

BWK

ENERGIE.

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

Special:
**CRM &
Vertriebs-
management**



GRÜNE GASE

Kraftwerke im Wandel:
Wasserstoff ersetzt Erdgas
als Energieträger

VERTRIEB

Proaktive Kommunikation:
Überzeugen in der
Energiekrise

PERSONAL

Moderne Zeitwirtschaft:
Arbeit der Zukunft – mobil
und flexibel

Jetzt BWK upgraden: MIT DEM E-PAPER-ABO!

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

**JETZT
ABO-UPGRADE
E-PAPER
SICHERN:
61 EUR***



IHRE E-PAPER VORTEILE:

- Downloadfunktion
- Volltext-Suche
- Lesezeichen
- mobiloptimiertes Design
- Zugriff auf das Archiv

BWK INFORMIERT SIE ÜBER:

- Entscheider*innenwissen Energie
- Wissensvorsprung neue Geschäftsmodelle
- Wegbegleiter für Beruf und Karriere

* Preis inklusive MwSt.

Sie wollen jederzeit und überall Zugriff auf BWK, das Organ der VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt und der Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V. haben, um sich praxisnah und kompetent über alle relevanten Themen der Energiebranche zu informieren?

Dann sichern Sie sich jetzt zusätzlich zu den 6 BWK Printausgaben pro Jahr auch Ihr Abo-Upgrade E-Paper: 61 EUR*. **Einfach auf e-paper.vdi-fachmedien.de/upgrade gehen und bestellen.**

Nur „Mehr“ reicht nicht, wir brauchen auch „Clever“

Der Hochlauf der E-Mobilität ist da. Dem Branchendienst EV-Market Reports zufolge waren im Juli 2022 mehr als 25 % der in Deutschland zugelassenen Kraftfahrzeuge entweder reine E-Mobile oder Plug-in-Hybride. Doch mit dem steigenden Anteil von E-Mobilen auf unseren Straßen wachsen die Anforderungen an die Ladeinfrastruktur. Zu Recht mahnt Bundeswirtschaftsminister Robert Habeck, die Ladeinfrastruktur dürfe nicht „zum Flaschenhals für den Hochlauf der Elektromobilität“ werden.

Die Bundesregierung plant, bis zum Jahr 2030 eine Million öffentliche Ladepunkte verfügbar zu machen. Die Anstrengungen sollten sich jedoch nicht nur auf die Anzahl der Ladesäulen konzentrieren, sondern auch auf Lösungen für deren effizienteren Nutzung. Ziel muss es sein, die Belegungsrate von Ladestationen zu steigern und intelligentes Laden zu fördern.

Folgende vier Ansätze für ein intelligenteres Ladesäulenmanagement sollten dabei beachtet werden:

Intelligentes Warteschlangen- und Buchungssystem: Die Suche nach Ladesäulen ist für Fahrer und Fahrerinnen von E-Fahrzeugen gleichermaßen lästig wie vertraut. Intelligente Warteschlangen- und Buchungssysteme schaffen hier Abhilfe. Mit spezieller Software lässt sich ein Ladeslot wie einen Termin zum Haarschneiden buchen oder man kann sich virtuell in Warteschlangen einreihen. Beide Ansätze gewährleisten nicht nur einen

gleichberechtigten Zugang für alle, die Auslastung der Ladepunkte wird damit deutlich erhöht.

Cleveres Sharing: Ein und dieselbe Ladestation kann so konfiguriert werden, dass sie zu bestimmten Zeiten nur für einen engen Personenkreis, zu anderen Zeiten für alle E-Fahrer und -Fahrerinnen

„Die Anstrengungen
sollten sich auch
auf Lösungen für
die effizientere
Nutzung von
Ladesäulen
konzentrieren.“

öffentlich zugänglich ist. Ein Anwendungsfall: Ein Unternehmen, das über Ladestationen verfügt, gewährt unter der Woche nur Mitarbeitenden Zugang zu seiner Infrastruktur, am Wochenende hingegen auch Externen. Die Ladepunkte werden dann als öffentliche Ladesäulen angezeigt. Dieses Konzept ist in anderen Ländern wie Dänemark bereits Standard.

Dynamisches Lademanagement: Wenn mehrere E-Autos zeitgleich geladen werden, kann die verfügbare Leistung im Netz schnell an Grenzen stoßen. Dynamisches Lastmanagement trägt dazu bei, die Netzinfrastruktur zu entlasten: Zunächst wird die verfügbare Kapazität im lokalen Stromnetz gemessen. Ist nicht genügend

Ladeleistung vorhanden – was insbesondere bei Anschlüssen in Mehrfamilienhäusern häufiger vorkommt – dann wird die Ladeleistung automatisch reduziert. Entweder werden die Fahrzeuge dann nacheinander geladen oder aber die maximale Ladeleistung wird automatisch bei allen gleichmäßig angepasst.

