbrauch und die Speicherung dynamisch gesteuert werden. Dadurch soll die Auslastung der vorhandenen Infrastruktur verbessert werden. Sie sollen vor allem bei den größer werdenden Anforderungen der Wiedereinspeisung von erneuerbaren Energien in das Niederspannungsnetzwerk unterstützen. Weitere Vorteile liegen in der hohen Transparenz von Stromerzeugung und Stromverbrauch, der effizienten Verteilung des Stroms nach Bedarf und Verbrauch sowie deren exakter Abrechnung.

## SMGW

Ein Smart-Meter-Gateway ist die zentrale Kommunikationseinheit eines intelligenten Messsystems. Es verbindet den digitalen Stromzähler und flexible Verbrauchs- und Erzeugungseinrichtungen mit dem Smart Grid. Sie bilden die technische Basis für den Betrieb von intelligenten Messsystemen und ermöglichen so die Digitalisierung der Energiewende. Aufgrund der hohen Anforderungen an Datenschutz und Datensicherheit im Bereich intelligente Messsysteme werden in Deutschland nur solche Systeme zugelassen, die den Anforderungen des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik an ein SMGW genügen.

## SM-PKI

Eine genaue Erfassung der Stromverbräuche kann nur durch eine ausgiebige Kommunikation gesichert werden. Diese Kommunikation erfolgt über ein Smart-Meter-Gateway. Um die Authentizität und Vertraulichkeit bei der Kommunikation der einzelnen Teilnehmer zu sichern, wird eine Smart Metering Public Key Infrastruktur (SM-PKI) etabliert. Die Kommunikation erfolgt dabei stets über einen verschlüsselten und integritätsgesicherten Kanal. Zudem werden Daten von einem SMGW vor der Übertragung zur Integritätssicherung signiert und zur Gewährleistung des Datenschutzes für den Endempfänger verschlüsselt.

Energie und Rohstoffe für die Industrie aus Essensresten gewinnen

# FAHRZEUGE MIT BIO-MÜLL BETANKEN

Fahrzeuge mit Essensresten betanken - wie „Doc“ Brown und Marty McFly den DeLorean in dem Film „Zurück in die Zukunft“ - ist bald keine Utopie mehr. Das Fraunhofer Institut IKTS hat zusammen mit Industriepartnern eine Anlage gebaut, die Essensreste und andere biologische Abfälle wieder in Rohstoffe wie Biogas, synthetische Kraftstoffe und biogene Wachse umwandelt.

TEXT: Bernhard Haluschak mit dem Material von Fraunhofer IKTS BILD: iStock, curtoicurto

Um diese Ansätze in der Praxis zu erproben und eine Pilotanlage zu bauen, haben sich die Forschungseinrichtungen Fraunhofer IKTS, TU Bergakademie Freiberg und die TU Dresden mit den sächsischen Unternehmen Ökotec-Anlagenbau, Sunfire und DBI Gas- und Umwelttechnik zu einem Entwicklungsverbund zusammengetan. Ökotec-Anlagenbau stellte seine bereits existierende Biogasanlage zur Verfügung. Dort installierten die Partner zusätzlich einen Reformer, einen Fischer-Tropsch-Reaktor und einen Elektrolyseur. Im ersten Schritt leitet die so erweiterte Anlage Biogas und Wasserdampf in den Reformer, der daraus Synthesegas erzeugt – ein Gemisch aus Wasserstoff und Kohlenmonoxid. Das Fischer-Tropsch-Aggregat wandelt dieses Synthesegas dann in Methan, flüssige Kohlenwasserstoffe und Wachs um. Das Methan wird gleich wieder in den Prozess zurückgeleitet, um den Anlagenpark zu heizen. Übrig bleiben im Verhältnis 50 zu 50 das Wachs und die Flüssigprodukte. Die Flüssigrohstoffe können dann in Raffinerien zu synthetischem Diesel oder Kerosin weiter aufbereitet werden.

Als alternative und zusätzliche Quelle für das Synthesegas ist ein Container mit dem erwähnten Elektrolyseur angedockt. Der wird dann zugeschaltet, wenn wenig Biogas verfügbar oder besonders viel Strom durch Lieferspitzen aus Solar- oder Windkraftwerken im Angebot ist. Dieser Elektrolyseur zerlegt Wasserdampf und Kohlendioxid in Wasserstoff und Kohlenmonoxid, also auch wieder Synthesegas. Er sichert zudem die kontinuierliche Versorgung der Fischer-Tropsch-Syntheseanlage ab, die nur dann richtig effizient arbeitet, wenn immer genug Synthesegas für den Prozess verfügbar ist.

Die gewonnenen erdölfreien Kraftstoffe und Wachse sind zwar immer noch teurer als entsprechende Produkte auf fossiler Basis. So ergeben sich für die synthetischen Kraftstoffe und die Wachse Herstellkosten von etwa 2,50 € pro Kilogramm. Die aktuelle Energiepreiskrise hat die ehemals immensen Kostenunterschiede zu erdölbasierten Produkten bereits stark reduziert. Und selbst wenn man von wieder sinkenden Preisen an den Öl- und Gasbörsen ausgeht: Der Bedarf vieler Industriezweige an nachhaltig gewonnenen Energieträgern und Stoffen wächst. □





# INDUSTRY FORWARD EXPO

DIGITAL. CONFERENCE. FESTIVAL.

FOKUS HERBST 2022:  
**RESILIENZ & SUSTAINABILITY –  
DIE WEGE ZUR KRISENFESTEN INDUSTRIE**

100 Vordenker und Experten aus über 80 Unternehmen präsentieren ein hochwertiges, technisches Konferenzprogramm mit Innovationen, Themen und Fragestellungen zur Zukunft der Industrie.

FESTIVAL-STAGES:

RESILIENZ & SUSTAINABILITY

INDUSTRY FORWARD

INDUSTRIAL SOLUTIONS

NEXT TECHNOLOGY

INDUSTRIAL AUTOMATION

ELECTRONICS

ENERGY

PROCESS

SAVE THE DATE: 11. - 27. OKTOBER 2022

## DAS DIGITALE FESTIVAL DER INDUSTRIE

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



JETZT KOSTENFREI  
REGISTRIEREN



