



Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument ist ausschließlich für die interne Verwendung bestimmt. Weitergabe und kommerzielle Verwendung sind nicht gestattet.

VDI energie + umwelt

ZUKUNFT GESTALTEN: SMART • EFFIZIENT • NACHHALTIG

Special:
E-world
energy & water



TITELTHEMA

Autark
trotz Blackout

DIGITALISIERUNG

No Code
in der Praxis

ENERGIEVERSORGUNG

Flexibilisierung
von Biogasanlagen



VDI energie + umwelt

ZUKUNFT GESTALTEN: SMART • EFFIZIENT • NACHHALTIG

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument ist ausschließlich für die interne Verwendung bestimmt. Weitergabe und kommerzielle Verwendung sind nicht gestattet.

VDI
Fachmedien

Die erste Adresse für Technikwissen: VDI Fachmedien

**Jetzt
bestellen**

VDI Fachmedien E-Paper-Abonnements 2026

Preise in EUR

Zeitschrift Digital	Ausgaben/Jahr	Jahresabo	Upgrade	Probeabo
Bauingenieur	10	491,00	99,00	100,00
Gefahrstoffe	6	444,00	89,00	150,00
HLH	9	233,00	58,00	53,00
Konstruktion	9	525,00	84,00	118,00
Lärmbekämpfung	6	257,00	51,00	88,00
Technische Sicherheit	6	261,00	51,00	89,00
VDI energie + umwelt	6	334,00	71,00	113,00
VDI-Z	9	279,00	59,00	63,00

Alle Preise brutto | Preisänderungen vorbehalten | Stand: Januar 2026

Kündigungsbedingungen: Die Mindestlaufzeit beträgt 12 Monate. Im Anschluss an die Mindestlaufzeit kann das Abonnement jederzeit mit einer Frist von einem Monat gekündigt werden.

VDI Fachmedien GmbH & Co. KG | AG Düsseldorf HRB 33854 | Geschäftsführung: Beatrice Gerner

Preisnachlässe:

- Mitglieder des Vereins Deutscher Ingenieure e.V. (VDI) erhalten 10% Rabatt auf das Jahresabo
- Studentenpreise auf Anfrage



Kontaktieren Sie uns:

Leserservice VDI Fachmedien | 65341 Eltville

T +49 6123 9238-202

F +49 6123 9238-244

E vdi-fachmedien@vuservice.de



Energiewende: Aufgabe der Ingenieurkunst

Die Energiewende ist technisch machbar, doch sie entscheidet sich nicht mehr in Zielpapieren und Forschungsberichten, sondern in der Umsetzung vor Ort. Klimaneutralität bis Mitte des Jahrhunderts, der Ausstieg aus fossilen Energieträgern und hohe Ausbauziele für Wind- und Photovoltaik sind politisch verankert. In Netzen, Anlagen und Infrastrukturen zeigt sich jedoch, wie anspruchsvoll die praktische Realisierung ist – und wie sehr sie vom ingenieurtechnischen Handwerk abhängt.

Im Stromsektor sind Fortschritte sichtbar: Der Anteil erneuerbarer Erzeugung steigt, der Anteil der Kohle geht zurück, die Emissionen sinken. Gleichzeitig geraten insbesondere Verteilnetze an ihre Grenzen. Zusätzliche Lasten durch Wärmepumpen und Elektromobilität sowie vermehrte Einspeisung aus dezentraler Photovoltaik konzentrieren sich in Netzen, die für deutlich geringere Belastungen ausgelegt wurden. Netzbetreiber müssen zu Spitzenzeiten mehr Energie transportieren, stärkere Volatilität bewältigen und dennoch hohe Versorgungsqualität sicherstellen – häufig mit knappen personellen und finanziellen Ressourcen. Hier sind neben dem verstärkten Netzausbau belastbare Netzmodelle, Realtime-Berechnungen und pragmatische Ingenieurlösungen gefragt.

Während der Strombereich Emissionen reduziert, kommen andere Sektoren langsamer voran. In Industrie, Verkehr und Gebäuden stagnieren die Emissionen teilweise oder steigen. Der Stromsektor trägt bereits einen überproportionalen Teil der Minderungslast, während die notwendige Elektrifizierung in anderen Bereichen noch nicht ausreichend an Fahrt gewinnt. Für die Systemplanung verschärft dies die Unsicherheit – hinsichtlich Lastentwicklung, Erzeugungsprofilen und notwendiger Infrastruktur.

Vor diesem Hintergrund gewinnen der Ausbau und die Modernisierung der Netzinfrastruktur an Bedeutung. Neben Leitungen und Transformatoren rücken Mess-, Steuer- und Automatisierungstechnik sowie digitale Abbilder der Netze in den Fokus, um Zustände (zeit-)genauer zu erfassen und Prognosen zu verbessern.

„Ein wesentlicher Engpass entsteht durch lange und komplexe Planungs- und Genehmigungsverfahren.“

Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) können hier unterstützen, indem sie große Datenmengen aus Netzen, Anlagen und Märkten auswerten, Muster erkennen und Szenarien für Last- und Einspeiseverläufe ableiten. Die technische Herausforderung besteht darin, diese Werkzeuge sachgerecht in bestehende Modelle und Betriebskonzepte einzubetten und ihre Ergebnisse nachvollziehbar zu halten.

Ein wesentlicher Engpass entsteht durch lange und komplexe Planungs- und Genehmigungsverfahren. Viele Vorhaben sind technisch ausgereift, verzögern sich jedoch aufgrund umfangreicher Abstimmungen, Einwände und rechtlicher Unsicherheiten. Für eine netzdienliche Integration erneuerbarer Erzeugung ist eine höhere Umsetzungsgeschwindigkeit zwingend erforderlich, die mit klaren Prioritäten und standardisierten Verfahren einhergeht. Ingenieurinnen und Ingenieure sind hier nicht nur als Planerinnen und

Planer, sondern auch als Bindeglied zwischen Technik, Regulierung und Öffentlichkeit gefragt.

Parallel dazu müssen Flexibilitätsoptionen systematisch erschlossen und finanziert werden. Speicher, steuerbare Lasten und neue Betriebsweisen ergänzen den klassischen Netzausbau. Ihre Integration erfordert technisch belastbare Konzepte, geeignete Kommunikationsstrukturen und eine sorgfältige Abwägung zwischen Netzanforderungen und Nutzerinteressen. Gleichzeitig verschärft der Fachkräftebedarf die Situation. Die Energiewende verlangt Kompetenzen in Energietechnik, Systemplanung, Digitalisierung und Regulierung.

Die Bausteine der Energiewende – Netzausbau, Flexibilisierung, Sektorenkopplung, Effizienzsteigerung, Digitalisierung und der gezielte Einsatz von KI – liegen technisch auf dem Tisch. Ob sie zu einem tragfähigen Gesamtsystem zusammenfinden, hängt wesentlich von der Arbeit der Ingenieurinnen und Ingenieure ab: Sie müssen physikalische Grundlagen, datenbasierte Methoden, regulatorische Vorgaben und wirtschaftliche Randbedingungen so verbinden, dass aus Zielen funktionsfähige Strukturen werden. Die entscheidende Frage im Kontext der Energiewende ist daher weniger das „Ob“, sondern das „wie schnell“ und „wie gut abgestimmt“ – eine Frage, die ohne ingenieurtechnische Handwerkskunst nicht zu beantworten ist. ■

Dr.-Ing.
**Jochen
Lambauer**



Director VLab & AI
Business Development
Western Europe bei der
Fichtner GmbH & Co. KG
und Vorsitzender des
Beirats der VDI-Gesellschaft
Energie und Umwelt

Foto: Fichtner



32

In **Gewächshäusern** erhöht sich der Ernteertrag, wird die Natur ausgetrickst. Der Erfolg beim verbesserten Indoor-Farming: rund zehn Prozent mehr Früchte. Foto: Versuchszentrum Gartenbau Straelen



38

Chemieunternehmen suchen nach Wegen, Treibhausgas-Emissionen zu senken oder gar auf Null zu fahren. In den Häfen von Antwerpen und Rotterdam sollen zwei Vorzeigeprojekte verwirklicht werden. Foto: Ineos

Standpunkt

- 3** Energiewende:
Aufgabe der Ingenieurkunst
Jochen Lambauer

Special: E-world energy & water

- 6** TITELTHEMA
Autark trotz Blackout
Wie können digitale Lösungen im Notfall für Stabilität sorgen?
- 10** 25 Jahre Impulse
für die Energiezukunft
E-world energy & water 2026
- 16** NIS-2-Richtlinie
für die Energiewirtschaft
Christian Kirchberger und Tarek Abdelghany im Interview
- 20** No Code in der Praxis
Digitale Prozessoptimierung bei Stadtwerken
- 22** Souveränität entsteht durch Transfer
Energie und Digitalisierung
- 24** Grüne Rechenleistung
Wie Unternehmen ihre Klimabilanz trotz KI und hoher Datenverarbeitung verbessern

UmweltForum

- 26** Aktuelles
- 28** KREISLAUFWIRTSCHAFT
Schritte zu einer
kreislauffähigen E-Mobilität
Design for Recycling
- 31** ELEKTRODENHERSTELLUNG
Elektroden trocken beschichten
Prozessoptimierung
- 32** PFLANZENANBAU
Mehr Ertrag mit mehr Sauerstoff
Verbessertes Indoor-Farming
- 34** KÜHLWASSERSCHUTZ
Prozesswasser: sauber ohne Zusätze
Wartungsarme Wasserkreisläufe
- 36** KLIMASCHUTZ
CO₂-neutral kommunizieren
Nachhaltiger Mobilität
- 38** ERNEUERBARE CHEMIE
Saubere cracken
und Methanol aus Abfall
Nachhaltigere Chemie
- 41** HOCHWASSERSCHUTZ
Kunststoffabfall
schützt vor Hochwasser
Kunststoffverwertung

EnergieForum

- 42** Aktuelles
- 44** WASSERSTOFF
H₂-Ready mit Sicherheit inbegriffen
Wie Zulieferer die Umrüstung der deutschen Gasinfrastruktur prägen
- 46** ENERGIEVERSORGUNG
Flexibilisierung von Biogasanlagen
Weiterführende Maßnahmen zur Netzstabilisierung
- 49** REGENERATIVE ENERGIEN
Wärme, Wasser und Strom:
vorrätig nachhaltig
Historischer Gewerbestandort mit regenerativer Haustechnik
- 52** STROMNETZE
Was Deutschland von den
Niederlanden lernen kann
Verbesserungspotenzial beim Netzausbau
- 54** NETZMANAGEMENT
Bitcoin-Mining als regelbare
Rechenlast im Engpassmanagement
Flexible Stromlasten
- 56** WASSERSTOFF
Wasserstoff als Industriemotor
Wie Präzisionstechnik die Energiewende beschleunigt



Alle
Newsletter
kostenfrei



44

Zulieferer der Gasinfrastruktur zeigen, wie Komponenten, die für 100 % Wasserstoff geeignet sind, die Sicherheit erhöhen und die Grundlage für eine zuverlässige Wasserstoffinfrastruktur schaffen. Foto: Voss Fluid

58 ENERGIESPEICHER

Energiespeicher und die gesellschaftliche Akzeptanz
*Strom- und Wärmespeicher in kleineren und
mittleren Kommunen im Rheinischen Revier*

Rubriken

12 Impressum

61 Vorschau

62 Organschaften

65 Aus den Unternehmen

67 Produkte

68 Aus Forschung & Entwicklung

70 Literatur



In Deutschland sollen Unternehmen, die zur Kritischen Infrastruktur (Kritis) zählen, eigentlich ihre Infrastruktur bis zu 72 Stunden autark weiter betreiben können. Technisch ist das mit digital steuerbaren Stromnetzen möglich. Praktisch – und bisher einzigartig – hat das die ELE Verteilnetz GmbH umgesetzt – mit Rittal und Bechtle.

Foto: Rittal

Immer auf dem neuesten Stand: Mit VDI Fachmedien- Newsletter

Sie wollen als Ingenieur oder Ingenieurin immer auf dem neuesten Stand sein, wenn es um zukunftsweisende und praxisnahe Fachinformationen geht. Oder wenn Sie für Ihre berufliche Tätigkeit Expert*innenwissen aus Wissenschaft und Forschung, aus Wirtschaft und Produktion benötigen. Dann nutzen Sie jetzt die kostenfreien VDI Fachmedien-Newsletter mit ihren brandaktuellen Online-Beiträgen der Zeitschriften:

Bauingenieur,
Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft,
HLH, Konstruktion, Technische Sicherheit,
VDI energie + umwelt, VDI-Z,
wt Werkstattstechnik online.



Jetzt auswählen und bestellen!

Technikwissen für Ingenieur*innen

ingenieur.de/news



Grafik: Rittal

Wie können digitale Lösungen im Notfall für Stabilität sorgen?

Autark trotz Blackout

Was, wenn der Strom ausfällt? Wenn einfach nichts mehr geht – kein Notruf, kein Internet, kein Einkauf. So wie im April 2025 in Spanien. Das kann woanders nicht passieren? Leider doch. Zum Beispiel in Deutschland: Hier sollen Unternehmen, die zur Kritischen Infrastruktur (Kritis) zählen, eigentlich ihre Infrastruktur bis zu 72 Stunden autark weiter betreiben können.

Technisch ist das mit digital steuerbaren Stromnetzen möglich. Praktisch – und bisher einzigartig – hat das die ELE Verteilnetz GmbH umgesetzt – mit Rittal und Bechtle.

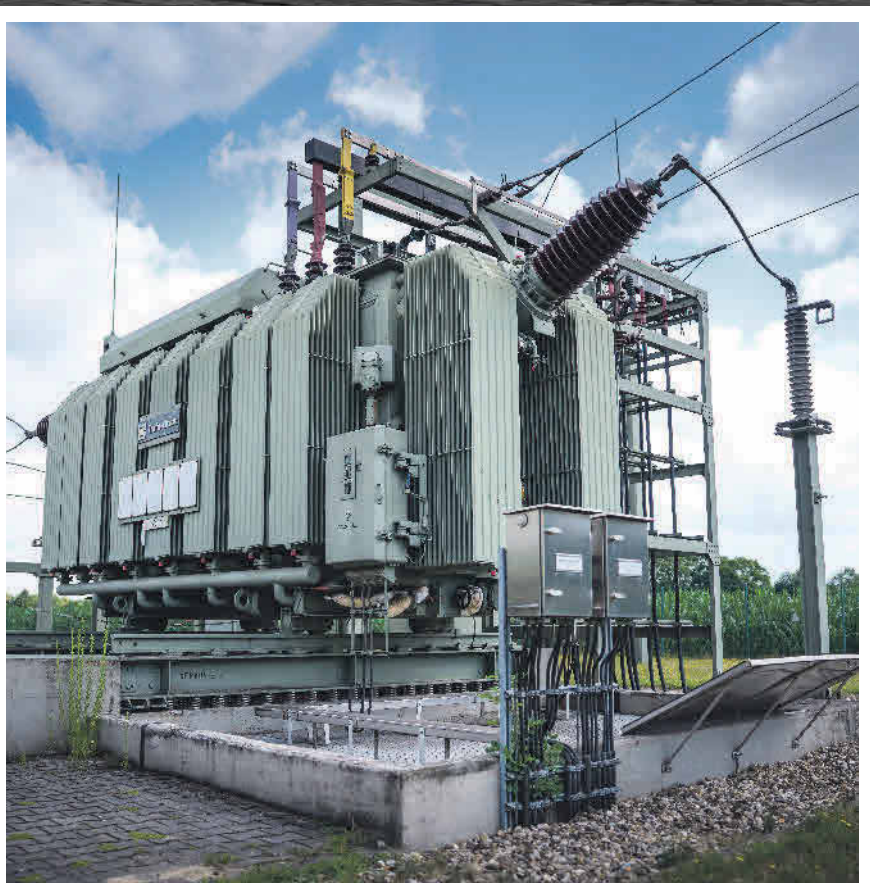
TEXT: Charlotte Erdmann



Strom und Gas sind in unseren Haushalten nicht einfach da. Sie müssen geleitet, verteilt und angepasst werden, um anzukommen, wo und wann sie gebraucht werden. Dafür betreiben Energieversorger Umspannwerke, Regel- und Ortsnetzstationen – mal klein wie ein Schuhkarton, mal groß wie ein Haus. Sie stehen auf freiem Feld oder mitten im Wohngebiet. Viele werden bis heute analog gesteuert, per Kupferleitung angebunden an die Netzleitstelle des Energieversorgers.

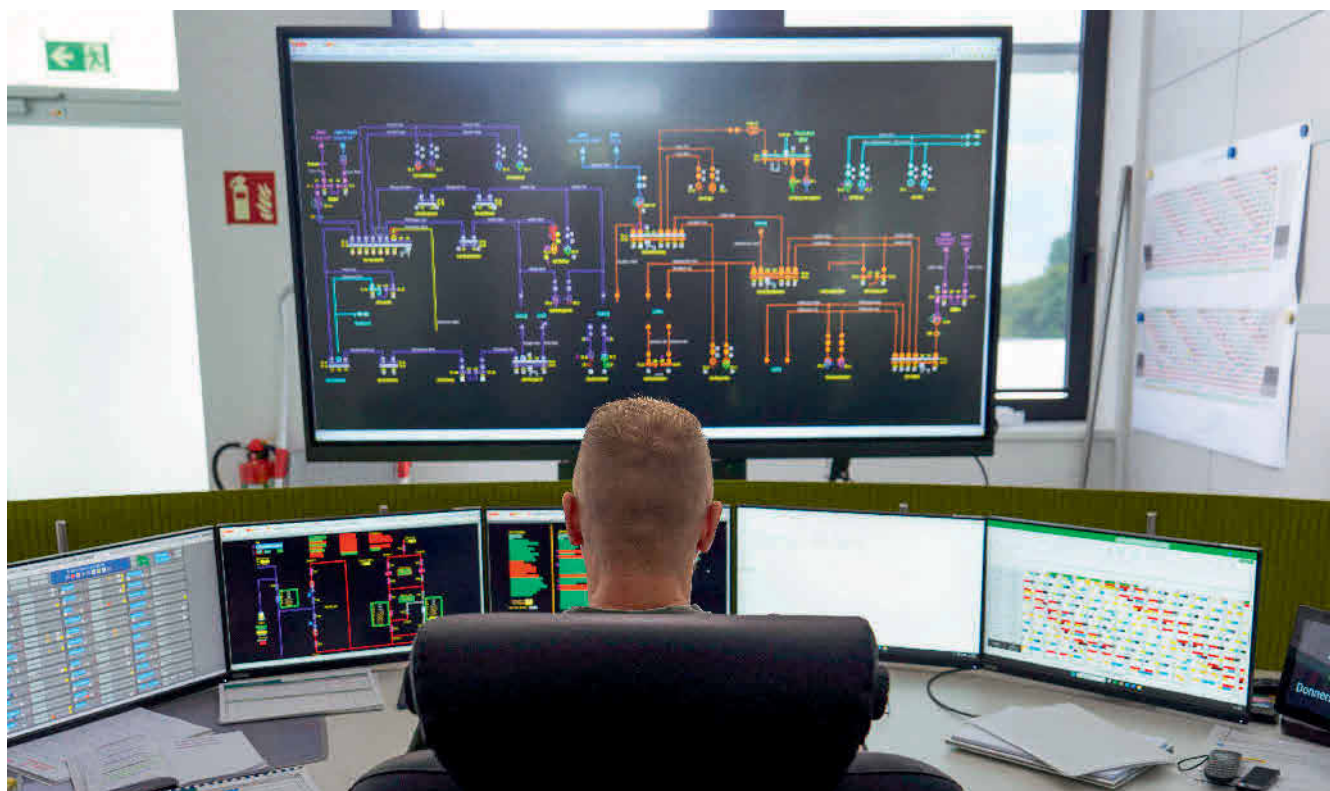
Steuerbar = Krisensicher

Das ist nicht unbedingt krisensicher. In Spanien sorgte im Frühjahr 2025 ein einziges ausgefallenes Umspannwerk für einen landesweiten Stromausfall – mit verheerenden Folgen, wie man in den Medien mitverfolgen konnte. Neben derartigen Risiken ist auch die Lastenverteilung wichtig – und seit Anfang 2024 in



Elf Umspannwerke in der Emscher-Lippe-Region mussten mit neuesten Kommunikations- und Steuerungssystemen ausgestattet werden.

Foto: Rittal



In der Leitstelle der ELE Verteilnetz GmbH (EVNG) laufen alle Daten zusammen. Von hier aus kann im Notfall schnell ins Energienetz eingegriffen werden.
Foto: Rittal

Deutschland sogar gesetzlich vorgeschrieben.

Doch das funktioniert nur digital – und jede Station benötigt dazu ein autarkes, intelligentes Steuersystem. Und gemäß deutschem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) auch eines, das sich bis zu 72 h weiter betreiben lässt – autonom vom Stromnetz. So können deutsche Netzbetreiber schneller reagieren und Strom und Gas im Notfall aus unterschiedlichen Quellen gezielt verteilen. Und das bei jeder einzelnen Station der Energieversorger: Umspannwerke, Gasdruckregelanlagen, Trafohäuschen.

Neue Technik in alten Anlagen

Die Herausforderung dabei: die Umsetzung. „Uns wurde die wahre Komplexität der Digitalisierung erst bewusst, als wir uns konkret mit jedem unserer Standorte befassten“, erklärt Simon Bartoschewski, Teamleiter Kommunikations- und Sicherheitssysteme bei der ELE Verteilnetz GmbH (EVNG), dem Netzbetreiber für Bottrop, Gelsenkirchen und Gladbeck. „Für ein modernes Kommunikations- und Steuerungssystem unserer insgesamt 21 Standorte – elf Umspannwerke und zehn

Gasdruckregelanlagen – mussten wir in alte Industrieanlagen moderne Technik einbauen“, so Bartoschewski.

Anders ausgedrückt: Die oft jahrzehntealten Mittelspannungsstationen der EVNG mussten mit digitalen Modulen und einer Akkukapazität von 72 h Betriebsdauer ausgestattet werden. Kein leichtes Unterfangen. Hinzu kam: „Wir wollten eine ganzheitliche Lösung aus einer Hand“, ergänzt der Experte.

Gemeinsam zur Lösung

Gleich mehrere Standorte boten zu wenig Platz für 19“-Schränke. Kleinere Router waren keine Option: „Sie lösten nicht den enormen Platzbedarf für die Batterien der USV, die 72 h durchhalten muss“, erläutert Bartoschewski das Dilemma.

Erst nach einer Vor-Ort-Begehung durch Bechtle und Rittal war klar: Nicht inner-, sondern außerhalb der Stationen lag die Lösung. Statt Kupferkabel war ein Software-Defined Wide Area Network (SD-WAN) die bessere Lösung für die digitale Steuerung. „Dazu brauchte es kein externes Kraftwerk oder einen Dieselgenerator, sondern eine schlau zusammengestellte USV-Unit“, erklärt Joachim



„Wir haben von Rittal und Bechtle nicht einfach Produkte bekommen, sondern eine fertige Lösung.“

Simon Bartoschewski,
Teamleiter Kommunikations-
und Sicherheitssysteme
bei der EVNG. Foto: Rittal



Das Gesamtkonzept konnte nur in Teamarbeit entwickelt und umgesetzt werden. Im Bild links (v.l.n.r.): Simon Bartoschewski (ELE Verteilnetz GmbH), Kevin Leuze (Bechtle IT Systemhaus Rottenburg) sowie Joachim Schwan und Stefan Hauser (beide Rittal). Fotos: Rittal

Schwan, Gruppenleiter Rittal Partnermanagement in der Abteilung Key Account Management Deutschland, die neue Planung. Stefan Hauser, Systemberater IT-Infrastruktur bei Rittal Deutschland, ergänzt: „Außerdem sind unsere anreihbaren, skalierbaren und klimatisierten Outdoor-Schränke ideal für den Einsatz außerhalb der Stationen. Sie schützen die empfindliche IT-Technik vor Wind und Wetter sowie vor Vandalismus.“

So entstand eine aus Standards erstellte, flexible Lösung – in Teamleistung: „In enger Zusammenarbeit mit Rittal, Wöhrle und Bechtle sowie den Komponenten von Cisco erhielt die EVNG ein zufriedenstellendes Gesamtkonzept“, berichtet Ronny Jacob, Global Account Manager beim Bechtle IT-Systemhaus Rottenburg, und ergänzt: „Einer alleine hätte das nie lösen können.“

Alles Standard: USV & Co.

Die einfache wie wirkungsvolle Idee: sechs Varianten für alle 21 Stationen. „Zusammen mit den technischen Möglichkeiten der Industrial Router von Cisco, die sowohl sehr niedrige als auch sehr hohe Temperaturen vertragen, wurden alle unsere wesentlichen Probleme gelöst“, so Bartoschewski begeistert. Die Stromversorgung? War enorm komplex. Rittal berechnete sie gemeinsam mit seinem USV-Partner für jeden Standort individuell.

Grundlage der Anlagen sind nun Standard-USV. „Kombiniert haben wir sie mit unserem Rittal-Baukastensystem – je nach Bedarf für Indoor oder Outdoor – das sich schnell zu Individuallösungen konfigurieren lässt“, so Schwan. Am Ende gehörte auch die Logistik zur Gesamtlösung:

Rittal fertigte alle benötigten IT-Racklösungen nahezu schlüsselfertig und lieferte sie komplett konfiguriert ins Zentrallager der EVNG. Von dort aus wurden sie an die einzelnen Stationen ausgeliefert. Das sparte EVNG viel Zeit vor Ort.

Vernetzen? Bitte intelligent

So aufgestellt vernetzen die All-in-one-IT-Racks die Stationen über eine moderne SD-WAN-Infrastruktur: „Damit lassen sich Netzwerksicherheit, Bandbreiten und Priorisierungen zentral steuern. Die EVNG hat also die volle Kontrolle“, erklärt Jacob. Jede einzelne Station ist direkt mit der Leitstelle verbunden. Fällt eine Leitung aus, wird automatisch umgeschaltet. Die Technologie dahinter: Cisco-Router und deren Rugged-Versionen in kleineren Anlagen. Das Ergebnis: hohe Ausfallsicherheit bei gleichzeitig einfacher Wartung und Bedienung. „Das Security-Monitoring durch das CMC-III-Überwachungssystem von Rittal liefert uns Daten wie Temperatur und Luftfeuchtigkeit“, erläutert Bartoschewski, „das gibt uns Sicherheit – nicht nur bei Störungen, sondern auch im Alltag.“

Ein Baukasten für Versorger

Bei den Outdoor-Schränken zeigen Vandalismus-Schutz-Sensoren Erschütterungen an. Zudem sind die Batteriezustände jederzeit abrufbar. „Das funktioniert dank passender, von uns speziell ausgesuchter Com-Server sogar für alle Anbindungsformen, egal ob Glasfaser, Kupfer, das Mobilfunknetz oder eine Kombination aus den Komponenten“, ergänzt Jacob. Und macht damit den Einsatz der Lösung noch flexibler.

„Dieses 72-Stunden-Konzept mit sechs Varianten als Baukastensystem ist für uns als kleiner, lokaler Energieversorger eine ziemlich große Sache. Wir besitzen damit ein echtes Alleinstellungsmerkmal, weil wir etwas hinbekommen haben, woran sich andere derzeit noch versuchen“, freut sich Bartoschewski über das Ergebnis der Zusammenarbeit. Jede Station enthält alles Notwendige und kann an vielfältige Situationen angepasst werden. Der Teamleiter Kommunikations- und Sicherheitssysteme der EVNG ist überzeugt: „Es ist eine Blaupause für andere Energieversorger, die wir auch gerne teilen wollen.“

Eine fertige Notfall-Lösung

Rittal lieferte bei diesem Projekt nicht nur die Hardware, sondern erschuf gemeinsam mit Bechtle ein durchdachtes Gesamtsystem. Das ist in der Lage, die erforderliche Autonomiezeit durch ein perfektes Notfallkonzept zu erfüllen. „Die Zusammenarbeit geschah immer auf Augenhöhe. Wir haben nicht einfach Produkte bekommen, sondern eine fertige Lösung“, so Bartoschewski. Heraus kam ein Kommunikationsnetz für Stationen von Energieversorgern, das steuerbar, autark und standardisiert ist. Und eines, das bei Stromausfall bis zu 72 h durchhält – sicher, intelligent und bereit für alle Unwägbarkeiten der Zukunft. ■

www.evng.de

Charlotte Erdmann

Freie Journalistin

redaktion@charlotteerdmann.de



Foto: E-world energy & water

E-world energy & water 2026

25 Jahre Impulse für die Energiezukunft

Die E-world in Essen gilt als Auftaktveranstaltung für das Messejahr der Energiewirtschaft. Auch ein Vierteljahrhundert nach der ersten Veranstaltung ist die Messe ein wichtiger Anziehungspunkt und zeigt, was die Branche bewegt.

TEXT: Franziska Nebel

Die Energiewende in Deutschland wird vor Ort entschieden: in Städten, Gemeinden und Landkreisen. Kommunen spielen dabei eine zentrale Rolle: beim Ausbau erneuerbarer Energien, beim Aufbau moderner Wärmenetze, bei nachhaltiger Mobilität und der Akzeptanz in der Bevölkerung.

Gleichzeitig stehen Unternehmen und Stadtwerke vor tiefgreifenden Herausforderungen: Klimaziele, der rasante Ausbau erneuerbarer Energien und steigende Anforderungen erfordern neue Technologien, digitale Lösungen und innovative Strategien.

Genau hier setzt die E-world energy & water 2026 an, die vom 10. bis 12. Februar in Essen stattfindet. Zum 25. Mal macht die Messe die Herausforderungen der Energiewirtschaft sichtbar und bietet praxisnahe Lösungen.

Energiewende vor Ort gestalten

Erstmals rückt der „Tag der Kommunen“ am 12. Februar die kommunale Perspektive in den Mittelpunkt. Vertreterinnen und Vertreter aus Städten, Gemeinden und kommunalen Unternehmen erhalten eine eigene Plattform, um praxisnah über die Umsetzung der Energiewende vor Ort zu diskutieren, Erfahrungen auszutauschen und neue Impulse zu erhalten.

In Fachvorträgen und verschiedenen Austauschformaten stehen Themen wie kommunale Wärmeplanung, Digitalisierung und Klimafolgenanpassung im Fokus. Der Tag der Kommunen bietet Raum für Austausch, Vernetzung und Wissenstransfer zwischen kommunalen Akteuren und der Energiewirtschaft und zeigt, wie die Energiewende aktiv vor Ort gestaltet werden kann.

Digitalisierung – das Rückgrat der Energiewende

Ein zentrales Element der Energiewende ist die Digitalisierung. Auf der E-world 2026 präsentieren Unternehmen ihre neuesten Entwicklungen aus den Bereichen Smart Grids, digitale Plattformen, KI-gestützte Netzsteuerung und IoT-Anwendungen. Aussteller zeigen, wie digitale Technologien Netze stabilisieren, Energieflüsse optimieren und den Energiehandel effizienter gestalten können.

Doch Digitalisierung bedeutet nicht nur Effizienz, sondern auch Sicherheit: Daher widmet sich das Future Forum am dritten Messetag dem Schwerpunktthema „Resiliente Infrastrukturen“. Expertinnen und Experten diskutieren dort Netzstabilität, Cyberresilienz und energiepolitische Sicherheitsfragen. Deutlich wird: Intelligente Datennutzung schafft nicht nur



wirtschaftliche Vorteile, sondern ist auch essenziell für neue Geschäftsmodelle, moderne Kundenschnittstellen und eine zukunftssichere Energieversorgung.

Energiespeicher und Flexibilitätslösungen

Mit dem wachsenden Anteil erneuerbarer Energien wächst die Bedeutung von Energiespeichern und flexiblen Netzen. Batteriespeicher, Wasserstofftechnologien, Power-to-X-Prozesse und virtuelle Kraftwerke gleichen Schwankungen aus und ermöglichen eine effiziente, nachhaltige Versorgung.

Wie diese Technologien in der Praxis funktionieren, zeigt das Future Forum am zweiten Messtag unter dem Motto „Flexibility & Storage“. Die Bandbreite der vorgestellten Projekte reicht von innovativen Speicherparcs über dezentrale Flexibilitätsplattformen bis hin zu sektorengekoppelten Anwendungen, die Strom, Wärme und Mobilität intelligent miteinander vernetzen. Besuchende erhalten einen praxisnahen Einblick, wie Speicher- und Flexibilitätstechnologien gleichzeitig Stabilität schaffen und neue wirtschaftliche Potenziale eröffnen.

Die Energiewelt vernetzen

Der massive Ausbau von Wind- und Solarenergie verändert die Struktur der Stromversorgung grundlegend. Auf der E-world erfahren Teilnehmende, wie erneuerbarer Energien intelligent in bestehende Netze und Anwendungen integriert

werden. Die Kombination von Strom, Wärme, Mobilität und Industrieprozessen ermöglicht ein ganzheitliches Energiesystem, das Effizienz, Flexibilität und Klimaschutz vereint.

Aussteller, Forschungseinrichtungen und Start-ups zeigen auf der Messe konkrete Lösungen für hybride Energiesysteme, virtuelle Kraftwerke und Quartierskonzepte. Praxisnah wird sichtbar, wie technologische Innovationen und strategische Planung zusammenwirken, um die Energiewende erfolgreich umzusetzen.

Fachforen, Führungstreffen und Glasfaserforum

Ein zentraler Bestandteil der E-world ist das umfangreiche Fachforenprogramm. Auf vier Bühnen präsentieren Wissenschaft, Industrie und Politik Vorträge, Diskussionsrunden und Best-Practice-Beispiele. Themen wie Digitalisierung, Speicherintegration, Dekarbonisierung der Wärmeversorgung und Sektorenkopplung werden praxisnah beleuchtet.

Traditionell bereits am Vortag der Messe eröffnet das Führungstreffen Energie den strategischen Austausch auf höchster Ebene. Im Fokus stehen 2026 unter anderem Versorgungssicherheit nach 2030, Dekarbonisierung, Netzausbau und kommunale Wärmeplanung.

Das Glasfaserforum am 10. Februar ergänzt das Programm um dringend benötigtes Know-how für moderne Infrastrukturen. Ein vielfältiges Programm aus Best-Practice-Beispielen, Fachvorträgen und Panels beleuchtet Themen von

der TKG-Novelle über Strategien zur Nachverdichtung bis zur rechtssicheren Dokumentation von Verwendungsnachweisen.

E-world Community – Austausch 365 Tage im Jahr

Die E-world Community erweitert den fachlichen Austausch über die Messetage hinaus. Als digitale Plattform vernetzt sie die Energiewirtschaft das ganze Jahr. Mitglieder können Produkte und Services der Aussteller entdecken, sich mit ihnen austauschen, Termine vereinbaren und neue Geschäftskontakte knüpfen. Zudem erhalten Mitglieder Zugriff auf den Hallenplan und das Programm und können so ihren Messebesuch optimal planen.

Vor und nach der Messe bietet die Community zudem ein Digitalprogramm, das aktuelle Themen wie PR-Impulse für Energieunternehmen, Produktentwicklung und Wärmewende und Wasserstoffhochlauf behandelt.

Die E-world 2026 zeigt: Sie ist weit mehr als eine Fachmesse. Seit 25 Jahren ist sie ein zentraler Ort für Innovation, Wissen und Vernetzung: ein Treffpunkt, an dem Technologien, Strategien und praxisnahe Lösungen für die Energieversorgung der Zukunft zusammenfinden. ■

www.e-world-essen.com

Franziska Nebel

Projektleiterin Marketing
bei der conenergy agentur gmbh

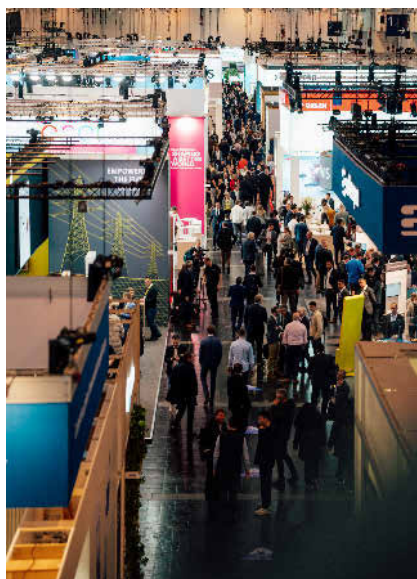


Foto: E-world energy & water



Foto: E-world energy & water



Wilken auf der E-world: Halle 3, Stand B103

Effizienzsprung für die Energiewirtschaft

Die Wilken Software Group stellt auf der E-world energy & water die Weiterentwicklung ihrer cloudbasierten Lösungsplattform für die Energiewirtschaft vor. Das Unternehmen zeigt eine integrierte Plattform, die die Cloud-native Entwicklung GY mit den bestehenden Abrechnungssystemen verbindet. Ziel ist es, energiewirtschaftliche Prozesse stärker zu standardisieren und zu automatisieren. Die Architektur ist so ausgelegt, dass unterschiedliche Module in einem gemeinsamen Ökosystem zusammenarbeiten und End-to-End-Prozesse abbilden können. Dazu soll die Produktgeneration GY einen skalierbaren technischen Kern bereitstellen. Die etablierten Systeme bleiben Bestandteil der Plattform und werden in die neue Struktur eingebunden. Ergänzt wird das durch einen Integrations-Layer, über den alle Lösungen an zentrale betriebswirtschaftliche Prozesse angebunden werden. Zudem plant Wilken den Einsatz von KI-gestützten Assistenzfunktionen, die Wissen bereitstellen und Anwender bei operativen Aufgaben unterstützen sollen. Auch für Datenmigrationen werden neue Werkzeuge angeboten, die Daten vor dem Import prüfen und so Aufwand und Risiken senken sollen. Durch ein Partnernetzwerk und definierte fachliche Komponenten will Wilken die Plattform schrittweise erweitern.

www.wilken.de

Soptim auf der E-world: Halle 1, Stand E130

Skalierbare Software und Services für Energiewirtschaft

Soptim legt den Schwerpunkt auf skalierbare Softwarelösungen und Services für die Energiewirtschaft. Statt klassischer Produktpräsentationen rückt das Unternehmen den fachlichen Austausch in den Mittelpunkt und spricht mit Marktakteuren über aktuelle Anforderungen, Entwicklungen und Perspektiven im Markt. Mit der cloudbasierten, modularen Plattform Soptim Elements sollen spezifische energiewirtschaftliche Prozesse abgebildet und ohne langwierige Einführung umgesetzt werden können. Gezeigt werden Weiterentwicklungen für dynamische Tarife, ein automatisierter Stammdatenabgleich mit optionaler Integration, neue Funktionen im Bilanzkreismanagement Gas sowie Technologien zur Sicherung und Weiterverarbeitung energiewirtschaftlicher Daten. Damit werden Themen wie flexible Prozessunterstützung, Datenintegration und regulatorische Anforderungen fokussiert, die für Energieversorger, Netzbetreiber zunehmend relevant sind. Gezeigt werden Standardlösungen für Fahrplanmanagement, Kurzfristhandel und Marktkommunikation im Fokus, die konkrete Anwendungsfälle zeigen und den Austausch über technische Trends und fachliche Herausforderungen ermöglichen. Interessierte können sich unter anderem über Einsatzszenarien und Integrationsoptionen informieren.

www.soptim.de

IMPRESSUM

VDI energie + umwelt

ISSN 2942-7347, 3. Jahrgang 2026

VDI energie + umwelt ist der Nachfolgetitel der Fachzeitschriften BWK (ISSN 1618-193X) und UmweltMagazin (ISSN 0173-363X).

Herausgeber

Verein Deutscher Ingenieure e. V., Düsseldorf

Organschaften

VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (VDI-GEU), Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE) e. V., München, VAIS Verband für Anlagentechnik und IndustrieService e. V., Düsseldorf, Verband für Nachhaltigkeits- und Umweltmanagement e. V. (VNU), Bad Soden

Redaktion

Elke von Rekowski, Chefredakteurin
Telefon: +49 211 6103-526

evonrekowski@vdi-fachmedien.de

Dr. Ralph H. Ahrens, Redakteur

Telefon: +49 211 6103-326

rahrens@vdi-fachmedien.de

Dipl.-Phys.-Ing. Udo Schnell

Redaktionsleitung VDI Fachmedien

Telefon: +49 211 6103-104

uschnell@vdi-fachmedien.de

Sandra Schüttler, Redaktionsassistentin

Telefon: +49 211 6103-124

sschuettler@vdi-fachmedien.de

Redaktionsbeirat

Dr.-Ing. Jochen Theloke, VDI-GEU, Düsseldorf

Prof. Dr.-Ing. Harald Bradke, Fraunhofer ISI, Karlsruhe

Dr.-Ing. Anna Gruber, FfE, München

Lennart Schleicher, Vorsitzender VNU,

Frankfurt am Main

Prof. Dr.-Ing. Hans-Friedrich Hinrichs,

Geschäftsführer KTB GmbH, Gladbeck

Martin Ittershagen, Pressesprecher Umwelt-

bundesamt, Dessau

Claudia Nauta, Produktmanagerin DGO,

Frankfurt am Main

Prof. Dr.-Ing. Klaus Gerhard Schmidt, Wissen-

schaftlicher Direktor Institut für Energie- und

Umwelttechnik e. V. (IUTA), Duisburg

Autorenhinweise/Veröffentlichungsgrundlagen:

vdi-energie-umwelt.de

Verlag

VDI Fachmedien GmbH & Co. KG

Unternehmen für Fachinformationen

VDI-Platz 1, 40468 Düsseldorf

Postfach 10 10 22, 40001 Düsseldorf

Commerzbank AG

SWIFT/BIC-Code: DRES DE FF 300

IBAN: DE69 3008 0000 0212 1724 00

Geschäftsführung

Beatrice Gerner

Layout

Ulrich Jöcker

Leitung Sales Solutions

Petra Seelmann-Maedchen

Telefon: +49 211 6188-191

pmaedchen@vdi-nachrichten.com

Anzeigenverkauf

Arnd Walgenbach

Telefon +49 211 6103-199

awalgenbach@vdi-fachmedien.de

Es gilt der Anzeigentarif Nr. 3

vom 1. Januar 2026.

Vertrieb und Leserservice

Leserservice VDI Fachmedien

65341 Eltville

Telefon: +49 6123 9238-202

Fax: +49 6123 9238-244

vdi-fachmedien@vuser-service.de

Bezugspreise

6 Ausgaben jährlich

(1/2, 3/4, 5/6, 7/8, 9/10,

11/12 als Doppelausgaben)

Jahresabonnement: € 388 (E-Paper € 334)

VDI-Mitglieder: € 349,20 (E-Paper € 300,60)

nur für persönliche Mitglieder

Studenten: € 170 (E-Paper € 146)

gegen Studienbescheinigung

Preise Inland inkl. MwSt.,

Ausland exkl. MwSt. zzgl. Versandkosten

(Inland: € 15, Ausland: € 24,

Luftpost auf Anfrage)

Einzelausgabe: € 67 Inland inkl. MwSt.,

Ausland exkl. MwSt. zzgl. Versandkosten

Die Mindestlaufzeit beträgt 12 Monate.