Eine für (fast) alle: Last but not least: Es ist nicht mehr zeitgemäß, dass Fahrer und Fahrerinnen fünf verschiedene Karten fürs Laden bereithalten müssen, nur um sich in ihrer Stadt, ihrem Landkreis, ihrer Kommune mit dem E-Fahrzeug bewegen zu können. Die Lösung, eine Art Generalschlüssel im Ladelabyrinth, gibt es bereits etwa in Form der Monta-App.

Die Technologie und die Software sind also verfügbar. In anderen Ländern wie Dänemark wird sie bereits erfolgreich angewandt. Das können wir in Deutschland auch. Wenn wir diese Ansätze nur konsequent verfolgen und in die Breite tragen, werden dadurch ganz neue Wertschöpfungspotenziale frei. Das wird dem Ausbau der Ladeinfrastruktur den dringend benötigten Schwung geben. ■

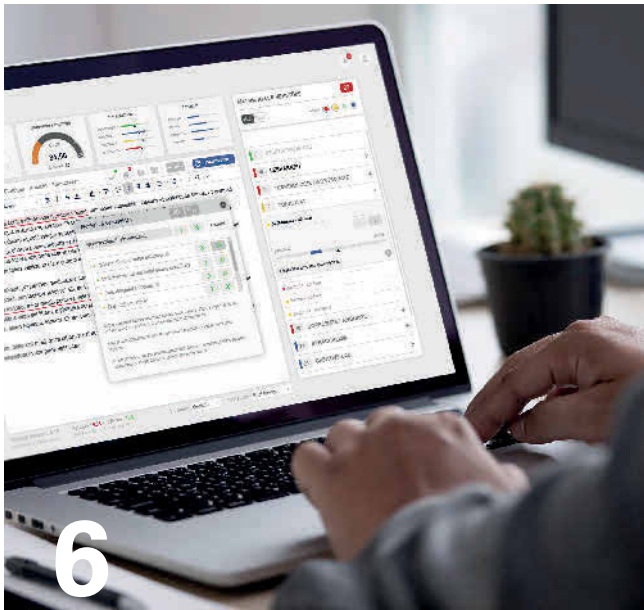


**Almir
Hajdarpasic**

Geschäftsführer der
Monta Platform GmbH

ah@monta.com

Foto: Monta



6

Anschieben so zu formulieren, dass sie zum Empfänger und zur Empfängerin durchdringen: auch für Energieunternehmen immer wichtiger. Eine leistungsstarke Textsoftware verbessert die Qualität von Anschreiben messbar. Foto: H&H Communication Lab



18

Die Zahl der zugelassenen E-Autos 2022 verdoppelte sich bezogen auf das Vorjahr auf rund 618.500. Damit diese Fahrzeuge jederzeit unkompliziert Strom „tanken“ können, bedarf es eines gut ausgebauten Netzwerks an Lade-, genauer gesagt Schnellladesäulen. Foto: Fastned

Standpunkt

- 3** Nur „Mehr“ reicht nicht, wir brauchen auch „Clever“
Almir Hajdarpasic

Special: CRM & Vertriebsmanagement

- 6** Das Vertrauen der Kundschaft durch Sprache zurückgewinnen
Optimierung von Mailings
- 8** Überzeugen in der Energiekrise
Proaktive Kundinnen- und Kundenkommunikation
- 10** Verlässliche Daten machen den Unterschied
Zeit- und kosteneffiziente Routenplanung

DigitalForum

- 12** Aktuelles
- 14** CITIZEN DEVELOPMENT
Tempo für die Energiewende
IT-Lösungen auch ohne Fachkenntnisse entwickeln
- 16** IT-SICHERHEIT
Social Engineering als Angriffsmethode
Wie Mitarbeitende unbeabsichtigt zum Risiko werden

Mobilität der Zukunft

- 18** Unabdingbar für die Mobilitätswende
Flächendeckendes Netzwerk an Schnellladeinfrastruktur
- 20** Netzdienlich mit dynamischen Ladeplänen
Intelligentes Heimladen
- 23** Rohstoffe aus alten Akkus aufbereiten
Recycling von Lithium-Ionen-Batterien

EnergieForum

- 24** Aktuelles
- 26** ENERGIEVERSORGUNG
Rückzug aus der Erdgasversorgung
Auswirkungen der Energiewende auf städtische Versorgungsnetze
- 32** PERSONAL
*Arbeit der Zukunft: mobil und flexibel
Moderne Zeitwirtschaft*
- 34** BIOGAS
Biogasanlagen als Stabilisatoren des Stromsystems?
Ergebnisse des Forschungsprojekts „Optibiosy“

40 BIOMETHAN

100 Prozent natürlich mit Biomethan
Energiekonzept bei Wala Heilmittel

42 WÄRMEERZEUGUNG

Schlüssel für eine klimaneutrale Industrie
Umstellung der Prozesswärmebereitstellung

46 GRÜNE GASE

Wasserstoff ersetzt Erdgas als Energieträger
Kraftwerke im Wandel

49 STROMNETZE

Photovoltaik und Wind für die Energiewende in Inselnetzen
Verbundvorhaben „PV-Diesel-Global“