Im Anschluss an die Mindestlaufzeit ist das

Abonnement jeweils zum Monatsende kündbar.

Druck

Möller Pro Media GmbH

Zeppelinstraße 6, 16356 Ahrensfelde

Copyright

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge

und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen

des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung

des Verlages unzulässig und strafbar.

Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen,

Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die

Einspeicherung und Verarbeitung in elektroni-

schen Systemen. Für unverlangt eingesandte

Manuskripte kann keine Gewähr übernommen

werden.

Weitere Informationen:

vdi-energie-umwelt.de

Auflage IVW-geprüft



Greenflash auf der E-world: Halle 5, Stand D122

Hausveranstaltung von Greenflash schon vor Messebeginn

Schon am 9. Februar 2026 geht es bei Greenflash mit der Veranstaltung „PrE-world“ in Essen als eine Art Auftakt zur einen Tag später beginnenden E-world los. Im Mittelpunkt stehen Fragen, wie Industrie und Energieversorgung auf dem Weg zur CO₂-Neutralität wettbewerbsfähig bleiben können. Angesichts veränderter Marktbedingungen immer mehr Unternehmen nach resilienten, nachhaltigen und zugleich wirtschaftlichen Versorgungskonzepten. Greenflash entwickelt dazu integrierte Energiesysteme auf Basis von Photovoltaik, Speichern, Ladeinfrastruktur und einer KI-gestützten Steuerungssoftware und tritt seit 2026 auch als Energieversorger auf. Unter dem Leitmotiv „Die neue Ära der Energieversorgung“ geht es bei der Veranstaltung um den Übergang von statischen Modellen zu datenbasierten Echtzeitleösungen und integrierten Systemarchitekturen. Erwartet werden Entscheiderinnen und Entscheider aus Industrie, Energiewirtschaft und Partnerunternehmen. Die Teilnahme ist kostenfrei, jedoch auf 300 Personen begrenzt. Parallel zur PrE-world ist Greenflash auch auf der E-world vertreten. Dort will das Unternehmen an die Inhalte der Hausmesse anknüpfen und zeigt Lösungen für ganzheitliche Energiesysteme in Industrie und Gewerbe. Beide Veranstaltungen sollen Einblicke geben, wie die Transformation hin zu einer CO₂-neutralen und zugleich wirtschaftlich tragfähigen Energieversorgung gestaltet werden kann.

www.greenflash.de

EFR auf der E-world: Halle 2, Stand B118

Smarte Systemlösungen

Im Mittelpunkt des Messeauftritts von EFR stehen Produktneuheiten wie die überarbeitete Version des Smart Meter Gateways „Secure Smart Grid Hub (SGH-S)“, das gemäß der Technischen Richtlinie TR-03109-1 v2.0 das Steuern aus dem Gateway unterstützen soll. Das SGH-S wurde so konzipiert, dass Firmware-Updates hochsicher und redundant möglich sind, um einen langfristigen Betrieb auch bei sich ändernden Anforderungen sicherzustellen. Zudem hat EFR ein neues Breitbandpowerline-System nach dem G.hn-Standard entwickelt, das als leitungsgebundener Kommunikationsweg im Smart Grid robuste und empfangssichere Datenübertragung in Echtzeit ermöglichen und damit zur Kontrolle und Stabilisierung von Netzprozessen beitragen soll. Ergänzend werden Weiterentwicklungen bei elektronischen Stromzählern der Serie SGM gezeigt, die als Basiszähler und moderne Messeinrichtungen verfügbar sind und mit verschiedenen Kommunikationsprofilen geliefert werden können. Zu sehen ist auch die EFR-MaaS-Lösung für Messen, Steuern und Einspeisemanagement nach den Vorgaben des Energiewirtschaftsrechts, die als skalierbare SaaS-Plattform Funktionen wie Gateway-Administration, Messdateneinlieferung, Monitoring und Sicherheitsmanagement bietet. Die präsentierten Komponenten und Systeme sollen Energieversorgern, Netzbetreibern und Dienstleistern dabei helfen, intelligente Steuerungsaufgaben im Smart Grid effizient abzubilden.

www.efr.de



Das Secure Smart Grid Hub ist Bindeglied zwischen Verbrauchern und Erzeugern und übernimmt Aufgaben wie Tarifierung, Verarbeitung und Bereitstellung von Abrechnungsdaten. Foto: EFR



Zusätzliche Mobilfunkstandorte mit 5G-Technologie entlang des Autobahnnetzes. Foto: o2Telefónica

o2 Telefónica auf der E-world: Galerie, Stand 33

Mit 5G in die Energiezukunft

Im Fokus des diesjährigen Messeauftritts stehen bei O2 Netzwerktechnologien, die eine intelligente, vernetzte Infrastruktur für Smart Metering, Netzüberwachung und IoT-Sensorik ermöglichen und damit zur Digitalisierung energiewirtschaftlicher Prozesse beitragen sollen. Das Unternehmen zeigt unter anderem NarrowBand-IoT für batteriebetriebene Wasserzähler und Sensoren, LTE-M für mobile Anwendungen sowie 5G-Technologien für zeitkritische Steuerungsprozesse, die die Kommunikationsgrundlage für effiziente und stabile Abläufe bilden. Ergänzend bietet O2 Business Satellite-IoT-Konnektivität an, um auch entlegene Standorte ohne klassische Netzabdeckung anzubinden und so eine durchgängige Erreichbarkeit der Infrastruktur sicherzustellen. 5G RedCap wird als energieeffiziente Lösung für Smart Meter Gateways und IoT-Router vorgestellt, die eine skalierbare Vernetzung mit niedriger Latenz erlaubt. Zudem werden eSIM-Profilen angeboten, die den Prozess- und Logistikaufwand reduzieren und schnellere Rollouts ermöglichen sollen. Für anspruchsvolle Anwendungen in der Energiewirtschaft stellt O2 Business zudem private 5G-Campus-Netze und 5G-Slicing-Funktionen bereit, die eine reservierte Netzperformance und hohe Sicherheit bieten. Diese Lösungen sollen Energieversorgern und Dienstleistern helfen, ihre Infrastruktur zukunftsfähig auszurichten und die Energieversorgung effizienter zu gestalten.

www.telefonica.de

Tauber Solar auf der E-world: Halle 1, Stand C134

Ganzheitliche Energielösungen

Im Fokus des Messeauftritts der Tauber-Solar-Gruppe stehen großskalige Solarparks und Speichersysteme, die zur Stabilität der Netze und zur Versorgungssicherheit beitragen sollen, und individuelle Photovoltaik- und Speicherlösungen für Gewerbe- und Industrieunternehmen. Ergänzend stellt Tauber-Solar Finanzierungsmodelle wie Power Purchase Agreements vor, die langfristig kalkulierbare Strompreise ermöglichen. Ein weiterer Schwerpunkt ist das Geschäftsfeld Operation & Maintenance, in dem die Gruppe mit deutschlandweiter Betriebsführung, Echtzeit-Monitoring, vorausschauender Wartung und schneller Störungsbeseitigung die Verfügbarkeit von Anlagen über ihren Lebenszyklus sichern will. Das Unternehmen will zeigen, wie sich Solarenergie, Speichertechnologien und Dienstleistungen zu skalierbaren Energielösungen verbinden lassen und präsentiert entsprechende Energielösungen für Industrie, Gewerbe und Großprojekte.

<https://tauber-solar.de>



Blick ins Innere: Die Anlage von Tauber Energy basiert auf modularer Containerbauweise mit Lithium-Ionen-Technologie und wird über ein hochintelligentes Energie-Management-System gesteuert.

Foto: Tauber-Solar

Arvato Systems auf der E-world: Halle 3, Stand C115

CRM, souveräne IT und Cybersecurity

Im Mittelpunkt des Messeauftritts von Arvato Systems stehen „IT Solutions for Utilities“, mit denen das Unternehmen digitale Prozesse in Versorgungsunternehmen unterstützen will, etwa durch ganzheitliche Customer Relationship Management (CRM)-Lösungen, Abrechnungsplattformen und Sicherheitskonzepte. Dabei legt Arvato Systems den Fokus auf CRM für Energieversorger, mit einer Suite, die Standardprozesse, individuelle Anpassungen und Cloud-Flexibilität vereint, um Vertriebs- und Kundenmanagementprozesse zu digitalisieren. Ein weiteres Highlight soll die Abrechnungsplattform AEP.EnerS4 werden, die Standardisierung, Cloud-Funktionen und KI-Komponenten kombiniert und auf neue Geschäftsmodelle ausgerichtet ist. Zudem bietet Arvato Systems am Stand Themen wie KI-gestützte Automatisierung, skalierbare Marktkommunikation über APIs und AS4, Cloud- und Infrastruktur-Services, Application Modernization und ESG-Reporting an, um Fachbesucherinnen und -besuchern Einblicke in verschiedene digitale Lösungen und Einsatzszenarien für die Energiebranche zu geben.

www.arvato-systems.de

Fraunhofer auf der E-world: Halle 4, Stand 42 F&G

Digitale Zwillinge für die Energiewende

Die Energiewirtschaft steht vor großen Herausforderungen: Versorgungssicherheit, Klimaneutralität und Effizienz müssen gleichzeitig erreicht werden. Auf der E-world Energy and Water 2026 zeigt das Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM, wie digitale Technologien und mathematische Modelle diese Transformation beschleunigen. Mit Digitalen Zwillingen schaffen die Forschenden die Grundlage für präzise Analysen, zuverlässige Prognosen und intelligente Regelungen – und damit für eine flexible, nachhaltige und sichere Energieversorgung. Digitale Zwillinge sind virtuelle Abbilder realer Systeme, die es ermöglichen, komplexe Prozesse zu simulieren, zu überwachen und zu optimieren. So soll etwa die Energieerzeugung robuster werden.

www.itwm.fraunhofer.de

Kraftwerk auf der E-world: Halle 1, Stand C100

Von Daten zu Entscheidungen

Die Kraftwerk Software Gruppe zeigt ihre integrierte Plattform, die Versorgungsunternehmen bei zunehmendem Regulierungsdruck, steigender Komplexität und Personalmangel unterstützen soll. Gezeigt werden Praxisbeispiele aus den Bereichen ERP und Abrechnung, Energiedatenmanagement, CRM, Asset Management sowie E-Mobility. Ein Schwerpunkt liegt auf KI-gestützten Funktionen, die auf Microsoft-Copilot und eigenen Services basieren und unter anderem agentische Workflows, automatisierte Datenerfassung und Compliance-Prüfungen ermöglichen. Im ERP-Bereich präsentiert das Unternehmen Lösungen zur weitgehend automatisierten Abrechnung sowie neue CRM-Werkzeuge wie JoulesGO und JoulesDirekt, die Kampagnensteuerung und Segmentierung erleichtern. Zudem wird ein neues Energiedatenmanagement auf Basis von EMS-EDM Prophet vorgestellt. Im Bereich E-Mobility zeigt die Tochter m8mit Lösungen zur Flotten- und Intercompany-Abrechnung für Immobilienbetreiber.

<https://kraftwerk.io>

Aktif auf der E-world: Halle 1, Stand E120

Prozesssicherheit trotz steigender Komplexität des Energiemarkts

Die Aktiv-Unternehmensgruppe präsentiert ihre Software- und Serviceangebote für die Energiewirtschaft. Im Fokus stehen Lösungen, die Unternehmen angesichts wachsender Marktanforderungen, zunehmender Komplexität der Prozesse und steigender regulatorischer Vorgaben unterstützen sollen. Aktiv beschäftigt sich seit vielen Jahren mit der Abbildung und Abrechnung neuer energiewirtschaftlicher Geschäftsmodelle wie dynamische Stromtarife, Direktvermarktung, PPA-Konstruktionen, Angeboten im Bereich Ladestrom sowie der wirtschaftlichen Nutzung von Speicherkapazitäten. Darüber hinaus bereitet das Unternehmen Daten in den Sparten Strom, Gas und Wärme für unterschiedliche Anwendungsszenarien auf. Neben praxiserprobten Funktionen werden neue Erweiterungen gezeigt, darunter zusätzliche Schnittstellenlösungen und Web-APIs, die eine weitergehende Automatisierung im Tagesgeschäft ermöglichen. Ein weiteres Beispiel ist die jüngste Umstellung auf den 24-Stunden-Lieferantenwechsel Strom, bei der Aktiv nach eigenen Angaben alle zeitkritischen Prozesse frühzeitig produktiv abgebildet hat. Zudem rückt die Abrechnung von Speicherkapazitäten stärker in den Fokus, ebenso wie die Betreuung von Projekten im Umfeld der Direktvermarktung. Die Softwarelösungen und Dienstleistungen von Aktiv sollen Standardprozesse wie Abrechnung, Bilanzkreismanagement, Energiedatenmanagement und Kundenservice stabil abbilden und so die internen Abläufe in Stadtwerken, Energieversorgungsunternehmen und Direktvermarktungsorganisationen entlasten. Besucherinnen und Besucher der E-world 2026 können sich am Messestand darüber informieren, wie sich diese Module in bestehende Systemlandschaften integrieren lassen und welche Einsatzmöglichkeiten sich in den verschiedenen Markttrollen ergeben.

<https://aktiv.energy>

beegy auf der E-world: Halle 3, Stand M131

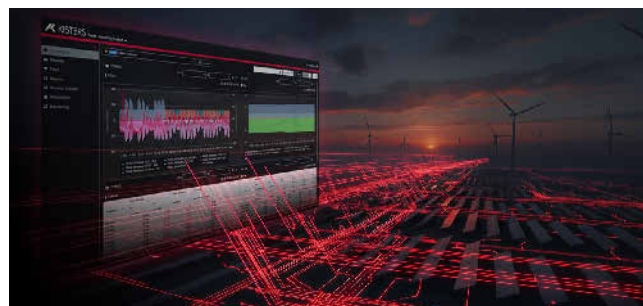
Heim-Energiemanagement der Zukunft

Beegy zeigt auf der Messe unter anderem integrierte Systeme, mit denen private Haushalte ihren Energieverbrauch transparenter steuern und flexibler an Markt- und Netzanforderungen anpassen können. Das MVV-Tochterunternehmen adressiert damit die wachsende Bedeutung intelligenter Energiekonzepte im Zusammenspiel von Photovoltaik, Stromspeichern, Wallboxen, Wärmepumpen und weiteren steuerbaren Verbrauchern. Die Lösungen basieren auf einer modularen Plattform, die Energieflüsse im Haushalt vernetzt, visualisiert und automatisiert optimiert. Über intelligente Steuerungslogiken sollen Eigenverbrauch und Autarkie erhöht sowie Kosten von konventionell bezogenem Strom durch zeitlich optimierte Nutzung dynamischer Tarife reduziert werden. Ein Schwerpunkt liegt auf der Fähigkeit, Energieerzeugung, Speicherung und Verbrauch in Echtzeit aufeinander abzustimmen und dabei externe Einflussfaktoren wie Wetterprognosen oder Preissignale einzubeziehen. Beegy zeigt zudem, wie Haushalte perspektivisch in netzdienliche Prozesse eingebunden werden können, etwa durch Lastverschiebung oder flexible Steuerung.

www.beegy.com



Die **Energiewende** im Eigenheim will die MVV-Tochter beegy vorantreiben. Foto: beegy



Eine **IT-Plattform** für eine dynamische Energiewirtschaft zeigt Kisters auf der E-world. Foto: Kisters

Kisters auf der E-world: Halle 1, Stand E140

Portfoliomanagement-Plattform und IT-Lösungen

Kisters präsentiert auf der diesjährigen E-world eine neue Lösung für Portfoliomanagement und Energiehandel, eine rollenübergreifende Plattform für Steuerungsprozesse im Niederspannungsnetz sowie skalierbare Systeme für den Messstellenbetrieb. Als Premiere stellt Kisters die neue Portfoliomanagement-Plattform BelVis+ PFM vor, die cloudbasiert, modular und auf einen hohen Automatisierungsgrad ausgelegt ist und 2026 in den Markt startet. Für Netzbetreiber, Messstellenbetreiber und Lieferanten zeigt das Unternehmen zudem eine IT-Plattform für technisches und wirtschaftliches Flexibilitätsmanagement im Niederspannungsnetz, mit der sich Steuerungsanforderungen und dynamische Tarife umsetzen lassen. Digitale Zwillinge unterstützen dabei die Automatisierung von Steuerungs- und Schaltprozessen sowie regulatorische Nachweispflichten. Im Bereich Messstellenbetrieb stellt Kisters ein MSB-Cockpit vor, das Prozesse wie Gerätemanagement, Gateway-Administration und Datenbereitstellung unterstützt und für steigende regulatorische Anforderungen ausgelegt ist. Ergänzt wird das Angebot durch Kundenportale für dynamische Tarife, Optimierungslösungen für Industrieanwendungen und Leitsysteme für Verteil- und Niederspannungsnetze.

www.kisters.eu/de

Herausforderungen für Informations- und Kommunikations-Infrastrukturen

NIS-2-Richtlinie für die Energiewirtschaft

Die NIS-2-Umsetzung schreitet voran. Viele Unternehmen fürchten den Mehraufwand. Doch im Detail kann die Richtlinie zu einer deutlichen Verbesserung der Cyber-Sicherheit in Unternehmen beitragen, die bisher aufgrund ihrer Unternehmensgröße durch das Raster gefallen sind. Im Interview erläutern die Rechtsanwälte Christian Kirchberger und Tarek Abdelghany, warum durch die Realisierung des umfassenden Cyber-Risikomanagements der NIS-2-Richtlinie IKT-Strukturen ertüchtigt werden und die Richtlinie für ein deutlich gestiegenes Maß an Cybersicherheit sorgt und die fortschreitende Digitalisierung im Energiesektor auf sichere Füße stellen kann.

Herr Abdelghany, Herr Kirchberger, die Umsetzung von NIS-2 ist da. Was bedeutet das für Unternehmen und Organisationen? Wer ist betroffen?

Christian Kirchberger: Die EU-Richtlinie 2022/2555 über Maßnahmen für ein hohes gemeinsames Cybersicherheitsniveau (NIS-2-Richtlinie) wird in Deutschland durch das NIS-2-Umsetzungs- und Cybersicherheitsstärkungsgesetz in nationales Recht transformiert werden. Die Bundesregierung hat nach dem Scheitern der Vorgängerregierung im Juli 2025 einen eigenen Entwurf vorgelegt. Herzstück des Entwurfs eines NIS-2-Umsetzungs- und Cybersicherheitsstärkungsgesetzes ist die Anpassung des BSI-Gesetzes – BSIG. Das Ziel der Neuregelungen ist es, angesichts der gestiegenen Zahl an Cyber-Attacken die Widerstandsfähigkeit gegenüber Cyberbedrohungen europaweit zu stärken. Das NIS-2-Umsetzungsgesetz ist Anfang Dezember 2025 verabschiedet worden und gilt seit dem 6. Dezember 2025.

Der Anwendungsbereich der NIS-2-Richtlinie und des BSIG ist gegenüber ihren Vorläufern erheblich ausgedehnt worden, um eine umfassende Abdeckung einschlägiger Sektoren und Dienste zu gewährleisten. Der Kreis der vom BSIG betroffenen Unternehmen ist erheblich angewachsen. Betroffen sind unter anderem Unternehmen aus den Sektoren Energie, Transport, Gesundheit, Wasser und



Christian Kirchberger ist Rechtsanwalt bei Forvis Mazars im Bereich IT/Internet/TK und verfügt über mehr als 30 Jahre Berufserfahrung. Foto: Forvis Mazars



Tarek Abdelghany ist Rechtsanwalt bei Forvis Mazars und berät die energieintensive Industrie, Energieerzeuger sowie -versorger und bringt insbesondere Expertise in der Gestaltung energiewirtschaftlicher Verträge mit. Foto: Forvis Mazars

Abwasser, Informationstechnik und Telekommunikation, Finanz- und Versicherungswesen. Die Rechtsvorschriften verschärfen ferner die Sicherheits- und Meldepflichten und führen Sanktionen ein.

Tarek Abdelghany: Für die Energiewirtschaft zentral sind die Neuregelungen des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG). Die einschneidendste Neuerung ist der IT-Sicherheitskatalog. Dieser wird von der Bundesnetzagentur (BNetzA) unter Einbindung betroffener Kreise in der Energiewirtschaft auf Grundlage gesetzlicher Vorgaben entwickelt und veröffentlicht.

Die im IT-Sicherheitskatalog festgelegten Vorgaben treffen keineswegs – wie bisher – nur die einschlägigen systemrelevanten Energieunternehmen. Der Adressatenkreis wird erheblich ausgeweitet, insbesondere auf solche kleine und mittlere Unternehmen (KMU), die das Thema Cybersicherheit (jedenfalls aus energieregulatorischer Sicht) bisher nicht kümmern musste.

Unternehmen treffen umfassende Registrier-, Dokumentations- und Meldepflichten, unter anderem bezüglich der Einhaltung der Vorgaben des IT-Sicherheitskatalogs, Sicherheitsmängeln und Sicherheitsvorfällen. Daneben treten weitreichende Ermittlungsbefugnisse der BNetzA. In begründetem Verdachtsfällen sind die Kosten dieser Ermittlungen sogar von den Unternehmen zu tragen.



Dabei wird die Geschäftsleitung konkret in die Pflicht genommen. Diese hat die Anforderungen des IT-Sicherheitskatalogs umzusetzen und aktiv zu überwachen. Bei schuldhafter Verletzung der Pflichten kann es zur Haftung auch gegenüber der eigenen Gesellschaft kommen. Schließlich müssen die Geschäftsleitungen regelmäßig an Schulungen teilnehmen, unter anderem um Risiken im Bereich IT-Sicherheit erkennen und bewerten zu können.

Wie bewerten Sie die Relevanz von NIS-2 für Unternehmen und Organisationen aus dem Energiesektor?

Abdelghany: Es besteht erhebliche Relevanz für Unternehmen im Energiesektor und – das ist die entscheidende Neuerung – auch darüber hinaus.

Schon heute gelten die Unternehmen nach Anhang 1 der im Wesentlichen fortgeltenden BSI-Kritis-Verordnung als kritisch, wenn Sie in den Bereichen Strom-, Gas-, Kraftstoff-, Heizöl- und Fernwärme einen gewisse Systemrelevanz für die öffentliche Versorgung haben, etwa weil

Netze sehr große Energiemengen durchleiten oder Kraftwerke die Grundlast im Netz absichern.

Neu eingeführt werden nun mit „besonders wichtigen“ beziehungsweise „wichtigen“ Einrichtungen neue Kategorien, die die Schwellwerte für das umfangreiche Pflichtenprogramm erheblich herabsetzen. Als besonders wichtige Einrichtung gelten neben den bisherigen systemrelevanten Unternehmen auch größere Unternehmen ab einer Mitarbeitendenzahl von 250, über 50 Mio. € Jahresumsatz und einer Jahresbilanzsumme von über 43 Mio. €. Diese Unternehmen können künftig unabhängig von ihrer Relevanz für das Energiesystem auch schon dann zur Umsetzung von Cybersicherheitspflichten verpflichtet sein, wenn sie sich im Sinne der neuen Anlage 1 des BSIG im Energiesektor (zum Beispiel in der Strom-, Gas-, Wärme-, Kälteversorgung oder als Speicherbetreiber) schlicht betätigen.

Ähnliches gilt nun sogar für KMU mit einer Mitarbeitendenzahl von 50 sowie einem Jahresumsatz und einer Jahresbi-

lanzsumme von über 10 Mio. €. Aufgrund der erheblichen Ausweitung des Adressatenkreises sollten Unternehmen im Energiesektor nun generell prüfen (lassen), ob Cybersicherheitspflichten für sie bestehen.

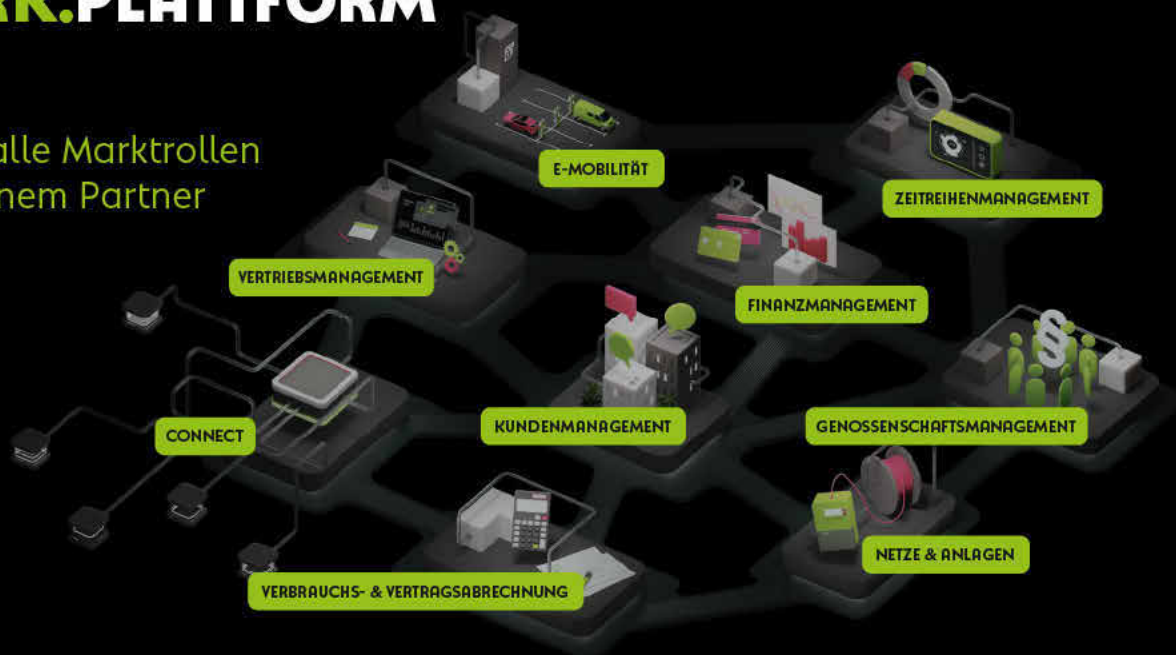
Wie gut sind Akteure im Bereich Energiewirtschaft auf NIS-2 vorbereitet?

Abdelghany: Vereinzelt informieren die großen Branchenverbände (unter anderem VKU, BDEW), deren Mitgliedsunternehmen viele Betroffene sind, bereits zum Thema. Insgesamt ist die Branche nach unserer Wahrnehmung jedoch bisher kaum auf NIS-2 vorbereitet. Das mag zunächst daran liegen, dass die umzusetzenden Sicherheitsanforderungen im Detail noch nicht feststehen. Die Details müssen nämlich von der BNetzA im Einvernehmen mit dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) in einem IT-Sicherheitskatalog erst noch geregelt werden. Die BNetzA handelt hier – wie üblich in der Regulierung – mittels Festlegung, was einer allgemeinverbindlichen Regelung für alle Betroffenen entspricht.

EINE FÜR ALLE. ALLES AUS EINER HAND. KRAFTWERK.PLATTFORM

kraftwerk
Energie. Software. Services.

Damit Sie endlich **alle Markttrollen** und **Sparten** mit **einem Partner** abbilden können.



Die **Kraftwerk.Plattform** verbindet ERP, CRM, Billing, EAM, EDM und E-Mobilität in einer integrierten Lösung für alle Markttrollen. Einheitliche Daten, Cloud-Technologie und Microsoft-Integration sorgen für Automatisierung, Effizienz und Systemsicherheit – für Versorger jeder Größe.

kraftwerk.io/e-world26
Halle 1 | Stand 1C100



Dies bedeutet, dass die meisten konkreten Pflichten zur Umsetzung neuer Sicherheitsanforderungen erst dann entstehen dürften, wenn die BNetzA eine solche Festlegung erlässt.

Nach Bekanntgabe des IT-Sicherheitskatalogs durch Festlegung der BNetzA haben die Betroffenen allerdings nur noch sechs Monate Zeit, die Pflichten umzusetzen. Eine hiervon abweichende Frist kann sich zudem aus der Festlegung der BNetzA selbst ergeben.

Die Tatsache, dass einige Sicherheitsanforderungen nicht unmittelbar nach Inkrafttreten des Gesetzes umgesetzt werden müssen, ist jedoch trügerisch. Sobald der IT-Sicherheitskatalog in der Welt ist, bleibt kaum noch Zeit, die Vorgaben des IT-Sicherheitskatalogs umzusetzen und die neuen Dokumentations- und Meldepflichten in das Compliance-Management der Unternehmen zu implementieren. Im Grunde besteht schon jetzt Handlungsbedarf, insbesondere in den Geschäftsleitungen. Denn diese haften nach den Neuregelungen ausdrücklich nach gesellschaftsrechtlichen Vorgaben. Außerdem wird der Bußgeldkatalog des EnWG insoweit ergänzt. All dies löst gegebenenfalls schon jetzt eine Anpassung der Compliance-Richtlinien im Unternehmen aus.

Welche Besonderheiten gilt es zu beachten?

Kirchberger: Anforderungen der Cyber-Sicherheit nach dem BSIG in der alten Fassung beziehen sich auf Betreiber kritischer Infrastrukturen, die kritische Dienste anbieten. Der BSIG dehnt Regelungen der Cyber-Sicherheit auf „wichtige“ und „besonders wichtige“ Einrichtungen aus. Viele tausend Unternehmen sind daher erstmals gesetzlich verpflichtet, ein Mindestmaß an Cyber-Sicherheit zu schaffen. Unternehmen der Energiebranche, die bisher und auch nach den zukünftigen Rechtsvorschriften keine kritische Infrastruktur betreiben aber eine der zuvor von meinem Kollegen genannten Einrichtungsarten sind, fallen angesichts niedriger Schwellenwerte dennoch leicht in den Anwendungsbereich des BSIG (neu). Das wird manches Unternehmen überraschen.

Das BSIG wird ohne Übergangsfrist anwendbar sein. Wer in den Anwendungsbereich des BSIG fällt muss daher bereits jetzt vorbereitet sein.

Das BSIG verpflichtet Unternehmen zur Etablierung von Cybersicherheit in der – auch im Umsetzungsgesetz so-

nannten – „Lieferkette“. Das ist neu. Mittelbar betroffen sind daher auch Unternehmen, die nicht Adressat der NIS-2-Gesetze sind, aber im Rahmen des Lieferantenmanagements ihrer Kunden auf ein Mindestmaß an Cybersicherheit verpflichtet werden.

Signifikant ist außerdem die von meinem Kollegen bereits skizzierte starke Verantwortlichkeit der Geschäftsleitungen für die Cybersicherheit.

Die Regelungen zur Anwendbarkeit der NIS-2-Gesetze sind komplex. Ob ein Unternehmen in den Anwendungsbereich fällt, hängt unter anderem von der Unternehmensgröße ab, die bei Unternehmensverbünden nicht einfach zu ermitteln ist. Nicht leicht zu verstehen ist auch die Verzahnung von BSIG und EnWG.

Unternehmen müssen sich auch bewusst machen, dass eine Wirtschaftssparte eines Mehrspartenunternehmens, wie zum Beispiel die Energie, das gesamte Unternehmen mit seinen weiteren Unternehmensbereichen als wichtige beziehungsweise besonders wichtige Einrichtung insgesamt infizieren kann.

Was sind die größten Fallstricke für Unternehmen der Energiewirtschaft, wenn es um NIS-2 geht?

Abdelghany: Zu den Fallstricken zählen ein unzureichendes Risikomanagement, fehlende Awareness bei Mitarbeitenden, unklare Zuständigkeiten sowie die Unterschätzung des Aufwands für die Implementierung der neuen Anforderungen. Dabei liegt die Vermeidung solcher Fallstricke im ureigenen Interesse der Geschäftsleitungen. Denn diese werden durch die Neuregelungen im EnWG umfassend haftbar gemacht.

Ein erhebliches Risiko für die Unternehmen könnte sich weiterhin daraus ergeben, dass die Anforderungen im IT-Sicherheitskatalog zu komplex werden und somit einige Unternehmen überfordern. Die Erfahrung zum Beispiel mit der schrittweisen Umstellung auf digitale Stromzähler (Smart Meter Rollout) zeigt, dass sich Deutschland mit „regulierter Digitalisierung“ schwertut. Im Wege einer Detailregulierung werden maximal komplizierte Lösungen in staatlichen Einrichtungen gemeinsam mit den Verbänden entwickelt. Sollte ein unklarer beziehungsweise technisch überregulierter IT-Sicherheitskatalog auf das hier beschriebene neue Haftungsregime stoßen, läge hierin gerade für KMU und ihre Geschäftsleitungen ein Dauerrisiko.

Man kann vor diesem Hintergrund nur hoffen, dass die BNetzA bei der Entwicklung des IT-Sicherheitskataloges nicht nur mit den großen Branchenverbänden und den üblichen Marktakteuren spricht. Vielmehr müssen auch gemeinsam mit den Mittelständlern Standards entwickelt werden, die für alle Betroffenen umsetzbar sind.

Was raten Sie Unternehmen, damit sie gut auf die Umsetzung der Richtlinie vorbereitet sind?

Kirchberger: Unternehmen sollten frühzeitig eine umfassende Ist-Analyse durchführen, Verantwortlichkeiten klar definieren und Management sowie Mitarbeitende schulen. Denn das BSIG verpflichtet die Einrichtungen nicht nur zur Etablierung technischer sondern auch organisatorischer Maßnahmen. Es empfiehlt sich, bestehende Prozesse, interne Richtlinien und Systeme auf Konformität mit dem BSIG und dem EnWG zu prüfen und gegebenenfalls anzupassen. Vor allem steht die Klärung der Frage, ob das jeweilige Unternehmen von den neuen Regelungen, insbesondere des neuen BSIG und des angepassten EnWG, betroffen ist. Zu empfehlen ist ferner, die fortlaufende Regulierung auf untergesetzlicher Ebene im Blick zu behalten. Die BNetzA ist zum Beispiel ermächtigt, den IT-Sicherheitskatalog fortwährend anzupassen. Das wiederum löst neue Dokumentations- und Meldepflichten aus.

Wie bewerten Sie die Relevanz von EU-Maßnahmen und -Vorgaben zur Stärkung sensibler Infrastruktur wie die NIS-2-Richtlinie? Können sie zur Stärkung digitaler und kritischer Infrastrukturen beitragen oder sind sie „zahnlose Tiger“?

Kirchberger: Die NIS-2-Richtlinie ist angesichts der Regulierungsdichte, der Aufsichtsbefugnisse und des Sanktionsrahmens ein bedeutender Schritt zur Stärkung der digitalen und kritischen Infrastrukturen in Europa. Sie setzt verbindliche Mindeststandards und schafft einen einheitlichen Rechtsrahmen, der die Resilienz gegenüber Cyberbedrohungen erhöhen kann. Die Wirksamkeit hängt jedoch maßgeblich von der Umsetzung und Kontrolle in den Mitgliedsstaaten ab.

Herr Abdelghany, Herr Kirchberger, vielen Dank für das Gespräch.

Business GPT: Sichere und datenschutzkonforme generative KI für Energieunternehmen

VDI energie + umwelt

ANFORDERUNGEN SMART-ENERGIEZUKUNFT

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument ist ausschließlich für die interne Verwendung bestimmt. Vervielfältigung oder Verbreitung ist ohne schriftliche Genehmigung nicht gestattet.

Wie können Energieunternehmen ihre sensiblen Unternehmensdaten schützen und gleichzeitig von den Effizienzgewinnen durch Künstliche Intelligenz profitieren? Die Telekom MMS beantwortet diese Frage mit „Business GPT“. Die Lösung ermöglicht den sicheren Einsatz generativer KI in europäischen Rechenzentren, ohne dass vertrauliche Daten nach außen gelangen.

KI-Service nach Maß: Intelligenz trifft Datensouveränität

In der Energiebranche wachsen die Datenmengen stetig an. Mitarbeitende verbringen einen Großteil ihrer Arbeitszeit damit, Netzpläne zu sichten, Anlagendaten zu prüfen, Prognosen zu erstellen und regulatorische Vorgaben umzusetzen. Diese zeitaufwändigen Routinetätigkeiten binden wertvolle Ressourcen, die angesichts des Fachkräftemangels in der Branche dringend für strategische und fachliche Aufgaben benötigt werden. Viele Beschäftigte greifen daher bereits eigeninitiativ zu öffentlichen KI-Tools – oft ohne Wissen der IT-Abteilungen und mit erheblichen Sicherheitsrisiken für sensible Unternehmensdaten. Generative KI bietet hier einen vielversprechenden Ansatz, indem sie wiederkehrende administrative Prozesse automatisiert und das Personal entlastet. Allerdings erfordert der KI-Einsatz gerade in der Energiewirtschaft besondere Sorgfalt, da Unternehmen als Betreiber kritischer Infrastrukturen höchste Sicherheitsstandards einhalten müssen. Auch die UKA-Gruppe, ein führender Projektentwickler für erneuerbare Energien, stand 2024 vor dieser Herausforderung. Das Unternehmen stellte fest, dass viele Mitarbeitende bereits öffentliche KI-Tools wie ChatGPT nutzten – mit erheblichen Risiken für sensible Projektdaten. Statt diese Nutzung zu verbieten, führte UKA „Business GPT“ der Telekom MMS

ein. Die Deutsche Telekom betreibt diese DSGVO-konforme SaaS-Lösung auf Basis der Microsoft Azure Cloud vollständig in Europa. Dadurch können Unternehmen eigene Dokumente für KI-gestützte Analysen importieren, während eine rollenbasierte Zugriffssteuerung die Datenintegrität sichert.

Praxisbeispiel UKA: KI effektiv nutzen mit maßgeschneiderten KI-Assistenten

Um die Vorteile von Business GPT optimal zu nutzen, hat die UKA-Gruppe gemeinsam mit der Telekom MMS drei maßgeschneiderte KI-Assistenten für ihre spezifischen Anforderungen entwickelt. „Übersetzungs-Ulla“ unterstützt bei der Übersetzung technischer Dokumente, „Korrektur-Konrad“ übernimmt das sprachliche Feintuning für Dokumente wie beispielsweise Projektunterlagen und „Protokoll-Pascal“ erstellt strukturierte Meeting-Zusammenfassungen. Diese Assistenten haben sich laut UKA im Arbeitsalltag der Mitarbeitenden bewährt. Die Nutzung wächst stetig, wobei die automatische Protokollierung besonders effiziente Zeiterparnisse bringt. Bei Projektbesprechungen dokumentiert „Protokoll-Pascal“ die wichtigsten Punkte und Entscheidungen ohne zusätzlichen Aufwand. Gleichzeitig dient die Anwendung als zentraler Wissensspeicher für das Unternehmen. Die hinterlegten Dokumente machen Projekterfahrungen für alle Teammitglieder zugänglich und erleichtern so den Informationsaustausch sowie die Einführung neuer Prozesse erheblich.

Datenschutz als Grundlage für Vertrauen und Innovation

Der erfolgreiche Einsatz von Business GPT bei der UKA-Gruppe zeigt, wie wichtig ein sicherer und klar definierter technischer Rahmen für

Innovation ist. Das Zusammenspiel aus Cloud-Architektur, Betriebsmodell und Compliance-Richtlinien der Telekom-Lösung bildet die Grundlage für vertrauenswürdige KI-Anwendungen. So setzen Unternehmen generative KI verantwortungsvoll ein und erfüllen gleichzeitig regulatorische Anforderungen wie die DSGVO und den EU AI Act – ein entscheidender Faktor gerade für kritische Infrastrukturen wie die Energiebranche.

Auf dieser sicheren Basis entwickelt die UKA-Gruppe ihre KI-Strategie gezielt weiter. Schulungen, interne Leitfäden und praxisnahe Hilfen fördern den kompetenten Umgang mit der Technologie und unterstützen einen offenen Kulturwandel im Unternehmen. Mandy Günzel, IT-Co-Head bei UKA, betont: „Wir wollen KI langfristig fest in unsere Abläufe integrieren und dabei die Ideen unserer Mitarbeitenden nutzen, um deren Potenzial gezielt in den Arbeitsalltag zu bringen.“

Über Telekom MMS

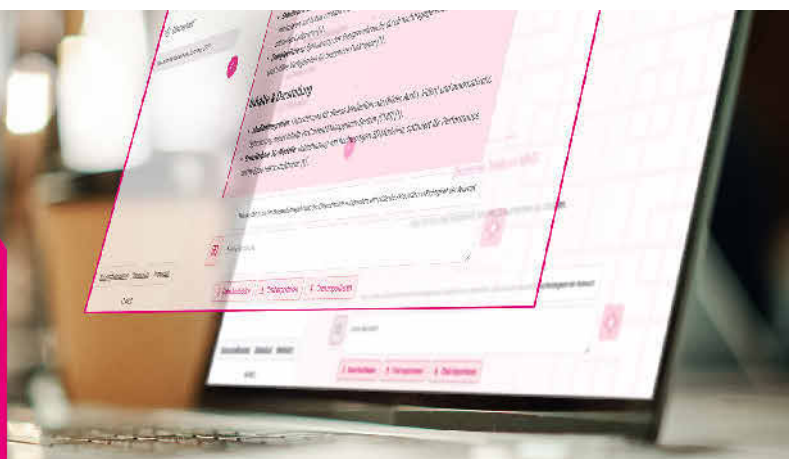
Telekom MMS begleitet Unternehmen bei der digitalen Transformation und entwickelt zukunftsfähige Geschäftsmodelle für digitale Erlebnisse. Als führender Digital Experience Service Provider bietet Telekom MMS kundenzentrierte End-to-End-Lösungen und macht Digitales erlebbar. Mit rund 2.150 Beschäftigten an zehn Standorten und einem Jahresumsatz von rund 233 Mio. € im Jahr 2024 bietet das Unternehmen ein dynamisches Web- und Application-Management und sorgt mit einem akkreditierten Test-Center für höchste Softwarequalität, Barrierefreiheit und IT-Sicherheit.



Quelle: Telekom MMS



Connecting
your world.



Ein Mitarbeiter der Halberstadtwerke bei der digitalen Erfassung von Anlagendaten im Netzbetrieb – dank No-Code-App direkt vor Ort dokumentiert und übermittelt. Foto: smapOne

Digitale Prozessoptimierung bei Stadtwerken

No Code in der Praxis

Energiewende, Fachkräftemangel und verschärfte Regulierungen: Stadtwerke stehen an einem Wendepunkt. Die Halberstadtwerke zeigen, wie sich dieser Spagat meistern lässt: mit Pragmatismus, Teamgeist und einer No-Code-Plattform, die Digitalisierung direkt in die Fachbereiche bringt.

TEXT: Thomas Schwarz

Neuere IT-Sicherheitsvorgaben wie das BSI-Gesetz (BSIG) oder die NIS-2-Richtlinie sowie wachsende Nachweispflichten erhöhen den Handlungsdruck auf Stadtwerke. Gleichzeitig erschwert der Fachkräftemangel vielerorts die Umsetzung. Digitalisierung gilt als entscheidender Hebel, um Prozesse zu vereinfachen und regulatorische Anforderungen effizient zu erfüllen. In der Praxis zeigt sich jedoch oft ein anderes Bild: Viele Abläufe basieren noch auf Papierformularen, Excel-Listen oder E-Mail-Ketten. Das führt zu Medienbrüchen, unklaren Zuständigkeiten und Zeitverlusten. Gleichzeitig konzentrieren sich IT-Abteilungen kommunaler Unternehmen meist auf zentrale Infrastrukturthemen. Digitale Projekte aus den Fachbereichen müssen daher häufig zurückstehen. Ein Dilemma, das die Handlungsfähigkeit einschränkt.