52 ENERGIEWENDE

Ganzheitliche Neuausrichtung Energiewende mit ESG-Kriterien

Aus Forschung & Entwicklung

60 KLIMASCHUTZ

Energieeffizient und CO₂-neutral
Geschlossener Rohstoffkreislauf und mehrfaches Recycling von Batterien

**BWK**

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

**49**

Intelligente Systemlösungen mit hohen Anteilen an erneuerbarer Stromerzeugung sollen den derzeit in netzfernen Regionen eingesetzten Dieselmotoren durch umweltfreundliche Energie aus Sonne und Wind ersetzen. Foto: SMA Solar Technology

Rubriken

- 12** Impressum
- 54** Organgesellschaft
- 56** Vorschau
- 57** Aus den Unternehmen
- 59** Produkte
- 62** Literatur



In schwierigen Zeiten wie den aktuellen ist es für Energieversorger unerlässlich, das Ohr am Markt zu haben, um die Sorgen der Kundinnen und Kunden genauestens zu verstehen. Nahtlose kommunikative Abläufe sparen Zeit und Nerven. Wichtig ist es hier, Prozesse einfach und ohne Medienbrüche, ob via E-Mailing, Brief, Messenger Apps, Internetseiten oder Filialen zu gestalten.

Foto: PantherMedia/Jirsak

HOK ACTIVATED LIGNITE

AKTIVKOKS IN BESTFORM

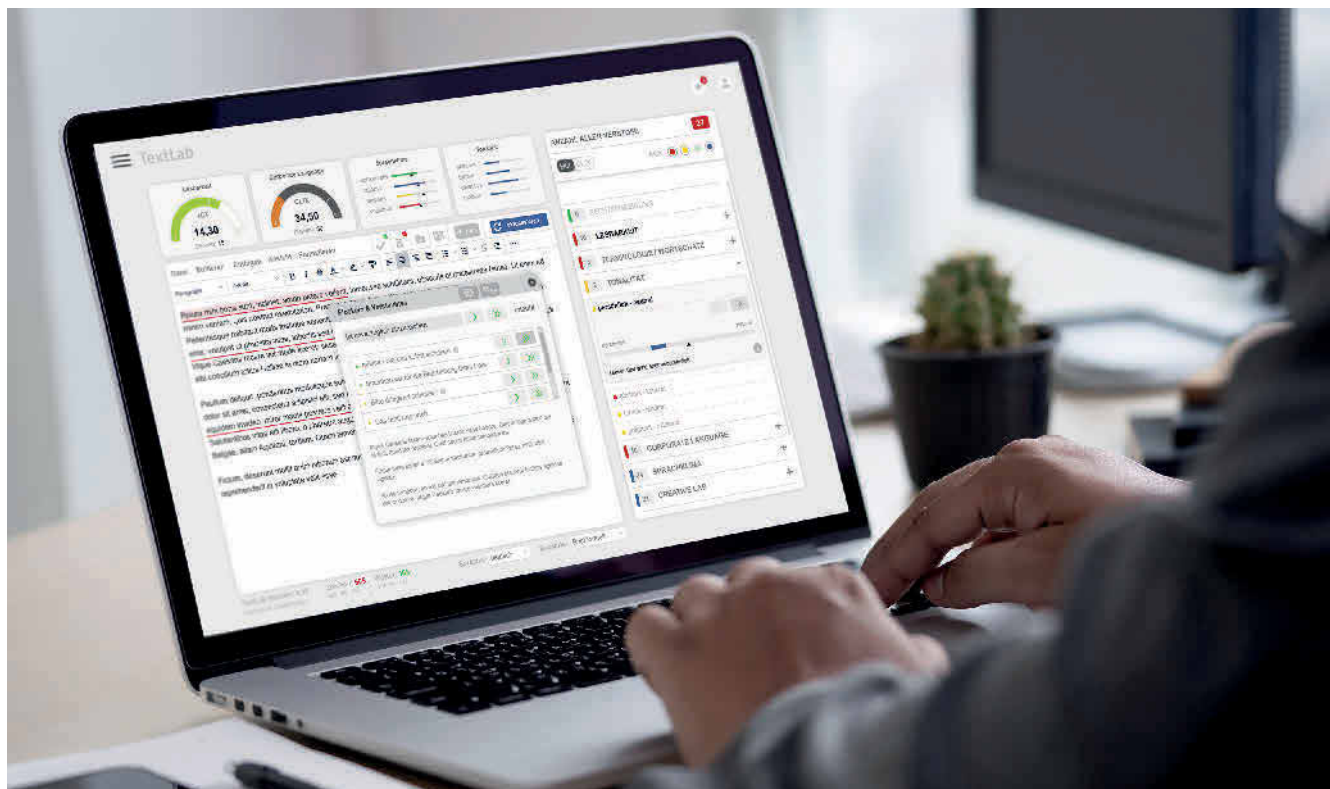
Wenn es um eine effektive Abgas- und Abwasserreinigung geht, ist Herdofenkoks HOK® das ideale Frischsorbens. Durch eine eigene Rohstoffbasis gehören wir weltweit zu den größten Produzenten von Aktivkoks. Dies garantiert Versorgungssicherheit. Die konstant hohe Qualität von HOK® gewährleistet die sichere Abscheidung emissionsrelevanter Schadstoffe.