Traditionelle Wege stoßen an Grenzen

Bisher standen zwei klassische Wege zur Auswahl: Entweder entwickelt die IT eigene Anwendungen oder externe Standardsoftware wird eingekauft. Beide Ansätze bringen jedoch Nachteile mit sich. Interne Entwicklungen binden wertvolle Ressourcen, während zugekaufte Lösungen oft nicht exakt zu den spezifischen Anforderungen von Stadtwerken passen. Hinzu kommen hohe Lizenzkosten und lange Einführungsphasen.

Die zentrale Frage lautet daher: Wie können Fachabteilungen ihre Prozesse schneller digitalisieren, ohne zusätzliche Abhängigkeiten oder Sicherheitsrisiken zu schaffen?

Der Ansatz der Halberstadtwerke

Die Halberstadtwerke entschieden sich, neue Wege zu gehen. Statt auf klassische

Softwareprojekte zu setzen, nutzen sie eine No-Code-Plattform, mit der Anwendungen direkt in den Fachbereichen entstehen. Was ursprünglich als pragmatische Lösung zur Ablösung papierbasierter Formulare begann, hat sich inzwischen zu einem Motor für die digitale Transformation entwickelt.

Die Technologie eignet sich besonders für die Vielzahl kleinerer Anwendungen. Etwa für Abnahmen, Inventuren oder Checklisten. Diese Prozesse sind zwar nicht geschäftskritisch, aber essenziell für reibungslose Abläufe im Alltag. Mit No Code lassen sie sich nun direkt von den Fachbereichen selbst digital abbilden.

Mittlerweile sind bei den Halberstadtwerken über 40 No-Code-basierte Anwendungen im Einsatz. Sie reichen von technischen Checklisten und Netzanchlussdokumentationen über Baustellenbegehungen bis hin zu Personalprozessen. Rund 80 Mitarbeitende arbeiten regelmäßig damit, 17 von ihnen gestalten aktiv als Creatoren (Citizen Developer) eigene

digitale Prozesse. Über ein klar definiertes Freigabeverfahren stellt die IT-Abteilung sicher, dass Datenschutz, Sicherheit und Systemintegrität jederzeit gewährleistet sind. So verbindet das Modell Eigenverantwortung in den Fachabteilungen mit einer strukturierten Governance.

Digitale Praxisbeispiele aus Halberstadt

Mängelkarte im Netzbetrieb: Früher wurden Mängel auf Papier dokumentiert, abfotografiert und per E-Mail verteilt. Mit entsprechendem Aufwand und Medienbrüchen. Heute erfassen Monteure die Daten digital vor Ort. Fotos, Unterschriften und Pflichtfelder sorgen für vollständige Datensätze und Fristen werden automatisch zugeordnet. Die Informationen stehen allen relevanten Stellen somit unmittelbar zur Verfügung.

Audit- und Regelwerksverwaltung: Auch bei Vorbereitungen auf Zertifizierungsaudits für ein TSM (Technisches Sicherheitsmanagement) oder ISMS (Information Security Management System) hat sich der Aufwand deutlich reduziert. Änderungen an gesetzlichen Vorgaben werden zentral dokumentiert, Verantwortlichkeiten automatisch zugewiesen und Eskalationsschritte klar definiert. Das schafft Nachweissicherheit und vereinfacht interne wie externe Audits.

Vertrieb und Vertragsmanagement: Besonders spürbar ist der Unterschied auch im Vertrieb. Verträge, die früher manuell in Word erstellt, ausgedruckt und postalisch verschickt wurden, entstehen heute automatisch aus einer digitalen Eingabe heraus. Der Vorgang, der früher bis zu dreißig Minuten beanspruchte, dauert nun weniger als zwei Minuten. Kunden erhalten häufig noch am selben Tag eine Rückmeldung.

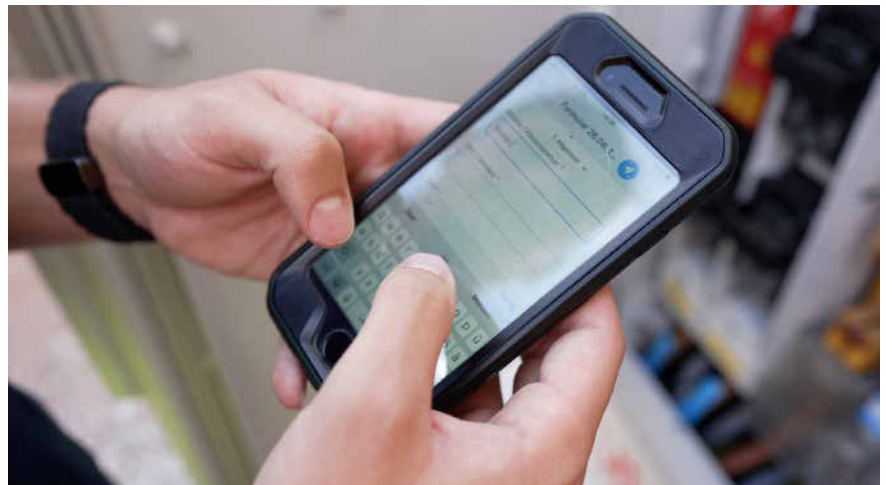
HR-Prozesse: Auch im Personalwesen zeigen sich die Vorteile. On- und Offboarding-Prozesse, Krankmeldungen oder interne Bestellungen laufen inzwischen vollständig digital. Das sorgt für Transparenz, reduziert Rückfragen und schafft klare Zuständigkeiten.

Effizienzgewinne und kultureller Wandel

Die Erfahrungen der Halberstadtwerke machen deutlich, dass Digitalisierung nicht nur eine technische, sondern auch eine organisatorische Aufgabe ist. Fachabteilungen übernehmen mehr Verantwortung für ihre



Präzise Erfassung technischer Daten im Feld: Die digitale Mängelkarte ersetzt handschriftliche Notizen und sorgt für klare Nachverfolgbarkeit. Foto: smapOne



Mobile Datenerfassung in Echtzeit: Die Anwendung ermöglicht direkte Eingabe und automatische Weiterleitung an die zuständigen Stellen. Foto: smapOne

Prozesse, während die IT-Abteilung als Partner für Sicherheit und Integration agiert.

Die Vorteile sind messbar: Abläufe werden schneller, Dokumentationen revisionssicher und Änderungen an rechtlichen oder organisatorischen Vorgaben lassen sich flexibel umsetzen. Darüber hinaus wächst die Akzeptanz, weil Mitarbeitende den Nutzen unmittelbar erleben. Sie sparen täglich spürbar Zeit, die sie in ihre eigentlichen Kernaufgaben investieren können. Der Effizienzgewinn durch die Optimierung zahlreicher Routineprozesse sorgt somit nicht nur für Entlastung, sondern auch für einen messbaren Return on Investment der Digitalisierungsinitiative.

Ein Modell für die Energiebranche

Das Beispiel aus Halberstadt verdeutlicht, dass Digitalisierung in der Energie-

branche nicht kompliziert sein muss. Mit dem Ansatz, Fachwissen und digitale Kompetenz zu verbinden, schaffen die Stadtwerke Strukturen, die sowohl kurzfristige Verbesserungen als auch langfristige Entwicklung ermöglichen. No Code ist dabei nicht nur Technologie, sondern ein Antrieb für kulturellen Wandel. Mitarbeitende gestalten aktiv mit, Prozesse werden transparent, und Innovation findet dort statt, wo sie entsteht: im Arbeitsalltag. ■

Thomas Schwarz
CTO & Co-Founder der smapOne AG
thomas.schwarz@smapone.com

Energie und Digitalisierung

Souveränität entsteht durch Transfer

Die Energiewirtschaft steht weltweit vor einem doppelten Umbruch: Einerseits müssen wir fossile Energieträger Schritt für Schritt ersetzen und ehrgeizige Klimaziele erreichen, andererseits verändert die Digitalisierung den gesamten Energiesektor – von der Erzeugung über die Speicherung bis hin zum Verbrauch. Für Deutschland geht es darum, durch gezielten Forschungstransfer und innovative Projekte die eigene industrielle Wettbewerbsfähigkeit zu sichern und im europäischen Kontext eine Vorreiterrolle in der Energiewende zu übernehmen.

TEXT: Jan Fischer-Wolfarth

Wir sprechen viel über Technologie, aber zu wenig über die Mechanismen, die aus Wissen Wirkung entstehen lassen. Deutschland ist ein Land der Forscherinnen und Forscher, und doch kommt vieles, das in unseren Laboren entsteht, zu spät in der Anwendung an. Zwischen Erkenntnis und Realität liegt oft ein zäher Prozess aus Regularien, Zuständigkeiten und fehlenden Anreizen. Die Folge: Wir reden über Innovation, handeln aber bürokratisch. Damit verlieren wir genau das, was Fortschritt eigentlich braucht: Tempo, Vertrauen und Mut zum Ausprobieren.

Die drei Kräfte Digitalisierung, Dekarbonisierung und Dezentralisierung verändern die Energiewirtschaft grundlegend. Sie schaffen neue Märkte, Abhängigkeiten und Verantwortlichkeiten. Während technologische Lösungen rasant voranschreiten, hinkt die politische und gesellschaftliche Umsetzung oft hinterher.

Die entscheidende Frage lautet daher: Wie gelingt es, wissenschaftliche Erkennt-



Dr. Jan Fischer-Wolfarth, Geschäftsführer der Stiftung Werner-von-Siemens-Ring: „Innovation entsteht nicht allein in Laboren oder Fabrikhallen, sondern im Zusammenspiel von Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft.“
Foto: VDI/VDE-IT

nisse in marktfähige, skalierbare Lösungen zu übersetzen – und das in einem Tempo, das den globalen Herausforderungen gerecht wird? Denn in einer Welt, die um technologische Führungspositionen konkurriert, ist der Forschungstransfer kein Nebenthema, sondern der Kern industrieller Souveränität.

Europa setzt mit dem Net-Zero Industry Act ein starkes Signal für eine klimaneutrale und technologisch unabhängige Industriepolitik. Doch auch regionale Initiativen wie das Net Zero Valley Lausitz, das in Ostdeutschland eine Modellregion für nachhaltige Industrieproduktion aufbaut, zeigen: Transformation ist nur dann erfolgreich möglich, wenn Wissenschaft, Wirtschaft und Politik gemeinsam handeln und gesellschaftliche Akzeptanz mitgedacht wird.

Digitalisierung als Motor der Energiewende

Die Energiewende wird nur mit Digitalisierung gelingen. Daten werden zur zentralen Ressource der Energieinfra-



struktur. Millionen Sensoren erfassen in Echtzeit, wie Strom produziert, verteilt und verbraucht wird. KI-Systeme prognostizieren Verbrauchsmuster, berechnen Netzlasten und steuern virtuelle Kraftwerke. Mithilfe von Simulationen kann der Netzausbau geplant werden, bevor er stattfindet.

Die Vorteile liegen auf der Hand: effizientere Netze, geringere Verluste und mehr Flexibilität. Doch mit der wachsenden Vernetzung steigt auch die Anfälligkeit für technische Störungen. Zudem schaffen jedes neue Interface und jeder vernetzte Zähler potenzielle Angriffspunkte. Die Sicherung digitaler Infrastrukturen wird somit zur Grundvoraussetzung für die physische Energieversorgung.

Auch der regulatorische Rahmen muss mit dieser Dynamik Schritt halten. Technologische Innovation braucht Freiräume, etwa durch Reallabore oder temporäre Ausnahmegenehmigungen, damit Ideen unter realen Bedingungen getestet werden können.

Nicht zuletzt verlangt die Digitalisierung nach neuen Kompetenzen. Datenkompetenz, Softwareentwicklung und Cybersecurity sind hierfür entscheidend. Sie gehören zur Grundbildung einer dekarbonisierten Industrienation.

Forschungstransfer als Standortfaktor

Deutschland ist forschungsstark, aber anwendungsarm. Die Distanz zwischen Labor und Produktion, Idee und Markt lässt sich kaum mit Fördergeldern allein überbrücken. Es mangelt weniger an Wissen als an Strukturen, die dieses Wissen wirksam machen.

Forschungstransfer bedeutet, Erkenntnisse nicht nur zu publizieren, sondern auch zu skalieren. Es geht darum, die Zeitspanne zwischen wissenschaftlicher Entdeckung und wirtschaftlicher Anwendung zu verkürzen. Andere Länder zeigen, wie das funktioniert: In den USA etwa arbeiten Hochschulen, Start-ups und Industrie in innovationsgetriebenen Ökosystemen zusammen.

Deutschland hat mit Reallaboren und Transferclustern begonnen, diese Lücke zu schließen. Doch der Anspruch muss höher sein: Transfer darf kein Nebenprodukt mehr bleiben, sondern muss als gleichwertiger Teil der Forschung begriffen werden. Das bedeutet auch, Forschungserfolge

nicht nur anhand von Zitierungen, sondern auch anhand ihrer gesellschaftlichen Wirkung zu messen.

Europas industriepolitischer Moment

Mit dem Net-Zero Industry Act schafft die EU einen industriepolitischen Rahmen, der die Bereiche Forschung, Produktion und Energiepolitik miteinander verbindet. Das Ziel besteht darin, die Wertschöpfungsketten klimaneutraler Technologien wieder stärker nach Europa zu verlagern und Abhängigkeiten zu reduzieren.

Bis 2030 sollen mindestens 40 % des europäischen Bedarfs an strategischen Schlüsseltechnologien – von Wind- und Solaranlagen über Batterien bis zu Elektrolyseuren – aus europäischer Produktion stammen. Das klingt zwar ambitioniert, ist aber notwendig, wenn Europa seine Rolle im globalen Innovationswettbewerb behaupten will.

Für Deutschland bedeutet dies eine Rückbesinnung auf seine eigentliche Stärke: Ingenieurskunst, gepaart mit Forschungstiefe. Wenn es uns gelingt, universitäre Spitzenforschung, industrielle Entwicklungszentren und Start-up-Dynamik zu verbinden, kann Europa zeigen, dass Klimaneutralität und Wettbewerbsfähigkeit kein Widerspruch sind, sondern einander bedingen.

Lausitz: zukunftsweisender Strukturwandel

Die Lausitz steht sinnbildlich für den industriellen Wandel Deutschlands. Jahrzehntlang war sie Zentrum der Braunkohleförderung, heute wird sie zur Modellregion für nachhaltige Industrieproduktion.

Im Net Zero Valley Lausitz entsteht eine neue Wertschöpfung durch Batteriezellfertigung, grüne Chemieprodukte und intelligente Netze. Forschungseinrichtungen und Unternehmen arbeiten gemeinsam an wirtschaftlich tragfähigen und ökologisch verantwortungsvollen Lösungen. Besonders wichtig ist dabei die Beteiligung der Menschen vor Ort. Transformation gelingt nur, wenn sie als gemeinsamer Fortschritt erlebt wird – und nicht als Zumutung.

Die Lausitz zeigt, was Forschungstransfer bewirken kann. Wenn Wissen und Unternehmergeist zusammenkom-

men, wird aus Strukturwandel ein Standortvorteil.

Deutschlands Rolle im europäischen Innovationsraum

Deutschland steht im Zentrum eines europäischen Spannungsfelds: Einerseits gilt es, die eigene industrielle Stärke zu sichern, andererseits muss die Energiewende als gesamteuropäisches Projekt gedacht und umgesetzt werden. Nationale Forschungslandschaften sollten stärker mit europäischen Programmen wie dem Net-Zero Industry Act verzahnt werden, regionale Innovationszentren – etwa in der Lausitz – brauchen langfristige Perspektiven. Gleichzeitig entscheidet sich die Zukunftsfähigkeit Europas dadurch, ob es gelingt, digitale Kompetenzen auszubauen, Fachkräfte zu gewinnen und Forschung in marktfähige Lösungen zu übersetzen.

Hier liegt die eigentliche Herausforderung: Innovation entsteht nicht allein in Laboren oder Fabrikhallen, sondern im Zusammenspiel von Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft. Forschung zu fördern bedeutet, Verantwortung zu übernehmen – nicht nur für technologische Exzellenz, sondern für ihre Wirkung auf die Menschen.

Die Stiftung Werner-von-Siemens-Ring versteht sich an dieser Stelle als Bindeglied. Sie macht sichtbar, wo Erkenntnis auf Umsetzung trifft, und unterstützt junge Forscherinnen und Forscher, die Brücken zwischen Theorie und Praxis zu schlagen. Die fünf Werner-von-Siemens-Fellows des Jahres 2025 – Franziska Boenisch, Elena Jordan, Martha Kalina, Taha Soliman und Johannes Tiedau – zeigen, wie Energieeffizienz, Digitalisierung und Nachhaltigkeit zusammenwirken können, um Europas industrielle und gesellschaftliche Zukunft zu gestalten.

Ob der doppelte Umbruch gelingt und Deutschland und Europa im globalen Wettbewerb bestehen können, hängt letztlich davon ab, ob wir Forschungstransfer nicht als Nebenaufgabe, sondern als Kern souveräner Innovationspolitik begreifen. ■

Dr.
Jan Fischer-Wolfarth

Geschäftsführer der
Stiftung Werner-von-Siemens-Ring

fischer-wolfarth@vdi-vde-it.de

Foto: Qubite

Wie Unternehmen ihre Klimabilanz trotz KI und hoher Datenverarbeitung verbessern

Grüne Rechenleistung

Daten sind zum zentralen Treiber betrieblicher Wertschöpfung geworden und bestimmen heute nahezu alle Unternehmensprozesse. Mit dem wachsenden Einsatz von Cloud-Lösungen, Automatisierung und Künstlicher Intelligenz steigt jedoch auch der Energiebedarf.

Ein Hemmnis für ESG-Ziele. Nachhaltig agieren jene Betriebe, die bereits bei der Bereitstellung von Rechenleistung ökologische Kriterien berücksichtigen.

TEXT: Tajo Adler

Der Stromverbrauch von Rechenzentren liegt in Deutschland derzeit bei rund 4 % des gesamten Energiebedarfs. Das entspricht einem Verbrauch von etwa 20 TWh/a. Weltweit verursacht diese Infrastruktur rund 3,7 % der CO₂-Emissionen, Tendenz steigend. Laut Umweltbundesamt belaufen sich die direkten und indirekten Treibhausgas-Emis-

sionen schon jetzt auf etwa 6,5 Mio. t/a. Prognosen von McKinsey zeigen, dass sich der weltweite Datenverbrauch bis 2030 verdreifachen dürfte [1; 2; 3; 4].

Die Folgen treffen Betriebe doppelt. Einerseits erwarten Politik, Kunden und Kapitalgeber eine glaubwürdige ESG-Strategie. Andererseits schränken hohe Energiekosten und eine unzureichende Netzinfrastruktur die Handlungsmöglichkeiten erheblich ein. Sie erhalten weder grüne

Subventionierungen noch einen Marktvorteil durch den Aufbau eines zeitgemäßen Geschäftsmodells. Wer auf nachhaltigen Strom setzen will, zahlt derzeit zu viel, um wirtschaftlich zu sein. Das gilt besonders für Unternehmen mit großer Datenverarbeitung: mittelgroße Rechenzentrumsbetreiber zahlen im Schnitt zwischen 12 bis 18 Ct/kWh für in Deutschland erwirtschafteten Photovoltaik (PV)-Strom.



Hinzu kommen lange Genehmigungsprozesse und hohe Abgaben, die den Ausbau erneuerbarer Energien erschweren. Damit droht die Bundesrepublik ihre Position als digitaler Innovationsstandort zu schwächen. Ohne eine praktikable Lösung für die energieintensive Datenverarbeitung wird es für Unternehmen zunehmend schwieriger, ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten. Mittelständische Unternehmen benötigen einen zeitnahen Lösungsansatz, damit sie Rechenleistung umwelt- und budgetschonend beziehen. Ansonsten verlieren sie den Anschluss.

Reisende Rechenleistung

Eine vielversprechende Möglichkeit besteht in der geografischen Verlagerung von Rechenleistung. Während Anwendungen und Systeme in Deutschland betrieben werden, kann die eigentliche Datenverarbeitung in Regionen mit besseren klimatischen und wirtschaftlichen Bedingungen erfolgen. So kann die Wirtschaft hierzulande wachsen, ohne die hohen Kosten tragen zu müssen und schont gleichzeitig das Klima, indem es die Abgasemissionen gering hält. Länder mit hoher Sonneneinstrahlung beispielsweise entlang des Äquators bieten durch die Nutzung erneuerbarer Energien eine deutlich günstigere CO₂-Bilanz.

Besonders geeignet sind die Vereinigten Arabischen Emirate (VAE). Sie verfügen über ein stabiles wirtschaftliches Umfeld, eine moderne Energieinfrastruktur und enge Beziehungen zur Europäischen Union. Ein breites bilaterales Unternehmensnetzwerk berücksichtigt EU-politische Rahmenbedingungen, sodass selbst eine CSRD-Berichtspflicht kein Problem darstellt. Der Anteil erneuerbarer Energien im emiratischen Strommix steigt kontinuierlich. Beispielsweise sollen in der Wüste Abu Dhabis bis 2027 auf einer Fläche von 90 km² Solaranlagen mit einer Leistung von 5 GW und 19 GWh Batteriespeicherkapazität entstehen. Diese Anlage soll grundlastfähig sein und selbst nachts 1 GW Energie liefern und speichern. Das kommt auch dem datenverarbeitenden Gewerbe zugute: Ein Rechenzentrum mit 8 MW Leistung verursacht dort derzeit jährlich rund 17 000 t CO₂. In Deutschland stößt eine vergleichbare Anlage mehr als doppelt so viel aus.

Dieselbe Rechenleistung, dieselben Compliance-Bedingungen – aber solidere

ESG-Werte. Für deutsche Unternehmen bietet sich dadurch ein klarer Vorteil. Da dem vorangegangenen Rechenbeispiel ein in den VAE typischer Strommix aus 40 % konventionellen Energiequellen und 60 % erneuerbaren Energiequellen zugrunde liegt, vervielfacht sich das Einsparpotenzial aufgrund staatlicher Investitionen in die Energieinfrastruktur kontinuierlich. Die Stromkosten liegen in den VAE zwischen 0,06 und 0,10 US-\$/kWh, während in Deutschland 0,19 bis 0,21 US-\$/kWh üblich sind. Daraus ergibt sich ein Kostenvorteil von bis zu 70 %. Bei einer Leistung von 1 MW kann die jährliche Ersparnis bis zu 1,3 Mio. US-\$ betragen. Zusätzlich profitieren Unternehmen von stabilen Energiepreisen und langfristig planbaren Rahmenbedingungen.

Politische Vorgaben erhöhen den Druck

Seit 2024 gilt in Deutschland die Vorgabe, dass mindestens die Hälfte des Stroms für Rechenzentren aus erneuerbaren Quellen stammen muss. Ab 2027 sollen laut deutschem Energieeffizienzgesetz (EnEfG) 100 % grüner Strom verwendet werden [1]. Diese Ziele sind grundsätzlich zu begrüßen, jedoch schwer umzusetzen – das hat nun auch die EU festgestellt und deshalb die Anforderungen des Green Deals herabgesetzt. Solarenergie bietet in Mitteleuropa aufgrund der geringeren Sonneneinstrahlung nur begrenzte Erträge.

Ein Vergleich verdeutlicht den Unterschied: Eine PV-Anlage mit 5 MW Leistung erzeugt in Deutschland rund 5,2 GWh/a. In den VAE liegt die jährliche Stromproduktion bei etwa 9,1 GWh. Auf einem niedrigeren Niveau bewegen sich ebenfalls die Investitionskosten. Während in Deutschland etwa 1 €/W zu veranschlagen ist, kostet dieselbe Leistung in den Emiraten rund 0,7 US-\$. Die Amortisation erfolgt in beiden Fällen innerhalb von etwa sechs Jahren, wobei die höhere Stromproduktion im Ausland die Wirtschaftlichkeit zusätzlich verbessert.

Durch Kooperationen mit nachhaltigen Rechenzentrumsanbietern in sonnenreichen Regionen reduzieren deutsche Unternehmen ihre Kosten deutlich. Die Nutzung internationaler Standorte ist kein Widerspruch zu einer verantwortungsvollen Unternehmensführung, sondern kann Teil einer langfristigen Nachhaltigkeitsstrategie sein.

Beitrag zum European Green Deal

Die Verlagerung energieintensiver Rechenprozesse in klimatisch vorteilhafte Regionen trägt dazu bei, die EU-weiten Klimaziele schneller zu erreichen. Unternehmen, die frühzeitig auf emissionsärmere Datenverarbeitung setzen, verbessern nicht nur ihre eigene Bilanz, sondern leisten auch einen Beitrag zur Entlastung nationaler Stromnetze. Durch die Verbindung von wirtschaftlicher Effizienz und ökologischer Verantwortung entsteht ein Modell, das die Wettbewerbsfähigkeit der gesamten deutschen Wirtschaft langfristig stärkt.

Ziel sollte nicht sein, Digitalisierung und Klimaschutz als gegensätzliche Entwicklungen zu betrachten. Vielmehr kann moderne IT dazu beitragen, Nachhaltigkeit messbar zu gestalten und Ressourcen effizienter einzusetzen. Entscheidend ist, dass Unternehmen ihre Datensicherheit, Compliance und Energieherkunft transparent dokumentieren und nicht allein kurzfristig auf Kostenfaktoren reagieren. ■

Literatur

- [1] Universität Stuttgart et al.: Stand und Entwicklung des Rechenzentrumsstandorts Deutschland. Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz, BMWK-Projekt-Nr.: 115/21-45, 29.1.2025, <https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Publikationen/Technologie/stand-und-entwicklung-des-rechenzentrumsstandorts-deutschland.html>, zuletzt abgerufen am 14.11.2025.
- [2] McKinsey & Company: The cost of compute: A \$7 trillion race to scale data centers. McKinsey Quarterly, 28.4.2025, [https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/the-cost-of-compute-a-7-trillion-dollar-race-to-scale-data-centers#/,](https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/the-cost-of-compute-a-7-trillion-dollar-race-to-scale-data-centers#/) zuletzt abgerufen am 14.11.2025.
- [3] Ewim, D. R. E. et al.: Impact of Data Centers on Climate Change: A Review of Energy Efficient Strategies. The Journal of Engineering and Exact Sciences, Vol. 9 (2023), No. 6, 16397-01e. <https://doi.org/10.18540/jcecvl9iss6pp16397-01e>
- [4] Kost, Ch. et al.: Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien. Studie des Fraunhofer ISE, August 2024, <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/studie-stromgestehungskosten-erneuerbare-energien.html>, zuletzt abgerufen am 14.11.2025.

Tajo Adler

Wirtschaftswissenschaftler und Gründer von Qubite International

tajo.adler@qubite-international.com

Weniger Ozon

Die frühe Schließung des Ozonlochs am 1. Dezember 2025 und seine geringe Ausdehnung spiegeln den anhaltenden Rückgang ozon-zerstörender Stoffe vor allem der Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) wider, so der Copernicus-Atmosphärenüberwachungsdienst der EU (Cams). Der Einsatz dieser Substanzen wurde Ende der 1980er-Jahre mit dem Montréaler Übereinkommen schrittweise verboten. Die Ozonsaison 2025 war die kürzeste seit sechs Jahren, das Ozonloch maß maximal etwa 21 Mio. km² und damit rund 5 Mio. km² weniger als 2023. Der Cams registrierte zudem eine höhere Ozonmenge in der Stratosphäre über der Antarktis. Bis zu seiner Schließung können aber noch Jahrzehnte vergehen.

<https://atmosphere.copernicus.eu>



In der Janinhoff-Klinkermanufaktur in Münster werden Ziegel effizienter und mit weniger THG-Emissionen hergestellt. Schrittweise soll zudem Erdgas durch Wasserstoff ersetzt werden. Hier übernimmt Robotertechnik in der Absetzanlage das Abladen gebrannter Ziegel. Foto: P. Wattendorf

Wasserstoff für die Ziegelproduktion

Ziegel werden bei mehr als 1 100 °C aus verschiedenen Tönen, Schamotten und Sand gebrannt. Für 1 t Klinker braucht es rund 1,7 MWh. Hauptenergie: Erdgas. Jedes Jahr emittiert die Ziegelindustrie in Deutschland daher rund 1,74 Mio. t CO₂. Ziegel sind aufgrund ihrer Langlebigkeit recht nachhaltig, doch ihre CO₂-Emissionen könnten sinken. Die Janinhoff Klinkermanufaktur, Münster, etwa will die komplette Produktion auf Wasserstoff (H₂) umstellen. Das Familienunternehmen hat sich im Oktober 2024 im Rahmen des Klimaschutzvertrags des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWE) verpflichtet, bis Ende 2029 mindestens 60 % und bis Ende 2042 mindestens 90 % der CO₂-Emissionen im Vergleich zum Referenzsystem einzusparen. Der Tunnelofen wurde dazu bereits verlängert, um Heißluft besser auszunutzen, Temperaturprofile zu glätten und insgesamt eine geringere Energiemenge pro produzierter Ziegelcharge zu erreichen. Das verbessert bereits jetzt die Energieeffizienz und schafft die notwendige Grundlage für die spätere Umrüstung auf H₂. Von Frühjahr 2026 an soll erst die Brenneranlage schrittweise auf H₂-Betrieb umgestellt werden, danach auch die Trocknungsanlage. Der Wasserstoff wird solange per Tanklastwagen angeliefert werden, bis wohl 2030 ein Anschluss an das Münsteraner H₂-Verteilnetz vorliegt. Dieses Netz wird zurzeit aufgebaut. Das BMWE und die EU unterstützen diesen Plan, in dem sie mit Hilfe des Förderprogramms „Next Generation EU“ anfallende Mehrkosten für H₂ mit bis zu 60,2 Mio. € auffangen.

www.janinhoff.de, www.einer-geht-voran.de



Einer der drei Container für den Stromspeicher in Premnitz in Brandenburg wird an den richtigen Platz gebracht. Foto: EEW energy from waste

Müllheizkraftwerk gegen Stromschwankungen

Der erste Batteriespeicher an einem Müllheizkraftwerk in Deutschland steht in Premnitz, rund 65 km westlich von Berlin. Der Speicher befindet sich aufgeteilt in drei 44 t Containern, die insgesamt bis zu 15 MWh Energie aufnehmen können. Die Drei bilden das Herzstück der Anlage, die EEW mit der Firma Tricera energy aus Dresden verwirklicht hat. Eine Mittelspannungsschaltanlage verbindet die Speicher mit dem öffentlichen Stromnetz. Bei Stromüberschuss sollen sie Energie zwischenspeichern, bei Bedarf ins Netz einspeisen, um etwa die Netzfrequenz zu stabilisieren oder Nachfragespitzen zu bedienen. Batteriespeicher dieser Größe können kurzfristige Schwankungen im Stromnetz ausgleichen. Das Kraftwerk produziert Strom aus Abfall für mehr als 40 000 Haushalte, versorgt den nahe gelegenen Industriepark mit Prozessdampf sowie Premnitz und Brandenburg an der Havel mit Fernwärme. Künftig wird der Strom als Grundlast bereitgestellt und flexibel bedarfsgerecht eingespeist. In den ersten Monaten 2026 soll es losgehen.

www.eew-energyfromwaste.com

Junge Ideen für eine nachhaltigere Chemie

Von neuartigem chemischen Recycling und interessanten Polymeren über erneuerbare Kraftstoffe, saubere Energietechnologien und CO₂-arme Baumaterialien: Mehrere Start-ups präsentierten Ende November vielversprechende praxisnahe und skalierbare Ansätze für eine nachhaltigere klimafreundlichere Chemie: auf der „ISC3 Innovation Challenge 2025“ des „International Sustainable Chemistry Collaborative Centre“ (ISC₃) auf dem Impact Festival, einem B2B Event für nachhaltige Innovationen, in Frankfurt/Main. Eine Jury vergab den „ISC₃ Innovation Challenge Award 2025“ an Power2Polymers aus Aachen für leistungsstarke Polyurethane mit geringem Produkt-CO₂-Fußabdruck. Die Jury vergab auch zwei Spezialpreise: einen erhielt AC Biode aus Luxemburg und Japan für ihre „Plastalyst“-Lösung: chemisches Wiederverwerten schwer recycelbarer Kunststoffe bei niedrigen Temperaturen und ohne Lösungsmittel. Der Zweite ging an das frauengeführte Unternehmen aus Bonn für klimafreundliche Kochöfen, eine ökologisch orientierte Sanitärösung und Pflanzenkohle-basierten organischen Dünger für Länder des Globalen Südens. www.isc3.org



Der Salvinia-Effekt auf recyceltem Polyester. Foto: Texterial

Fluorfreies Outdoor-Garn

Die angehende Textilingenieurin Alexandra Plewnia stieß 2022 an der Hochschule Niederrhein in Mönchengladbach auf den Salvinia-Effekt, also das dauerhafte Stabilisieren einer Luftschicht auf einer Oberfläche unter Wasser – so wie in der Natur bei der Wasserpflanze Salvinia. Plewnia konnte diesen Effekt auf eine Polyesterfolie übertragen. Sie entwickelte daraufhin in ihrer Masterarbeit ein Konzept, um diesen Effekt auch auf ein Garn aus Polyester zu übertragen. Gemeinsam mit der Chemikerin Sarah Neumann und anderen hatte sie dann im Forschungsprojekt Octogarn aus recyceltem Polyester ein wasserabweisendes Garn entwickelt. Und: Weil die Oberflächenstruktur und -chemie des Garns den Salvinia-Effekt nachahmt, benetzt das Garn auch ohne fluorhaltige Beschichtungen nicht. Das Garn ist auch atmungsaktiv, isoliert unter Wasser gegen Kälte und eignet sich daher für Outdoor- und Schutzkleidung sowie für maritime und technische Anwendungen. Da es zudem nur aus einem Material besteht, ist es recycelbar. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz fördert das Projekt von September 2023 bis 2026 mit 1,84 Mio. € aus dem Exist-Programm. Im Oktober 2024 gründeten Neumann und Plewnia, die inzwischen den Namen Richter trägt, das Start-up Texterial, um das Garn, das sie „predrop“ nennen, zu vermarkten. In diesem Jahr wollen sie mit Partnern aus der Wirtschaft einen Prototypen testen, diesen anschließend zur Marktreife bringen und die Produktion skalieren. www.texterial.com

KURZ NOTIERT

Thyssenkrupp Steel Europe mit Sitz in Duisburg hat eine neue Führung: **Marie Jaroni** ist neue CEO, **Marco Richrath** neuer COO und **Wilfried von Rath** führt neben seiner Tätigkeit als Arbeitsdirektor auch das Personalressort und Vorstandssprecher **Dennis Grimm** hat seine Ämter niedergelegt. www.thyssenkrupp-steel.com

Am 1. Dezember 2025 übernahm **Christian Bako** die Geschäftsführung des Baustoffkonzerns Saint Gobain Deutschland-Österreich von **Raimund Heintl**. Heintl ging in Ruhestand, Bako war zuvor Vizepräsident „Marketing & Development“ der französischen Saint-Gobain-Gruppe. www.saint-gobain.de

Christian Amsel ist seit Mitte Dezember CTO bei Voss Automotive, Partner für ganzheitliche Lösungen im Fluidmanagement mit Sitz in Wipperfurth, Nordrhein-Westfalen. www.voss.net

Henning R. Deters, Vorstandsvorsitzender der Gelsenwasser AG, ist neuer stellvertretender Vorsitzender der Stadtwerke-Kooperation Trianel mit Sitz in Aachen. Er folgt auf **Elke Temme**, Geschäftsführerin der Stadtwerke Bochum Holding GmbH, und führt Trianel jetzt mit **Christian Meyer-Hammerström**, Geschäftsführer der Osterholzer Stadtwerke GmbH & Co. KG. www.trianel.com

Seit 1. Januar ist **Alex Li** CEO der Krauss-Maffei-Gruppe mit Sitz in Parsdorf östlich von München. Er ersetzt **Chi Zhang**, der nach zwei Jahren an der Spitze der Gruppe in seine frühere Funktion als Aufsichtsratsvorsitzender zurückkehrt. Li ist seit Juli 2025 bereits als Interims-CFO Teil der Geschäftsführung. Zum März tritt **Michael Hofmann** als CFO in die Krauss-Maffei-Gruppe ein. www.kraussmaffei.com

Design for Recycling

Schritte zu einer kreislauffähigen E-Mobilität

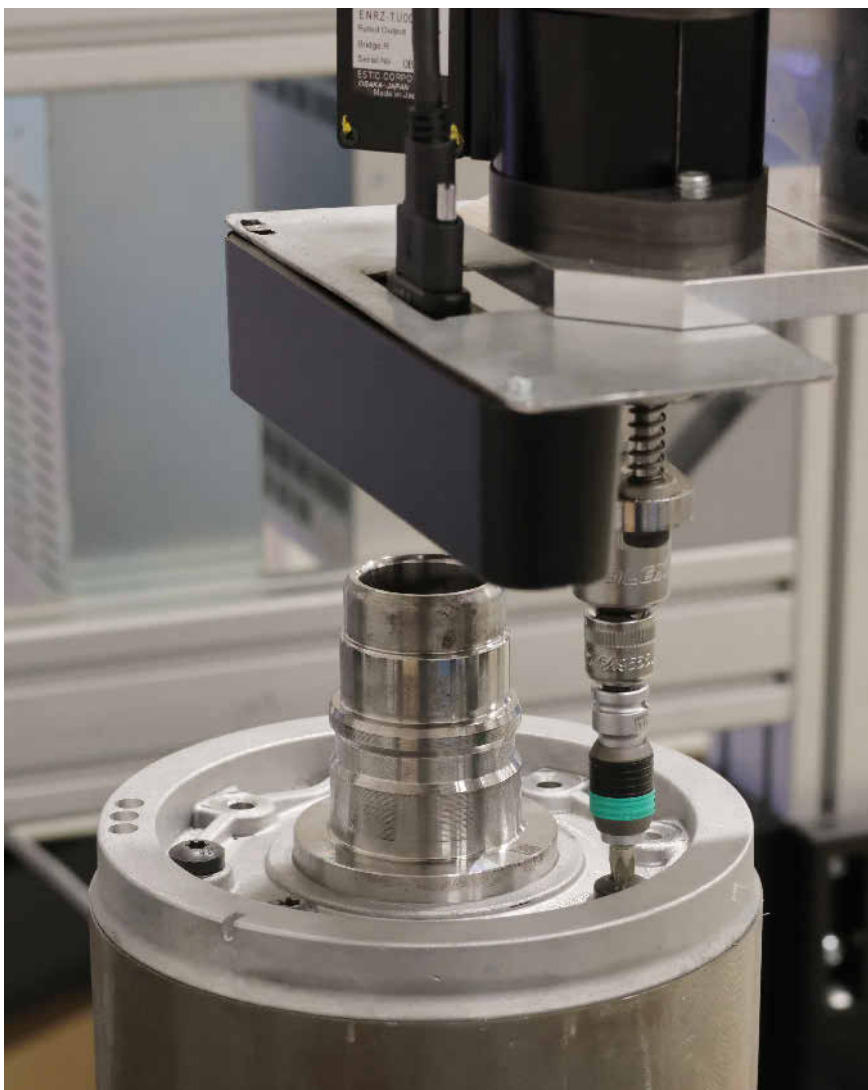
Ein Fraunhofer-Institut hilft, E-Mobilität mit dem Kreislaufgedanken zu vereinen. Mithilfe eines Demonstrators wurde gezeigt, wie Motoren gestaltet sein sollten, damit sie automatisch demontiert werden können, um wertvolle Rohstoffe wie Kupfer oder seltene Erden zurückzugewinnen.

TEXT: Patrick Alexander Schmidt, David Löffler, Florian Schmutzler, Islam Elwady

Die gesamte Wirtschaft untersteht einer Transformation. Bei Fahrzeugen ist E-Mobilität das Stichwort. Konkret geht es etwa um die Umstellung des Antriebsstrangs weg von einem mechatronischen Hardware-Produkt hin zu einem elektrifizierten, datenbasierten Dienstleistungsprodukt. Dies soll von Anfang an unter den Gesichtspunkten der Klimaneutralität, der Kreislaufwirtschaft und Digitalisierung erreicht werden. Dabei ist wichtig, das Produktende von Anfang an mitzudenken und auf diese Weise ökologische und ökonomische Ziele in Einklang zu bringen. Um verwendete Ressourcen wieder in einen Kreislauf zu bringen, werden Einzelteile wiederverwertet. Das Recyceln solcher Einzelteile, die aus einem Werkstoff bestehen, bereitet wenig Schwierigkeiten, jedoch bestehen viele Fahrzeugkomponenten aus Verbundwerkstoffen. Dann lohnt sich oftmals der Aufwand zur Zerlegung und Trennung nicht.

Heute: manuell demontiert

Die Herausforderung bei hochintegrierten Komponenten aus dem Bereich der Elektromobilität besteht in der hohen Variantenvielfalt sowie im Einsatz unterschiedlicher Fügeverfahren in der Produktion. Daher wird die Demontage zu großen Teilen manuell ausgeführt. Hier setzte das vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt geförderte Projekt „Zirkel“ an, um eine



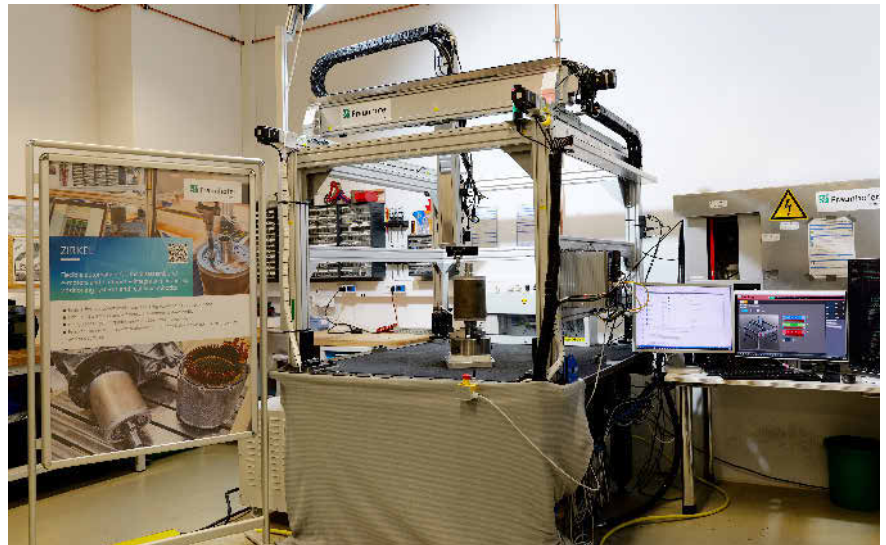
Die Abschraubspindel hat einen Schraubenkopf und dessen Profil erkannt. Das passende Bit wird auf den Schraubenkopf gedrückt und die Schraubspindel beginnt sich zu drehen. Foto: Fraunhofer IWU

automatisierte Demontage von Traktionsbatteriesystemen und Elektromotoren zu entwickeln. Das Ziel war, Strategien für wirtschaftliche und produktive Demontageprozesse im Sinne einer Kreislaufwirtschaft zu entwickeln. Das beinhaltet beispielsweise die automatisierte Zerlegung der Komponenten mittels KI-basierter Bildverarbeitung zur Identifizierung und Lokalisierung von Fügeverbindungen.

Die Schwerpunkte des Projekts lagen auf der Eingangskontrolle, der Prozessentwicklung sowie der Erstellung von Richtlinien und Methoden für eine demontagefreundliche Konstruktion, also dem Design for Recycling. Das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU in Chemnitz konzentrierte sich dabei auf die Entwicklung von Demontageprozessen für Traktionsmotoren. Dafür wurde am Institut ein Demonstrator entwickelt, um automatisiert Schraubverbindungen lösen zu können.

Fokus Permanentmagnet

Neben Kupfer im Stator, also dem unbeweglichen Teil des Elektromotors und magnetischen Widerpart des Rotors, sind in permanenten Synchronmotoren die Permanentmagnete die zweite wertschöpfungsrelevante Komponente, da sie seltene Erden enthalten: bei NdFeB-Magneten beispielsweise das Übergangsmetall Neodym (Nd). Der Projektpartner VW stellte Hinterradschmotoren des Modells VW ID.4 zur



Der Demonstrator zum Zerlegen eines Synchronmotors am Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU in Chemnitz. Foto: Fraunhofer IWU

Verfügung, bei denen in jedem Rotor insgesamt 96 solche NdFeB-Permanentmagnete eingebettet sind. Für deren Rückgewinnung sind nach der Demontage des Motors aus dem Fahrzeug mehrere Schritte notwendig. Prozesse zum Lösen von Schraubverbindungen stechen in der technologischen Komplexität und in der strategischen Bedeutsamkeit für die Automatisierung von Demontageprozessen hervor.

Im Projektverlauf wurde die Demontage am eigens entwickelten Demonstrator erprobt. Dieser besteht aus einem Portalroboter, einer programmierbaren Schraubspindel, einer low-cost Stereokamera und

einer leistungsfähigen Steuerung. Die Tests führten zu einer immer höheren Präzision in vier Schritten:

Ziel: demontieren lassen

1. Grobpositionierung: Die Stereokamera erkennt automatisch, ob und wo sich ein Bauteil im Arbeitsraum befindet. Wird es erkannt, fährt der Portalroboter grob (+/- 5 cm auf der x- und y-Achse) über dessen Position.
2. Feinpositionierung: Die Kamera verfügt danach über ein besseres Sichtfeld und erkennt alle Fügeverbindungen, die im Rahmen einer KI-gestützten Bildverarbeitung trainiert wurden. Konkret wurde mit dem konvolutionalen neuronalen Netzwerk „Yolo“ (You Only Look Once) das Schraubenkopfprofil über eine große Zahl von Fotoaufnahmen trainiert. Damit ist das System in der Lage, nahezu in Echtzeit die Schraubenköpfe zu klassifizieren. Der Vorteil des Einsatzes einer Stereokamera liegt darin, dass neben den 2-D-Lageinformationen auch Tiefeninformationen verfügbar sind.
3. Entschraubprozess: Die programmierbare Abschraubspindel wird über dem Schraubenkopfprofil zentriert. Eine federnde Lagerung der Bits, also der Schraubenkopfantriebe, ermöglicht ein leichtes Vordrücken auf den Schraubenkopf. Die Schraubspindel beginnt sich zu drehen, während die Vorspannkraft über die Federn ausgeübt wird. Sobald Schraubenprofil und Bitprofil zueinander passen, rutscht das Bit in den

KREISLÄUFE LOHNEN SICH

Der globale Markt für Lösungen der Kreislaufwirtschaft wächst. Er erreichte 2024 nach Angaben des Marktforschungsinstituts „The Business Research Company“ in Hyderabad, Indien, in dessen „Circular Economy Global Market Report 2025“ ein Volumen von rund 463 Mrd. US-\$. 2025 wächst es vermutlich auf 518 Mrd. US-\$ und für 2029 liegt die Hochrechnung bei 798 Mrd. US-\$. Tendenz: weiter steigend. Neben wirtschaftlichen Anreizen werden durch eine etablierte Kreislaufwirtschaft kritische Ressourcen und Materialien vor Ort gebunden, wodurch die Resilienz lokaler Lieferketten in Anbetracht geopolitischer Unsicherheiten gestärkt werden kann. Unternehmen setzen daher verstärkt auf Strategien wie Wiederverwenden (Reuse) und Wiederaufbereiten (Remanufacturing). Letzteres senkt Herstellungskosten und trägt zur CO₂-Einsparung bei. Methodisch orientiert sich dieses Vorgehen an den zehn R-Strategien: Jedes „R“ definiert eine nachhaltige Strategie wie Reuse, Repair, Refurbish (Generalüberholen) oder Remanufacturing. Dabei sind höherwertige R-Strategien zu bevorzugen, denn je weiter man in der Kette hinabsteigt, desto mehr eingesetzte Energie, Material und Arbeit gehen verloren. Das Zirkel-Projekt zeigt an Elektromotoren und Hochvoltsspeichern in Automobilen, wie mit einem Produktdesign, in dem eine spätere Zerlegung mitgedacht wird, und mit automatisierten, hocheffizienten Demontageprozessen wertvolle Rohstoffe zurückgewonnen werden können.



Getriebe mit Rotor (links) und demontierter Stator im Hairpin-Design mit Kupferwicklung (rechts).
Foto: Fraunhofer IWU

Schraubenkopf. Dann steigt das Drehmoment, das sich über in die Spindel integrierte Sensorik erfassen lässt. In der Steuerungsebene ist damit die Ausrichtung gelungen und das Losbrechmoment muss überwunden werden. Die Ansteuerung wird angepasst, bis das Drehmoment plötzlich abfällt – an diesem Punkt ist die Schraube gelöst und dreht sich aus ihrem Gewinde.

4. Abtransport der Schrauben: Die gelöste Schraube kann mit einem Parallelbackengreifer, Magnetgreifer oder mit einem im Bit integrierten Magnet abtransportiert werden.

Dabei zeigen sich etwa folgende Tipps für die Konstrukteurinnen und Konstrukteure:

- Für alle Demontageschritte sind Punkte oder Flächen zum Ziehen oder Gegenhalten vorzusehen;
- gleiche Schraubenkopfantriebe vermeiden Werkzeugwechsel;

- Fügestellen sollten gut erreichbar sein, um etwa Sicherungsringe, Schrauben und Stecker ohne Spezialwerkzeug demontieren zu können;
- Steckerverbindungen sind so zu gestalten, dass sie zum Beispiel mithilfe des zuvor verwendeten Bits gelöst werden können;
- zerstörungsfrei lösbare Fügeverbindungen wie Schraubverbindungen sind gegenüber Schweiß-, Niet- oder Clipsverbindungen zu bevorzugen und Schraubensicherungsmaßnahmen erschweren bereits die automatisierte Demontage.

Der Demonstrator am Fraunhofer IWU zeichnet sich durch seine Flexibilität und Adaptivität aus. Bei Bedarf könnten weitere Schraubentypen angelernt werden. Das Grundtraining dauert bei vollständigen und gelabelten Datensätzen etwa acht Stunden. Perspektivisch soll eine hochgradig flexible Demontagezelle Baugruppen bauteilunabhängig und bezogen auf die je-

weilige Fügeverbindung demontieren können. Im ersten Schritt wird im ersten Halbjahr 2026 eine Demontagezelle errichtet, die anders als der in seinen Freiheitsgraden limitierte Portalroboter, mit einem 6-Achs-Knickarmroboter die volle erforderliche Flexibilität bieten wird.

Der Ansatz der bauteilunabhängigen Demontage wird am Fraunhofer IWU weiterverfolgt, da davon auszugehen ist, dass bei Demontageunternehmen oder Verwertern nicht immer CAD-Daten zur Verfügung stehen werden, die die Soll-Positionen von Fügeverbindungen vorgeben können. Das Chemnitzer Forschungsinstitut zielt mit seinem Ansatz auf intuitive Bedienbarkeit ab, da die Inbetriebnahme-Aufwände im Vergleich zum klassischen Einlernen neuer Bauteiltypen erheblich sinken. Zudem ist der Prozess robuster, da durch die mehrstufige Kameraerkennung und den regelkreisbasierten, wiederholten Durchlauf von Positionierprozessen unvorhergesehene Störungen im Demontageprozess besser gehandhabt werden können.

Ausblick

Das Fraunhofer IWU sieht die automatisierte Demontage als wichtigen Bestandteil einer zukünftigen zirkulären Wirtschaft und errichtet daher bis Mitte 2026 mit Fördermitteln des Landes Sachsen am Standort Chemnitz eine Demontageanlage. Die Flexibilität der Anlage steht dabei im Vordergrund, um verschiedenste Komponenten und Baugruppen automatisiert demontieren zu können. ■

Patrick Alexander Schmidt

Abteilung Karosseriebau, Montage und Demontage am Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinenbau und Umformtechnik IWU

patrick.alexander.schmidt@iwu.fraunhofer.de

David Löffler

Abteilung Funktionsintegrierter Leichtbau am Fraunhofer IWU

david.loeffler@iwu.fraunhofer.de

Florian Schmutzler

Abteilung Karosseriebau, Montage und Demontage am Fraunhofer IWU

florian.schmutzler@iwu.fraunhofer.de

Islam Elawdy

Abteilung Karosseriebau, Montage und Demontage am Fraunhofer IWU

islam.elwady@iwu.fraunhofer.de

DER GROßE ZIRKEL

Das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) finanzierte das Projekt „Zirkel – zirkuläre Produktion für hochintegrierte Komponenten der Elektromobilität“ von Oktober 2021 bis Juni 2025 mit 3,9 Mio. €. Das Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF) an der TU Braunschweig betreute das Projekt federführend. Neben dem Fraunhofer IWU in Chemnitz waren noch das Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik (IST), Braunschweig, sowie das Institut für Partikeltechnik (IPAT) der TU Braunschweig beteiligt. Die Partner aus der Wirtschaft waren die drei Softwareentwickler Ascon Systems aus Stuttgart, Arxon aus Kaiserslautern und Synergeticon aus Hamburg sowie der Maschinenhersteller Deckel Maho Pfronten aus Pfronten, der Hersteller von Automatisierungssystemen Liebherr-Verzahntechnik aus Kempten als auch der Fahrzeughersteller Volkswagen aus Wolfsburg.

Prozessoptimierung

Elektroden trocken beschichten

Mit einem neuen Verfahren schafft es eine baden-württembergische Firma, Elektroden auch für Lithium-Ionen-Batterien trocken, das heißt mit weniger Chemikalien und Energie, herzustellen. Den ersten Praxistest hat die Technologie in Südfrankreich bestanden.

TEXT: Kristin Roth

Wer Elektroden fertigt, nutzt bisher fast immer die Nassbeschichtung. Dabei wird das Kathoden- und Anodenmaterial als Lösung auf Metallfolien aufgetragen und anschließend energieintensiv getrocknet. Das Unternehmen Dürr aus Bietigheim-Bissingen, Baden-Württemberg, hat aber mit Partnern eine Anlage entwickelt, in der mit einer trockenen Pulvermischung und ohne Lösemittel und Trocknungsöfen gearbeitet wird.

In der neuen Anlage – „X.Cellify DC“ genannt – laufen sämtliche Prozessschritte von der Dosierung des Batteriematerial-Pulvers über die Filmbildung und Verdichtung bis zur Laminierung auf die Kollektorfolie ab. Das trockene Batteriematerial wird dabei nach dem „Activated Dry Electrode“-Verfahren des Entwicklungspartners LiCAP Technologies aus Sacramento, Kalifornien, USA, zu einem Film gepresst.

Weniger Energie, weniger Platz

Die Trockenbeschichtung bietet gegenüber der Nassbeschichtung klare Vorteile: Sie senkt den Platzbedarf um bis zu 65 % und den Energieverbrauch um bis zu 70 %. Diese Einsparungen kommen vor allem durch den Wegfall der Trockner und Lösemittelrückgewinnung zustande.

Und es funktioniert: Die Proof-of-Concept-Anlage steht im südfranzösischen Chassieu nahe Lyon in einer Trockenraumumgebung von Ingecal, einem auf Kalandertechnik spezialisierten Tochterunternehmen des Dürr-Konzerns.

Kalander sind Maschinen mit Walzen, die Materialien zu einer gleichmäßigen Schicht verdichten. Die Trockenbeschichtung startet mit der Filmbildung: Ein horizontaler Kalander formt das trockene Pulver zu einem Film. Dieser Film wird als „freistehend“ bezeichnet, da er ohne Trägerfolie durch die Anlage läuft.

Kalander gekonnt eingesetzt

Im zweiten Schritt verdichten weitere Kalander den Film auf die gewünschte Schichtdicke, Dichte und Porosität. Am Ende



Der erste Schritt in der „X.Cellify DC“-Anlage aus Baden-Württemberg ist die Filmbildung. Aus einem trocken angemischten Pulver wird dabei ein freistehender Aktivmaterialfilm gebildet. Foto: Dürr Systems

wird jeweils ein Film von beiden Seiten auf die Kollektorfolie laminiert – damit ist die Elektrode hergestellt.

„Wir konnten zeigen, dass die neue Art der Trockenbeschichtung mit frei stehendem Film zuverlässig funktioniert und dabei durchgängig gute Qualität liefert“, erläutert Bernhard Bruhn, Vizepräsident der „Global Business Unit LIB“ von Dürr. Es gibt weitere Vorteile: Das Verfahren lässt sich hochskalieren und weil der Film erst am Ende des Prozesses auf die Kollektorfolie laminiert wird, kann der Film zuvor, sollte er gewünschte Spezifikationen nicht erfüllen, vollständig zurückgeführt werden. „Durch diesen geschlossenen Kreislauf geht kein wertvolles Aktivmaterial mehr verloren und wir senken den Ausschuss deutlich – ein wichtiger Punkt in der Batteriefertigung“, ergänzt Bruhn.

Die Besonderheit von X.Cellify DC liegt in der Bahnführung: Die Anlage transportiert den freistehenden Film selbsttragend und verdichtet den Film bereits vor dem Aufbringen auf die Kollektorfolie. Bei der anschließenden Laminierung auf die Kollektorfolie wird eine geringere Kraft benötigt als bei der Kalandrierung im Nassbeschichtungsprozess. Somit kommt es zu keiner Verformung der Folie, was die Verarbeitbarkeit für die nachgelagerten Prozessschritte Notching und Stacking verbessert.

Projektpartner gesucht

„Um den nächsten Schritt zu gehen, suchen wir Pilotpartner aus der Industrie für Projekte im Gigawattmaßstab“, sagt Bruhn. Dürr steht damit als Partner für die nächste Generation der Batteriefertigung für E-Autos, stationäre Speicher oder andere Anwendungen bereit – mit Lösungen für Nass- und jetzt auch Trockenbeschichtung. ■

Kristin Roth

Abteilung Marketing der Dürr Systems AG

kristin.roth@durr.com



Gurkenpflanzen im Indoor-Farming-Gewächshaus des Versuchszentrums Gartenbau Straelen.
Foto: Versuchszentrum Gartenbau Straelen

Verbessertes Indoor-Farming

Mehr Ertrag mit mehr Sauerstoff

In Gewächshäusern erhöht sich der Ernteertrag, wird die Natur ausgetrickst: indem Pflanzen gezielt mit Kohlenstoffdioxid zum Wachstum versorgt werden und das Gießwasser mit Sauerstoff angereichert wird, um dort die Wurzelatmung und Nährstoffaufnahme zu verbessern. Der Erfolg: rund zehn Prozent mehr Früchte.

TEXT: Ansgar Rinklake

Der Pflanzenanbau im Gewächshaus hat sich in den vergangenen Jahrzehnten zu einem hochentwickelten Produktionssystem im Gartenbau entwickelt. Die nächste Stufe ist der Anbau im vollständig geschlossenen System: der Indoor-Farm. Insbesondere für hochwertige Kulturen wie Arzneipflanzen, Kräuter oder Cannabis gewinnt dies an Bedeutung, da viele Anbaugelände unter den Folgen des Klimawandels leiden und geopolitische Veränderungen zunehmend die Lieferketten belasten.

Der Vorteil der Indoor-Farmen ist, dass unabhängig von Jahreszeit und Witterung Kulturen unter stabilen, exakt definierten Bedingungen angebaut werden können. Dieses Maß an Kontrolle ermöglicht eine gleichbleibende Produktqualität und auch Wasser, Nährstoffe und Energie effizient zu nutzen. Die Idee ist, die Wachstumsbedingungen so zu gestalten, dass jede Pflanze ihr genetisches Potenzial optimal ausschöpfen kann. Lichtintensität und -spektrum, Temperaturführung, Luftfeuchtigkeit und Nährstofflösungen werden kontinuierlich überwacht und angepasst. In der Atmosphäre der Indoor-Farm

betrifft dies vor allem den Kohlenstoffdioxidgehalt, der direkt mit der Photosyntheseleistung verknüpft ist. Ein höherer, optimal eingestellter CO₂-Wert kann sowohl den Aufbau von Biomasse als auch die Produktqualität entscheidend verbessern.

Sauerstoff im Wasser

Im Wasser gewinnt die Konzentration von Sauerstoff (O₂) an Bedeutung. Denn gelöster Sauerstoff fördert die Wurzelatmung, steigert die Nährstoffaufnahme und wirkt anaeroben Schadprozessen wie Wur-

zelfäule entgegen. Die Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen testete 2021 diese Technik in ihrem Versuchszentrum Gartenbau Straelen mit dem Gase- und Technologieanbieter Air Liquide.

Dabei zeigte sich bereits, dass eine gezielte O₂-Anreicherung im Gießwasser das Wurzelwachstum deutlich verbessert und somit die gesamte Pflanzenleistung steigert. Damit erweitern sich die Stellschrauben des Indoor-Farmings um eine weitere Dimension:

Neben Licht, Klima und Nährstoffversorgung wird auch das gezielte Gasmanagement zu einem integralen Bestandteil moderner Anbaustrategien: mit CO₂ als Treiber der oberirdischen Biomasse und O₂ als Fundament für ein vitales Wurzelsystem.

CO₂ für Fotosynthese und ...

In geschlossenen Anbausystemen liegt der natürliche CO₂-Gehalt der Luft häufig unter dem Niveau, das für ein maximales Pflanzenwachstum erforderlich ist. Eine kontrollierte CO₂-Zufuhr ermöglicht es, den Gehalt auf die Bedürfnisse der jeweiligen Kultur einzustellen. Dies wirkt sich in mehrfacher Hinsicht positiv aus: Die Fotosyntheseleistung steigt, die Pflanzen wachsen stabiler und entwickeln eine höhere Qualität.

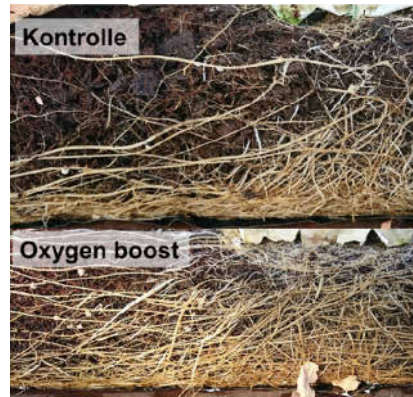
Für eine effiziente Umsetzung ist präzises Steuern entscheidend. Speziell entwickelte Verteilsysteme stellen sicher, dass CO₂ in der unmittelbaren Umgebung der Blätter vorhanden ist. Dort nimmt die Pflanze es für die Fotosynthese auf.

Elektronische Steuerventile erlauben ein exaktes Ein- und Ausschalten der Zufuhr, während einstellbare Durchflussregler die Anpassung an unterschiedliche Wachstumsphasen erleichtern. So lässt sich der CO₂-Einsatz nicht nur ertragsorientiert, sondern auch ressourcenschonend gestalten.

... O₂ für die Wurzeln

Sauerstoff wiederum ist für die Wurzelatmung unerlässlich. Eine ausreichende Versorgung mit gelöstem Sauerstoff unterstützt den aeroben Stoffwechsel der Wurzeln und unterstützt deren gesundes Wachstum.

Gleichzeitig verhindert sie anaerobe Bedingungen, die oft die Ursache für Wurzelfäule und andere Schäden sind. In den Versuchen, die 2021 in Straelen



Das Wurzelwachstum einer Gurkenpflanze im Vergleich: oben mit normalem Wasser, unten mit Sauerstoff-angereichertem Wasser.
Foto: Versuchszentrum Gartenbau Straelen

durchgeführt wurden, zeigte sich, dass durch die Anreicherung von Gießwasser mit technischem Sauerstoff signifikante Mehrerträge erzielt werden können.

Ein Beispiel: Die Behandlung der Gurkensorte Climont führt zu einem zusätzlichen Ertrag von 1,4 kg/m², was einer Steigerung von rund 10 % bei der marktfähigen Ertragsmenge und der Stückzahl entspricht.

In der unbehandelten Kontrolle wurden im Schnitt 31 Gurken/m² geerntet, mit der Oxygen-Boost-Variante etwa 2,8 Früchte mehr. Die Sauerstoffkonzentration im Gießwasser von natürlicherweise etwa 6,5 mg/l wurde auf etwa 14 mg/l erhöht, was die natürliche Sättigung mehr als verdoppelt.

Die gesteigerte Sauerstoffversorgung fördert nicht nur das Wurzelwachstum, sondern verbessert auch die Wasser- und Nährstoffaufnahme und trägt so zur Vitalität der gesamten Pflanze bei.

Wichtig ist, dass die Fruchtqualität durch die Sauerstoffanreicherung unverändert hoch bleibt. Die Gurken behielten ihre feste Struktur und Lagerfähigkeit, was eine breite Anwendung in der Praxis unterstützt. Wird technischer Sauerstoff eingesetzt, können Konzentrationen bis zu 40 mg/l erreicht werden. Dies erfordert aber eine präzise Dosierung und Anpassung an die jeweilige Kultur. Sortenspezifische Unterschiede müssen dabei berücksichtigt werden, um den maximalen Nutzen zu erzielen.

Die vielversprechenden Ergebnisse aus den Gewächshausversuchen bilden die Grundlage für weitere Feldstudien, die eine breite Anwendung der Sauerstoffanreicherung in der Praxis auch für andere Kulturpflanzen vorbereiten sollen.

Arbeitssicherheit first

Die Integration von CO₂- und O₂-Versorgungssystemen in Indoor-Farming-Anlagen erfordert ein ganzheitliches Konzept, das höchste Sicherheitsstandards gewährleistet. Denn die Handhabung technischer Gase birgt Risiken, die durch geeignete Maßnahmen minimiert werden müssen. Ein zentraler Bestandteil moderner Indoor-Farming-Lösungen sind Gaswarnsysteme, die die Umgebungsluft kontinuierlich überwachen. Sie erkennen frühzeitig eine gesundheitsgefährdende Konzentration und alarmieren das Personal, um Unfälle oder gesundheitliche Beeinträchtigungen zu vermeiden. Darüber hinaus umfasst das Sicherheitskonzept auch die persönliche Schutzausrüstung, die speziell auf den Umgang mit technischen Gasen abgestimmt ist.

Neben dem Arbeitsschutz ist auch die sichere technische Gestaltung der Anlagen wichtig. Dazu zählen die Auswahl geeigneter Materialien für Leitungen und Ventile, die Einhaltung örtlicher und nationaler Brandschutzvorschriften sowie die Planung und Installation durch erfahrene Fachleute. Die Systemintegration beinhaltet zudem die nahtlose Einbindung der CO₂- und O₂-Versorgungsanlagen in die übergeordneten Steuerungssysteme des Betriebs.

Indoor-Farming-Potenziale

Das Kombinieren von CO₂-Düngung und O₂-Anreicherung eröffnet neue Perspektiven für eine effiziente Pflanzenproduktion im Indoor-Farming. Durch eine verbesserte Versorgung mit Kohlendioxid und Sauerstoff lassen sich Erträge steigern und die Qualität der Pflanzen verbessern. Für Produzenten, die auf technische Gase und innovative Versorgungssysteme setzen, eröffnen sich dadurch vielfältige Chancen zur Ertragssteigerung und zur Stärkung ihrer Wettbewerbsfähigkeit. ■

Ansgar Rinklake

Marketing Food & Pharma bei der Air Liquide Deutschland GmbH

ansgar.rinklake@airliquide.com

Wartungsarme Wasserkreisläufe

Prozesswasser: sauber ohne Zusätze

Kühl- und Heizwasserkreise werden durch ein Verfahren mit anorganischen Mineralien betriebssicherer. Ein alkalischer pH-Wert, der selbstregulierend gehalten wird, verhindert Korrosion und das Wachsen von Bakterien. Da zudem keine chemischen Dosierstoffe zugesetzt werden müssen, wird Mikroorganismen gleichzeitig eine Nahrungsquelle entzogen.

TEXT: Christian Barth

Es ist ein altes Thema: Korrosives oder mit Mikroorganismen belastetes Kühlwasser schadet Maschinen und Werkzeugen in industriellen Prozessen genauso wie in Motorkühlkreisen auf Kreuzfahrtschiffen.

Eine Herausforderung ist hier, den Säuregrad – also den pH-Wert – konstant zu halten. Denn dringt Kohlenstoffdioxid (CO_2) in Wasser ein, bildet sich Kohlensäure (H_2CO_3), diese senkt den pH-Wert, das Wasser wird korrosiver und eine Besiedlung durch Bakterien, Flechten oder Pilze droht. Kühlwasser ist je nach Bedarf oft 20 bis 40 °C warm und bietet Mikroorganismen gute Wachstumsbedingungen.

Wird Prozesswasser aber mit Zusätzen gegen Korrosion oder Mikroorganismen geimpft, ergibt sich ein Dilemma: Die Zusätze bestehen zu einem Teil immer aus organischen Substanzen, die Nährstoffe für Mikroorganismen sind. Dies wird in der VDI-Norm 6044 zur Vermeidung von Schäden in Kaltwasser- und Kühlkreisläufen besonders genau beleuchtet.

Mineralien helfen ...

Eine selbstregulierende Lösung des Problems ohne organische Zusätze bietet Enwa Deutschland aus Hennef (Sieg) an: Das Herzstück der „EnwaMatic“-Technologie des Unternehmens sind fünf Filtermedien aus anorganischen Mineralien.



Mit der EnwaMatic-Technik wird auf Schiffen wie der Passagier- und Autofähre „Spitsbergen“ das Kühlwasser für den Motor seit 2002 sauber gehalten. Foto: Hurtigruten

Die Technologie wurde erst bei geschlossenen Heiz- und Kühlsystemen angewendet und inzwischen auch bei halboffenen Kühlkreisen wie sie bei Kunststoff-Spritzgießern oft vorkommen.

Die Filtermedien dienen dazu, das Filterbett bei der Rückspülung in turbulente Strömungsverhältnisse zu zwingen, damit es aufgemischt wird und sich von bis zu 5 µm gefilterten Partikeln und eventuell

in Altanlagen vorhandenem Magnetit (Fe_3O_4), also oxidiertem Eisen, trennt.

Einige der Medien sättigen zudem das Wasser mit Mineralien und bringen es in geschlossenen druckbehafteten Prozesswasserkreisen selbstregulierend auf pH-Werte zwischen 9 und 10,5. Um Anlagenschäden zu vermeiden, ist dieses pH-Wert-Verfahren bei 10,5 gedeckelt. Betreiber benötigen keinerlei Kompeten-



Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument ist ausschließlich für die interne Verwendung bestimmt. Weitergabe und kommerzielle Verwendung sind nicht gestattet.

zen, gleichzeitig ist das Problem einer chemischen Dosierung hinfällig: durch die selbstregulierenden Prozesse besteht keine Gefahr einer Über- oder Unterdosierung von Chemikalien.

... gegen Korrosion und ...

Betrachtet man die Korrosion, so spaltet man deren Produkte in zwei Themen. Einmal bildet sich Magnetit, das oft große Probleme durch Ablagerungen verursacht. Die Vorstufe zur Magnetitbildung ist aber der Anteil an gelöstem Eisen im Systemfluid. Da dieses Eisen molekular vorliegt, kann es mechanisch nicht gefiltert werden. Durchströmen diese Eisenmoleküle aber die Mineralien, wird der pH-Wert angehoben und das gelöste Eisen fällt innerhalb der Filtermedien durch Oxidation als Partikel im Bypassfilter aus.

Durch diesen Prozess wird meist ein Wert von 0,005 mg gelösten Eisens pro Liter erreicht. In diesem Bereich spricht die Fachwelt davon, dass keine relevante, messbare Korrosion mehr stattfindet.

Der Clou: Der Korrosionsschutz wird dabei entsprechend den technischen Regelwerken durch die natürliche Bildung einer Oxidschicht auf den wasserberührten Werkstoffen herbeigeführt. Diese Schicht schützt vor Korrosion – ein vergleichbarer Vorgang ist die Bildung der Oxidschicht auf Kupferdachrinnen: Die sich durch die Umwelteinflüsse in den Wochen nach der Montage ausbildende Patina schützt das Kupfer für Jahrzehnte.

... gegen Mikroorganismen

Der alkalische pH-Wert bildet im Systemfluid zudem ein Milieu, dass bakterielles Wachstum für die meisten der dort vorhandenen Bakterien unmöglich macht und sie abtötet. Darüber hinaus bilden die anorganischen Filtermedien keine Nahrungsquelle für Bakterien. Biofilme, Pilze, Flechten oder Farne können nicht überleben und sterben ab.

Der große Nutzen von EnwaMatic liegt daher neben einem soliden Korrosionsschutz in der fast vollständigen Beseitigung von Mikroorganismen und den mit ihnen einhergehenden Biofilmen. Und das Abwasser ist beispielsweise laut Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) der Unteren Wasserbehörde in Celle keiner Wassergefährdungsklasse zuzuordnen und kann ohne Probleme in den Abfluss geleitet werden.



Korrosives Prozesswasser wurde dank der EnwaMatic-Filtermedien in drei Wochen glasklar und sauber. Foto: Enwa AS Deutschland

Schnell sauber, ...

Die Filtereinheiten werden als Bypass am wärmsten Punkt eines Systems eingebunden: in Heizsystemen am warmen Vorlauf, in Kühlkreisläufen am warmen Rücklauf. Die Durchströmung erfolgt über den ausreichenden Differenzdruck der Hauptkreiselpumpe oder durch eine eigene Hocheffizienz-Bypassfilterpumpe.

Mithilfe der Filtermedien dauert es nicht lang, bis ein korrosiv-braunes Prozesswasser glasklar wird und fast frei von Partikeln ist. Das Unternehmen Enwa AS Deutschland gibt hierfür ein Zeitfenster von drei Monaten an, Kunden berichten von nur 14 Tagen. Sauberes Prozesswasser hat einen weiteren Vorteil: Die Kälte- oder Wärmeübertragung funktioniert besser und spart Energiekosten. Dies gilt vor allem bei Fern- und Nahwärmenetzen oder industriellen Fertigungsprozessen, bei denen am Wärmeübertrager eine hohe Wandungstemperatur vorherrscht.

... geringe Wartung und ...

Durch den nur einmal jährlichen Wartungsbedarf und die vollständige Einsparung bei Chemikalien senkt das Verfahren Betriebskosten und sorgt bei dauerhaft verbesserter Wasserqualität für die Langlebigkeit aller Anlagenkomponenten. Zudem bieten die selbstregulierenden Prozesse auch eine große Betriebssicherheit, da auch das aufbereitete Nachfüllwasser von bis zu etwa 4 % des Gesamtanlagenvolumens automatisch ohne weiteren Eingriff auf den gewünschten pH-Wert zum Korrosionsschutz optimiert wird.

Typische Schäden wie verstopfte Siebe, Abrasion an Pumpenrädern oder Ablagerungen in Rohrleitungen treten nicht auf, Ausfallzeiten bei der Produktion werden vermieden. Die Lebensdauer aller Anlagenkomponenten erhöht sich signifikant.

Durch die Qualität des Prozesswassers hat auch die Dosierung von Inhibitoren

und Bioziden ein Ende, denn die Über- oder Unterdosierung von Chemikalien ist eine Hauptursache für Anlagenschäden: In vielen Anlagen werden häufig Inhibitoren zugesetzt, die zwar durch die Steigerung des pH-Werts vor Korrosion schützen sollen, aber gleichzeitig durch die in ihnen beinhalteten organischen Stoffe das Bakterienwachstum fördern. Daher müssen Biozide verwendet werden, die nicht nur die Bildung von Biofilmen verhindern, sondern auch den pH-Wert senken und die Leitfähigkeit des Prozesswassers anheben. Also müssen wieder Inhibitoren in das Kreislaufwasser dosiert werden – ein Teufelskreis für den Anwender.

Der Verzicht auf Chemie schützt darüber hinaus auch Mitarbeitende in der Produktion vor Kontamination durch die oft toxischen Inhaltsstoffe, die meist gesundheitsschädlich sind.

... nach Bedarf installiert

Das Unternehmen kann die Technik in verschiedenen Ausführungen im Neubau wie im Bestand einbauen. Die kleinste Version beginnt mit einem Anlagenvolumen bis etwa 500 l, die größten mit Bypass-Systemen bereiten Wasserkreisläufe von bis zu 2 300 m³ zuverlässig auf. Die Vorgaben wichtiger VDI-Normen werden dabei eingehalten:

- die der VDI-Norm 6044 zur Vermeidung von Schäden in Kaltwasser- und Kühlkreisläufen und die
- nach der VDI 2035 zur Vermeidung von Schäden in Warmwasser-Heizungsanlagen bis 100 °C.

Alle Produkte stellt Enwa Deutschland selbst her. Das Gehäuse der blauen EnwaMatic besteht aus Industrieguss-Schleuderguss-Kunststoff, der Innenbehälter aus Edelstahl wird mit Thermoschaumstoff gedämmt. Alle Bauteile sind vollständig recycelbar. Der Platzbedarf für die Technik ist gering. Das kleinste Modell benötigt etwa 1 m² Wandfläche, an der es befestigt wird, ab 3 m³ Anlagenvolumen sind es etwa 0,7 m² Aufstellfläche. Die Installation ist montagefreundlich. Das Unternehmen bietet an, Inbetriebnahme und Wartung zu übernehmen. ■

Dipl.-Ing.
Christian Barth

Prokurist der Enwa AS Deutschland

christian.barth@enwa.com



Nachhaltiger Mobilfunk

CO₂-neutral kommunizieren

Aus einem großen Telekommunikationsanbieter heraus ist 2020 ein Kleinerer erwachsen.

Dieser setzt auf Klimaneutralität für sich und seine Kundschaft als auch auf Soziales:

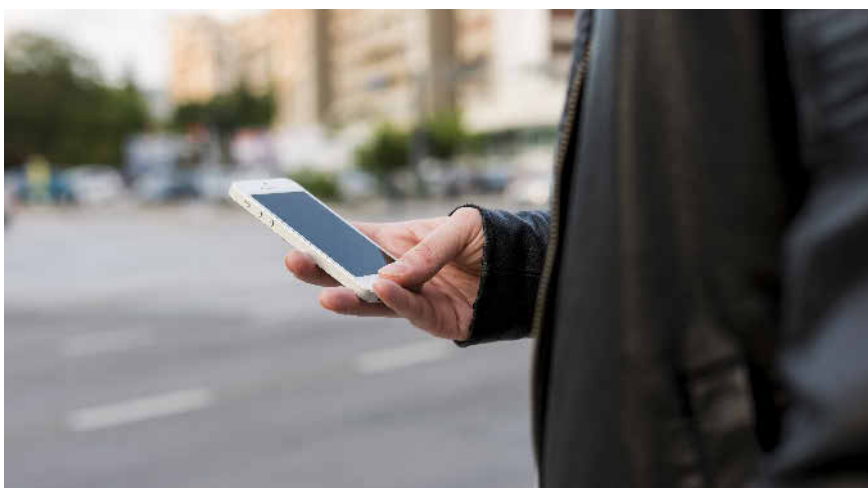
Er ermöglicht den Mitarbeitenden flexibles Arbeiten, Zeit für Familie und soziales Engagement.

TEXT: Natalie Antoni

Manchmal beginnt Veränderung nicht mit einem großen Knall, sondern mit einer Frage in einem Gespräch in der Kaffeeküche oder im Teammeeting: „Geht da nicht mehr?“ So war es 2018 auch bei der Stroth Telecom GmbH mit Sitz in Düsseldorf. Nicht ein großer Masterplan, sondern viele Gespräche, Impulse und Ideen aus dem Team waren der Auslöser für einen Wandel, der bis heute andauert.

Stroth ist kein klassisches Start-up, das auf der grünen Wiese entstand, sondern ein Unternehmen mit Geschichte und mit Menschen, die bereit waren, diese neu zu schreiben. Seine Wurzeln reichen zurück bis 1998, als es im Telekommunikationsboom als deutsche Tochter des schwedischen Tele2 AB-Konzerns gegründet wurde und als Tele2 Deutschland bekannt war. Der Fokus lag damals auf günstigen Tarifen, der Ton war marktorientiert, das Geschäftsmodell effizient.

Nach über zwei Jahrzehnten entwickelte sich aus der Konzerntochter ein unabhängiges Unternehmen mit einem neuen Verständnis von Verantwortung im digitalen Zeitalter. Was wie Idealismus klingt, war in Wahrheit ein mutiger Neuanfang unter schwierigen Bedingungen: Der Mutterkonzern zog sich 2020 zurück, der deutsche Standort stand vor dem Aus. Von einst rund 200 Mitarbeitenden blieben 40.



Treibhausgas-Neutral – also mit gutem Klimagewissen – zu kommunizieren ist möglich. Foto: Freepik

Drei für den Neuanfang

Doch anstatt das Licht auszumachen, entschieden sich drei von ihnen – Steffen von Alberti, Roland Zimmer und Thorsen von der Stück – für den Neuanfang. Während der von Unsicherheit und Stillstand geprägten Pandemie wagten sie 2020 den Schritt in die Unabhängigkeit:

Sie übernahmen das Unternehmen im Rahmen eines Management-Buy-outs und gründeten den Telekommunikationsanbieter Stroth Telecom. Aus der früheren Konzerntochter wurde ein inhabergeführter Mittelständler mit Ambitionen: nicht, um weiterzumachen, sondern um es grundlegend anders zu machen. Der Wan-

del begann allerdings bereits 2018: Ein Teil der Belegschaft fing an, bestehende Prozesse zu hinterfragen, erste Maßnahmen den internen CO₂-Fußabdruck zu senken, umzusetzen und zu fragen, wie kann Mobilfunk nachhaltiger und verantwortungsvoller werden?

In 2021 wurden die klassischen Handytarife in Spendentarife umgewandelt: Pro abgeschlossenem Vertrag ging ein Teil des Erlöses ohne Mehrkosten für die Kundinnen und Kunden an vier soziale und ökologische Organisationen. Damit setzte das Team ein deutliches Zeichen in einem hart umkämpften Markt, der oft über Preis und Volumen definiert wird.

Zu einer Zeit, in der Nachhaltigkeit in dieser Branche kaum Thema war, wurde



die gesamte Mobilfunk-CO₂-Bilanz erstmals analysiert und verbessert. ClimatePartner, ein Umweltberater aus München, der Firmen unterstützt, CO₂-Emissionen zu berechnen, zu verringern und durch zertifizierte Klimaschutzprojekte auszugleichen, hat geholfen.

Unternehmen klimaneutral

Im November 2022 hat das Unternehmen seinen gesamten unternehmerischen Fußabdruck klimaneutral gestellt. Im selben Jahr startete die CO₂-Kompensation aller Produkte. Ein Beispiel: Stroth geht für 2025 davon aus, dass durch den internen Energieverbrauch und die Verbräuche seiner Mobilfunkkundschaft beim Nutzen der Stroth-Angebote 800 MWh verbraucht wurden. Diese kompensiert das Unternehmen vollständig, indem es Projekte zur CO₂-Einsparung in Schwellenländern wie einen Windpark in Südafrika fördert, die nicht bereits in Treibhausgasbilanzen von Staaten berücksichtigt werden.

Ein weiterer Schritt folgte im April 2023: die Umbenennung der Mobilfunkmarke von „Tele2“ in „Amiva“. Tele2 stand für die Vergangenheit und ein Geschäftsmodell, das nicht mehr zu den gelebten Werten passte. „Also haben wir den alten Namen losgelassen und Amiva ins Leben gerufen“, erinnert sich Roland Zimmer, einer der Gründungsväter.

Repowering unterstützen

Stroth will mit Amiva gezielt dort Wirkung entfalten, wo Mobilfunk einen ökologischen Fußabdruck hinterlässt: in der Energiegewinnung. Deshalb entschied sich das Unternehmen, im August 2024 den Spendentarif einzustellen und stattdessen in Windenergie zu investieren, genauer gesagt in ein Repowering-Projekt im Nordpfälzer Bergland. Das heißt, Stroth investiert zusätzlich in der Größe des Footprint-Anteils der Kundschaft in dieses Projekt. Für Kundinnen und Kunden, die seit August 2024 bei Amiva sind, gilt dies sogar mit dem Faktor 2.

Das heißt, die im Nordpfälzer Bergwald erzeugte Elektrizität deckt inzwischen den eigenen Bedarf und das Doppelte von dem, was durch die Mobilfunknutzung der Kundschaft verbraucht wird. Dies zeigt: Nachhaltigkeit kann mehr sein als Kompensation, sie kann aktiv zur Energiewende beitragen.



Stroth Telecom unterstützt das Windrad-Repowering im Nordpfälzer Bergland. Mit dort erzeugter Energie gleicht die Firma ihren Stromverbrauch und den seiner Kunden aus. Foto: wiwi consult



Die drei Gründer der Stroth Telecom: Roland Zimmer, Thorsten von der Stük und Steffen von Alberti. Foto: Stroth Telecom

Sozial engagiert

2025 erhielt Stroth von der Non-Profit-Organisation B Lab Europe aus Amsterdam für sein Engagement unter der Marke Amiva die „B Corp“-Zertifizierung. Die Abkürzung steht für „Benefit Corporation“. Die Organisation prüft dabei Unternehmen in fünf Kategorien: Unternehmensführung, Mitarbeitende, Umwelt, Kundschaft und Gemeinschaft. Stroth erreichte als Mittelständler 81,2 Punkte – deutlich über dem Branchendurchschnitt.

Auch hier gilt: Dies ist kein Endpunkt, sondern ein Versprechen für eine stetige Verbesserung und Transparenz. Stroth holt sich hierfür externe Perspektiven ein, etwa durch die CO₂-Bilanzierung mit ClimatePartner oder das Prüfverfahren von B Lab Europe.

Stroth zu transformieren, war ein Umbau bei laufendem Betrieb. Dies verlangte Entscheidungen: Prozesse wurden überdacht, Partnerschaften neu bewertet, Erfolg neu definiert. Dafür wurde jede Idee

auf den Prüfstand gestellt. Ist sie sinnvoll? Passt sie zu unseren Werten? Hilft sie der Gesellschaft oder der Umwelt?