Herdofenkoks HOK®.

**Gut für die Umwelt,
gut für's Geschäft.**

www.hok.de

RWE
GROUP



Die Software „TextLab“ optimiert mit wenigen Klicks Unternehmenstexte. Foto: H&H Communication Lab

Optimierung von Mailings

Das Vertrauen der Kundschaft durch Sprache zurückgewinnen

Die Flut an Informationen im Mailpostfach führt bei Verbraucherinnen und Verbrauchern oft dazu, Mitteilungen rasch zu löschen – nur das Wichtigste wird gelesen.

Daher gilt es für Energieunternehmen, Anschreiben so zu formulieren, dass sie zum Empfänger und zur Empfängerin durchdringen. Eine leistungsstarke Textsoftware verbessert die Qualität von Anschreiben messbar.

Nicht erst seit der massiven Preissteigerung von Strom und Gas unterliegt die Energiebranche einer ständigen Fluktuation: Da Anbieter Preis-

garantien nur für ein oder zwei Jahre ausprechen, liegt es für Kundinnen und Kunden oft nahe, im Anschluss neue Verträge abzuschließen – und das nicht zwingend beim selben Anbieter. Vergleichsportale erleichtern Verbraucherinnen und

Verbrauchern die Suche nach dem für sie günstigsten Tarif. Der Wechsel zu einem anderen Energieversorger ist inzwischen einfach wie nie.

Um Kundinnen und Kunden zu halten oder zurückzugewinnen, ist daher eine

gezielte Ansprache vonnöten. „Will ein Unternehmen seine Kommunikation auf den Prüfstand stellen, sind die entscheidenden Fragen wichtig“, weiß Oliver Haug, Geschäftsführer der H&H Communication Lab GmbH. „Geklärt werden sollte, wann ein Empfänger oder eine Empfängerin eine Information als 'wichtig' wahrnimmt und was das für die Kommunikation mit Kundinnen und Kunden bedeutet.“ Haug ist Kommunikationswissenschaftler und hat die Software „Text-Lab“ mitentwickelt, die Unternehmen bei einer modernen, kunden- und kundinnenfreundlichen und markenkonformen schriftlichen Kommunikation unterstützt.

„Bestandskundinnen und -kunden, deren Verträge bald auslaufen, anzuschreiben und ihnen ein neues Angebot zu unterbreiten, lohnt sich“, so Haug. Denn haben die Kundinnen und Kunden ein gutes Angebot im Postfach, bleiben sie erfahrungsgemäß oftmals bei ihrem Vertragspartner – den Vergleich verschiedener Anbieter sparen sie sich dann bestenfalls.

Doch damit der Vertrieb die erwünschte Response auf seine Mailings erzielen kann, müssen typische Barrieren in der Kommunikation abgebaut werden. Dazu gehören unter anderem zu lange und zu verschachtelte Sätze, viele unnötige Informationen und eine wenig emotionale Ansprache. Die Handlungsaufforderung kommt auf diese Weise bei den Leserinnen und Lesern nicht an.

Der Schlüssel zum Vertrauen ist Sprache

Die Adressierten müssen das Anschreiben aber schnell verstehen können. Das hat Konsequenzen – sowohl für den Inhalt als auch für den Aufbau des Schreibens. Der Text muss aufs Wesentliche reduziert und dabei leicht verständlich sein. Die Leserschaft sollte nach dem Durchschauen des Anschreibens keine offenen Fragen mehr haben und genau wissen, was nun zu tun oder zu lassen ist. Da viele beim Lesen zu einem Scanverhalten neigen, Texte also nur überfliegen, sollten die Briefe durch Zwischenüberschriften oder hervorgehobene Passagen gegliedert sein. Lange Sätze und komplexe Fachbegriffe ohne Erklärung sind Tabu. Auch Zahlen müssen so dargestellt werden, dass sie schnell erfasst werden können und

nicht etwa abschrecken – vor allem, wenn es um Kosten in neuen Vertragsangeboten geht. Zudem müssen Änderungen zu bestehenden Energieverträgen transparent sein. Je verständlicher Anbieter zum Beispiel Preissteigerungen erklären, desto eher gewinnen sie das Vertrauen ihrer Kundinnen und Kunden.

Die Art der Kommunikation ist gerade in einem stark umkämpften Markt wie der Energiebranche elementar: Auch wegen des hohen Preisdrucks und einiger Insolvenzen Ende des vergangenen Jahres (zum Beispiel Stromio, Neckermann Strom und Fulminant Energie) ist die Branche zunehmend auf ein vertrauensvolles Verhältnis zu ihren Kundinnen und Kunden angewiesen. „Der Schlüssel zum Vertrauen ist Sprache“, betont Haug.

Vertrauen generieren Energieversorger auch durch Nähe und Authentizität, die sich in sprachlichen Besonderheiten abbilden lassen: So können beispielsweise lokal verortete Unternehmen, ihre Kundinnen und Kunden mit einem „Moin“ oder „Grüß Gott“ ansprechen und damit Nähe und Vertrautheit aufbauen.