Schwieriger Umbau

Jeder Wandel bringt Spannungen mit sich – auch bei Stroth: Es gab Mitarbeitende, die sich bewusst gegen den neuen Weg entschieden haben. Das gehört dazu, wenn man Haltung zeigt: Nicht jede und jeder geht jeden Weg mit. Umso wichtiger war das Engagement derer, die blieben und gemeinsam Neues wagten.

Stroth zeigt vor allem mit seiner Marke Amiva, dass nachhaltiges Wirtschaften nicht nur von Start-ups ausgehen muss. Auch etablierte Unternehmen mit langer Geschichte können sich neu erfinden. Es braucht keine perfekte Ausgangslage, sondern Mut, Haltung und Menschen, die bereit sind, Dinge zu hinterfragen, Unsicherheit auszuhalten und neue Maßstäbe zu setzen. Genau das hat das Team von Amiva getan und gezeigt, was möglich ist.

Für andere Unternehmen könnte das bedeuten: Es ist nicht zu spät, etwas zu verändern. Man muss nur bereit sein anzufangen – vielleicht mit einer einfachen Frage wie „Geht da nicht mehr?“

Natalie Antoni

Kommunikationsmanagerin
bei der Stroth Telecom GmbH

natalie@amiva.de



Die Anlage „One“ von Ineos im Antwerpener Hafen im Bau. Dort will das Chemieunternehmen effizient in großen Mengen Ethylen aus fossilem Ethan herstellen. Foto: Ineos

Nachhaltigere Chemie

Sauberer cracken und Methanol aus Abfall

Chemieunternehmen suchen nach Wegen, Treibhausgas (THG)-Emissionen zu senken oder gar auf Null zu fahren. In den Häfen von Antwerpen und Rotterdam sollen zwei solcher Vorzeigeprojekte verwirklicht werden. Dafür wird auf erneuerbaren Strom und Energieeffizienz gesetzt sowie auf erneuerbare Rohstoffe wie Biomasse oder Kunststoffabfälle.

TEXT: Reinier Grimbergen

Die chemische Industrie kann als „Industrie der Industrien“ gesehen werden. Denn sie stellt die Grundstoffe für fast alle Produkte her, die täglich genutzt werden – von Shampoo und Kunststoffen bis zu Lebens- und Arzneimitteln. Derzeit steht sie in der EU jedoch vor Herausforderungen: sinkende Wettbe-

werbsfähigkeit aufgrund hoher Energiepreise und Überkapazitäten in China, dem Nahen Osten und den USA.

Hinzu kommt, dass viele Anlagen in der EU relativ alt sind und sich dem Ende ihrer Lebensdauer nähern. Das Sprichwort „eine gute Krise sollte man nie ungenutzt verstreichen lassen“ trifft zwar zu, treffender wäre aber zu sagen, „lasst uns unsere Industrie zukunftssicher machen“.

Für die kapitalintensive chemische Industrie ist das kommende Jahrzehnt die Zeit, um in kommerziellem Maßstab in ein Netto-Null-Kreislaufmodell zu investieren. Dies erfordert Pragmatismus. Der Fokus sollte auf bereits bewährte Technologien mit dem technischen Reifegrad 8 bis 9 (TRL 8 bis 9) und der Nutzung bestehender Anlagen liegen, wo immer dies möglich ist.



Mehr als 60 % des chemischen Produktbaums werden derzeit allein aus beiden Olefinen Ethylen und Propylen gewonnen. Diese Grundchemikalien lassen sich auf grünere Art und Weise als bisher herstellen. Eine solche Anlage – genauer ein Ethan-Cracker – wird im Hafen von Antwerpen gebaut, eine andere – basierend auf erneuerbarem Methanol – soll im Hafen von Rotterdam errichtet werden.

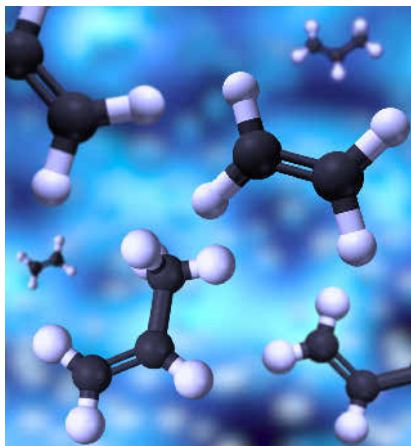
Ziemlich grüner Cracker

Der Chemiekonzern Ineos mit Sitz in London baut im Hafen von Antwerpen eine Dampfcrackieranlage für Ethan. Das Unternehmen nennt dies Projekt „One“. Den Rohstoff Ethan will das Unternehmen aus Erdgas, teils auch aus US-amerikanischem Schiefergas gewinnen.

Ineos setzt dabei auf eine in den USA bewährte Technologie: Dort – genauer im Bezirk Monaca nördlich von Pittsburgh, Pennsylvania – crackt ein Tochterunternehmen von Shell das Gas Ethan zu Ethylen. Die Anlage soll bereits dieses Jahr in Betrieb gehen und jährlich 1 450 kt Ethylen herstellen.

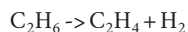
Klassisch wird Naphtha in Crackern eingesetzt. Diese leichte Erdölfraktion aus Kohlenwasserstoffen, die durch Destillation aus Erdöl gewonnen wird, wird dabei in Gegenwart von Wasserdampf auf 800 bis 900 °C erhitzt. Aus den Kohlenwasserstoffen entstehen dann vor allem Methan, Ethylen, Propylen, Butadien und Aromaten wie Benzol, Toluol und Xylole. Das erzeugte Methan wird als Brennstoff zum Beheizen des Crackers verwendet, es entsteht Kohlendioxid.

Der Rohstoff des Crackers in Monaca – und bald auch in Antwerpen – ist hingegen Ethan (C_2H_6). Dieses Gas wird ebenso in Gegenwart von Wasserdampf



Ethylen und Propylen: Grundbausteine für viele Produkte chemischer Unternehmen. Die schwarzen Kugeln repräsentieren Kohlenstoffatome, die weißen Wasserstoffatome. Ethylen besteht aus zwei, Propylen aus drei Kohlenstoffatomen. Zwischen den beiden Kohlenstoffatomen des Ethylens befindet sich eine Doppelbindung, wie auch zwischen zwei der drei Kohlenstoffatome des Propylens. Grafik: Blue Circle Olefins

auf 800 bis 900 °C erhitzt. Dabei spaltet sich pro Molekül Ethan ein Wasserstoffmolekül (H_2) ab und ein Molekül Ethylen (C_2H_4) entsteht:



Dank modernster Brenner, modularem Design und hoher Energieeffizienz soll der CO_2 -Ausstoß pro Tonne Ethylen gegenüber den besten bestehenden Anlagen um mehr als die Hälfte niedriger ausfallen. Mit anderen Worten: Die Anlage der weltweit nachhaltigste Cracker werden.

Das hat mehrere Gründe: Ethan besitzt einen höheren Wasserstoffanteil als Naphtha, sodass es beim Cracken mehr wasserstoffreiche Brennstoffe und weniger CO_2 erzeugt. Sehr effiziente Ultra-Low- NO_x -Brenner und Wärmerückgewinnungssys-

teme sollen den Brennstoffverbrauch senken und die Öfen werden auch für Wasserstoff als Brennstoff ausgelegt: So wird der Cracker bis zu 60 % seines Energiebedarfs durch Wasserstoff, der als Nebenprodukt entsteht, decken und damit entsprechend CO_2 -Emissionen senken.

Mit diesem low-carbon Ethylen will Ineos mit Ethylen aus anderen Naphtha-Crackern in der EU konkurrieren. Zudem hat Ineos Platz für eine mögliche Carbon-Capture-Anlage eingeplant, um später auch anfallendes CO_2 abtrennen und lagern zu können.

Cracker unter Strom

Auch CO_2 -Emissionen klassischer Naphtha-Cracker lassen sich senken. Mehrere Chemieunternehmen in der EU haben dies vor. Doch mit einer Elektrifizierung und dem Einsatz erneuerbarer Energien werden Cracker nicht THG-neutral.

Dafür müsste der Rohstoff – Ethan oder Naphtha – erneuerbar sein, also aus Biomasse oder Abfällen gewonnen werden. Auf dem Weltmarkt wird aber nur sehr wenig Bio-Ethan beziehungsweise, Bio-Naphtha angeboten.

Grünes Methanol

Einen anderen Weg, grüne Chemikalien herzustellen, beschreitet das junge Unternehmen Blue Circle Olefins aus Rotterdam in den Niederlanden. Es setzt auf Methanol (CH_3OH). Dieser einfachste aller Alkohole ist vielfältig einsetzbar: als chemischer Grundstoff, als Schiffskraftstoff oder als Rohstoff für nachhaltigen Flugkraftstoff (SAF). So will Blue Circle Olefins ein etabliertes Methanol-zu-Olefinen-Verfahren nutzen, bei dem der Alkohol mithilfe eines Zeolith-Katalysators in Ethylen und Propylen umgewandelt wird. In China werden in solchen Verfahren bereits bis zu 1 Mio. t Methanol jährlich eingesetzt. Dort wird das Methanol allerdings aus Kohle gewonnen.

Blue Circle Olefins will jedoch in seiner Anlage im Rotterdamer Hafen erneuerbares Methanol einsetzen: In vier Jahren – 2030 – soll es soweit sein. Der Plan: In der neuen Anlage sollen jährlich 200 kt Ethylen und Propylen hergestellt werden und damit etwa 8 % der Menge, die aktuell in den Niederlanden an diesen Olefinen gebildet wird.

Das junge Unternehmen geht von einem „Early-Adopter“-Markt aus, der be-

EU: GRÜNE METHANOL-MÄRKTE

Zwei Verordnungen der EU aus dem Jahr 2023 bieten Unternehmen Planungssicherheit für Investitionen in Anlagen zur Herstellung von erneuerbarem Methanol:

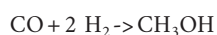
- Die Verordnung zur Nutzung erneuerbarer und kohlenstoffarmer Kraftstoffe im Seeverkehr, die „FuelEU Maritime“-Verordnung: Die mittlere Menge an Treibhausgas-Emissionen, die ein Schiff durch seinen Energieverbrauch pro Jahr freisetzen darf, sinkt von 2020 bis 2050 um 80 % von 91,16 auf 18,3 g CO_2 -Äquivalente/MJ.
- Die Verordnung zur Gewährleistung gleicher Wettbewerbsbedingungen für einen nachhaltigen Luftverkehr, die „ReFuelEU“-Verordnung: Schrittweise erhöht die EU damit den Mindestanteil an SAF im Flugtreibstoff von 2 % in 2025 auf 70 % in 2050 und den Mindestanteil an synthetischen Flugkraftstoffen von 1,2 % in 2030 auf 35 % in 2050.



reit ist, einen Aufpreis für vollständig fossilfreie Chemikalien und Kunststoffe zu zahlen.

Blue Circle Olefins steht damit nicht allein: Bereits heute planen einige Unternehmen, grünes Methanol herzustellen, auch um etwa die Nachfrage an neuen grünen Märkten zu bedienen. Die derzeit weltweit geplanten industriellen Projekte für grünes Methanol umfassen etwa 50 Mio. t/a bis 2030 – das entspricht der Hälfte der heutigen Produktion von 100 Mio. t an fossilem Methanol.

Meist wird Methanol aus Synthesegas, also einer Mischung aus Kohlenmonoxid (CO), Kohlendioxid (CO₂) und Wasserstoff (H₂) hergestellt. Für die optimale Methanolherstellung besteht das Synthesegas im Idealfall aus einem Molekül CO und zwei Molekülen H₂.



Synthesegas entsteht bei rund 1 000 °C durch Vergasung gemischter Kunststoff-, Landwirtschafts- oder Forstabfälle. Dabei zersetzen sich alle organischen Substanzen zu CO, H₂ und CO₂. Um das optimale CO/H₂-Mischungsverhältnis von 1:2 zu erreichen, gibt es zwei Optionen.

- Bei hohen Temperaturen wird die Synthesegaszusammensetzung durch die „Water-Shift-Reaktion“ so gesteuert, dass im Ergebnis CO und H₂ im Verhältnis 1:2 vorliegen. Der Nachteil: Das Gas enthält viel CO₂.
- Das CO₂ im Synthesegas wird bei niedrigeren Temperaturen – unter Zugabe von grünem oder blauem H₂ – in CO umgewandelt und das CO/H₂-Mischungsverhältnis auf 1:2 gebracht.

Im Ergebnis wird in der zweiten Variante etwa doppelt so viel Methanol wie bei der Vergasung ohne Wasserstoffzugabe herge-



Zwei Chemiker für Grüne Olefine:

Reinier Grimbergen (links) und Ralph Koekkoek, beide von der niederländischen Firma Blue Circle Olefins. Foto: Blue Circle Olefins

stellt. Abhängig von den Kosten für Emissionszertifikate und für H₂ kann zwischen beiden Optionen gewählt werden.

Der Kreislauf – autonom ...

Werden zur Vergasung nur gemischte Kunststoffabfälle eingesetzt und aus dem Synthesegas Methanol hergestellt, das dann über einen MTO-Prozess in Olefine in Neuqualität umgewandelt werden kann, lassen sich Kunststoffrecyclingquoten von bis zu 80 % erzielen – vergleichbar mit den Recyclingquoten für Glas und Papier. Und das Abfallaufkommen in der EU kann ausreichen, um ausreichend kohlenstoffbasierte Chemikalien ohne Erdöl herzustellen.

Das bedeutet, der gesamte Kohlenstoff, der zur Deckung des EU-Bedarfs an kohlenstoffbasierten Chemikalien benötigt wird, ist in den Bioabfall- und Siedlungsabfallströmen der EU verfügbar. Grundsätzlich lassen sich also alle Chemikalien ohne Öl und Gas als Rohstoff herstellen.

Es geht darum, unseren Müll zu beseitigen und weniger abhängig von Importen fossiler Brennstoffe in die EU zu werden.

... und bezahlbar?

Aktuell ist erneuerbares Methanol deutlich teurer als fossiles auf Kohle- oder Erdgasbasis. Dieser Unterschied wird sich in den nächsten zehn Jahren voraussichtlich aufgrund mehrerer Entwicklungen verringern. Vier Beispiele:

- Emissionszertifikate für die Chemieindustrie werden auch aufgrund der geplanten schrittweisen Abschaffung kostenloser Zertifikate bis 2034 teurer,
- durch Koproduktion von Biokohle und Zertifikaten für negative Emissionen durch CCS von biobasiertem CO₂ wird sich die Wirtschaftlichkeit von erneuerbarem Methanol verbessern,
- Anlieferungsgebühren für gemischte Kunststoffabfälle werden sich erhöhen, dies wird sich positiv auf den Preis für Methanol aus Abfällen auswirken,
- sinkende Preise für erneuerbare Energie werden in einigen Weltregionen Importe von erneuerbarem Methanol ermöglichen.

Ausblick

Angesichts fehlender Öl- und Gasreserven in der EU hat sich die Wettbewerbsposition der fossil-basierten Chemieindustrie verschlechtert und erscheint mittelfristig nicht mehr tragfähig. Es müssen neue gleiche Wettbewerbsbedingungen geschaffen werden. In diesem Papier wurde die zentrale Rolle des Methanol-zu-Olefinen-Verfahrens als Grundlage für eine zukunftssichere, fossilfreie europäische Chemieindustrie hervorgehoben. Die Verwertung unserer eigenen Abfälle wird gleichzeitig die lokale Versorgungssicherheit gewährleisten und eine klimaneutrale, kreislaforientierte europäische Wirtschaft ermöglichen. ■

WASSERGAS-SHIFT UND ZURÜCK

Die Wassergas-Shift-Reaktion (WGS) wird industriell genutzt, um bei etwa 1 000 °C den Anteil an Kohlenstoffmonoxid (CO) in einem Synthesegas zu senken. Dazu wird Wasserdampf (H₂O) genutzt und es bilden sich Kohlenstoffdioxid (CO₂) und Wasserstoff (H₂):



Diese Reaktion ist reversibel. Die Rückreaktion wird reverse Wassergas-Shift-Reaktion (RWGS) genannt:



Die RWGS findet in der Regel bei Temperaturen oberhalb 600 °C und hohen Drücken statt. Im Zusammenhang mit der Methanol-Synthese wird die RWGS in Gegenwart eines Katalysators meist bei etwa 400 °C und Drücken von 20 bis 40 bar durchgeführt.

Dr.
Reinier Grimbergen

Technischer Geschäftsführer und Mitbegründer von Blue Circle Olefins

r.grimbergen@bluecircle-olefins.com

Kunststoffverwertung

Kunststoffabfall schützt vor Hochwasser

Abfälle aus Mischkunststoffen, gezielt zu Platten zusammengepresst, können Gebäude vor Hochwasser und Starkregen schützen. Diese Platten, nach einer Flutkatastrophe erdacht, werden probeweise in der Schweiz hergestellt – und kommerziell geplant im Aachener Raum.

TEXT: Arnd Rüssel

Auch Geilenkirchen, ein Ort an der Wurm nördlich von Aachen, wurde am 14. und 15. Juli 2021 von der Flutkatastrophe im Ahrtal hart getroffen. Sie zog etwa das Restaurant von Iris Bracht und Arnd Rüssel in Mitleidenschaft. Der Schaden betrug rund 500 000 €. Noch während der Aufräumarbeiten begann das Nachdenken darüber, wie sich Gebäude und Strukturen vor künftigen Fluten schützen lassen. Die Überlegungen führten dazu, Schutzsysteme aus recyceltem Kunststoff zu entwickeln.

Nach den ersten Lösungsansätzen wurde 2023 die Firma Waterblokk Hochwasser & Starkregen Schutzkonzepte mit dem Ziel, neue Produktionsmethoden für recycelbare Platten aus Mischkunststoff zu entwickeln, gegründet. Mit dem Baustoffhändler UpBoards aus Gretzenbach, Schweiz, der auch Kunststoffprodukte herstellt, wurde ein entsprechendes Verfahren entwickelt. Die Pilotanlage steht bei UpBoards in Gretzenbach. Das Ausgangsmaterial sind Kunststoffabfälle aus dem gelben Sack, aus Bauprojekten und aus Industrieabfällen, die nicht mehr für die direkte Verarbeitung geeignet sind.

Kunststoffabfälle gezielt aufwerten

Diese Abfälle werden erst sorgfältig sortiert. Um deren Schüttdichte zu erhöhen, werden die Kunststoffe geschreddert und agglomeriert. Dabei wird sichergestellt, dass ein homogenes Agglomerat entsteht. Danach kombiniert UpBoards kontinuierliche mit diskontinuierlichen Produktionsschritten. Mit den kontinuierlichen werden große Mengen effizient und gleichmäßig verarbeitet, was zu einer konstanten Produktqualität führt. Die Diskontinuierlichen erlauben, verschiedene Materialien und Zusätze einzuarbeiten, um spezielle technische Anforderungen zu erfüllen.

UpBoards kann mit diesem Verfahrensschritten Platten mit Abmessungen von bis zu 2,44 x 1,25 m und einer Dicke von bis



Das modulare Hochwasserschutzsystem aus Geilenkirchen – probeweise eingesetzt, um eine Garageneinfahrt zu schützen. Foto: Waterblokk

zu 3 cm herstellen. Sie verfügen über ausgezeichnete mechanische Eigenschaften und werden für Anforderungen verschiedenster Anwendungen ausgelegt. Die Mischkunststoffplatten aus der Schweiz werden anschließend in Geilenkirchen an die jeweiligen Bedürfnisse der Kunden angepasst, so dass mit ihnen passgenau etwa ein Kellerschacht, ein Fenster oder ein Scheunentor hochwasserfest gemacht werden kann. Sie können auch so bearbeitet werden, dass sich die Platten modularartig zusammensetzen lassen. Da die Platten vollständig aus Recyclingmaterial bestehen, können sie zu 100 % recycelt und wiederverwertet werden.

Großskalig digital optimiert herstellen

Nach den erfolgreichen Pilotversuchen plant das Geilenkirchener Unternehmen im Aachener Raum in einer neuen Anlage größere Mengen dieser Platten herzustellen. Ein weiteres Ziel von Waterblokk ist, Prozessabläufe im Hochwasserschutz digital zu vernetzen und somit wirksamer vor Risiken von Hochwasser und Starkregen schützen zu können. Dazu gehört auch, dass Kunden über ihr Smartphone mithilfe eines KI-Assistenten die zu schützenden kritischen Bereiche selbst ausmessen und die Daten an das Unternehmen übermitteln. Dazu hat Waterblokk mit dem das Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen, dem Maschinenbauer 3Win und dem Softwareentwickler Exapt, alle aus Aachen, das Konsortium Waterblokk 4.0 gegründet. Das Bundesumweltministerium und das NRW-Umweltministerium unterstützen das Vorhaben durch das Forschungsprojekt DigiRes II mit rund 1 Mio. €.

Arnd Rüssel

Geschäftsführer der Waterblokk GmbH

ar@waterblokk.com

Wärmepumpe bevorzugt

Eine repräsentative Umfrage im Auftrag des Portals für erneuerbare Energien „co2online“ zeigt eine deutliche Präferenz für erneuerbare Heiztechnologien. Rund ein Drittel der Befragten würde sich aktuell für eine Wärmepumpe entscheiden, insgesamt erreichen Heizsysteme auf Basis erneuerbarer Energien eine 58-prozentige Zustimmung. Damit liegt die Wärmepumpe klar vor fossilen Alternativen. Auffällig ist der deutliche Zuwachs gegenüber 2023. Die gestiegene Akzeptanz wird von vielen Befragten mit wirtschaftlichen Erwägungen begründet. Hohe Brennstoffpreise, ein steigender CO₂-Preis sowie steigende Netzentgelte lassen fossile Heizsysteme langfristig als kostenintensiv erscheinen. Zwei Drittel der Befragten rechnen hier mit höheren Kosten.

www.co2online.de



Vor der Wärmepumpe (v.l.n.r.): Steffen Härtelt, HSZG; Thomas Gubsch, HSZG; Felix Panitz, Fraunhofer IEG; Johann Meyer-Scheffel, HSZG. Foto: Fraunhofer IEG/Panitz

Oberflächengewässer als Wärmequelle

Im Forschungs- und Demonstrationsprojekt „Aqva-Heat III“ wird untersucht, wie Oberflächengewässer ganzjährig als Wärmequelle für Nah- und Fernwärmenetze genutzt werden können. Ziel ist es, Flüsse und Teiche als lokal verfügbare, regenerative Energiequelle technisch zuverlässig und ökologisch verträglich in bestehende Wärmesysteme zu integrieren. Damit adressiert das Projekt eine zentrale Fragestellung der kommunalen Wärmewende, etwa in Regionen mit begrenztem Zugang zu anderen erneuerbaren Wärmequellen. Kern des technischen Konzepts ist ein mehrstufiges System zur Nutzung niedriger Wassertemperaturen. Die im Gewässer enthaltene Wärme wird zunächst über einen Vakuum-Flüssigeis-Erzeuger nutzbar gemacht. Mithilfe eines Vakuumprozesses kann selbst bei Temperaturen nahe dem Gefrierpunkt ein nutzbares Temperaturniveau erreicht werden. Danach hebt eine zweistufige Großwärmepumpe die Temperatur auf bis zu 90 °C an, sodass eine Einspeisung in bestehende Wärmenetze möglich ist. Als Kältemittel kommt Wasser zum Einsatz. Eine speziell entwickelte Wärmepumpe hat die Werksabnahme erfolgreich durchlaufen. Die Integration in das Gesamtsystem ist für das erste Halbjahr 2026 vorgesehen. Das Verbundprojekt wird von der Hochschule Zittau/Görlitz koordiniert und mit der Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geotechnologien IEG sowie dem Institut für Luft- und Kältetechnik Dresden umgesetzt.

www.ieg.fraunhofer.de



Klaus Müller
ist Präsident
der Bundes-
netzagentur
(BNetzA).
Foto: BNetzA

2025 Rekord-Jahr für Stromnetz-Genehmigungen

„Wir haben den Ankündigungen des letzten Jahres Taten folgen lassen. Auf ein Rekordjahr der Stromnetz-Genehmigungen folgt ein weiteres. Der Ausbau des Stromnetzes ist unerlässlich für den Erfolg der Energiewende. 2025 haben wir die Verfahren für vier große Stromautobahnen abgeschlossen. Ein sichtbarer Beleg dafür, dass die Beschleunigung der letzten Jahre konkrete Ergebnisse erzielt“, so Klaus Müller, Präsident der Bundesnetzagentur (BNetzA).

www.bundesnetzagentur.de

Digitale Vernetzung dezentraler Energieanlagen wächst weiter

Die Plattform Xenon des Softwareunternehmens gridX hat die Anbindung von 200 000 dezentralen Energieanlagen erreicht. Innerhalb von 15 Monaten hat sich die Zahl der angebundenen Systeme damit etwa verdoppelt. Die Anlagen sind auf rund ein Dutzend europäische Länder verteilt und umfassen unter anderem Photovoltaik-Anlagen, Batteriespeicher, Ladeinfrastruktur und Wärmeanwendungen. Ziel der Plattform ist es, dezentrale Energieanlagen digital zu vernetzen und über ein Energiemanagementsystem steuer- und optimierbar zu machen. Technisch basiert Xenon auf einer Kombination aus Cloud-Infrastruktur und lokalen Gateways, wodurch unterschiedliche Gerätetypen, Hersteller und Kommunikationsprotokolle integriert werden können. Mit der steigenden Zahl vernetzter Anlagen wächst die Relevanz digitaler Plattformen für die Systemintegration dezentraler Energieressourcen.

www.gridx.ai



Ausrangierte Windturbinenblätter werden mit natürlichen Materialien kombiniert, um hybride Küstenschutzbarrieren zu bilden, die den Wasserfluss verlangsamen und Sedimente zurückhalten (KI-generierte Darstellung). Foto: Vattenfall

Zweites Leben für Turbinenteile

Im Rahmen des Programms Re:Wind treibt der Energieversorger Vattenfall die Wiederverwendung von Komponenten aus Windenergieanlagen voran. Nach Unternehmensangaben haben inzwischen mehr als 10 000 Turbinenteile aus stillgelegten Anlagen ein zweites Leben erhalten. Ziel ist es, die Nutzungsdauer zentraler Komponenten zu verlängern und den Ressourcenbedarf beim Ausbau der Windenergie zu reduzieren. Wiederverwendet werden unter anderem mechanische und elektrische Bauteile wie Generatoren, Getriebe, Transformatoren oder Steuerungskomponenten. Sie werden aus zurückgebauten Anlagen ausgebaut, geprüft, gegebenenfalls instand gesetzt und dann erneut in Windenergieprojekten eingesetzt. Voraussetzung ist, dass die Bauteile die technischen und sicherheitsrelevanten Anforderungen für einen weiteren Betrieb erfüllen. Durch die Wiederverwendung geeigneter Komponenten lassen sich Materialeinsatz, Energieaufwand und CO₂-Emissionen gegenüber einer vollständigen Neuproduktion reduzieren.

group.vattenfall.com/de

KURZ NOTIERT

Keine doppelten Netzentgelte.

Mit der Änderung des Energiewirtschaftsgesetzes entfällt die Benachteiligung gemischt genutzter privater Stromspeicher bei der Netzentgeltbefreiung. Künftig kann nach Angaben des Energieanbieters 1Komma5° zwischengespeicherter Strom aus Heimspeichern oder aus Batterien von Elektrofahrzeugen nicht nur selbst genutzt, sondern auch leichter ins Netz eingespeist und vermarktet werden. Voraussetzung sind vereinfachte technische und regulatorische Prozesse, die von der Bundesnetzagentur ab 2026 erwartet werden.

<https://1komma5.com/de>

Kommunale Wärmepläne.

Neue Praxisleitfäden der Stiftung Umweltenergierecht geben Kommunen, Energieversorgungsunternehmen sowie Bürgerinnen und Bürgern Orientierung bei der Umsetzung kommunaler Wärmepläne. Hintergrund ist das Wärmeplanungsgesetz, das Kommunen seit 2024 zur Erstellung von Wärmeplänen verpflichtet. Die Leitfäden strukturieren zentrale Prozessschritte, benennen Aufgaben und rechtliche Anforderungen und zeigen anhand von Beispielen, wie eine koordinierte Umsetzung der Wärmewende vor Ort gelingen kann.

stiftung-umweltenergierecht.de

Repowering erhöht Stromerzeugung.

Der Energiekonzern RWE hat mit dem Repowering des Windparks Calle in Niedersachsen begonnen. Drei moderne Windenergieanlagen mit einer Gesamtleistung von 17,1 MW ersetzen fünf Altanlagen aus dem Jahr 2004 mit 9 MW Leistung. Trotz geringerer Anlagenzahl steigt die Stromerzeugung auf etwa das Fünffache. Ergänzend dazu sind Maßnahmen zur Wiederverwertung von Materialien und zu Förderung der Biodiversität vorgesehen.

www.rwe.com

Wie Zulieferer die Umrüstung der deutschen Gasinfrastruktur prägen

H₂-Ready mit Sicherheit inbegriffen

Die Umrüstung der deutschen Gasinfrastruktur auf Wasserstoff ist eine enorme technische Herausforderung. Zulieferer wie Voss Fluid zeigen, wie Komponenten, die für 100 Prozent Wasserstoff geeignet sind, die Sicherheit erhöhen und die Grundlage für eine zuverlässige Wasserstoffinfrastruktur schaffen.

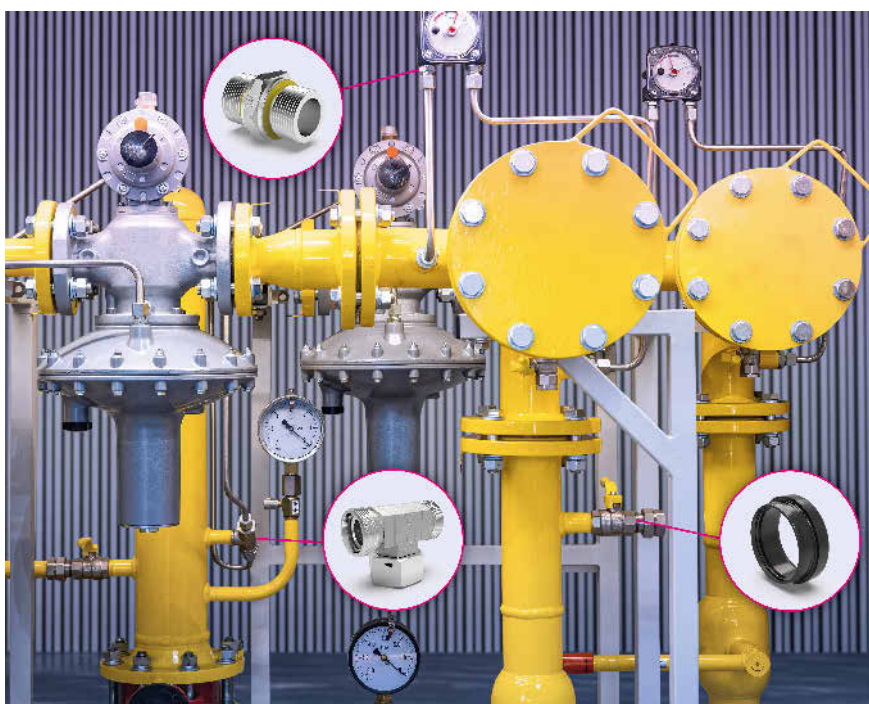
TEXT: Tim Haarbach

Deutschland hat sich ehrgeizige Ziele für die Energiewende gesetzt. Neben dem Ausbau erneuerbarer Energien und dem Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft spielt die bestehende Erdgasinfrastruktur eine zentrale Rolle. Sie soll nicht stillgelegt, sondern für die Zukunft umgerüstet werden. Die politische Marschroute für das Wasserstoff-Kernnetz ist klar: Bis 2032 soll das gesamte Gasverteilnetz auf H₂Ready umgerüstet werden, ab 2045 die vollständige Umstellung von Erdgas auf Wasserstoff erfolgen.

In der Praxis ist das ein umfangreiches Projekt, in dem zahlreiche Akteure, unter anderem auch industrielle Zulieferer, eine zentrale Rolle spielen. Denn jedes Ventil, jede Verschraubung und jede Leitung müssen geprüft werden – nicht nur auf heutige Anforderungen, sondern auch auf künftige Belastungen durch Wasserstoff. Für die Industrie bedeutet das eine doppelte Aufgabe: Sie muss das bestehende System am Laufen halten und zugleich Komponenten entwickeln, die den künftigen Spezifikationen gerecht werden.

Herausforderung Wasserstoff

Wasserstoff unterscheidet sich in seinen physikalischen Eigenschaften fundamental von Erdgas. Seine geringe Dichte und hohe Diffusionsgeschwindigkeit füh-



Bauteile für stationäre Gasdruckregel- und Mess (GDRM)-Anlagen. Foto: Voss Fluid

ren dazu, dass er leichter entweicht und durch kleinste Poren oder Materialschwächen dringt. Hinzu kommt das Phänomen der Wasserstoffversprödung: Einige Metalle verlieren bei Kontakt mit Wasserstoff über die Zeit ihre Festigkeit, was im schlimmsten Fall zu Rissen oder Brüchen führen kann.

Diese Eigenschaften machen es notwendig, Materialien und Dichtsysteme

neu zu bewerten. Was sich im Erdgasnetz bewährt hat, ist nicht automatisch für Wasserstoff geeignet, da hier deutlich höhere Anforderungen an Leckagefreiheit, Materialbeständigkeit und Verbindungstechnik erforderlich sind. Das schwächste Glied in einem System ist maßgeblich für die Betriebssicherheit. Für Netzbetreiber und Zulieferer bedeutet dies: Nur Lösungen, die unter realistischen Bedingungen

getestet werden, können als dauerhaft zuverlässig gelten.

Regularien und Zertifizierungen

Die Grundlage für den sicheren Betrieb bilden Normen und Standards. In Deutschland nimmt der Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. (DVGW) hierbei eine Schlüsselrolle ein. Mit Regelwerken wie der G 221 definiert er, wie die Wasserstofftauglichkeit von Bauteilen geprüft und bewertet werden soll. Die Vorgaben reichen von Materialtests über Langzeitbelastungen bis hin zu spezifischen Druck- und Temperaturzyklen.

In diesem Kontext hat sich der Begriff H₂Ready etabliert – dieser ist jedoch regulatorisch nicht definiert. Hersteller nutzen ihn teilweise für Produkte, die lediglich eine Beimischung von 10 oder 20 % Wasserstoff verkraften. Andere verstehen darunter die volle Eignung für 100 % Wasserstoff. Diese Diskrepanz führt zu Unsicherheit im Markt: Betreiber wissen oft nicht, ob ein Bauteil nur für Übergangsphasen oder auch für die finale Transformation geeignet ist.

Das Fehlen einer einheitlichen Zertifizierung für die Umrüstung der Gasinfrastruktur birgt gleich mehrere Risiken: Zum einen besteht die Gefahr, dass Komponenten unterschiedlicher Tauglichkeitsstufen in einem System kombiniert werden – mit potenziell gravierenden Folgen für Sicherheit und Zuverlässigkeit. Zum anderen erschwert es Investitionen: Wer heute in vermeintliche H₂Ready-Produkte investiert, könnte in einigen Jahren gezwungen sein, diese erneut auszutauschen.

Fallbeispiel Voss Fluid

Einige Zulieferer versuchen, diese Lücke durch eigene Standards zu schließen. Der Systempartner für Fluidmanagement Voss Fluid etwa verwendet die Bezeichnung H₂Ready ausschließlich für seine Rohrverschraubungen nach DIN EN ISO 8434-1, die für 100 % Wasserstoff geprüft sind. Damit setzt das Unternehmen bewusst oberhalb der aktuell uneinheitlichen Mindestanforderungen an, um zukunftsgerichtet zur Systemsicherheit beizutragen. Diese klare Positionierung trägt dazu bei, das Vertrauen in H₂Ready-Komponenten zu stärken.

Die Eignung wird nicht nur in internen Tests überprüft, sondern auch durch



Das Schneidringssystem VossRingM und die dazugehörigen Rohrverschraubungen sowie Einschraubstutzen. Foto: Voss Fluid

das DBI-Prüflabor in Freiberg, ein anerkanntes DVGW-Institut, bestätigt. Zusätzlich laufen externe Langzeittests, bei denen Bauteile über tausend Stunden unter Wasserstoffbelastung und erhöhten Drücken geprüft werden. Die Ergebnisse zeigen, dass die getesteten Stahlverschraubungen weder Leckagen noch materialbedingte Schäden aufweisen.

Eine Besonderheit ist, dass Voss nicht nur Edelstahl, sondern auch Stahl im H₂Ready-Portfolio hat. Während sich der Markt bisher auf Edelstahl konzentrierte, eröffnet dieser Ansatz neue Perspektiven: Stahl kann – bei geeigneter Konstruktion und Beschichtung – die hohen Anforderungen an Dichtheit und Beständigkeit voll erfüllen. Gleichzeitig ist Stahl eine kostengünstigere Lösung, was für das Großprojekt Gasinfrastruktur ein trgender Vorteil sein kann. Das Unternehmen verfolgt damit das Ziel, ein Portfolio anzubieten, das langfristig belastbar ist und den kommenden Standards entspricht.

Technologische Lösungen

Die Umrüstung auf Wasserstoff ist keine abstrakte Aufgabe, sondern betrifft ganz konkrete Anwendungen. In Gasdruckregel- und Messanlagen, in Filtereinheiten oder in der Netzperipherie sind Bauteile gefragt, die über Jahrzehnte zuverlässig funktionieren. Für Zulieferer heißt das: Innovation findet nicht nur auf der Ebene des Werkstoffs statt, sondern auch in der konstruktiven Auslegung und den Prüfverfahren.

Zum wasserstofftauglichen Portfolio von Voss Fluid zählen bewährte Verbindungssysteme wie das Schneidringssystem VossRingM, passende Rohrverschraubungen und DKO-Verbindungen. Der VossRingM ist ein metallisch dichtender Schneidring für metrische Rohrverschraubungen nach DIN EN ISO 8434-1. Seine spezielle Geometrie und die Wahl geeigneter Werkstoffe sorgen für sicheren Halt

auch unter dynamischen Belastungen. Das System ist für Drücke im Gasbereich bis 250 bar und Temperaturen zwischen –20 und +60 °C ausgelegt.

Ergänzt wird das Sortiment durch weichdichtende Einschraubstutzen mit Profildichtring (Form E), die sich zunehmend als Alternative zu herkömmlichen Varianten mit Kupferdichtring oder Kegelgewinde etablieren. DKO-Verbindungen zeichnen sich durch Leckagesicherheit und Wiederverwendbarkeit aus. Einschraubstutzen mit Peflex-Profildichtring verbessern zudem Dichtheit und Montageeffizienz, was sie besonders für wasserstoffführende Systeme interessant macht.

Fazit und Ausblick

Die deutsche Wasserstoffstrategie hängt maßgeblich von der Umrüstung der Gasinfrastruktur ab. Politisch sind die Ziele klar definiert, technisch birgt der Weg einige Herausforderungen. Besonders problematisch ist die fehlende Einheitlichkeit des Labels H₂Ready. Solange nicht eindeutig geregelt ist, wie H₂Ready definiert ist, haben die zertifizierten Bauteile keinen validen Wert. Es bleibt die Gefahr, dass Übergangslösungen langfristig die Systeme schwächen.

Das Beispiel Voss Fluid zeigt, wie Zulieferer mit eigenen Standards und konsequenter 100-Prozent-Ausrichtung Sicherheit schaffen können. Doch perspektivisch wird es verbindlicher Standards und Zertifizierungen bedürfen, um einheitliche Maßstäbe im Markt zu setzen. Nur so lässt sich verhindern, dass einzelne schwache Glieder ganze Infrastrukturen kompromittieren.

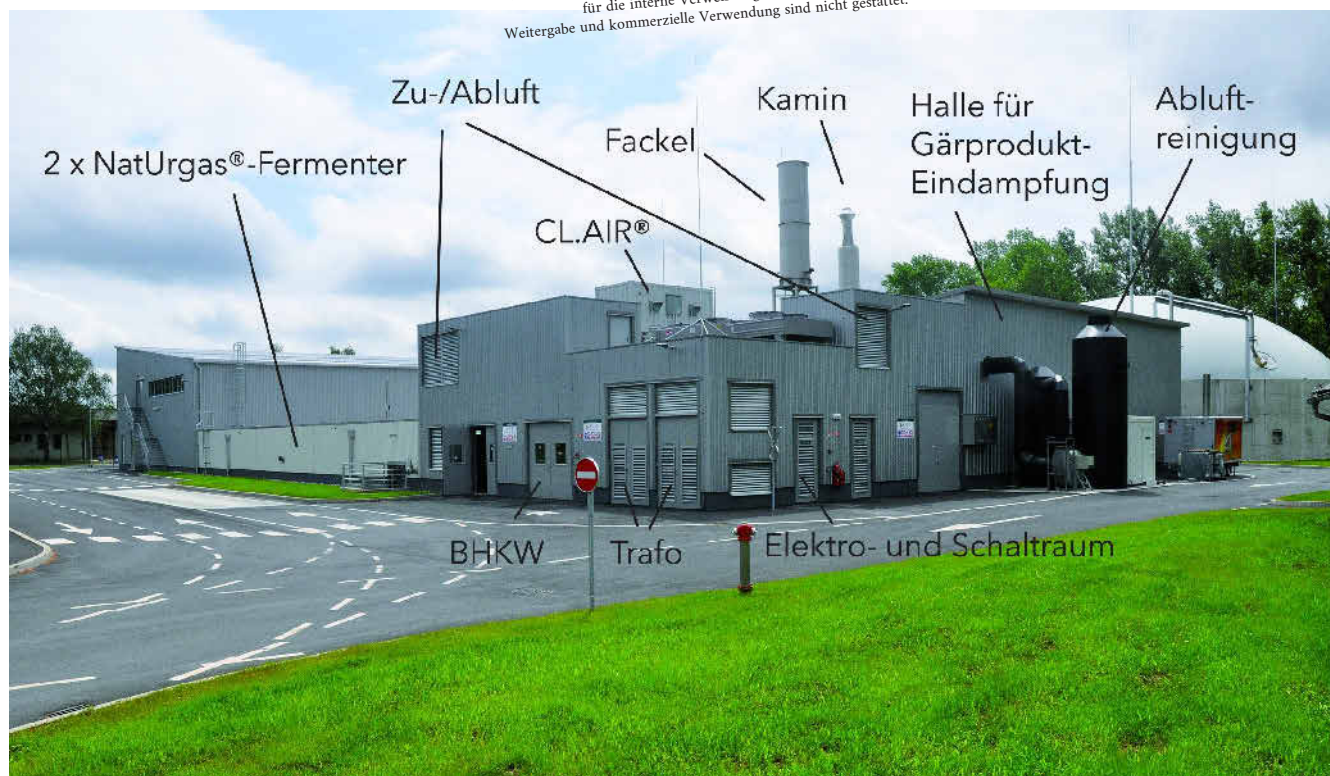
Am Ende entscheidet nicht die politische Zielmarke, sondern die technische Realität. Eine zukunftsfähige Wasserstoffinfrastruktur braucht durchgängige, geprüfte und tatsächlich hundertprozentige wasserstofftaugliche Lösungen – heute entwickelt, morgen im Einsatz, und für Jahrzehnte sicher betrieben. ■

Dipl.-Ing.