Mehr als doppelt so viele Vertragsabschlüsse

Um die Verständlichkeit, Tonalität und Markennähe von Unternehmenskommunikation zu messen und zu verbessern, wendet die H&H Communication Lab ein mehrstufiges sprachwissenschaftliches Verfahren an. Eine Software berechnet dabei einen Schlüsselindikator für die Verständlichkeit von Texten (Hohenheimer Verständlichkeits-Index). Auf diese Weise wurden in einem beispielhaften Projekt zur Kundinnen- und Kundenrückgewinnung eines Energieversorgers mit den optimierten Briefen mehr als doppelt so viele Verträge abgeschlossen wie mit der nicht-optimierten Variante.

Klassischerweise laufen Mailing-Kampagnen von Energieversorgern in drei Schritten ab: Formulierung durch das Marketing, Versand, Abschlüsse. Mit Unterstützung von Kommunikationsfachleuten beziehungsweise durch den Einsatz einer Textsoftware wird der Prozess zwar mehrschrittiger – aber auch erfolgreicher: Wieder verfasst zunächst das Marketing die Anschreiben, dann werden diese durch die Software analysiert, anschließend optimiert, vom Vertrieb oder Marketing ge-

nehmigt und erst dann versendet. Den Mehraufwand zur Textoptimierung konnten die Projektbeteiligten in nur zwei Tagen bewältigen. „Der Zusatzaufwand hielt sich also in Grenzen und war für die deutlich gestiegene Anzahl an Abschlüssen mehr als gerechtfertigt“, betont Haug.

An das erfolgreiche Projekt schloss sich ein zweites an: in diesem wurden Kundinnen und Kunden angeschrieben, deren Energieverträge bald ausliefen. Auch hier erzielte der durch die Software und Kommunikationsfachleute verbesserte Brief 73 % mehr Vertragsabschlüsse. „Jeder Einsatz einer Textsoftware bringt eine stetige Verbesserung beim Schreiben, da er jedes Mal ein Texttraining bedeutet“, so Haug abschließend.

Fazit

Um Kundinnen und Kunden zurückzugewinnen, sind Mailings oder Briefe ein probater Weg für Energieversorger. Voraussetzung für eine hohe Quote an neu abgeschlossenen Verträgen ist aber, dass die Texte auf Anhieb verstanden werden und die Leserschaft sich angesprochen fühlt. Um das zu gewährleisten, kann eine Textsoftware unterstützen. Diese zeigt Schwachstellen im Text auf, die die Verfasserinnen und Verfasser anschließend leicht beheben können. Die Qualität der Texte steigt messbar und die Kundinnen und Kunden sind zufriedener, weil ein sprachlich hochwertiges Mailing Fragen beantwortet und keine hinterlässt. Dadurch steigt letztlich auch das Vertrauen zum Unternehmen. Anstatt zur Konkurrenz zu wechseln, bleiben Kundinnen und Kunden beim bisherigen Energieanbieter oder kehren sogar zurück. ■

www.comlab-ulm.de



Julia Kowal

Journalistin bei der
Agentur Wordfinder
GmbH & Co. KG

kk@wordfinderpr.com

Foto: Kowal

Proaktive Kundinnen- und Kundenkommunikation

Überzeugen in der Energiekrise

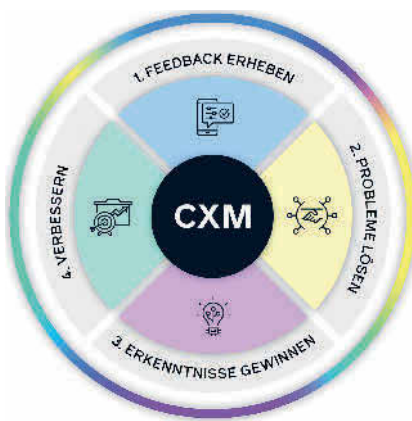
Laut Statista planen 19 % der Befragten, aufgrund gestiegener Preise den Strom- oder Gasanbieter zu wechseln. In den kommenden Monaten wird das Verhältnis von Energieversorgern zu ihren Kunden und Kundinnen auf eine harte Probe gestellt. Mehr denn je ist es nun wichtig, diese merklich ins Zentrum aller Unternehmensaktivitäten zu rücken.

Gerade in schwierigen Zeiten ist es für Versorger unerlässlich, das Ohr am Markt zu haben, um die Sorgen der Kundinnen und Kunden genauestens zu verstehen. Statt zu warten, bis diese sich melden, und zu riskieren, dass sie irgendwann in Endlos-Warteschleifen hängenbleiben, weil die Serviceabteilung komplett überfordert ist, gilt es, eine vorausschauende Strategie zu verfolgen, um Probleme frühzeitig zu erkennen und proaktiv zu lösen. Doch wie lässt sich dies am besten handhaben?

Die Einstellung der Kundinnen und Kunden dem jeweiligen Anbieter gegenüber hängt maßgeblich davon ab, wie sie dessen Produkte und Dienstleistungen wahrnehmen. Erkennt dieser deren Wünsche, orientiert er sein Handeln an drei wichtigsten Grundbedürfnissen.

Bedürfnis nach Empathie

Wertschätzenden Umgang vermitteln Versorger, wenn sie sich transparent zeigen und ihren Kundinnen und Kunden auf Augenhöhe begegnen. Dazu zählt selbstverständlich ein schneller, verständnisvoller wie persönlicher Service. Darüber hinaus können Versorger punkten, wenn sie in schwierigen Situationen zeigen, dass sie mit überraschend neuen Ideen für Kundinnen- und Kundenbindungsprogramme aufwarten, Treue belohnen und Anreize zum Sparen geben. Auch eine aktive Kommunikation aktueller Unternehmensthemen kann das Band zur Zielgruppe enger knüpfen. Warum nicht Stimmen von Fachleuten und der Kundschaft



Mit vier Handlungsfeldern das Customer Experience Management nachhaltig verbessern. Foto: moveXM | TTR Group

zu Wort kommen lassen oder Tipps zum Energiesparen über die von den Kundinnen und Kunden am liebsten genutzten Kanäle veröffentlichen? So vermittelt das Unternehmen sein Bestreben nach einem aktiven Dialog mit der Kundschaft.

Bedürfnis nach Effektivität

Nahtlose kommunikative Abläufe sparen Zeit und Nerven. Versorger sollten daher ihre Prozesse aus Kundinnen- und Kundenperspektive einfach und ohne Medienbrüche, ob via E-Mailing, Brief, Messenger Apps, Internetseiten oder Filialen gestalten. Je weniger Zeit die Suche nach Informationen, Störungsmeldungen, Tarifberatung oder der Erfassung von Zählerständen in Anspruch nimmt, desto besser. Auch ist wichtig, Erreichbarkeit über möglichst viele Kanäle gut auffindbar zu signalisieren und eine kurze Reaktionszeit sicherzustellen.

Bedürfnis nach Einfachheit

Die Kundinnen- und Kundensicht einzunehmen, heißt nutzendenfreundlich zu denken. Gerade in Phasen, in denen die Zielgruppe besonders belastet ist, lohnt es sich, die einzelnen Touchpoints genau unter die Lupe zu nehmen. Ist jede Interaktion so gestaltet, dass sie angenehm und einfach ist? Sind Abrechnungen von Fachfremden auf einen Blick zu erfassen, Webseiten grafisch ansprechend gestaltet, Briefe und E-Mails gut lesbar, Messenger Apps intuitiv zu bedienen? Könnte man über multilingualen Content für mehr Transparenz und Verständnis sorgen? Diese Fragen helfen dem Versorger, seine Leistungen weiter zu verbessern.

Die Initiative ergreifen

Kommt ein Versorger diesen Bedürfnissen nach, sendet er eine wichtige Botschaft: Die Kundinnen und Kunden stehen im Mittelpunkt seines Handelns. Diese fühlen sich wertgeschätzt und ernstgenommen. Sie realisieren, dass der Versorger um ein exzellentes Verhältnis bemüht ist. Die MVV Energie AG macht es vor und belohnt Sparen nun mit dem Gasbonus, während in der Vergangenheit eher Anbieterwechsel mit Boni beworben wurden. Doch woher wissen Unternehmen, wie sie ihre Kundinnen und Kunden „ent-ärgern“ oder sicherstellen können, dass Probleme gar nicht erst aufkommen, wenn sich für preislich attraktive Angebote in einem aus den Fugen geratenen Markt kein Raum bietet?



„Hot Alerts“ zeigen, wo es brennt – so werden gravierende Probleme schnellstmöglich erkannt.
Foto: moveXM| TTR Group



Mit automatisiertem Beschwerdemanagement lassen sich Probleme übersichtlich darstellen, frühzeitig erkennen und zeitnah lösen.
Foto: moveXM| TTR Group

Smarte Tools nutzen

Die Grundlage für kundinnen- und kundenzentrierte proaktive Handlungsstrategien bieten qualitativ hochwertige Daten. Doch deren Menge und Komplexität sind inzwischen nicht mehr manuell handhabbar. Hier greifen smarte Technologien: Customer-Experience-Management (CXM)-Lösungen etwa können dabei zentrale Aufgaben übernehmen. Denn sie greifen Feedback an allen relevanten Touchpoints und über alle Kanäle ab, in denen Kundinnen und Kunden sich äußern. Mit der Möglichkeit, offene Textformate aus Umfragen oder in den Social-Media-Kanälen auffindbare Kommentare zu analysieren, filtern Versorger die für sie wichtigsten Insights heraus.

Überdies warnen automatisierte Lösungen durch Hot-Alert-Tools frühzeitig, wo besonders große Unzufriedenheit herrscht. Außerdem integriert smartes CXM nicht nur eigens generierte Umfragen, sondern auch externe Tools, wie Google-Bewertungen. Allein durch diese Daten werden Versorger in die Lage versetzt, Probleme frühzeitig zu erkennen und sofort zu handeln. Die gewonnenen Informationen beschreiben eindrücklich die Qualität der Kommunikation zwischen Versorgern und Verbraucherinnen und Verbrauchern.