Tim Haarbach

Senior Product Marketing Specialist bei Voss

tim.haarbach@voss.net



Biogasanlage mit Energiezentrale: „NatUrgas“-Fermenter (2 x 2880 m³) für Substrat mit 70 % Geflügelkotanteil und 999-kW-BHKW von GE Jenbacher.
Grafik: Ingenieurbüro Rückert

Weiterführende Maßnahmen zur Netzstabilisierung

Flexibilisierung von Biogasanlagen

Flexible Anlagen und Speicherlösungen gewinnen mit dem wachsenden Anteil volatiler Energieerzeugung zunehmend an Bedeutung. Sie tragen wesentlich zur Stabilisierung des Stromnetzes und zur bedarfsgerechten Energieversorgung bei. Mit dem Biomasse-Paket hat die Bundesregierung die Rahmenbedingungen für die Förderung und Nutzung von Biomasse grundlegend überarbeitet und den Fokus auf die Flexibilisierung von Biogasanlagen gelegt.

TEXT: Christoph Lange

Damit halten Blockheizkraftwerke (BHKW) mit einer elektrischen Nennleistung zwischen 3 und 5 MW pro Block Einzug an den Biogasanlagen. Diese Anlagengröße bedeutet für die meisten Biogasanlagenbetreiber Neuland. Einfache Betonschallhauben sowie Con-

tainer sind bei dieser Blockgröße nicht mehr zweckmäßig, zumal es auch für den benötigten Transformator und die zugehörigen Mittelspannungsanlagen keine Fertigstationen am Markt gibt. Statt vorgefertigter Lösungen ist daher eine individuelle Gebäudeplanung erforderlich, die den vielfältigen Anforderungen, von Brand- und Schallschutz über Mittel-

spannungsschaltanlagen bis hin zu Kühlung und Lüftung, gerecht wird.

Bei einem BHKW dieser Größenordnung wird Strom nicht mehr mit Niederspannung, sondern meist mit 10,5 kV Mittelspannung erzeugt. Aus diesem Grund werden ein 10,5 kV auf 20 kV Transformator zur Einspeisung ins Mittelspannungsnetz und ein 20 kV auf 400 V



Transformator zur Versorgung der Biogasanlage benötigt. Die Mittelspannungsschaltanlage, aber auch schon die Kabelführung ab dem Generator, darf nach DGUV-Vorschriften 1 und 3 sowie DIN VDE 0105-100 nur beauftragten und elektrotechnisch unterwiesenen Personen zugänglich sein. Dies muss bereits durch die Aufteilung des Gebäudes sichergestellt werden. Eine Optimierung der Kabelführung zwischen Trafo und Schaltanlagen, sowie doppelte Böden und Schutzrohre für die Mittelspannungsleitungen, minimieren den Zugang zu Mittelspannungskomponenten, komprimieren diese auf kleinstem Raum und senken zugleich die Investitionskosten für die notwendigen Kabel.

Wie viele Abgaswärmeaustauscher (AWT) eingesetzt werden, hängt von der konkreten Auslegung der Biogasanlage und der prognostizierten Wärmeabnahme ab. Bei einem Flex-BHKW mit großem Wärmepufferspeicher rentiert sich die Installation von zwei AWT oft innerhalb weniger Jahre. Bei Auskopplung von bis zu 2 MW Wärme über die AWT (bei einem 4-MW-BHKW) ist gemeinsam mit dem SCR-Katalysator eine Fläche von mindestens 30 m² erforderlich. Somit ist die platzeffiziente Anordnung gemeinsam mit Warmwasserleitung und Abgasführung (DN 600-800) in der Energiezentrale von großer Bedeutung.

Biogas im BHKW

Vor dem Einsatz im BHKW muss das Biogas entschwefelt und getrocknet werden, um die Leistungsfähigkeit des Motors sicherzustellen und einen unnötigen Ausfall dessen zu vermeiden. Durch den relativ konstanten Volumenstrom bei der Gaserzeugung in der Biogasanlage können Gastrocknung, Verdichter und Aktivkohlefilter kostengünstig umgesetzt werden, wenn die Sicherstellung der Gasqualität vor der Gasspeicherung erfolgt.

Um etwa 2 000 m³/h Biogas für ein 4-MW-BHKW (elektrische Leistung) ohne zu große Druckverluste zu fördern, sind Leitungsdurchmesser von 200 bis 300 mm nötig. Diese Leitungsdimensionen sind bei der Planung der Gebäudehülle, insbesondere bei Fertigbetonteilen, zu beachten.

Bei einem zweistöckigen Gebäude mit einer Höhe von 7 bis 8 m ist es zielführend, den Abgaskamin auf dem Dach und nicht als kosten- und platzintensives Kaminrohr neben der Anlage, zu platzieren.

Insbesondere wenn sich ein oder mehrere AWT bereits im oberen Stock befinden, ist dies von Vorteil. Wichtige Parameter sind die erforderliche Schornsteinhöhe, die Anforderungen an den Schalldämpfer, die Statik und die Abmessungen der Kaminaussparung.

Die Verbrennungsluft sowie die Luft zur Kühlung der Motorblöcke wird bei BHKW in der Regel direkt aus der Umgebung angesaugt. Um einen störungsfreien Betrieb sicherzustellen, ist es erforderlich, einen ausreichend dimensionierten und partikelgefilterten Luftvolumenstrom in das Gebäude zu führen und wieder auszu-leiten. Für die erforderlichen Lüftungsöffnungen ist einschließlich der Witterschutzjalousien ein Querschnitt von 8 bis 14 m² notwendig. Die Integration der Zu- und Abluftöffnungen in die Gebäudehülle schon bei der Gesamtplanung zu beachten, bietet einige Vorteile gegenüber einer später hinzugefügten Lüftungskulisse auf dem Dach oder an der BHKW-Einbring-öffnung: Gebäudeabdichtung und War-

tung sind einfacher, Brandschutzanforderungen können leichter eingehalten werden, da der Lüftungskanal nicht mehrere Stockwerke durchqueren muss, die Anordnung im Gebäude kann flexibler und das Gebäudedesign harmonischer gestaltet werden.

Wärmepufferspeicher fängt thermische Spitzen ab

Flexibel betriebene BHKW mit elektrischer Leistung zwischen 3 und 5 MW erzeugen in kurzer Zeit erhebliche Mengen an Wärmeenergie. Anders als im Dauerbetrieb fällt die thermische Energie in konzentrierten Lastspitzen an – typischerweise über wenige Stunden hinweg. Um diese Wärme dennoch kontinuierlich nutzbar zu machen ist der Einsatz eines Wärmepufferspeichers entscheidend. Dieser ermöglicht eine zeitversetzte Bereitstellung der erzeugten Energie und erhöht die Wärmenutzung der Biogasanlage bei gleichbleibender Biogasproduktion. Die dafür er-

GeoTHERM
expo & congress

26. + 27. Februar
MESSE OFFENBURG



www.geotherm-offenburg.de



BHKW-Modul mit 4,5 MW(e.) mit Kühlern und Kamin, visualisiert im Gebäude.

Grafik: Ingenieurbüro Rückert

forderliche Technik wie Heizungsverteiler, Stickstoffgenerator inklusive Kompressor, sowie mehrere große Pumpen für den Anschluss an die Erzeuger und das Wärmenetz, erfordern meist einen zusätzlichen Technikraum, der ins BHKW-Gebäude oder an den Pufferspeicher angeschlossen werden kann.

Für den unwahrscheinlichen, aber durchaus möglichen Fall, dass zum Beispiel im Sommer zeitgleich der Pufferspeicher voll ist, der Gasspeicher kein zusätzliches Biogas mehr aufnehmen kann und keine ausreichend große Wärmeabnahme stattfindet, muss die Abwärme des BHKWs über Notkühler zuverlässig abgeführt werden können. Luftkühler zählen hierbei zu den am häufigsten eingesetzten Systemen. Für die Planung der Energiezentrale und deren Integration im Bestandsgebäude sind sie von zentraler Bedeutung, denn sie erzeugen nicht nur Schallemissionen, sondern stellen – insbesondere bei Dachaufstellung – auch statische Anforderungen an die Gebäudestruktur. Ein einzelner Luftkühler mit einer thermischen Leistung von rund 1,3 MW wiegt im gefüllten Zustand mehrere Tonnen. Die Flexibilisierung in Kombination mit einem großen Pufferspeicher bringt bei der Dimensionierung des Notkühlers jedoch erhebliche Vorteile mit sich: Statt den Notkühler auf die Motorleistung (zum Beispiel 4,2 MW) dimensionieren zu müssen, kann durch eine geplante Entladung des Pufferspeichers über mehrere Stunden ein deutlich kleinerer Notkühler eingesetzt werden (zum Beispiel 0,5 bis

1,0 MW), was Platz und Investitionskosten spart sowie Vorteile für die Gebäudestatik mit sich bringt.

Brand- und Umweltschutzauflagen erfüllen

Bei Planung und Bau sind ferner diverse rechtliche Anforderungen zu beachten. Abhängig von der jeweiligen Landesbauordnung ist zwingend ein Bauantrag erforderlich. In Bayern beispielsweise sind Gebäude im Außenbereich grundsätzlich genehmigungspflichtig, wohingegen in Gewerbe- oder Sondergebieten die baulichen Abmessungen über die Genehmigungspflicht entscheiden. Doch selbst wenn kein Bauantrag verlangt wird, gelten bautechnische, brandschutztechnische und arbeitsschutzrechtliche Anforderungen. Diese muss der Bauherr auch ohne behördliche Prüfung eigenverantwortlich umsetzen. Durch die Verwendung von Stoffen verschiedener Wassergefährdungsklassen, von Frischöl über Harnstoff bis Altöl, muss die Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) beachtet werden.

Diese schreibt vor, dass Lagerung entweder in doppelwandigen Tanks oder einwandig mit Auffangwanne und Leckerkennung realisiert werden muss. Je nach Anlagengröße sind große Volumina erforderlich, um häufiges Betanken zu vermeiden. Der Abfüllplatz muss ebenfalls strengen Anforderungen genügen, die von korrosionsbeständiger Oberfläche bis zur

Entwässerung reichen. Zur Gewährleistung des Brandschutzes sind zwischen BHKW-Raum, Elektrorum und Gasspeicher Schutzabstände einzuhalten. Durch den Einsatz von Brandwänden – zum Beispiel in Stahlbetonbauweise – können diese reduziert werden. Dies spart Platz auf dem Gelände und ermöglicht eine kompaktere Bauweise. Lüftung und Abgaskamin müssen abhängig von der Standortvorbelastung und der Nähe zu Wohngebieten, mit Schalldämpfern ausgestattet sein. Beim Notkühler ist die Standortwahl entscheidend: möglichst weit entfernt vom Immissionsort, möglichst nicht auf einem Dach und gegebenenfalls durch Gebäude oder Bäume abgeschirmt.

Die Lasten durch BHKW, Kühler und Kamin müssen in der Statik berücksichtigt werden. Der Kamin muss im Einklang mit der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) ausgeführt sein und den Anforderungen der VDI-Richtlinie 3781 entsprechen: dafür wird eine Schornsteinhöhenberechnung benötigt. Freistehende oder abgestützte Stahlschornsteine müssen je nach Höhe und Verhältnis von Höhe zu Querschnitt auf Querschwingungen geprüft werden. Ab einer Feuerungswärmeleistung von 1 MW gilt für BHKW außerdem die 44. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV), die strenge Emissionsgrenzwerte für NO_x , CO, Formaldehyd, usw. und eine Abgasnachbehandlung (beispielsweise mit SCR- und Oxidationskatalysator sowie Harnstofflagerung) vorschreibt. Zudem müssen laut 44. BImSchV Mess- und Dokumentationspflichten erfüllt und die Anlage bei der zuständigen Behörde registriert werden.

Die Anforderungen an flexibel nutzbare Biogasanlagen mit BHKW sind komplex – aber sie bieten auch Chancen: für mehr Effizienz, Sicherheit und Nachhaltigkeit. Mit den richtigen Partnern gelingt eine gute und vorausschauende Planung unter Einhaltung aller rechtlichen Pflichten. Frühzeitige Abstimmung mit Fachplanerinnen und -planern sowie Behörden ist der Schlüssel zum Erfolg. ■

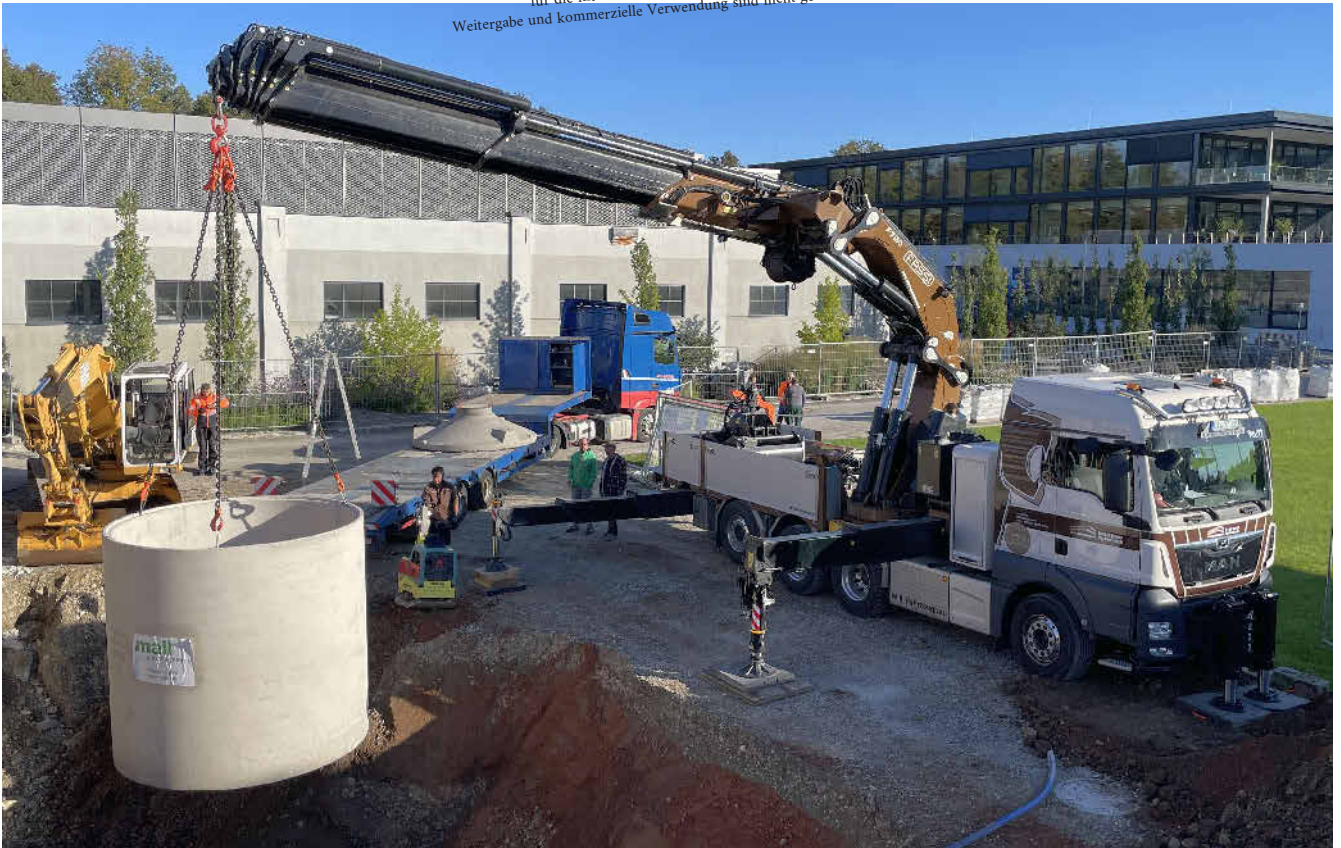
Dr.-Ing.

Christoph Lange

Projektleiter bei der Ingenieurbüro Rückert GmbH

lange@ing-rueckert.de

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument ist ausschließlich für die interne Verwendung bestimmt.
 Weitergabe und kommerzielle Verwendung sind nicht gestattet.



Versetzen der Regenspeicher vom Kran des Lieferfahrzeugs in die vorbereitete Baugrube. Fünf Betonbehälter, die untereinander verbunden sind, bilden die sogenannte Mehrbehälteranlage, der ein Filterschacht vorgeschaltet wurde. Dieser reinigt das vom Dach kommende Regenwasser. Foto: Carderie

Historischer Gewerbestandort mit regenerativer Haustechnik

Wärme, Wasser und Strom: vorsätzlich nachhaltig

Ein denkmalgeschütztes Industriegebäude in Wangen im Allgäu wird von einem privaten Investor erworben und trotz Auflagen des Denkmalschutzes sowie Lieferengpässen in der Pandemie zu einem Vorzeige-Projekt umgebaut.

TEXT: Klaus W. König

Das Motto von Dr. Tobias Polifke: „Die Energie ist da. Nutzen wir sie mit Respekt vor der Natur, zum Schutz des Erdklimas. Und Wasser liefert uns der Regen, zum Beispiel für die Toilettenspülung. Dafür Trinkwasser zu nehmen, wäre ein Frevel.“ Der Investor hat mit der „Carderie“ eines der Fabrik-

gebäude erworben, für die die Stadt Wangen im Allgäu Investoren gesucht hatte, um den denkmalgeschützten Industrie-Ruinen einer ehemaligen Baumwollspinnerei und -weberei neues Leben einzuhauchen. Heute sind Gewerbe, Wohnen und Kultur gleichermaßen präsent in einem neuen Stadtteil, durch behutsame Transformation der Industrie-architektur.

Ohne Flächenbedarf und fast autark

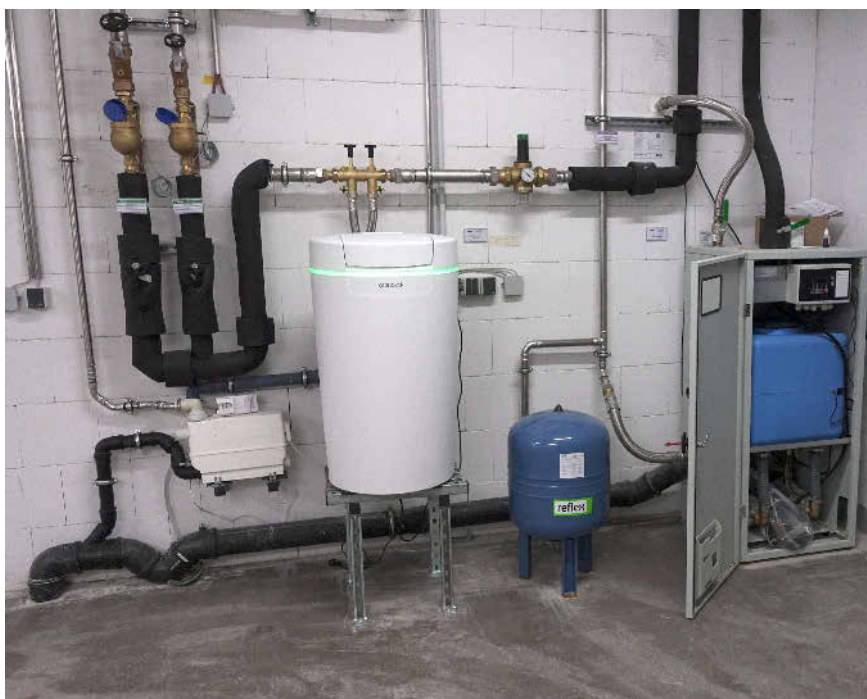
Die 1909 gebaute und 1913 erweiterte Carderie fasziniert durch ihre denkmalgeschützten Fassaden, getragen von massiven Außenwänden. Mit einem rechteckigen Grundriss verfügt sie über ein Untergeschoss, ein Erd- und zwei Obergeschosse. Das innere Tragwerk aus Stahl

musste erneuert werden, auch die Zwischendecken und das Dach. Damit ergaben sich neue Möglichkeiten zur Anpassung an eine Nutzungsqualität der Zukunft sowie für Erschließung und Haustechnik. Und das alles ohne neue Flächen in Anspruch zu nehmen, wie sonst beim Bauen „auf der grünen Wiese“.

Seit Fertigstellung glänzt das renovierte Gebäude als Vorzeigeprojekt im Sinne der Ökologie durch seinen Umgang mit Wasser und regenerativer Energie, vor Ort gesammelt beziehungsweise erzeugt. Das Wasser zum Spülen der Toiletten wird durch die Dachentwässerung gewonnen, zwischengespeichert in einem unterirdischen Regenspeicher. Für die Wärme im ganzen Haus, bei Bedarf auch für die Kühlung im Sommer, sorgen Geothermie-Sonden unter dem Gebäude in Kombination mit Wärmepumpen im Keller. Und der elektrische Strom zur Verteilung der Spül-, Wärme- und Kühl-Flüssigkeiten per Pumpentechnik stammt von den Photovoltaik (PV)-Modulen auf dem Dach. Darüber hinaus kann bilanziell auch die sonstige Elektroinstallation im Haus damit versorgt werden – und rechnerisch bleibt ein Überschuss zur Einspeisung ins öffentliche Stromnetz.

Initiative zur Regenwassernutzung

Zu allen 40 Toiletten im Haus wird über ein vom Trinkwassernetz unabhängiges zweites Leitungsnetz Regenwasser geführt. Es stammt von der rund 1 600 m² großen Sammelfläche auf dem Dach. Im Zulauf zum Regenspeicher werden Stoffe, die größer als 0,6 mm sind, in einem unterirdischen Filterschacht zurückgehalten. So gereinigt füllt der Niederschlag allmählich den Speicher. Eine weitergehende Aufbereitung des Wassers ist nicht erforderlich. „Die kühlen und dunklen Behälter unter dem Vorplatz der Carderie bieten optimale Lagerbedingungen“, erklärt Thorsten Zahn, technischer Verkaufsberater des Herstellers Mall. Dort sind neben dem Filterschacht fünf miteinander verbundene Betonspeicher mit je 5,6 m³ Fassungsvermögen eingegraben. Die „Mehrbehälteranlage“ fasst insgesamt 28 m³. Da die Behälterabdeckungen der Klasse D 400 entsprechen, ist die Speicheranlage hoch belastbar, auch durch Lkw und Feuerwehr-Einsatzfahrzeuge, und der Vorplatz ist vielseitig nutzbar.



Zentrale der Wasserverteilung im Untergeschoss der Carderie. Rechts die Regenzentrale, ein Schaltschrank mit Vorlagebehälter (blau), darunter zwei Kreislumpen. Zusätzlich integriert ist die DIN-gerechte Trinkwasser-Nachspeisung mit „freiem Auslauf“ in den Vorlagebehälter. Foto: König



Eine der 25 Erdwärmesonden, die mit einem horizontalen Abstand von etwa 8 m in 240 m Tiefe platziert wurden. Dort herrscht eine Quelltemperatur von 17 °C. Im Sommer wird die überschüssige Wärme aus dem Gebäude verwendet, um die Umgebung der Erdsonden in der Tiefe zu regenerieren beziehungsweise zu erwärmen. Foto: Carderie

Bei maximalem Füllstand und weiter anhaltendem Regen geht der Überlauf gedrosselt in den öffentlichen Kanal. Die Versickerung ist an diesem Ort leider nicht möglich. Die Speichergröße mit dem besten Preis-Leistungs-Verhältnis kann durch eine Online-Berechnung ermittelt werden. Die Regenzentrale, ein Schaltschrank im Technikraum des Untergeschosses, bekommt das gefilterte Regenwasser – im Fachjargon Betriebswasser – automatisch von einer Unterwasserpumpe aus dem tiefergelegenen Speicher in ihren Vorlagebehälter. Wird ein WC irgendwo im verzweigten Verteilnetz gespült, sinkt in der Regenwasserleitung der Druck, auf den der Drucksensor in der Regenzentrale reagiert. Wird ein Grenzwert unterschritten, fördert eine der beiden Kreislumpen im Wechselbetrieb aus dem Vorlagebehälter der Regenzentrale so lange Wasser nach, bis der voreingestellte Soll-druck im Leitungssystem wieder aufgebaut ist. Bei Spitzenbedarf können beide Kreislumpen gleichzeitig laufen. Ist der Regenspeicher leer, öffnet im Vorlagebehälter der Regenzentrale ein Magnetventil mit „freiem Auslauf“ und lässt periodisch kleine Mengen Trinkwasser zulaufen, bis die im Regenspeicher eingebaute Wasserstandssonde wieder ausreichend Vorrat anzeigt. Das ist Stand der Technik [1; 2].



Josef Harrer, geschäftsführender Inhaber von Josef Harrer Kältetechnik, vor der Wärmepumpen-Anlage im Untergeschoss der Carderie. Hier wird die mit Geothermie gewonnene, aus der Tiefe stammende Wärme auf das erforderliche Temperaturniveau gebracht und auf die Fußbodenheizung übertragen. Bei Bedarf im Sommer wird dieselbe Technik zum Kühlen des Gebäudes verwendet. Foto: König

Kompromiss bei der Geothermie

Die zur Verfügung stehende Grundfläche des Gebäudes mit 1850 m² wurde komplett ausgenutzt für 25 Bohrungen mit einem horizontalen Abstand von etwa 8 m. Die denkmalgeschützten Fassaden waren gesichert, die zu erneuernden Decken und der Boden des Untergeschosses waren entfernt worden. Doch während der Bauzeit gab es 2020/2021 Lieferschwierigkeiten bei Rohren für die an diesem Ort genehmigungsfähige Bohrtiefe von maximal 999 m. In dieser Tiefe wäre eine Quellentemperatur von 37 bis 45 °C zu erwarten gewesen. Das Warten auf die dafür notwendigen Rohre hätte die gesamte Baumaßnahme auf unbestimmte Zeit verzögert. So wurde beschlossen, mit dem verfügbaren Material auf lediglich 240 m Tiefe mit einer Quellentemperatur von 17 °C zu gehen. Nachteil: Der COP-Wert der Heiztechnik sank damit rechnerisch von 100 (reiner Solepumpenbetrieb ohne zusätzliche Wärmepumpen) auf 7,5 bis 9,5. Das heißt, im Winter benötigt die Wärmepumpe für 7,5 kW Heizleistung 1 kW Strom, um Wärme mit ausreichender Temperatur für die Fußbodenheizung bereitzustellen. Im Sommer liefert die Anlage im Kühlmodus mit einer elektrischen Leis-

tungsaufnahme von 1 kW als Antriebsenergie eine Kälteleistung von 9,5 kW.

Dennoch wird de facto die Qualität eines fast autarken Hauses mit Energieüberschuss erreicht. Das ist der optimierten Betriebsweise mit zwei Wärmepumpen-Anlagen und einer Fußbodenheizung unter 6 cm Estrichbeton mit niedriger Vorlauftemperatur von 25–30 °C zu verdanken. Daneben stehen zwei weitere Wärmepumpen-Anlagen für die Kühlung im Sommerbetrieb bereit. „Zur Betriebssicherheit trägt bei, dass die Wärmepumpen aus einzelnen Modulen zusammengesetzt sind, deren Komponenten nach Bedarf bei laufendem Betrieb ausgetauscht werden können“, berichtet Josef Harrer, geschäftsführender Inhaber von Josef Harrer Kältetechnik. Er hatte diese Idee und zeichnet auch verantwortlich für das zuverlässige Zusammenspiel des gesamten Strom- und Wärmekonzeptes. Eine etwaige Störung wird an ihn übermittelt, denn nach der Projektierung, Planung und Lieferung wurde er auch mit der Wartung der Wärmepumpentechnik beauftragt.

Eigener Strom im Überschuss

Ähnlich wie vor 120 Jahren wird die Energie für dieses Gebäude direkt am

Standort und regenerativ erzeugt – damals mit Wasserkraft, heute mit Geothermie und Photovoltaik. Das alte Wasserkraftwerk wurde von den Stadtwerken Wangen ertüchtigt. Es unterstützt seit 2020 das lokale Stromnetz. Auf dem Flachdach des Carderie-Gebäudes sind 650 m² PV-Module mit einer Leistung von 134,99 kW(peak) installiert. Strombedarf besteht für Beleuchtung und Geräte der verschiedenen Mieter im Gebäude sowie für Allgemeinbeleuchtung und Haustechnik inklusive der Geothermie-Wärmepumpen und der Lüftungsanlage.

Bei Überkapazität, beispielsweise im Hochsommer, wird in das Netz des regionalen Verteilnetzbetreibers Netze BW eingespeist. Im Winter bei länger anhaltendem Nebel und Bewölkung wird Strom aus dem Netz bezogen. Die Strombilanz eines gesamten Jahres weist damit einen Überschuss von 20 000 bis 60 000 kWh der PV-Anlage aus, die in diesem Zeitraum einen Ertrag von rund 140 000 kWh liefert. Dadurch wird das Gebäude zu einem Haus der Zukunft, mit einem unter Denkmalschutz-Bedingungen minimalen Energiebedarf bei einem maximalen Grad an Autarkie – ohne Marktpreisschwankungen oder Lieferengpässe. Und ohne neue Flächen aus der Natur zu entnehmen, da es im Bestand saniert wurde. ■

Literatur

- [1] DIN Media: DIN EN 16941-1:2024-05 Vor-Ort-Anlagen für Nicht-Trinkwasser – Teil 1: Anlagen für die Verwendung von Regenwasser; Deutsche Fassung EN 16941-1:2024. Ausgabedatum Mai 2024, <https://dx.doi.org/10.31030/3529243>.
- [2] DIN Media: DIN 1989-100:2022-07 Regenwassernutzungsanlagen – Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 16941-1. Ausgabedatum Juli 2022, <https://dx.doi.org/10.31030/3324669>.

Dipl.-Ing.
Klaus W. König

Freier Journalist

mail@klauswkoenig.com



Foto: Smarterpix/Eduard_M (KI-generiert)

Flexible Stromlasten

Bitcoin-Mining als regelbare Rechenlast im Engpassmanagement

Hochflexible Rechenzentren aus dem Bitcoin-Mining können zur Integration volatiler Erzeugung beitragen. Die modulare Technik erlaubt schnelles Hoch- und Herunterfahren, wodurch Netzengpässe entschärft und Überschussstrom genutzt werden können. Internationale Anwendungen zeigen den Nutzen, erste Konzepte für Deutschland entstehen.

TEXT: Vugar Usi Zade

Mit einem steigenden Anteil an erneuerbaren Energiequellen wächst die Notwendigkeit, Stromlasten flexibel zu steuern. Photovoltaik und Windkraft erzeugen häufig mehr Energie, als lokal verbraucht oder abgeleitet werden kann. In solchen Situationen kommt es vermehrt zu Netzüberlastungen, Redispatch und negativen Preisen. Die Folge sind volkswirtschaftliche Zusatzkosten und sinkende Volllaststunden erneuerbarer Anlagen.

Das zentrale Defizit liegt in der unzureichenden Flexibilität auf der Verbrauchsseite. Benötigt werden steuerbare Einheiten, die Überschüsse gezielt aufnehmen und in Mangellagen schnell zurück-

fahren können. Während Batterien Energie zeitlich verschieben, bieten modulare Verbraucher eine direkte Regeloption, ohne zusätzliche Speichertechnik.

Prinzipielle Lösung: digitale Lastregelung durch Rechenzentren

Sogenannte ASIC-basierte Rechenzentren aus dem Bereich des Bitcoin-Minings zeichnen sich durch eine hohe elektrische Leistung und vollständige digitale Steuerbarkeit aus. Einzelne Einheiten lassen sich innerhalb von Sekunden aktivieren oder abschalten. Über ein Energiemanagement-System können sie mit Netzfrequenz- oder Preissignalen gekoppelt werden.

Im Gegensatz zu klassischen Industrieprozessen sind solche Rechenzentren verschleißfrei regelbar. Ihre containerisierte Bauweise erlaubt die Installation in unmittelbarer Nähe von Erzeugungsanlagen, wodurch Netzengpässe lokal gemindert und Überschussstrom direkt verwertet werden kann.

Internationale Praxisbeispiele

In den USA nehmen mehrere Betreiber an Demand-Response-Programmen teil. Allein im texanischen Markt sind derzeit über 400 MW an steuerbarer Mining-Last registriert. Bei Netzknappheit werden diese Anlagen innerhalb weniger Minuten vom Netz genommen



und für die Bereitstellung von Flexibilität vergütet.

Ein weiteres Beispiel stammt aus Norwegen: Ein 10-MW-Rechenzentrum nutzt Wasserkraftüberschüsse und speist jährlich rund 25 GWh Niedertemperaturwärme in ein kommunales Heiznetz ein. Kanada kombiniert ähnliche Konzepte an abgelegenen Wasserkraftstandorten, wo Mining-Cluster nur bei Stromüberschüssen laufen und bei Unterdeckung automatisch abschalten.

Diese Praxis zeigt, dass der technische Betrieb zuverlässig steuerbar und mit positiven Systemeffekten verbunden ist.

Spezifische Anwendung: deutscher Kontext

Für Deutschland sind Standorte mit häufigen Netzengpässen und wiederkehrenden negativen Preisen prädestiniert. Ein Beispiel wäre Norddeutschland, wo Windparks regelmäßig abgeregelt werden müssen. Dort könnte ein modularer Mining-Cluster mit 5 bis 10 MW elektrischer Leistung als flexible Last agieren.

Ein Energiemanagement-System würde Frequenz- und Preissignale in Echtzeit verarbeiten und den Betrieb dynamisch anpassen. Durch die Nutzung der entstehenden Abwärme – etwa für Nahwärmenetze – ließe sich der energetische Wirkungsgrad erhöhen. In Kombination mit Aggregatoren wäre eine Teilnahme an Flexibilitätsmärkten möglich.

Vorteile und technische Bewertung

Der Einsatz steuerbarer Rechenlasten kann mehrere systemische Vorteile erzeugen. Abregelungen von Wind- und Solaranlagen werden reduziert, da überschüssiger Strom lokal verwertet wird. Die Netzstabilität verbessert sich, weil die Last sekundenschnell auf Frequenzabweichungen reagiert.

Die Wärmeauskopplung schafft zusätzliche energetische Verwertung. Unter bestimmten Bedingungen können auch bislang ungenutzte Energiequellen wie abgefackeltes Methan für den Betrieb genutzt werden, wodurch Emissionen sinken.

Aus Sicht der Netzführung kann Mining damit als flexible Ergänzung zwischen Speichern, steuerbaren Erzeugern und klassischen Verbrauchern positioniert werden.

Technische Integration und Steuerungskonzepte

Damit Rechenzentren im Sinne der Netzführung eingesetzt werden können, ist eine präzise technische Einbindung erforderlich. Grundlage bildet ein mehrstufiges Steuerungssystem, das die Mining-Cluster an bestehende Netzleitstellen oder Aggregator-Plattformen koppelt. Über standardisierte Schnittstellen (zum Beispiel Modbus TCP, OPC UA oder IEC 61850) werden Betriebsdaten, Frequenzsignale und Marktpreise in Echtzeit verarbeitet. Die Steuerung erfolgt dezentral über ein lokales Energiemanagement-System, das auf Basis definierter Grenzwerte selbstständig die Last regelt.

In der Praxis kann dies bedeuten, dass bei einer Netzfrequenz unterhalb von 49,98 Hz automatisch eine Leistungsreduzierung eingeleitet wird, während bei Überfrequenz – etwa 50,02 Hz – zusätzliche Last zugeschaltet wird. So entstehen quasi kontinuierlich balancierende Mikroreaktionen, die sich im Verbund zu einer messbaren Netzstabilisierung summieren. Durch den modularen Aufbau ist die Reaktionszeit einzelner Container im Sekundenbereich realisierbar.

Zudem lassen sich verschiedene Steuerungsmodi kombinieren: eine netzfrequenzbasierte Regelung für kurzfristige Stabilisierung, ergänzt durch eine preisgesteuerte Optimierung auf Stundenbasis. In Verbindung mit KI-gestützten Prognosemodellen können Betreiber Wetter- und Lastdaten berücksichtigen und dadurch antizipativ auf bevorstehende Überschüsse reagieren.

Ein weiterer Vorteil liegt in der Sensorik und Datenverfügbarkeit. Mining-Infrastrukturen erzeugen kontinuierlich Messdaten zu Stromaufnahme, Temperatur und Auslastung. Werden diese Informationen in Netzleitstellen eingebunden, entsteht ein digitaler Zwilling der Lastlandschaft, der präventive Eingriffe erleichtert. Damit wird die Rechenlast selbst zu einem Bestandteil der Netzüberwachung und trägt zur Weiterentwicklung von Smart-Grid-Architekturen bei.

Nicht zuletzt eröffnet die Integration standardisierter Kommunikationsprotokolle neue Möglichkeiten für Sicherheit und Nachvollziehbarkeit. Über blockchainbasierte Audit-Layer können Abschalt- und Fahrdaten manipulationssicher dokumentiert werden. Dadurch ließe sich die Netzdienlichkeit regulatorisch nach-

weisen und im Rahmen von ESG- oder CSRD-Berichtspflichten verifizieren.

Regulatorische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen

Damit Mining-Lasten netzdienlich wirken, sind klare Abschaltlogiken notwendig. Betrieb und Abschaltung sollten an objektive Parameter wie Netzfrequenz, Redispatch-Signale oder Preisgrenzen gekoppelt sein. Ebenso sind Zugänge zu Flexibilitäts- und Regelleistungsmärkten erforderlich.

Wirtschaftlich ergibt sich das Geschäftsmodell aus mehreren Komponenten: günstiger Überschussstrom, mögliche Erlöse aus Flexibilitätsbereitstellung, Abwärmenutzung sowie Erträge aus der Rechenleistung selbst. Betreiber können durch konservative Fahrpläne Volatilität begrenzen und primär auf System- und Preissignale reagieren.

Ein transparentes Berichtswesen über Betriebszeiten, vermiedene Abregelungen, Abschalthäufigkeit und Wärmenutzung erhöht die Nachvollziehbarkeit und ESG-Kompatibilität.

Fazit

Flexible, digital steuerbare Rechenzentren können als neue Verbrauchsoption einen Beitrag zur Stabilisierung des Energiesystems leisten. Die internationale Erfahrung zeigt, dass ein solcher Ansatz technisch erprobt und wirtschaftlich tragfähig sein kann. Für Deutschland liegt die Herausforderung in der regulatorischen Integration: Erst durch definierte Abschaltregeln, marktorientierte Anreizsysteme und Transparenz entsteht echte Netzdienlichkeit.

Unter diesen Bedingungen könnte das Bitcoin-Mining, losgelöst von seiner ursprünglichen Wahrnehmung, zu einem Baustein moderner Netzführung werden – als präzise steuerbare, modulare und skalierbare Last im Dienst der Energiewende. ■

Vugar Usi Zade

COO der Universal Exchange Bitget

bitget@piabo.net

Wie Präzisionstechnik die Energiewende beschleunigt

Wasserstoff als Industriemotor

Die Energiewende erfordert nicht nur neue Technologien, sondern auch etablierte Unternehmen, die ihr bewährtes Know-how in zukunftssträngige Märkte transferieren. Das baden-württembergische Unternehmen stoba demonstriert exemplarisch, wie sich Automotive-Expertise erfolgreich in die Wasserstoffwirtschaft überführen lässt und dabei zu einem entscheidenden Innovationstreiber wird.

TEXT: Barbara Hennecke

Die Wasserstofftechnologie durchläuft derzeit eine fundamentale Wandlung von experimentellen Anwendungen hin zu industriell skalierbaren Lösungen. Grüner Wasserstoff, hergestellt durch Elektrolyse mit erneuerbaren Energien, entwickelt sich zum unverzichtbaren Baustein der Dekarbonisierung energieintensiver Industriezweige wie der Stahl- und Chemieindustrie. Parallel dazu etabliert sich Wasserstoff als alternative Antriebstechnologie für Schwerlastverkehr, Schiff- und Luftfahrt – Bereiche, in denen batterieelektrische Lösungen an physikalische Grenzen stoßen. Diese Entwicklung erfordert eine neue Qualität der Fertigung: höchste Präzision bei gleichzeitiger Skalierbarkeit.

Molekulare Herausforderungen

Wasserstoff stellt aufgrund seiner molekularen Eigenschaften besondere Anforderungen an Komponenten und Fertigungsprozesse. Als kleinstes Mole-

kül diffundiert Wasserstoff durch minimale Undichtigkeiten und erfordert daher Bauteile mit extremer Oberflächenqualität und Maßgenauigkeit. Bei PEM-Elektrolyseuren beispielsweise sind Ebenheitsabweichungen von weni-

gen Mikrometern über große Flächen hinweg kritisch für die Funktionsfähigkeit.

Die Bearbeitung von Materialien wie Titan, die aufgrund ihrer Korrosionsbeständigkeit in Wasserstoffanwendungen bevorzugt werden, erfordert spezialisierte Fertigungsverfahren. Konventionelle Bearbeitungsprozesse stoßen hier häufig an Grenzen, weshalb innovative Technologien zum Einsatz kommen.

Strategischer Technologietransfer

Der Übergang von der Automobilindustrie zur Wasserstofftechnologie erfolgte bei stoba nicht zufällig: Auch im Automotivebereich musste das Unternehmen hohe Qualitätsanforderungen erfüllen. Zudem besitzt es eine hohe Expertise bei der Skalierung von Produkten aus dem Entwicklungsstatus hin zur Serienfertigung. Diese Kompetenzen überträgt das es nun gezielt auch in den anspruchsvollen Wasserstoffmarkt.

Philippe Schwenger, Chief Sales Officer bei stoba, betont die strategische Ausrichtung: „Um den Wasserstoffhochlauf



Standort von stoba in Backnang.
Foto: stoba Holding



voranzutreiben, sind Technologie und Geschwindigkeit das A und O. Der Markt befindet sich im Wachstum. Wir begleiten mit unserem Know-how die Herstellung von diversen Komponenten im mobilen sowie im stationären Wasserstoffmarkt.“ Eine Fokussierung zum Beispiel auf PEM-Elektrolyseure anstelle alkalischer Systeme unterstreicht technologische Weitsicht von Stoba. PEM-Elektrolyseure bieten entscheidende Vorteile hinsichtlich Kompaktheit und Skalierbarkeit – Eigenschaften, die für industrielle Anwendungen von fundamentaler Bedeutung sind.

Prozessexzellenz

Die Transformation zur Wasserstoffwirtschaft erfordert nicht nur technische Expertise, sondern auch effiziente Produktionsprozesse. Das Unternehmen setzt dabei auf fortschrittliche Automatisierungslösungen, um Effizienz und Qualität zu maximieren. Die Vision einer „hochautomatisierter Fabrik“, die standardisierte Prozesse mit höchster Präzision kombiniert, entspricht den Anforderungen einer skalierbaren Wasserstoffproduktion.

Dr. Christian Peschke, Chief Technology Officer bei Stoba, erläutert die Unternehmensphilosophie: „Wir verstehen uns als Technologiepartner und Möglichmacher. Das heißt: Wir entwickeln, verbessern, gestalten und realisieren hochkomplexe Fertigungsprozesse.“ Diese Prozesskompetenz wendet das Unternehmen an, um sowohl Prototypen als auch Klein-, Mittel- und Großserien zu fertigen und dabei höchste Qualitätsstandards zu gewährleisten.

Die Kombination aus unterschiedlichsten Technologien wie Zerspanungsprozessen mit ECM oder auch Ultrakurzpuls-Laserbohren ermöglicht es, bestmögliche Prozessabfolgen und einzigartige Bauteileigenschaften zu erzielen. Durch eigene Entwicklungen im Sondermaschinenbau schafft der Fertiger zudem maßgeschneiderte Fertigungslösungen, die entscheidende Wettbewerbsvorteile sichern.

Strategische Partnerschaften mit Industriegrößen

Die Marktdynamik spiegelt die beschriebene Entwicklung wider: Große Industriekonzerne wie Bosch und Siemens investieren massiv in Wasserstofftechnologien und treiben die Nachfrage nach entsprechenden Komponenten voran. Die erfolgreiche Markterschließung in der

Wasserstoffwirtschaft basiert auf strategischen Partnerschaften mit führenden Elektrolyseur-Herstellern in Europa und Nordamerika.

Diese Kooperationen demonstrieren die Akzeptanz in der Branche, wobei sich die Kombination aus großem Engineering-Know-how und jahrzehntelanger Erfahrung in der Fertigung als entscheidender Erfolgsfaktor für Stoba erweist. Diese ermöglicht es dem Mittelständler, von der Prototypenentwicklung bis zur Serienfertigung als verlässlicher Entwicklungspartner zu agieren.

Die geografische Diversifikation mit Produktionsstandorten in Deutschland, England, Tschechien und China ermöglicht flexible Reaktionen auf regionale Marktanforderungen und sichert die Versorgung internationaler Kunden auch bei volatilen geopolitischen Rahmenbedingungen.

ÜBER STOBA

Das 1961 in Backnang gegründete Unternehmen verkörpert die klassische deutsche Industrieentwicklung vom Lohnfertiger zum hochspezialisierten Technologiepartner. Über sechs Jahrzehnte hat das Unternehmen seine Kernkompetenz in der Präzisionstechnik und im Sondermaschinenbau kontinuierlich ausgebaut. Diese jahrzehntelange Erfahrung in der Herstellung hochpräziser metallischer Bauteile für die Automobilindustrie bildet heute das Fundament für den Einstieg in die Wasserstoffwirtschaft. Mit über 1000 Mitarbeitern an sieben internationalen Standorten verfügt das Unternehmen über die industrielle Infrastruktur und das technologische Know-how, um komplexe Fertigungsprozesse zu beherrschen. Die Expertise in der Bearbeitung auch anspruchsvoller Werkstoffe wie Titan und die Fähigkeit zur Herstellung von Komponenten mit hoher Oberflächengüte und minimalen Materialspannungen erweisen sich zum Beispiel für die Anforderungen moderner Elektrolyseur-Komponenten als wichtig. www.stoba.one

Digitalisierung als Beschleuniger

Die Wasserstoffwirtschaft profitiert erheblich von digitalen Technologien, die Produktionseffizienz und Qualitätssicherung revolutionieren. Das Unternehmen setzt dabei auf vernetzte Maschinen, die Echtzeitdaten für Predictive Maintenance liefern. Automatisierte Prüfsysteme mit Kamera- und messtechnischen Komponenten gewährleisten konstante Qualität auch bei hochvolumigen Fertigungen. Auch KI-Projekte zur Optimierung von Produktionsprozessen sollen dabei eingesetzt werden und zur kontinuierlichen Verbesserung der Fertigungsqualität beitragen. Die Kombination aus traditioneller Präzisionsfertigung und modernster Digitaltechnik schafft die Voraussetzungen für eine industrielle Wasserstoffproduktion mit höchsten Effizienzstandards.

Fazit

Stoba zeigt, wie etablierte Industrieunternehmen ihren Erfahrungsschatz erfolgreich in neue Technologiefelder transferieren können. Angesichts eines wachsenden Marktvolumens positioniert sich das Unternehmen als strategischer Partner der Energiewende. Die Verbindung von bewährter Präzisionstechnik mit innovativen Automatisierungslösungen und spezialisierten Fertigungsverfahren wie ECM, EDM und Ultrakurzpuls-Laserbohren schafft die Grundlage für eine erfolgreiche Positionierung in der Wasserstoffwirtschaft.

Die Transformation des Unternehmens aus Backnang illustriert einen fundamentalen Wandel der deutschen Industrie: Nicht disruptive Technologien verdrängen etablierte Kompetenzen, sondern bewährtes Know-how wird intelligent in zukunfts-trächtige Anwendungsfelder überführt. Diese evolutionäre Entwicklung schafft die industriellen Voraussetzungen für eine erfolgreiche Energiewende und positioniert deutsche Präzisionstechnik als unverzichtbaren Baustein der globalen Wasserstoffwirtschaft. ■

Barbara Hennecke

Lead Marketing & Communications bei der Stoba Holding GmbH & Co. KG

barbara.hennecke@stoba.one



Foto: iwell

Verbesserungspotenzial beim Netzausbau

Was Deutschland von den Niederlanden lernen kann

Im Bereich der erneuerbaren Energien behindert der Netzanschlussstau in vielen Bereichen die erfolgreiche Einspeisung von Grünstrom. In den Niederlanden gibt es mittlerweile lokale Lösungen, die diese Problematik mit Energiemanagement und Batteriespeichern erfolgreich in der Praxis lösen können.

TEXT: Manuel Schmidt

Die Stromnetze in Europa sehen sich aktuell mit enormen Herausforderungen konfrontiert. So befinden sich europaweit mittlerweile rund 1 700 GW

an erneuerbaren Energieanlagen im sogenannten „Netzanschlussstau“ [1]. Das bedeutet, dass sie zwar projektiert sind, aber noch nicht ans Netz gehen können, da die erforderlichen Kapazitäten fehlen. Fast die Hälfte des in Europa erzeugten

Stroms stammt inzwischen aus erneuerbaren Quellen, in Deutschland liegt der Anteil sogar bei knapp 60 % [2]. Das sind zwar gute Nachrichten, aber nur, wenn der grüne Strom auch eingespeist werden kann.



In Ländern wie den Niederlanden zeigt sich die Krise besonders deutlich: Aufgrund von Netzengpässen konnten im Jahr 2023 in den Niederlanden rund 3 TWh erneuerbare Energie nicht ins Netz eingespeist werden [3]. Diese Menge reicht aus, um das Land zehn Tage lang mit Strom zu versorgen. Die Verteilnetze können den dezentral eingespeisten Solarstrom oft nicht mehr aufnehmen. Deshalb wurde die Einspeisung neuer Anlagen untersagt und es wurden sogar bestehende Verträge gekündigt. Auch in Deutschland nehmen die Engpässe deutlich zu, insbesondere durch den schnellen Ausbau von Wärmepumpen, Elektromobilität und Ladeinfrastruktur.

Der Ausbau erneuerbarer Energien darf nicht gebremst werden, er erfordert jedoch eine rechtzeitige Anpassung der Infrastruktur, um Engpässe und Überlastungen zu vermeiden. Entscheidend sind dabei flexible Lösungen wie Energiemanagementsysteme sowie der Ausbau von Speicherkapazitäten. Diese Maßnahmen ermöglichen eine bessere Steuerung von Angebot und Nachfrage, gleichen Produktionsschwankungen aus und sichern so Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit. Gerade in Europa und insbesondere in Deutschland wird dies in den kommenden Jahren von zentraler Bedeutung sein.

Herausforderung Netzengpässe

Netzengpässe stellen gerade für Unternehmen eine wachsende Belastung dar, da sie sich direkt auf die Produktion und die Betriebssicherheit auswirken können. Reicht die lokale Netzkapazität nicht aus, um erzeugten Strom aufzunehmen oder neue Verbraucher anzuschließen, kann dies zu Produktionsstopps, Datenverlusten und Betriebsunterbrechungen führen. Insbesondere in der Industrie, in der Prozesse zunehmend elektrifiziert und Maschinen hochsensibel sind, sind die stabile Stromversorgung und eine konstante Spannung essenziell. Engpässe erhöhen zudem die Kosten, da Netzbetreiber teure Maßnahmen wie Redispatch oder Einspeisemanagement durchführen müssen, deren Kosten letztlich von Unternehmen sowie Verbraucherinnen und Verbrauchern über Netzentgelte getragen werden.

Zahlreiche Unternehmen berichten von erheblichen finanziellen Belastungen durch Stromausfälle oder Spannungs-

schwankungen. Insgesamt gefährden Netzengpässe somit die Versorgungssicherheit, und die wirtschaftliche Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen. Flexible Energiemanagementsysteme und Speicherlösungen können einen wichtigen Beitrag dazu leisten, Netzengpässe zu mildern und Ausfallrisiken zu verringern.

Am Beispiel des niederländischen Transportunternehmens Van Wijk wird deutlich, wie Unternehmen Unsicherheit in der Versorgung vorbeugen können. Das Unternehmen wollte seine Lkw-Flotte elektrifizieren. Jedoch stellte der vorhandene Netzanschluss ein großes Hindernis dar. Eine Einspeisung ins Netz war nicht möglich, da nur eine Leistung von 238 kW verfügbar war. Gleichzeitig sollten zehn leistungsstarke Ladepunkte entstehen, um die E-Trucks zuverlässig zu versorgen.

Speicher und EMS als Gamechanger

Ein klassischer Netzausbau ist zeitintensiv und schwer umsetzbar. Für die Elektrifizierung der Lkw-Flotte bot sich eine Kombination aus leistungsstarkem Batteriespeicher und intelligentem Energiemanagementsystem (EMS) an. Ein Speicher mit 4,3 MWh Kapazität wurde installiert und über eine Photovoltaik (PV)-Anlage mit 1,5 MW Spitzenleistung ergänzt. Das EMS sorgt dafür, dass sämtliche Energieflüsse orchestriert werden. Die PV-Anlage lädt tagsüber den Speicher, während das System in Zeiten hoher Last dafür sorgt, dass die Lkw geladen werden, ohne das Netz zu überlasten.

So gelingt es Van Wijk, die Elektroflotte zuverlässig zu betreiben, obwohl der Netzanschluss weit unter den tatsächlichen Anforderungen liegt. Rund 50 % des Energiebedarfs werden aus eigener Erzeugung gedeckt, die restliche Last verteilt das EMS so, dass das Netz nicht überfordert wird.

Wirtschaftlichkeit und Resilienz

Der Einsatz von EMS und Speichern ist nicht nur wirtschaftlich vorteilhaft, sondern stärkt auch die Unabhängigkeit und die Versorgungssicherheit. Durch eingesparte Stromkosten, attraktive Förderprogramme und die gezielte Nut-

zung des selbst erzeugten Stroms amortisiert sich die Investition in der Regel bereits nach fünf bis sieben Jahren. Darüber hinaus sorgt die Speicherlösung für Stabilität: Bei Engpässen oder Ausfällen im öffentlichen Netz kann Van Wijk den Betrieb aufrechterhalten und kritische Prozesse zuverlässig absichern.

Speicher und intelligente EMS erhöhen die Resilienz des Gesamtsystems, indem sie die Energieversorgung priorisieren, beim Wiederauffahren unterstützen und so aktiv zur Vermeidung von Blackouts beitragen. Zwar lassen sich Engpässe und Ausfälle nicht vollständig verhindern, doch Unternehmen können sich gezielt darauf vorbereiten. Wer frühzeitig auf integrierte Lösungen aus Speicher, EMS und erneuerbaren Energien setzt, gewährleistet Versorgungssicherheit. Außerdem stabilisiert er Kosten und treibt die Transformation aktiv voran. Das gilt gerade auch mit Blick auf die in Deutschland zu erwartenden Netzengpässe. ■

Literatur

- [1] Beyond Fossil Fuels: How Europe's grid operators are preparing for the energy transition. Mai 2025, https://beyondfossilfuels.org/wp-content/uploads/2025/05/REPORT_FINAL.pdf, zuletzt abgerufen am 9.10.2025.
- [2] energiezukunft.eu: Europas Solarenergie so stark wie nie. Pressemitteilung vom 7. Juli 2025, <https://www.energiezukunft.eu/erneuerbare-energien/solarenergie/europas-solarenergie-so-stark-wie-nie>, zuletzt abgerufen am 9.10.2025.
- [3] Infolink Consulting Co., Ltd.: Solar in the Netherlands: Stalled progress amid grid constraints and policy efforts. Pressemitteilung vom 28. Juni 2025, <https://www.infolink-group.com/energy-article/solar-in-the-netherlands-stalled-progress-amid-grid-constraints-and-policy-efforts>, zuletzt abgerufen am 9.10.2025.

Manuel Schmidt

Country-Director DACH bei iwell

manuel.schmidt@iwell.eu

Strom- und Wärmespeicher in kleineren und mittleren Kommunen im Rheinischen Revier

Energiespeicher und die gesellschaftliche Akzeptanz erneuerbarer Energien

Kommunale Energiesysteme stehen vor großen Herausforderungen und einem signifikanten Wandel, beispielsweise durch den fortschreitenden Zubau von Windkraftanlagen. Energiespeicher müssen die erneuerbaren Energien ergänzen, um die regionalen oder lokalen Versorgungssysteme zu stabilisieren und individuelle Besonderheiten im Versorgungsnetz der Kommunen oder Gemeinden zu berücksichtigen. Im Projekt „Nekom“ werden der Ausbau erforderlicher Energiespeichertechnologien und deren städtebauliche Integration untersucht.

TEXT: Christian Thommessen, Sarah Hermens, Jannik Wendorff

Zur Erreichung der weltweiten Klimaziele ist ein stetiger Ausbau erneuerbarer Erzeugungs- und Speicherkapazitäten notwendig. Zunehmend stellen sich bei dieser Transition des Energiesystems Effizienz- und Akzeptanzfragen. Ein wesentlicher Baustein der gesellschaftlichen Akzeptanz ist die Konzeption eines versorgungssicheren und erneuerbaren Energiesystems, das sich nicht nur technisch, sondern auch räumlich-gestalterisch in seine Umgebung einfügt. Dieser Ansatz einer integrierten und akzeptierten Versorgungsstruktur für das Rheinische Revier wird im Projekt „Nachhaltige Speicher- und Energieverteilungssysteme in kleineren und mittleren Kommunen unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Akzeptanz der Energiewende (Nekom)“ aufgegriffen und verfolgt. Es hat zum Ziel, verschiedene techno-ökonomische Konzeptions- und visuelle Gestaltungsansätze für unterschiedliche Energieanlagen und -speicher zu erarbeiten. Darüber hinaus werden deren Gestaltung und ihre gesellschaftliche Betrachtung im Rahmen von Akzeptanzanalysen untersucht. Die Ergebnisse sollen so aufbereitet werden, dass sie auf andere kleine und mittelgroße Kommunen im Rheinischen Revier und darüber hinaus übertragbar sind sowie in Form eines

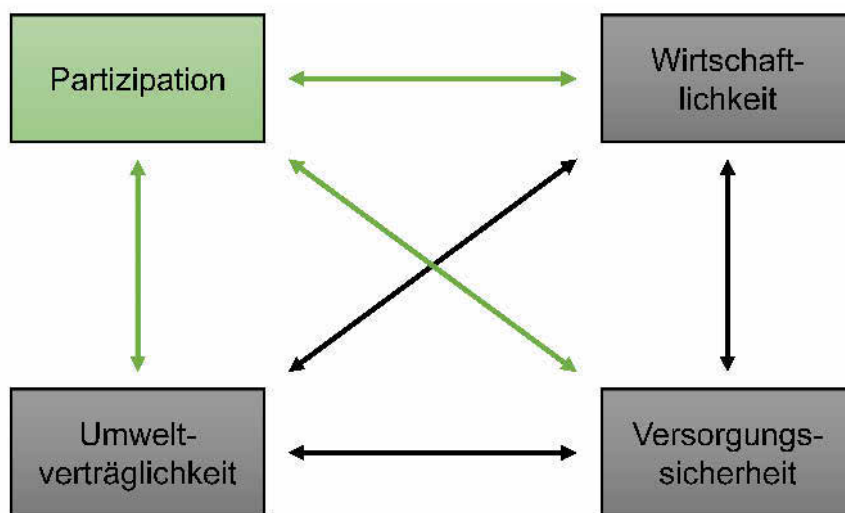


Bild 1 Das neue Zielviereck der Energiepolitik. Grafik: Thommessen/LET/Uni DUE

Leitfadens von den betreffenden Akteuren auf ihre individuellen Gegebenheiten angewendet werden können.

Das klassische Zieldreieck wird erweitert

In diesem Projektkontext verfolgte die konventionelle Energiepolitik in Deutschland die drei Hauptziele Wirtschaftlichkeit, Umweltverträglichkeit und Versorgungssicherheit. Allgemein bekannt ist

deren gleichwertige Darstellung als Zieldreieck mit wechselseitigen Beziehungen. Trotz ebenjener angestrebten Gleichwertigkeit, wurden im historischen Kontext mehrfach einzelne Ziele priorisiert, beispielsweise rückte mit der europäischen Liberalisierung der Energiemärkte in Europa in den 1990er-Jahren die Wirtschaftlichkeit in den Fokus, während in der jüngeren Vergangenheit – ausgelöst durch den russischen Angriffskrieg gegen die Ukraine – das Streben nach Versor-

gungssicherheit stieg, um die Abhängigkeit von Energie-Rohstoffen zu vermindern [1; 2].

Bei der Konzeption und Umsetzung relevanter Energiewendeprojekte spielt die eingangs angemerkte Akzeptanz eine zunehmende Rolle. Ohne die Beteiligung der Menschen vor Ort kann sich der zielführende Umbau der Energieerzeugung und -speicherung verzögern oder sogar vollständig ausgebremst werden. Daher ist die Partizipation als vierter Baustein in die Darstellung der Hauptziele in der deutschen Energiepolitik aufzunehmen. **Bild 1** veranschaulicht dies als neues Zielviereck und stellt die wechselwirkenden Beziehungen der Einzelziele heraus. Abhängig von temporär treibenden Kräften im energiepolitischen Kontext wird es auch in Zukunft zeitweise der Fall sein, dass das neue Zielviereck von der Gleichwertigkeit abweicht und eines der Ziele priorisiert wird. Speziell im Fall individueller Projektansätze vor Ort können gemeinschaftliche Interessen durch eine frühzeitige Beteiligung der Gesellschaft für eine Priorisierung sorgen.

Rolle der Energiespeicher im zukünftigen Energiesystem

Die Volatilität der Wind- und Solar-energie sowie der daraus mögliche variable zeitliche Versatz zwischen Energiebereitstellung und -verbrauch sind Herausforderungen für die technische Auslegung erneuerbarer Energiesysteme. Die Integration von Speicherkapazitäten in die entsprechenden Netze ist eine notwendige Maßnahme zur Bewältigung dieser Herausforderung [3]. Während auf nationaler Ebene die gesetzten Ausbauziele erneuerbarer Energien mit Ausnahme der Photovoltaik in der jüngsten Vergangenheit verfehlt wurden [4], sieht die Situation auf regionaler beziehungsweise lokaler Ebene stets unterschiedlich aus. An den Beispielkommunen im ländlich geprägten Raum des Projekts Nekom lässt sich dies gut verdeutlichen: In Heinsberg gibt es bereits viele Windparks mit annähernd gleich großer Gesamtleistung wie die maximale Netzkapazität, in Roetgen hingegen steht der initiale Ausbau erst noch an und in Bedburg übersteigt die installierte Leistung den Strombedarf.

Aufgrund der Dringlichkeit und des Umfangs der erforderlichen Energiesystemtransformation sowie vor allem den Anforderungen hinsichtlich der Umset-



Bild 2 Visualisierung einer möglichen Speicherintegration in einem Wohnquartier.
Grafik: Rieke Ahlvers/Sophie Bußmann/STB/RWTH Aachen

zung, gewinnen nicht nur die energiewirtschaftlichen, sondern auch die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen in der Projektentwicklung an Bedeutung. Dies gilt für alle Sektoren: Strom, Wärme und Gas. Denn entsprechende Energiewandlungstechnologien wie Power-to-Heat (PtH) oder Power-to-Gas (PtG) ermöglichen die Nutzung überschüssigen Stroms in anderen Sektoren. Daher sind nicht nur Batteriespeicher, sondern auch Wärme- und Gasspeicher relevant. Alle technischen Anlagen rücken näher an die Verbraucher, da sie infrastrukturgebunden sind und die räumliche Nähe zu Netzverknüpfungspunkten benötigen. In diesem Kontext ist die städtebauliche Speicherintegration ein geeigneter Lösungsansatz, um die Akzeptanz für Technologien zu erhöhen und die Realisierung wichtiger Projekte zu unterstützen. Damit ändert sich die Rolle von Energiespeichern von einer rein technischen Komponente hin zu einem Baustein der Raumidentität.

Unter der städtebaulichen Integration ist das bewusste Einfügen und Anpassen neuer technischer Anlagen oder Infrastrukturen in den Bestand zur Schaffung zusätzlicher Mehrwerte für die Bevölkerung zu verstehen. Zu differenzieren sind hierbei der Nutzungsansatz und der Gestaltungsansatz. Erstgenannter fokussiert sich auf die (Multi-)Funktionalität der Anlagen im Raum, während zweitgenannter vor allem die Wahrnehmbarkeit der Energiespeicher beeinflusst, indem eine individuelle gestalterische Einbettung er-

folgt – von möglichst dezent bis hin zu sehr raumprägend [5].

Neben der technischen Auslegung und Dimensionierung ist dementsprechend die Entwicklung von gestalterischen und städtebaulichen Lösungen zur Integration von Energiespeichern unter Teilhabe der Bevölkerung wichtig, um die gesellschaftliche Akzeptanz zu erhöhen. **Bild 2** visualisiert in diesem Zusammenhang einen Entwurf für einen Batteriespeicher im Umfeld eines Wohnquartiers. Dieser methodisch allgemein übertragbare Ansatz überzeugt durch sein Design und in Verbindung mit den angedeuteten Ladesäulen steht er auch für eine gewisse Multifunktionalität, die den potenziellen Anwenderinnen und Anwendern vor Ort dienlich ist. Durch eine Dachbegrünung und einen entsprechenden Anstrich fügt sich der Energiespeicher in die Umgebung ein und wirkt wie ein Teil der Szenerie. Diesem Entwurf fehlen allerdings einige technische Komponenten (zum Beispiel Blitzableiter oder Einzäunung), die für eine reale Umsetzung aus verschiedenen Gründen erforderlich sind. Gleichzeitig vermittelt die Visualisierung sehr gut, wie die städtebauliche Integration erfolgt.

Simulationsgestützte Standortanalyse

Um die Umgebung für die Speicherintegration besser einschätzen zu können, werden im Projekt Nekom technische Netzsimulationen der entsprechenden Energieträger Strom, Wärme und Gas

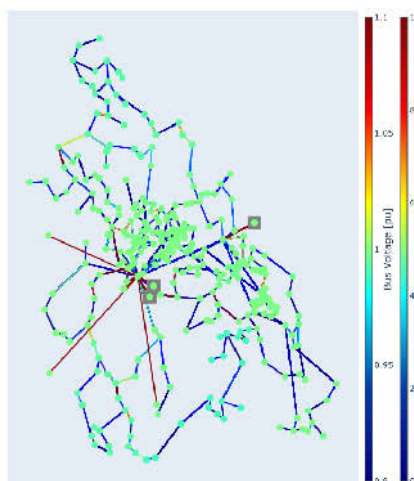


Bild 3 Beispielhafte Netzberechnung (geplottet mit Pandapower).

Grafik: Jendrik Biehl/LET/Uni DUE



Bild 4 Identitätsfördernder Gestaltungsansatz für das Umspannwerk in Heinsberg.

Grafik: Konrad Leven/Philipp Oehme/STB/RWTH-Aachen

durchgeführt. Ziel dieser Simulationen ist es, mögliche Speicherstandorte auf ihre Eignung hinsichtlich der Netzdienlichkeit zu analysieren, weil der Ausbau von Energieerzeugung und Speichern mit dem Netzbetrieb zu harmonisieren ist. Die Eignung potenzieller Standorte für Batteriespeicher wird beispielsweise durch Anwendung des Tools Pandapower [6] bestimmt, indem für typische Jahreslastfälle die minimalen Netzverluste ermittelt werden. Aus technischer Sicht wird so der bestmögliche Speicherstandort unter Berücksichtigung des (zukünftigen) Netzausbauzustands gefunden, der die größte Flexibilität für den Netzbetrieb ermöglicht. Das Ergebnis der simulationsgestützten Standortanalyse setzt entsprechende Rahmenbedingungen für den anschließenden städtebaulichen Integrationsansatz.

Bild 3 zeigt eine exemplarische Netzberechnung für ein Mittelspannungsnetz im Rheinischen Revier mit etwa 320 Ortsnetzstationen, drei Windparks und zwei Umspannwerken zum vorgelagerten Netz der öffentlichen Versorgung auf höherer Spannungsebene. Bei Berücksichtigung der Transformatoren und insbesondere der Verluste durch ebenjener resultieren in vielen Szenarien die Haupttransformatorstandorte als Ergebnisse. Werden in den Simulationen die Spannungsebenen isoliert betrachtet, bestimmen die Netztopologie und die Dimensionierung der existierenden Leitungen, welcher Standort im Netz gut geeignet ist für einen (Batterie-) Speicher. In Quartieren mit viel Photovoltaik kann dies in seltenen Fällen des gezeigten Fallbeispiels auch mal an Ortsnetztrafos mit Schnittstellen zum Niederspannungs-

netz sein; oft zeigt sich anhand der Analysen aber, dass gut geeignete Standorte entweder direkt an den Windparks oder den Umspannwerken sind (in beiden Fällen aufgrund zeitweise hoher Einspeiseleistungen und größeren Kabelquerschnitten).

Wasserstoff- und Ammoniakspeicher

Bezüglich einer Sektorenkopplung – also beispielsweise ein Szenario in dem Wasserstoff aus überschüssigem erneuer Windstrom erzeugt wird – ergeben sich bis dato im Projekt Nekom eher Zweifel im Kontext des Umbaus vorwiegend ländlich geprägter Energieinfrastrukturen ohne Zugang zum geplanten Wasserstoffkernnetz. Ein hemmender Faktor ist der zusätzliche Bedarf an Anlagen zur Wasserstoffproduktion (Elektrolyseure) in Verbindung mit dem Platzbedarf für Wasserstoffspeicher. Neben der Verfügbarkeit von Wasserstoff spielt also auch dessen Speicher- beziehungsweise Nutzungspfad eine Rolle.

Zum besseren Verständnis sei an dieser Stelle beispielhaft auf das vor Kurzem umgesetzte Projekt „H2Powerplant“ bei dem Dortmunder Pumpenhersteller Wilo verwiesen. Der in diesem Projekt integrierte Wasserstoffspeicher hat eine Gesamtlänge von etwa 30 m, einen Durchmesser von knapp 3 m und kann 520 kg Wasserstoff bei geschätzt 60 bar zwischenspeichern. Innerhalb eines Jahres sollen rund 10 t Wasserstoff aus erneuerbarem Strom produziert und über den Speicher bedarfsgerecht bereitgestellt werden (etwa 20 Ladezyklen) [7].

Zurückgerechnet entspricht die zwischengespeicherte Energiemenge in etwa

derselben wie bei einem Heizöltank mit vergleichsweise nur etwa 1 800 l. Je nach Gebäudealter beziehungsweise Baustandard kann damit der Wärmebedarf eines etwas größeren Einfamilienhauses für ungefähr einen Winter abgedeckt werden. Ergo: Der Platzbedarf ist zu enorm in der gebäudenahen Versorgung und die Akzeptanzfrage entsprechend sehr schwierig, auch weil höhere Betriebsdrücke unrealistisch sind. Gleiches gilt auf Quartiersebene. Stellt man Ammoniak aus dem Elektrolysewasserstoff her, verringert sich der Platzbedarf nicht entscheidend – ein Ammoniakspeicher bedarf je nach physikalischer Auslegung etwa zwei Drittel an Volumen beziehungsweise Platz des oben beschriebenen Wasserstoffspeichers. Dementsprechend sind solche Speicher nur in industriellem Umfeld denkbar. Nähere Untersuchungen hinsichtlich Akzeptanzfragen solcher großtechnischer Anlagen stehen noch an.

Fazit

In Nekom werden für drei Beispielmunicipen im Rheinischen Revier (Bedburg, Roetgen und Heinsberg) in Zusammenarbeit mit den lokal agierenden Energieversorgungsunternehmen (Stadwerke Erft, Westenergie und Alliander) konkrete Ausbaukonzepte für Energiespeicher erarbeitet. **Bild 4** zeigt ein Ergebnis, nämlich eine mögliche Gestaltung eines Teils des Umspannwerks in Heinsberg, das entlang der städtischen Einfallsstraße liegt. Aus technischer Sicht und mittels simulationsgestützter Standortanalyse eignen sich Energiespeicher in direkter Nähe zu Umspannwerken, um Überschussstrom

naheliegender erneuerbarer Energiequellen bei Minimierung der Gesamtverluste zwischenspeichern. Der dargestellte Ansatz zeigt, wie die Monofunktion durch die optische Gestaltung der Speicher identitätsstiftend aufgewertet werden kann, indem die Stadthistorie sowie lokale Wahrzeichen visualisiert und damit erlebbar werden. Auf solche Weise können neue technische Infrastrukturen wie Energiespeicher, die zum Gelingen der Energiewende erforderlich sind, als integraler Bestandteil geprägter Regionen wie dem Rheinischen Revier wahrgenommen und die lokale Akzeptanz erhöht werden. ■

Literatur

- [1] Schiffer, H.-W.: Einführung in die Energiewirtschaft. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2023.
- [2] Löschel, A.; Rübbecke, D.; Ströbele, W.; Pfaffenberger, W.; Heuterkes, M.: Energiewirtschaft. De Gruyter, 2020.
- [3] Wendorff, L. D.: Gesamtdeutsche Potenzialanalyse hinsichtlich Selbstversorgung im Stromsektor für Kommunen im ländlichen Raum. Dissertation, RWTH Aachen University, 2022, <https://doi.org/10.18154/RWTH-2022-08368>.

- [4] Roth, A.; Schill, W.-P.: Open Energy Tracker: Eine offene Datenplattform für das Monitoring von energiepolitischen Zielen. 2022, <https://openenergytracker.org/docs/germany/electricity>, zuletzt abgerufen am 2.9.2025.
- [5] Wendorff, J.; Hermens, S.: Von Funktionalität zu Integration: Energiespeicher im urbanen Raum neu gedacht. Proceedings of Real Corp, 30th Intl. Conference on Urban Development and Regional Planning in the Information Society, 2025, S. 1015-1025, <https://doi.org/10.48494/REALCORP2025.1016>.
- [6] Thurner, L. et al.: Pandapower – An Open-Source Python Tool for Convenient Modeling, Analysis, and Optimization of Electric Power Systems. IEEE Transactions on Power Systems 33 (2018), Nr. 6, S. 6510-6521, <https://doi.org/10.1109/TPWRS.2018.2829021>.
- [7] TGA+E Fachplaner: Wasserstoff: H2Powerplant auf dem Wilopark eröffnet. Pressemitteilung vom 4.10.2022, <https://www.tga-fachplaner.de/meldungen/tga-hersteller-wasserstoff-h2powerplant-auf-dem-wilopark-eroeffnet>, zuletzt abgerufen am 21.5.2025.

HINWEIS

Das Vorhaben wird gefördert vom früheren Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz im Rahmen des vom NRW-Landesministerium für Wirtschaft, Innovation, Klima und Energie auferlegten Förderprogramms Revier. Gestalten unter dem Förderkennzeichen: 03EN3103.

M.Sc.

Christian Thommessen

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl Energietechnik an der Universität Duisburg-Essen

christian.thommessen@uni-due.de

M.Sc.

Sarah Hermens

Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Städtebau und Entwerfen und Institut für Städtebau und europäische Urbanistik an der RWTH Aachen

hermens@staedtebau.rwth-aachen.de

Dr.-Ing.

Jannik Wendorff

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Städtebau und Entwerfen und Institut für Städtebau und europäische Urbanistik an der RWTH Aachen

wendorff@staedtebau.rwth-aachen.de

Vorschau 3/4-2026



Mit einem modernen Gebläse wird das Belebungsbecken dieser Kläranlage bis zu 30 % effizienter betrieben. PV-Module und ein BHKW sollen für Energieautarkie sorgen. Foto: Aerzen

Ifat Munich 2026

Firmen und Forschungseinrichtungen stellen auf der Ifat Munich Fortschritte in der Abfall- und Abwasserbehandlung vor. Effizientere Verfahren als bisher helfen dabei, das Kläranlagen künftig energieautark betrieben werden können.

Energiewende

Eine zuverlässige und CO₂-neutrale Energieversorgung für die Nürnberg-Messe wollen Partner aus Forschung und Industrie erarbeiten und umsetzen, ohne den laufenden Betrieb zu stören.

Personalentwicklung

Damit die Energiewende gelingt, müssen die Unternehmen der Branche ihr Potenzial effizienter nutzen als bisher – durch gezielte Weiterbildung.

Abschluss des Forschungsprojekts „Riwwer“

Extreme Wetterereignisse, insbesondere Starkregen, stellen Kommunen zunehmend vor große Herausforderungen. Der Klimawandel führt zu häufigeren und intensiveren Niederschlägen, während viele Abwassernetze historisch nicht auf diese Belastungen ausgelegt sind. Überlastete Kanäle, Mischwasserüberläufe und lokale Überflutungen sind die Folge und gefährden nicht nur Infrastruktur und Umwelt, sondern auch die Sicherheit der Bevölkerung.

Vor diesem Hintergrund setzte das Forschungsprojekt „Reduction of the Impact of untreated WasteWater on the Environment in case of torrential Rain“ (Riwwer) an. Das Projekt wurde im Fördermittelauftrag „Edge Datenwirtschaft“ des BMWF mit einer Laufzeit von drei Jahren gefördert.

Zu den Projektmitgliedern zählten neben dem VDI e. V. das Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS, die Universität Duisburg-Essen, Krohne Messtechnik GmbH, HST Systemtechnik GmbH & Co. KG, das Institut für Technologie- und Innovationsmanagement (TIM) der RWTH Aachen, Okeanos Smart Data Solutions GmbH, die Berliner Hochschule für Technik sowie die Stadt Duisburg und die Wirtschaftsbetriebe Duisburg.

Ziel war es mithilfe von intelligenter Sensorik, datengetriebenen Methoden und Künstlicher Intelligenz (KI) die Resilienz von Abwassernetzen gegenüber Starkregen signifikant zu erhöhen. Die zentralen Ergebnisse:

- *KI-gestützte Vorhersagen und Entscheidungsunterstützung:* Im Projekt wurde ein Web-Tool entwickelt, das Online-Wetterdaten

mit Echtzeit-Sensordaten aus Abwassernetzen kombiniert. Auf dieser Datenbasis prognostizieren KI-Algorithmen Füllstände in Kanälen und Becken sowie das Auftreten von Mischwasserüberläufen. Hier geht es zur Demo: <https://riwwer.demo.calgo-lab.de>

- *KI-basierte Steuerung und Testumgebung für Abwassernetze:* Zur Entwicklung KI-basierter Steuerung wurde ein Teststand aufgebaut, der das Training automatisierter Regelungen ermöglicht. Er erlaubte eine schnelle Erprobung neuer Steuerungsansätze, die im realen Netz nur mit hohem zeitlichem und organisatorischem Aufwand möglich gewesen wären.
- *VDI-Expertenempfehlung 4900 „Digitalisierung und Steuerung von Abwassersystemen“:* Unter Leitung der Gesellschaft Energie und Umwelt des VDI e. V. wurde gemeinsam mit Expertinnen und Experten aus dem Riwwer-Konsortium sowie Fachleuten aus der Wasserwirtschaft die VDI-Expertenempfehlung 4900 erarbeitet. Sie bündelt die Riwwer-Projektergebnisse und dient als Leitfaden für Betreiber, wie Digitalisierungsvorhaben in Abwassernetzen erfolgreich umgesetzt werden können. Sie richtet sich an Planer und Betreiber von Abwassersystemen. Die Veröffentlichung ist für die erste Jahreshälfte 2026 geplant.

Das Projekt Riwwer zeigt, wie Digitalisierung, KI und intelligente Sensorik Abwassersysteme nachhaltig resilienter gegenüber Starkregenereignissen machen. Die enge Verzahnung von wissenschaftlicher Forschung, praktischer Umsetzung und Standardisierung setzt neue Maßstäbe für eine zukunftsfähige, klimaangepasste und digital unterstützte Wasserinfrastruktur.

Einladung zum Expertengespräch

Im Mittelpunkt des Expertengesprächs „Steigerung der Energieeffizienz in energieintensiven Industrien – digitale Zwillinge, Physikalisches Optimum, Kennzahlen“ stehen konkrete Beispiele, bewährte Strategien und Erfahrungen aus der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen in energieintensiven Industrien und Unternehmen der Energieinfrastruktur. Anhand von Praxisberichten zur Anwendung zum Beispiel von digitalen Zwillingen, Kennzahlen und der Methode des Physikalischen Optimums, VDI-Richtlinie VDI 4663, werden wertvolle Einblicke gegeben, wie Effizienzpotenziale erkannt, Projekte erfolgreich umgesetzt und nachhaltige Einsparungen erzielt werden können.

Die Veranstaltung richtet sich an Fach- und Führungskräfte, Energiebeauftragte sowie alle, die ihre Kenntnisse zur Steigerung der Energieeffizienz vertiefen und von realen Projektergebnissen profitieren möchten.

Die Veranstaltung findet am 26. Februar 2026 von 11:00 bis 16:00 Uhr an der HAW Hamburg (Berliner Tor 21, Raum 110) statt. Die Anmeldung ist kostenlos möglich unter <https://forms.office.com/e/1e4Ue6EPWx>. Ansprechpartnerin im VDI ist Dr. Laura Wollny.

laura.wollny@vdi.de

Neuer Vorsitz im Fachbereich Energie- und Umwelttechnik



**Prof. Dr.-Ing.
Florian
Altendorfer.**
 Foto: Maxi Krähling/FH Münster



**Michael
Nolden.**
 Foto: Zenit

Der Fachbeirat Energie- und Umwelttechnik der VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (VDI-GEU) hat Prof. Dr.-Ing. Florian Altendorfer zum neuen Vorsitzenden gewählt. Zum stellvertretenden Vorsitzenden wurde Michael Nolden gewählt, der gleichzeitig stellvertretender Vorsitzender der VDI-GEU ist. Die Amtszeit der neuen Vorsitzenden läuft vom 1. Januar 2026 bis zum 31. Dezember 2028. Altendorfer ist Professor für Energietechnik und Studiengangsleiter der Gebäudetechnik am Fachbereich „Energie · Gebäude · Umwelt“ der FH Münster. Seine Forschungs- und Lehrschwerpunkte liegen in der Heizungstechnik, Verbrennungs- und Kraftwerkstechnik sowie Gastechnik, mit besonderem Fokus auf Energiespeicher, Wärmepumpen und Wasserstoff. Er ist Mitglied im Fachausschuss Kraftwerkstechnik und Vorsitzender des Fachausschusses Energiespeicher. Ebenso ist er im Rahmen der VDI-Initiative „Zukunft Deutschland 2050“ Mitglied in der Topic Force Energie.

Der Fachbereich befasst sich in seinen Ausschüssen mit dem gesamten Spektrum der Energiewandlung und -anwendung sowie mit Themen der Ressourceneffizienz, der Kreislaufwirtschaft und der Abfallbehandlung.

Auszeichnung für exzellenten Energiejournalismus

Der Robert-Mayer-Preis wird gemeinsam von der VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (VDI-GEU) und der Stadt Heilbronn vergeben. Namensgeber ist Julius Robert von Mayer, einer der Mitbegründer der Thermodynamik, bekannt für seine Arbeiten zur Energieerhaltung.

Der Preis würdigt Journalistinnen, Journalisten und andere Medienschaffende, die sich engagiert mit dem Thema Energie auseinandersetzen.

Passend zum Thema der ausgezeichneten Reportage wurde die Preisverleihung des Robert-Mayer-Preises 2025 von einem fachlich fundierten Rahmenprogramm begleitet. Darin wurde die Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft von

internationaler bis nationaler Ebene beleuchtet. Darüber hinaus wurden konkrete Wasserstoffprojekte aus der Region Heilbronn vorgestellt, die dem Publikum praktische Einblicke in die lokale Energiewende gegeben haben.

Bei der feierlichen Preisverleihung in der experimenta wurde Leon Kirschgens ausgezeichnet. Seine Reportage „Grüner Wasserstoff – Auf der Spur des Jokers“ veranschaulicht eindrucksvoll den Weg von grünem Wasserstoff aus der namibischen Wüste bis nach Norddeutschland.

Zusätzlich erhielt Dr. Frank Frick einen Sonderpreis in der Kategorie Kinderliteratur. In seinem Buch „Grüne Energie“ aus der „Was ist Was“-Reihe



Dr. Frank Frick, Wissenschaftsjournalist, erhielt den Sonderpreis Journalismus für Kinder.
Foto: Dirk Gornickel/Profoto Bonn



Leon Kirschgens, freier Journalist aus Aachen, erhielt den Preis für seine Reportage.
Foto: Paul Herberg

erklärt er Kindern die Bedeutung nachhaltiger Energie und weckt Begeisterung für das Thema.

Beide Autoren zeigen eindrucksvoll, wie guter Journalismus komplexe Themen verständlich macht und ein breites Publikum für Energiefragen begeistert.

VDI 4657 hilft bei Planung und Integration von Energiespeichern

Die Richtlinienreihe VDI 4657 „Planung und Integration von Energiespeichern in Gebäudeenergiesystemen“ betrachtet thermische und elektrische Energiespeicher mit ihren jeweiligen Einsatzfeldern, Grenzen und ihren Kombinationsmöglichkeiten in Gebäuden. Ziel der Richtlinien ist es, möglichst praxisnahe Hilfestellungen zu geben.

Im Dezember 2025 ist Blatt 2 „Planung und Integration von Energiespeichern in Gebäudeenergiesysteme – Thermische Energiespeicher (TES)“ erschienen. Thermische Speicher erfüllen eine wichtige Funktion im thermischen Lastmanagement von Gebäuden, indem sie den Ausgleich der leistungsmäßigen und zeitlichen Unterschiede zwischen Erzeugung und Bedarf ermöglichen. Die Richtlinie enthält Definitionen und Formeln für alle wichtigen Speicherkenngrößen und beschreibt den Planungsprozess, mit dem die Auswahl und Bemessung von Speichern für sensible und latente Wärme durchgeführt werden kann. Sowohl Wärme- als auch Kälteanwendungen werden betrachtet und verschiedene Arten von Speichern sowie verschiedene Arten der Systemeinbindung mithilfe von Grafiken anschaulich beschrieben. Eine Berechnungshilfe für Leistungsdiagramme thermischer Energiespeicher nach VDI 4657 Blatt 2 kann als Excel-Tabelle heruntergeladen werden.