Ganzheitliche Unternehmensaufgabe

Unternehmen, die ihre Customer Experience (CX) optimieren und sich vom Wettbewerb abheben wollen, überlassen

die Lösung komplexer Probleme innerhalb der Customer Journey nicht einzelnen Abteilungen allein. Innovative Ansätze, die einen echten Mehrwert bieten, fußen vielmehr auf der multidisziplinären Zusammenarbeit im Unternehmen, die es gestattet, Produkte und Dienstleistungen zu verbessern oder neu zu gestalten. Das individuelle Kundinnen- und Kundenerlebnis ist dann so gut wie die interne Organisation, die Prozesse, die Infrastruktur und die Kultur.

Kein noch so hervorragender Kundinnen- und Kundenservice allein kann eine ganzheitlich gut durchdachte CX schaffen. Im Gegenteil: Hier müssen Marketing-, Vertriebs- und Serviceabteilungen – von der Unternehmensführung unterstützt – schlichtweg zusammenarbeiten. Gelingt Unternehmen der holistische Blick, verän-

dern sie damit zwar nicht die weltpolitische Lage. Sie haben jedoch alle Register in der Hand, die zu ziehen sich im Sinne der Kundinnen- und Kundenzufriedenheit lohnt.

Fazit: Sicher durch jede Krise

Kundinnen- und kundenzentriertes Handeln zahlt sich aus, nicht nur in Krisenzeiten. Versorgern gelingt es, ein tiefes Verständnis der Bedürfnisse ihrer Kundschaft zu etablieren, wenn sie anhand von Daten in hoher Qualität die unentdeckten Wünsche ihrer Zielgruppe identifizieren. Ihre Maßnahmen werden zum Ausdruck der eigenen Haltung, die Kundinnen und Kunden in den Mittelpunkt rückt. Denn diese wollen in erster Linie gesehen und verstanden werden.

So unangenehm Krisen auch sein mögen: Sie haben durchaus Potenzial für vertrauensbildende Maßnahmen. Hervorragendes CXM macht es möglich, sich schon jetzt und gerade heute für langfristige Kundinnen- und Kundenbindung aufzustellen.

www.movexm.com

CXM - WHITEPAPER

Weitere Informationen, warum es gerade in kritischen Zeiten lohnt, auf eine hervorragende Erfahrung der Kundinnen und Kunden zu setzen, und eine Anleitung, wie Unternehmen in vier Schritten einfach und skalierbar ihre Customer Experience verbessern, gibt das aktuelle Whitepaper „Sicher durch Krisen mit professionellem Customer Experience Management. Wie Unternehmen optimistisch auf Zukunftskurs bleiben.“ Das Whitepaper steht zum kostenfreien Download bereit.

<https://movexm.com/whitepaper-sicher-durch-krisen-mit-cxm>



Holger von Seherr-Thoss

CEO & Partner
moveXM| TTR Group

holger.seherr-thoss@
ttr-group.de

Foto: move XM| TTR Group

Zeit- und kosteneffiziente Routenplanung

Verlässliche Daten machen den Unterschied

Auf dem ambitionierten Weg hin zur Treibhausgas-Neutralität ist die digitale Transformation ein zentraler Baustein. Wo Daten digital zur Verfügung stehen, gilt es diese auch effektiv zu nutzen. Lösungen für Datenqualitätsmanagement sind dabei der Schlüssel zu datenbasierten, nachhaltigeren Energiedienstleistungen, etwa beim Thema Routenplanung.

Deutschland hat sich das Ziel gesetzt, seine Treibhausgas (THG)-Emissionen bis 2030 um 65 % zu senken und bis 2045 sogar klimaneutral zu sein.

Um diese Ziele zu realisieren, gilt es jetzt, auf allen möglichen Ebenen die Weichen zu stellen. Die Digitalisierung von Geschäftsmodellen im Energiemarkt ist ein wesentlicher Schritt hierfür. Mit ihr lassen sich etwa Automatisierungstechnologien und intelligente Datenauswertungstools kosteneffizient umsetzen.

Eine ressourcenschonende, datenbasierte Lösung für den Energiesektor ist die effiziente Routenplanung für Teams, beispielsweise im technischen Vor-Ort-Service. Sollen etwa in verschiedenen Anschlussobjekten Strom- oder Gaszähler ausgetauscht, Smart Meter installiert oder der Glasfaserausbau vorangetrieben werden, können auf Basis valider Daten nah beieinanderliegende Adressen identifiziert und die entsprechenden Service-Aufträge für die Erledigung durch ein Team zusammengefasst werden.