Blatt 3 „Planung und Integration von Energiespeichern in Gebäudeenergiesystemen – Elektrische Stromspeicher (ESS)“ bietet eine fundierte Grundlage für Fachleute, die Batteriespeicher in Gebäuden mit Anschluss an das öffentliche Verteilnetz integrieren wollen. Das dazu entwickelte Webtool macht die Anwendung dieser Richtlinie deutlich einfacher und wurde nun überarbeitet und erweitert. Für den Anwendungsfall der Lastspitzenkappung können eigene Lastprofile hochgeladen werden. Anschließend wird der Einfluss verschiedener Stromspeichergößen auf die maximale Lastspitze analysiert und grafisch dargestellt. Darauf aufbauend ermöglicht das Tool eine wirtschaftliche Auswertung unter Berücksichtigung von Investitions- und Stromkosten.

Ein zweiter Anwendungsfall richtet sich an Gebäudeenergiesysteme mit eigener Stromproduktion. Hier lassen sich die Auswirkungen von Stromspeichern auf den Eigenversorgungsanteil ermitteln. Nach Eingabe relevanter Daten – wie Standort, Gebäudetyp und eingesetzter Technologien – simuliert das Tool fünf unterschiedlich große Stromspeicher. Die energetischen Ergebnisse werden übersichtlich dargestellt und können ebenfalls mit einer Wirtschaftlichkeitsanalyse verknüpft werden.

Neben voreingestellten Ladeprofilen können auch eigene Profile hochgeladen und simuliert werden. So lassen sich unterschiedliche Szenarien direkt im Browser durchspielen. Ein besonderes Highlight ist die prognosebasierte Ladung bei Anlagen mit Einspeisebegrenzung: Hierbei optimiert ein intelligentes Energiemanagement die Batterieladung mithilfe von Solarstromprognosen. Dadurch wird vermieden, dass der Speicher bereits morgens vollgeladen wird und mittags Solarstrom abgeregelt werden muss. Das kostenlose Webtool steht auf der Website zur Verfügung.

Alle, die sich fragen, wie sie thermische und elektrische Energiespeicher besonders gut in Gebäude kombinieren können, können sich schon jetzt den 28. April 2026 im Kalender eintragen. An diesem Tag wird in Stuttgart ein Expertenforum des VDI zum Thema stattfinden. Expertinnen und Experten werden an Praxisbeispielen erklären, was beachtet werden muss und wie sich die Stärken beider Speichersysteme optimal ergänzen können.

Der Frage der Auswahl der Energiespeicher wird sich Blatt 1 „Planung und Integration von Energiespeichern in Gebäudeenergiesystemen – Grundlagen“ widmen. Die Arbeiten an dieser Richtlinie haben Ende 2025 begonnen. Weitere Expertinnen und Experten sind herzlich zur Mitarbeit eingeladen. Ansprechpartner im VDI ist Dr. Laura Wollny (laura.wollny@vdi.de).

www.vdi.de/4657



Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement-Tag 2026

Am 24. März 2026 findet in der IHK Frankfurt am Main der 26. Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement-Tag statt. Die Fachveranstaltung wird vom VNU – Verband für Nachhaltigkeits- und Umweltmanagement e. V. ausgerichtet und bringt Expertinnen und Experten aus Unternehmen, Forschung und Praxis zusammen, um aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen des nachhaltigen Wirtschaftens zu diskutieren.

Nachhaltige Unternehmensentwicklung steht zunehmend im Spannungsfeld von Klimaschutz, Ressourceneffizienz, Digitalisierung und regulatorischen Anforderungen. Vor diesem Hintergrund greift die Veranstaltung zentrale Themen auf und verbindet fachliche Einordnung mit praktischen Erfahrungen aus unterschiedlichen Branchen.

Ein Schwerpunkt liegt auf der Bereitstellung und Nutzung nachwachsender Rohstoffe, die als Baustein für klimafreundliche Produktgestaltung und nachhaltige Energieversorgung an Bedeutung gewinnen. Aktuelle Forschungsarbeiten und Praxisbeispiele zeigen, wie Rohstoffe aus Land- und Forstwirtschaft systematisch in nachhaltige Wertschöpfung integriert werden können und welche technologischen Entwicklungen dabei eine Rolle spielen.

Ein weiterer Fokus richtet sich auf die zunehmende Digitalisierung und den damit verbundenen steigenden Bedarf an IT-Infrastruktur. Rechenzentren sind energieintensiv, zugleich aber

unverzichtbar für datengetriebene Geschäftsmodelle und den Einsatz von Künstlicher Intelligenz. Die Verbindung von Hochverfügbarkeit, Sicherheit und Umweltmanagement – etwa durch EMAS – verdeutlicht, wie Ressourceneffizienz auch in diesem Sektor praktisch umgesetzt werden kann. Mit der betrieblichen Biodiversität widmet sich das Programm zudem einem Themenfeld, das in Unternehmen lange als abstrakt galt, inzwischen jedoch zunehmend Einzug in Unternehmensstrategien hält. Diskutiert werden praxistaugliche Wege von ersten Maßnahmen bis hin zu strategisch verankerten Ansätzen, die Biodiversitätsschutz in betriebliche Abläufe integrieren.

Ergänzt wird das Programm durch ein Update zu aktuellen umweltrechtlichen Entwicklungen auf europäischer Ebene. Neue Regelungen wie die IED-Richtlinie, die EU-Verpackungsverordnung oder die Entwaldungsverordnung verdeutlichen die wachsenden Anforderungen an Unternehmen und deren Managementsysteme.

Den Abschluss bildet eine Dinner Speech von Lars Abromeit, Journalist und Autor mit Schwerpunkt Natur, Umwelt und Nachhaltigkeit, der auf Grundlage seiner weltweiten Recherchen die Wechselwirkungen zwischen menschlichem Handeln, natürlichen Lebensräumen und wirtschaftlicher Verantwortung beleuchtet. Weitere Informationen sowie Hinweise zur Anmeldung finden sich auf der VNU-Homepage.

EMAS für Einsteiger

Am 26. Februar 2026 bietet das VNU-Online-Webinar „EMAS für Einsteiger“ erneut die Gelegenheit, sich praxisnah mit dem europäischen Umweltmanagementsystem auseinanderzusetzen. Immer mehr Organisationen beschäftigen sich derzeit mit der Einführung von EMAS oder stehen kurz davor, ein Thema, bei dem viele konkrete Fragen zur Umsetzung

auftreten, die das Webinar praxisnah aufgreift.

Das Webinar richtet sich an Umwelt- und Nachhaltigkeitsbeauftragte, die sich erstmals mit EMAS befassen, eine Einführung planen oder sich bereits im Implementierungsprozess befinden. Im Fokus stehen zentrale Fragen: Was ist EMAS, welche Anforderungen sind zu erfüllen,

welche Optionen gibt es und welche Hilfestellungen stehen zur Verfügung? Praxisnah wird erläutert, worauf bei der Einführung zu achten ist.

Der Umweltgutachter und frühere Umweltmanager Lennart Schleicher vermittelt einen strukturierten Überblick über das System EMAS und lädt zu Fragen und Diskussionen ein.

Generationenwechsel

Nach über zwölf Jahren engagierter Tätigkeit verabschiedet sich Annette LeBaron im Februar 2026 in den wohlverdienten Ruhestand. Sie hat die Arbeit der VNU-Geschäftsstelle mit großer Verlässlichkeit, Kompetenz und persönlichem Einsatz geprägt. Als Übersetzerin brachte sie nicht nur sprachliche Präzision, sondern auch ein feines Gespür für Inhalte und Abläufe in die

vielfältigen Aufgaben des Verbands ein. Der VNU dankt Annette LeBaron herzlich für ihr langjähriges Engagement und die wertvolle Unterstützung.

Seit Oktober 2025 unterstützt Johanna Roth die Geschäftsstelle als Nachfolgerin. Sie studiert seit Herbst 2025 Umweltingenieurwesen an der Hochschule Darmstadt. Die Tätigkeit in der Geschäftsstelle bietet ihr die



Johanna Roth.
Foto: Roth



Annette LeBaron.
Foto: LeBaron

Möglichkeit, Einblicke in die Verbandsarbeit im Bereich Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement zu gewinnen und ihr Studium praxisnah zu begleiten.

Mit dem sukzessiven Wechsel zwischen LeBaron und Roth ist ein behutsamer Übergang gewährleistet, der Kontinuität in der Geschäftsstelle sichert.

Spie und Tesla kooperieren bei Batteriespeicherprojekten

Spie hat mit Tesla einen europäischen Rahmenvertrag zur Umsetzung von Batteriespeicherprojekten geschlossen. Die Vereinbarung hat eine Laufzeit von drei Jahren mit Verlängerungsoption und gilt europaweit. Ziel ist es, Projekte mit Tesla-Megapack-Technologie europaweit nach einheitlichen technischen, rechtlichen und operativen Standards umzusetzen und die Zusammenarbeit der vergangenen Jahre strukturell zu vertiefen. Der Vertrag umfasst umfassende Leistungen entlang der Wertschöpfungskette von Batteriespeicheranlagen. Dazu zählen Engineering, Balance-of-Plant-Arbeiten, Netzanschlüsse an Mittel- und Hochspannung, die Installation von Sicherheits-, Brandmelde-, Beleuchtungs- und Überwachungssystemen sowie die Inbetriebnahme der Anlagen. Spie war bereits an mehreren großskaligen Referenzprojekten mit Tesla beteiligt, darunter Speicheranlagen in Belgien, den Niederlanden und Frankreich mit Leistungen bis in den Gigawattstundenbereich. Der Rahmenvertrags soll die Grundlage für weitere Projekte schaffen, unter anderem in Deutschland und Polen.

www.spie.de



Mit Netzboostern soll das Verteilnetz stabilisiert werden. Foto: Amprion/Schumann

Kooperation für ein sicheres Stromnetz

Eine neu gegründete Projektgesellschaft der EDF power solutions Deutschland soll den dezentralen Netzbooster in Bayerisch-Schwaben errichten und betreiben. Dabei handelt es sich um ein Kooperationsprojekt von Amprion, E.on und der LEW Verteilnetz (LVN) mit dem Ziel, das Stromnetz bei Netzengpässen zu entlasten, stabil zu halten und Kosten zu senken. Netzbooster sind Großbatteriespeicher, die innerhalb von Sekunden aktiviert werden können. Dadurch sollen sich Netzengpässe kurzfristig beheben und Stromleitungen schon im Normalbetrieb höher auslasten lassen. Dadurch sollen weniger steuernde Eingriffe in den Netzbetrieb erforderlich werden. Das senkt die hohen Kosten für diese Eingriffe, auch Redispatchkosten genannt. Das Projekt in Bayerisch-Schwaben hat den Projektpartnern zufolge ein Alleinstellungsmerkmal in Deutschland: Wenn der Netzbooster nicht für die Stabilisierung des Übertragungsnetzes benötigt wird, kann ihn die LEW Verteilnetz auch nutzen, um das regionale Stromnetz zu entlasten. Das soll eine Kooperationsvereinbarung der Netzbetreiber regeln. In den Sommermonaten darf EDF power solutions Deutschland die Batteriespeicher zudem auf dem Strommarkt anbieten und somit einen dritten Nutzen erschließen. „Wir freuen uns sehr, dass wir mit der Vergabe des Netzboosters einen weiteren wichtigen Meilenstein im Projekt erreicht haben. Die Mehrfachnutzung der Batteriespeicher – im Markt, im Verteil- und im Übertragungsnetz – ist bisher in Deutschland einzigartig“, sagt Amprion-CEO Dr. Christoph Müller.

www.amprion.net

PERSÖNLICHES

Robert Denda hat zum 1. Januar 2026 den Vorstandsvorsitz der Westenergie AG übernommen. Neben Denda gehören **Achim Schröder** (Ressort Finanzen und Regulierung) und **Oliver Henrichs** (Ressort Personal/Arbeitsdirektor) dem dreiköpfigen Vorstand an. Denda folgt auf **Bernd Böddeling**, der das Amt im Mai 2025 übergangsweise übernommen hatte, nachdem **Katherina Reiche** in die Politik gewechselt war. Denda übernimmt sowohl den Vorsitz (CEO) als auch die Verantwortung für das Ressort Technik (CTO). www.westenergie.de

Die beiden RheinEnergie-Vorstandsmitglieder **Susanne Fabry** (Vorstand Netze und Personal, Arbeitsdirektorin) sowie **Birgit Lichtenstein** (Vorstand Finanzen, Einkauf, IT, Zentrale Dienste) sind vorzeitig wiederbestellt worden. Für beide Vorstandsmitglieder verlängert sich die Bestellung somit bis zum 31. März 2031. Fabry wurde ebenso weiterhin als Arbeitsdirektorin bestellt. www.rheinenergie.com

TenneT Germany hat **Ina Kamps** mit Wirkung zum 1. Dezember 2025 in die Geschäftsführung berufen. Als Chief Operating Officer (COO) wird sie für das operative Geschäft von TenneT Germany zuständig sein und sich insbesondere auf den Netzausbau an Land und auf See, Wartung und Betrieb des Netzes und Safety konzentrieren. Gemeinsam mit **Tim Meyerjürgens** (CEO), Dr. **Markus Binder** (CFO) und **Kathrin Günther** (CTO) bildet sie die vierköpfige Geschäftsführung des Übertragungsnetzbetreibers. www.tennet.eu

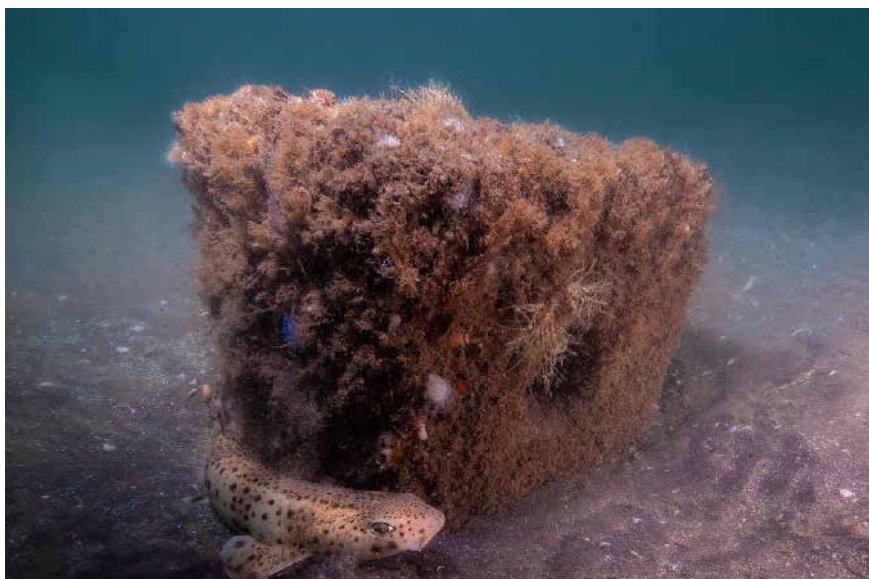
Der Aufsichtsrat der RWE AG hat den Vertrag von Dr. **Markus Krebber** als Vorstandsvorsitzenden des Unternehmens um weitere fünf Jahre bis Ende Juni 2031 verlängert. www.rwe.com



Partnerschaft zum E-Lkw-Betrieb

Der Logistikkonzern DHL hat im Rahmen einer Partnerschaft mit dem Nutzfahrzeugvermieter Hylane und dem Hersteller Daimler Truck die ersten sechs batterieelektrischen Mercedes-Benz eActros 600 im Westen Deutschlands in Betrieb genommen. Die Fahrzeuge sind am Paketzentrum Dorsten stationiert und werden im Fernverkehr zwischen Paketzentren eingesetzt. Zwei weitere E-Lkw gehen in Hamburg an den Start. Die Fahrzeuge bezieht DHL über ein Transport-as-a-Service-Modell von Hylane, bei dem die Abrechnung auf Basis der tatsächlich gefahrenen Kilometer erfolgt. Mit dem Modell sammelt DHL Praxiserfahrung mit elektrischen Schwerlastfahrzeugen im Regelbetrieb. Die Kooperation gilt als zentraler Baustein für die Dekarbonisierungsstrategie des Unternehmens.

www.dhl.com, www.hylane.de



Bewachsener Reef Cube: Die künstliche Riffstruktur soll mit Hohlräumen und strukturierten Oberflächen Lebensraum für zahlreiche marine Organismen bieten. Foto: RWE

RWE und TotalEnergies kooperieren in Offshore-Windpark

RWE und TotalEnergies haben mit dem britischen Eco-Engineering-Unternehmen ARC marine eine Vereinbarung zur Lieferung von 66 naturinklusive Reef Cubes für das Offshore-Windprojekt OranjeWind geschlossen. Diese Betonkonstruktionen sollen an elf Fundamenten des voraussichtlich 2028 in Betrieb gehenden Windparks in der niederländischen Nordsee installiert werden. Sie gelten als eine der bislang größten Anwendungen künstlicher Riffstrukturen im Umfeld eines Offshore-Windparks. Die Installation ist für die Bauphase nach Abschluss der Fundamentarbeiten vorgesehen, die 2026 beginnen sollen. Die Reef Cubes werden auf der bestehenden Kolkschutzschicht rund um die Turbinenfundamente platziert und sollen über die gesamte Betriebsdauer des Windparks vor Ort bleiben. Insgesamt sollen dadurch rund 1 440 m² zusätzliche Habitatoberfläche entstehen. Jedes einzelne Element wiegt nahezu 6 t und misst etwa 1,5 m in der Höhe. Zum Einsatz kommen zertifizierte, kohlenstoffarme Recyclingmaterialien, die für den marinen Einsatz zugelassen sind. Zusätzlich werden Muschelschalen beigemischt, um die Ansiedlung heimischer Austernarten zu unterstützen. Aus Sicht der Projektpartner verbindet das Konzept ökologische Zielsetzungen mit funktionalen Anforderungen des Offshore-Baus. Die quaderförmige Bauweise der Cubes erlaubt eine standardisierte Fertigung, effiziente Logistik sowie eine einfache und stabile Installation. Gleichzeitig sollen die entstehenden Hohlräume und strukturierte Oberflächen Lebensraum für zahlreiche marine Organismen bieten. Für RWE und TotalEnergies ist das Projekt Teil einer übergeordneten Strategie, Nature-Inclusive Design systematisch in Offshore-Windparks zu integrieren. Neben der Erzeugung erneuerbarer Energie sollen Offshore-Anlagen zunehmend auch zur ökologischen Aufwertung stark genutzter Meeresräume beitragen.

www.rwe.com



Dr. Constantin H. Alsheimer ist Vorstandsvorsitzender der Thüga AG.
Foto: Thüga

Thüga Energie und ThügaNetze schließen sich zusammen

„Unser Ziel ist es, durch die Bündelung beider Unternehmen präsenter im Markt und effizienter für die Kundinnen und Kunden vor Ort zu sein. Damit begegnen wir den Herausforderungen in der Energie- und Wärmewende, bauen regionale Kooperationen aus und ermöglichen nachhaltiges Wachstum“, so Dr. Constantin H. Alsheimer, Vorstandsvorsitzender der Thüga AG.

www.thuega.de



Der Batteriespeicher
„Zewo MegaCell DH 200F“ liefert 200 kWh Speicherkapazität.
Foto: Zewotherm

Skalierbarer Batteriespeicher für hohe Lasten

Mit 200 kWh Speicherkapazität bietet der „Zewo MegaCell DH 200F“ laut Hersteller Zewotherm ausreichend Leistung, um Photovoltaik (PV)-Überschüsse effizient zwischenspeichern, Lastspitzen zu glätten oder im Inselbetrieb eine unabhängige Stromversorgung sicherzustellen. Da der Speicher modular aufgebaut ist, kann er sowohl netzgekoppelte als auch netzunabhängige Anwendungen unterstützen. So ist die Anbindung an PV-Anlagen, das öffentliche Netz oder Dieselgeneratoren möglich. Für große Projekte lässt sich die Kapazität durch Parallelschaltung auf bis zu 2,58 MWh erhöhen. Bis zu 12 Einheiten können so zu einem Verbundsystem mit einer AC-Gesamtleistung von bis zu 1,2 MW zusammengeschlossen werden, betont der Hersteller. Der Batteriespeicher wurde speziell für Anwendungen mit hohem Energiebedarf entwickelt, wie Mehrfamilienhäuser, Gewerbebetriebe oder für hybride Energieversorgungskonzepte.

www.zewotherm.de

Batterieserie für USV- und Energiespeicheranwendungen

Konzipiert für anspruchsvolle USV- (unterbrechungsfreie Stromversorgung) und Energiespeicheranwendungen, erfüllt die „SWL+“-Serie laut GS Yuasa die wachsenden Marktanforderungen nach langlebigeren und leistungsfähigeren Energielösungen. Von Großrechenzentren und industriellen Fertigungsanlagen bis hin zu imposanten Wolkenkratzern und wichtiger Infrastruktur bietet die neue SWL+ genau die erhöhte Zuverlässigkeit, die für diese gesellschaftsrelevanten Anwendungen erforderlich ist, so das Unternehmen. Die SWL+-Serie setzt laut Hersteller neue Maßstäbe in der VRLA-Batterietechnologie (Valve Regulated Lead Acid) für Standby-Anwendungen mit hoher Entladerate. Im Zentrum der Batterieserie steht die „Hybrid Pure Lead“-Technologie – eine Kombination aus primärreinem Blei und einer speziellen recyclefähigen Legierung. Hiermit sollen eine erhöhte Korrosionsbeständigkeit und verlängerte Batteriebensdauer erreicht werden.

www.yuasa.com



Die Batterieserie
SWL+ von GS Yuasa.
Foto: GS Yuasa

Drahtlose Datenerfassung

Das „GW1 LoRa Gateway“ und der „WS1 Pro-L LoRa Sensor“ basieren auf der LoRa-Funktechnologie und bieten eine zuverlässige, energieeffiziente Lösung für die drahtlose Umweltüberwachung über große Distanzen – skalierbar, vielseitig und wartungsarm, so das Unternehmen BMC Solutions. Die Kombination aus GW1 Gateway und WS1 Pro-L Sensor bietet eine ideale Lösung zur Erfassung von Temperatur, relativer Luftfeuchtigkeit und Helligkeit in Gebäuden oder Lagerhallen. Das große Display stellt die aktuellen Messwerte übersichtlich dar. Über den Anschluss zusätzlicher externer Sensoren kann beispielsweise auch die Bodenfeuchtigkeit in einem Gewächshaus präzise überwacht werden. Ergänzende LoRa-Sensoren erweitern das System und eröffnen vielfältige Anwendungsmöglichkeiten – von Landwirtschaft, Gebäudetechnik und industrieller Wartung bis hin zu Smart-City- und Umweltmonitoring. Ob für das Gewächshausklima oder großflächige Industriearale: Die beiden Geräte schaffen eine skalierbare, zuverlässige und wirtschaftliche IoT-Dateninfrastruktur für unterschiedlichste Szenarien, betont der Anbieter.

www.bmc.de



LoRa-Technologie für zuverlässige Fernüberwachung: GW1 Gateway und WS1 Pro-L Sensor. Foto: BMC Solutions

Akustikkamera
AI56L mit 4,3-Zoll-LCD-Touchscreen.
Foto: Hikmicro



Vorausschauende Instandhaltung

Eine innovative Kombination aus Akustik- und Wärmebildkameras von Hikmicro, Anbieter von industriellen Bildverarbeitungssystemen, ermöglicht die frühzeitige Erkennung von Gaslecks und Teilentladungen sowie von elektrischen und mechanischen Problemen. Im Fabrikeinsatz bietet diese leistungsstarke Kombination Herstellern einen intelligenteren und umfassenderen Ansatz für die vorausschauende Instandhaltung, wodurch ungeplante Ausfallzeiten vermieden, der Energieverbrauch gesenkt, die Sicherheit der Mitarbeitenden erhöht und langfristige Kosteneinsparungen erzielt werden, so das Unternehmen. Der Gaslecksuchmodus der Akustikkamera AI56L beispielsweise lokalisiert sowie filtert Geräusche in problematischen Umgebungen mit Echtzeit-Visualisierung sowie solche Leckagegeräusche, die vor dem Hintergrund von Stanz-, Schweiß- und Montagevorgängen nicht zu hören wären.

www.hikmicrotech.com



Felduntersuchung zum Einfluss von Erdkabeln auf Böden und landwirtschaftliche Kulturpflanzen. Foto: benjamin stollenberg fotografie

Forschungsprojekt der Universität Hohenheim mit TransnetBW

Stromkabel in der Erde bringen in der Landwirtschaft keine Einbußen

Gleichstrom-Erdkabel mindern weder den Ertrag noch die Qualität von landwirtschaftlich genutzten Kulturen – das zeigen erste Zwischenergebnisse eines Forschungsprojektes der Universität Hohenheim in Stuttgart in Zusammenarbeit mit dem Übertragungsnetzbetreiber TransnetBW. Entscheidend ist jedoch eine fachgerechte Bauweise.

Seit vier Jahren untersuchen die Projektbeteiligten im Rahmen des „SuedLink“-Vorhabens die Auswirkungen von 525-kV-Gleichstrom-Erdkabeln. Dazu simulieren die Forschenden auf vier Versuchsfeldern den Betrieb von Erdstromkabeln und analysieren deren Einfluss auf die Temperatur und Feuchtigkeitsverläufe im Boden sowie die Auswirkungen auf Ertrag und Qualität der angebauten Feldfrüchte.

Um erneuerbare Energien wie beispielsweise Strom aus Windkraftanlagen verlustarm über große Entfernungen zu transportieren, müssen laut Gesetz in Deutschland Hochspannungs-Gleichstromleitungen als Erdkabel verlegt werden. So unter anderem auch im Projekt SuedLink, einem der größten Netzausbauvorhaben in Deutschland. Die 700 km lange Gleichstrom-Erdkabelverbindung transportiert Windstrom aus Norddeutschland nach Bayern und Baden-Württemberg und wird von TenneT

(Nordabschnitt) und TransnetBW (Südabschnitt) realisiert.

Doch welche Auswirkungen haben Erdstromkabel auf landwirtschaftliche Böden und Ernteerträge? Die Frage ist umso wichtiger, weil die Flächen für die geplante SuedLink-Leitung von den Netzbetreibern nicht erworben werden, sondern im Eigentum der landwirtschaftlichen Betriebe bleiben. Deshalb ist es besonders wichtig, dass die Flächen nach dem Bau normal weiter bewirtschaftet werden können und auch die gewohnten Erträge bringen.



Das Forschungsprojekt „Charge“ der Universität Hohenheim in Zusammenarbeit mit TransnetBW und gefördert durch das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg liefert nun erste Antworten: Bau und Betrieb von Gleichstromerkabeln beeinträchtigen weder die Erträge noch die Qualität der angebauten Feldfrüchte – sofern beim Bau einige Vorgaben eingehalten werden.

Praxisnahe Feldversuche

Auf vier Untersuchungsflächen in Baden-Württemberg und Bayern, deren unterschiedliche Bodentypen repräsentativ für Süddeutschland sind, untersuchen die Projektbeteiligten den Einfluss von Bau und Betrieb von Erdstromkabeln auf die landwirtschaftliche Nutzung. Die Auswirkungen auf Bodenstruktur, Temperatur und Feuchtigkeit interessieren sie dabei genauso wie Entwicklung, Wachstum und Ertrag der angebauten Kulturpflanzen.

Zu den Untersuchungsstandorten gehören in Baden-Württemberg die Orte Bad Friedrichshall/Kochendorf (Landkreis Heilbronn), Boxberg und Großrinderfeld (Main-Tauber-Kreis) sowie in Bayern die Gemeinde Güntersleben (Landkreis Würzburg).

Innerhalb der etwa fußballfeldgroßen Versuchsflächen wurden je drei Kabelgräben angelegt: Zwei Gräben sind mit beheizbaren Stahlrohren ausgestattet, die den maximalen Energieeintrag von 32 W/m der späteren SuedLink-Erdkabel simulieren. Der dritte Graben dient als Kontrolle, der lediglich ausgehoben und wiederverfüllt wurde. So können die Forschenden Effekte erfassen, die allein auf die Baumaßnahmen zurückzuführen sind.

Die Flächen wurden von den Landwirtinnen und Landwirten vier Jahre lang in der gewohnten Fruchtfolge bewirtschaftet, darunter Getreidearten wie Weizen, Gerste, Dinkel, aber auch Raps und Mais. Sensoren erfassten während dieser Zeit kontinuierlich Bodentemperatur und -feuchte bis in 1,25 m Tiefe.

Bau und Betrieb beeinflussen Boden

Sowohl der Bau als auch der Betrieb von Erdstromkabeln beeinflussen die Umwelt: „Um die Kabeltrassen zu bauen,

müssen die Bauunternehmen schweres Gerät einsetzen. Dadurch wird unter Umständen der Boden rund um die Kabelgräben verdichtet. Im eigentlichen Kabelgraben stören zumindest zeitweise das Ausheben und Wiederverfüllen die natürliche Struktur des Bodens“, erklärt Jonas Trenz, Doktorand im Fachgebiet Pflanzenbau der Universität Hohenheim.

Deshalb achteten die Forschenden beim Bau der Kabelgräben darauf, dass die natürliche Schichtung des Bodens beim Ausheben und Wiederverfüllen weitgehend erhalten bleibt. Fachleute sprechen hier von „fachgerechter Bauweise“. So wurden beispielsweise die natürlichen Bodenschichten getrennt gelagert und wiederverfüllt, Arbeiten auf stark durchnässten Böden wurden vermieden und verdichtete Bereiche anschließend gelockert. „Denn nasse Erde kann sich stark verdichten, sodass die Pflanzen später Schwierigkeiten haben, ihre Wurzeln auszubreiten“, beschreibt der Experte den Grund.

„Neben Veränderungen in der Bodenstruktur führen Erdstromkabel zu einer Wärmeabgabe an den umliegenden Boden. Uns interessiert, welche Folgen das für den Boden und die Pflanzen hat, die auf ihm wachsen“, ergänzt Fachgebietsleiterin Prof. Dr. Simone Graeff-Hönninger. „Wir untersuchten: Ist der Grad der Erwärmung beispielsweise im Oberboden für die Pflanzen relevant? Steht den Pflanzen eventuell weniger Wasser für ihr Wachstum zur Verfügung? Welche Auswirkungen hat das auf die Erträge und Qualitäten der angebauten Kulturarten sowie auf ihre Entwicklung und Reifung?“

PROJEKT CHARGE

Mit dem Forschungsprojekt „Charge“ untersucht die Universität Hohenheim in Kooperation mit dem baden-württembergischen Übertragungsnetzbetreiber TransnetBW, welche Auswirkungen die Wärmeabgabe von Erdstromkabeln und die baubedingten Veränderungen der Bodenstruktur und Bodenlagerung auf die Landwirtschaft haben. Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg fördert das Projekt mit knapp 1,3 Mio. €. Die Laufzeit des Projekts erstreckt sich vom 1. Januar 2021 bis zum 31. August 2026.

Ergebnisse: Keine Einbußen, teilweise Vorteile

Nach vier Jahren Versuchslaufzeit zeigt sich, dass auf den Versuchsflächen sowohl durch den Bau als auch durch den Wärmeeintrag keine Ertragseinbußen festgestellt werden konnten. „Allerdings beeinflussen die unterschiedlichen örtlichen Gegebenheiten das Wachstum der Kulturpflanzen deutlich“, so Trenz. „Auf flachgründigen oder steinigten Standorten profitierten die Kulturarten sogar und wir konnten höhere Erträge beobachten.“

„Was das Pflanzenwachstum sowie Ertragshöhe und Kornqualität betrifft, können wir Effekte durch den Bau und die abgegebene Wärme beobachten, aber wir können noch nicht eindeutig zuordnen, welcher Effekt worauf zurückzuführen ist“, so Graeff-Hönninger. „Ganz allgemein finden wir eine hohe Abhängigkeit vom Standort und der Kulturart.“

„Die Temperaturmessungen ergaben, dass die Erwärmung unmittelbar am Kabel zwischen 14 und 16 °C beträgt, während im Oberboden in 15 cm Tiefe die Temperaturen nur um 1 bis 3 °C steigen“, sagt Dr. Joachim Ingwersen vom Fachgebiet für Biogeophysik der Universität Hohenheim. „Mit zunehmendem Abstand vom Kabel nimmt die Bodenerwärmung rasch ab und ist in 4 m Entfernung nicht mehr nachweisbar.“

Forschung für eine nachhaltige Zukunft

„Unsere Untersuchungen zeigen, dass landwirtschaftliche Flächen auch mit Erdstromkabeln produktiv bleiben und unter bestimmten Bedingungen sogar profitieren können“, fasst Graeff-Hönninger zusammen. „Unser Ziel ist, die gewonnenen Daten in Pflanzenwachstumsmodelle einzubetten, die es uns erlauben, unsere Ergebnisse auch auf andere Standorte zu übertragen.“

Die Erkenntnisse sollen dazu beitragen, bodenschonende Bauweisen weiterzuentwickeln, die Bodenerwärmung durch Erdkabel zu minimieren und die nachhaltige Nutzung landwirtschaftlicher Flächen zu sichern. Die Forschungsergebnisse könnten auch wichtige Hinweise darauf geben, wie steigende Bodentemperaturen – verursacht durch Klimawandel oder technische Anlagen – landwirtschaftliche Böden und Nutzpflanzen grundsätzlich beeinflussen. ■

www.uni-hohenheim.de

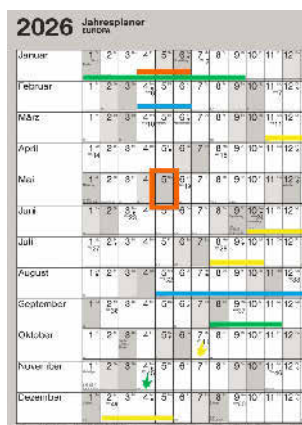


Foto: IWA – F. Riehle

IWA-Jahresplaner

Für eine zielführende Zeit- und Terminplanung in Betrieb und Büro bietet die IWA-F. Riehle GmbH den IWA-Jahresplaner Europa 2026.

Auf der großformatigen Wandtafel können in der Jahresübersicht (mit waagrecht oder senkrecht Kalendarium) alle Termine, ob Urlaub, Abwesenheit, Besuche oder Veranstaltungen, übersichtlich dokumentiert werden.

Die Oberfläche des Planers ist mit einer glatten, hochglänzenden Lackierung versehen. Die Planungselemente (Streifen und verschiedene Markierungen in vier Farben) tragen auf der Rückseite eine Klebeschicht, die eine sichere Haftung auf der Planeroberfläche erzeugt. Diese Klebeschicht bleibt dauerhaft plastisch, sodass das Haftelement beliebig oft versetzt werden kann, ohne seine Haftfähigkeit einzubüßen oder Spuren zu hinterlassen. Die Planungselemente sind in angestanztem Bogen im A4-Format zusammengefasst. Alle Planungselemente sind beschreibbar.

Für die Terminplanung mit Partnern im Ausland enthält der Jahresplaner auch die arbeitsfreien Tage in allen europäischen Ländern.

www.wandkalender.de

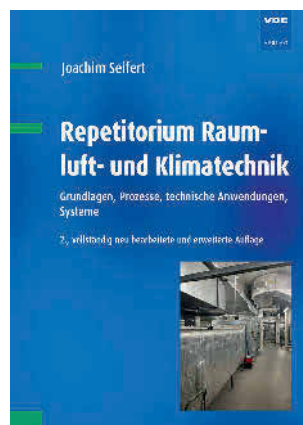


Foto: VDE Verlag

Repetitorium Raumluft- und Klimatechnik

Joachim Seifert: *Repetitorium Raumluft- und Klimatechnik*. 401 Seiten, Hardcover, 44,00 € Berlin/Offenbach: VDE Verlag, 2024.
 ISBN: 978-3-8007-6119-7

Das Repetitorium vermittelt in komprimierter Weise die wichtigsten Zusammenhänge für das Fachgebiet der Raumluft- und Klimatechnik. Es ist sowohl zur intensiven Wiederholung des Stoffs geeignet als auch als kompaktes Nachschlagewerk.

Neben Fragestellungen zur Grundlagenermittlung werden ausführlich die thermodynamischen Zusammenhänge innerhalb des Mollier-h-x-Diagramms dargestellt. Erläuterungen zum Lufttransport sowie zur Luftverteilung im Raum schließen sich an. Einen wesentlichen Schwerpunkt stellen die Beschreibungen zu Klimaanlage dar.

Abgeschlossen werden die Betrachtungen in diesem Buch mit Fragestellungen zur Entrauchung von Gebäuden. Neben diesen grundlegenden Aspekten enthält der Anhang ausgewählte Komplexbeispiele. Die 2. Auflage wurde gründlich überarbeitet, die technischen Regeln wurden auf den aktuellen Stand gebracht.

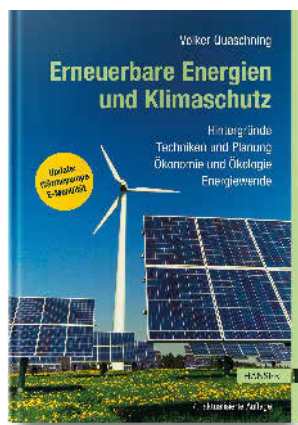


Foto: Carl Hanser Verlag

Erneuerbare Energien und Klimaschutz

Volker Quaschnig: *Erneuerbare Energien und Klimaschutz*. 420 Seiten, Hardcover, 29,99 €. München: Carl Hanser Verlag, 2024.
 ISBN: 978-3-446-47976-0

Das Buch behandelt die gesamte Bandbreite der erneuerbaren Energien, angefangen bei der Solarenergie über die Wind- und Wasserkraft bis hin zur Nutzung von Erdwärme und Biomasse.

Neben allgemein verständlichen Beschreibungen der jeweiligen Technik, des Entwicklungsstandes und künftiger Potenziale enthält es konkrete Anleitungen zur Planung und Umsetzung eigener regenerativer Anlagen. Hinweise auf Vorschriften und Fördermöglichkeiten geben zusätzliche Hilfestellungen. Darüber hinaus erläutert das Buch die Umweltverträglichkeit sowie das Zusammenspiel der verschiedenen Technologien und deren Wirtschaftlichkeit. Es liefert Hintergrundinformationen und zeigt anhand von bereits realisierten Beispielen, dass eine komfortable Energieversorgung ganz ohne schädliche Klimaeinflüsse möglich ist. Damit leistet dieses Buch einen wichtigen Beitrag zur Klimadebatte.

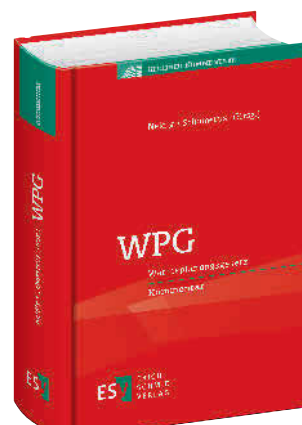


Foto: Erich Schmidt Verlag

Wärmeplanungsgesetz

Philipp Neidig, Thomas Schomerus: *WPG – Wärmeplanungsgesetz*. 588 Seiten, Hardcover, 88,00 €. Berlin: Erich Schmidt Verlag, 2024.
 ISBN: 978-3-503-23914-6

Nach der Novelle des Gebäudeenergiegesetzes mit der Vorgabe zur Nutzung erneuerbarer Energien bei neu einzubauenden Heizungen sind nun die Gemeinden am Zug: Mit dem Wärmeplanungsgesetz (WPG) kommt es zur flächendeckenden Verpflichtung der kommunalen Wärmeplanung in ganz Deutschland.

Der Berliner Kommentar WPG enthält die einschlägigen Regelungen und Planungsinstrumente zur Transformation der Wärmeversorgung, analysiert rechtliche Hürden und zeigt erste Lösungen auf, um das WPG rechtssicher umzusetzen und anzuwenden.

Der Kommentar ist Pflichtlektüre für Gemeinden und die behördliche Praxis, für Betreiber von Energie- und Wärmeversorgungsunternehmen, Großverbraucher und Energiegemeinschaften, für beauftragte Dienstleistungsbüros und für verantwortliche Akteure bei den Ländern, die das WPG in Landesrecht transferieren.

Jetzt VDI energie + umwelt upgraden: Mit dem E-Paper- Abonnement

Für nur
71 EUR
inkl. MwSt.



Sie wollen jederzeit und überall Zugriff haben auf VDI energie + umwelt, um immer über die technisch und wirtschaftlich machbaren Lösungen informiert zu sein, damit die nachhaltige Energietransformation in Ihrem Unternehmen erfolgreich ist? Dann sichern Sie sich jetzt zusätzlich zu den 6 VDI energie + umwelt-Printausgaben pro Jahr auch Ihr Abo-Upgrade E-Paper: 71 EUR inkl. MwSt..

Ihre Vorteile: Downloadfunktion, Volltext-Suche, Lesezeichen, mobiloptimiertes Design, Zugriff auf das Archiv.



Technikwissen für Ingenieur*innen – jetzt bestellen:

ingenieur.de/abo-vdienergieumwelt



VDI energie + umwelt

ZUKUNFT GESTALTEN: SMART • EFFIZIENT • NACHHALTIG

Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument ist ausschließlich für die interne Verwendung bestimmt. Weitergabe und kommerzielle Verwendung sind nicht gestattet.

VDI

Fachmedien

Alle
auch als
E-Paper



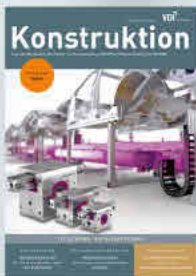
10 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 573,00 EUR
zzgl. Versandkosten
E-Paper-Abo: 491,00 EUR



6 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 517,00 EUR
zzgl. Versandkosten
E-Paper-Abo: 444,00 EUR



9 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 271,00 EUR
zzgl. Versandkosten
E-Paper-Abo: 233,00 EUR



9 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 612,00 EUR
zzgl. Versandkosten
E-Paper-Abo: 525,00 EUR



6 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 299,00 EUR
zzgl. Versandkosten
E-Paper-Abo: 257,00 EUR

Die erste
Adresse für
Technikwissen:
VDI Fachmedien



6 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 304,00 EUR
zzgl. Versandkosten
E-Paper-Abo: 261,00 EUR



6 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 388,00 EUR
zzgl. Versandkosten
E-Paper-Abo: 334,00 EUR



9 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 324,00 EUR
zzgl. Versandkosten
E-Paper-Abo: 279,00 EUR

Die VDI Fachmedien bieten Ihnen eine breite Palette renommierter Fachzeitschriften aus den Bereichen Bau, Konstruktion/Produktion, Logistik, Energie und Umwelt. In direkter Anbindung an den VDI, das größte technisch-wissenschaftliche Netzwerk für Ingenieur*innen Deutschlands. Unsere Autor*innen berichten über Innovationen und Hintergrundwissen in ihrem jeweiligen Fachgebiet. Und das jederzeit praxisorientiert, ohne den wissenschaftlichen Background aus dem Blick zu verlieren.



Technikwissen für Ingenieur*innen – jetzt auswählen und bestellen:

T +49 6123 9238-202

E vdi-fachmedien@vuservice.de

vdi-fachmedien.de

Inlandsbruttopreise – Ausland auf Anfrage