Sinkende Kosten und CO₂-Emissionen

Eine solche Einteilung spart zum einen Zeit, die Energiedienstleister bei gleicher



Für eine effiziente Routenplanung sind aktuelle Daten in hoher Qualität wichtig.
Foto: PantherMedia/stockwerk-fotodesign

Arbeitskraft für andere Tätigkeiten nutzen können. Außerdem sinken Kosten und CO₂-Emissionen. Durch intelligente Datennutzung lässt sich die Effizienz hier sogar bis zu zweistelligen Prozentsätzen steigern. Es erweist sich außerdem als wesentlicher Wettbewerbsvorteil, wenn nicht nur Energieversorger, sondern Unternehmen generell ein solches nachhaltiges Vorgehen nach außen kommunizieren.

Gerade in einer Zeit, in der Energiesparen oberstes Gebot ist, kommt das einer Vorbildfunktion gleich. Laut einer Studie von Descartes unter deutschen Verbrauchern und Verbraucherinnen gaben 60 % an, ökologische Erwartungen an Lieferungen nach Hause zu stellen.

Mittlerweile haben sich viele Software-Systeme für die Routenplanung etabliert. Sie sind auf valide Daten angewiesen. Sol-

che Systeme verfügen über mehrere, technische Schnittstellen zu Anwendungen wie etwa SAP, das eigene Customer Relationship Management (CRM) und Auftragsysteme. Aus diesen Schnittstellen erhält das System Input-Daten für die Planung und spielt Plan-Daten dorthin wieder zurück. Aufgrund der gegenseitigen Abhängigkeit dieser Schnittstellen ist es umso wichtiger, dass die Qualität dieser Daten stimmt.

Nur verlässliche Daten sind hilfreich

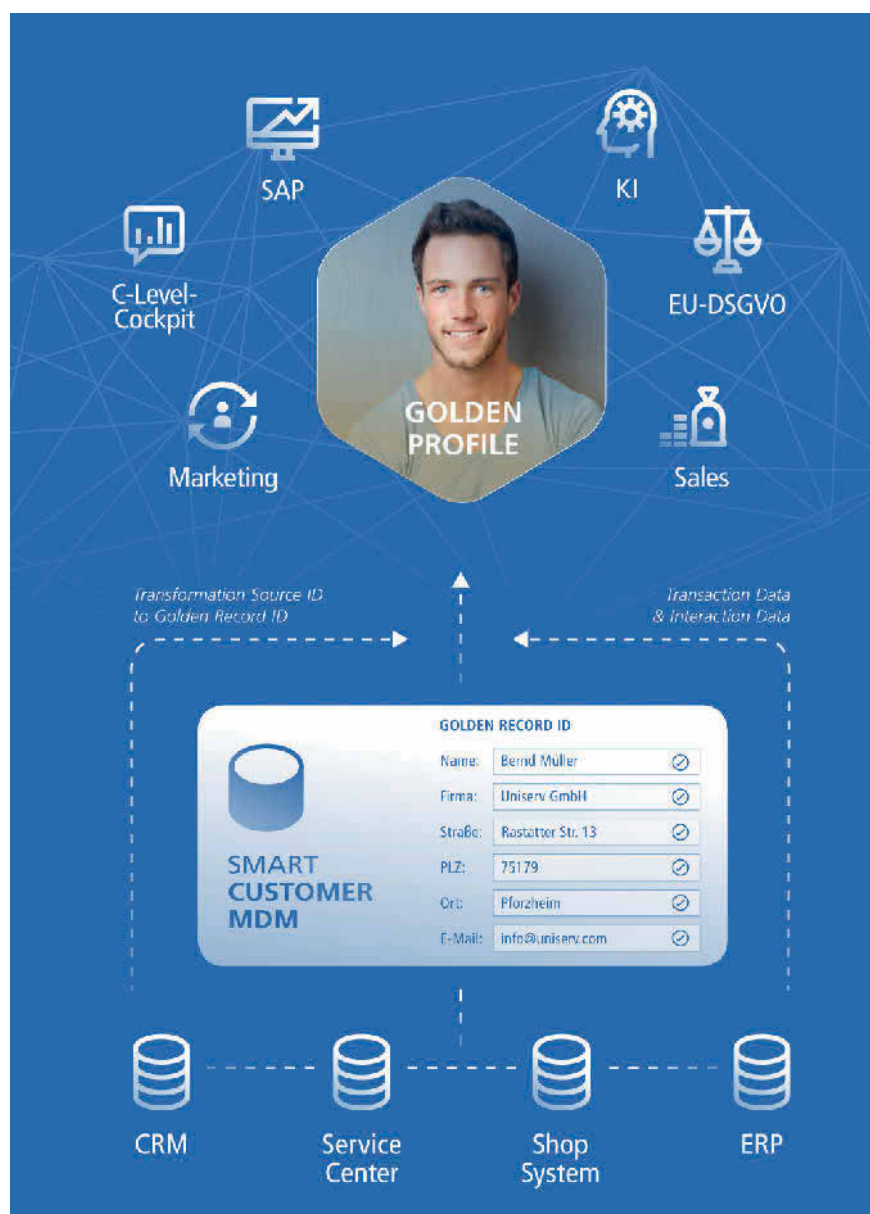
Postalische Adressen sind laut einer Uniserv-Studie 88 % der Befragten in der Energiewirtschaft „sehr wichtig“ oder „wichtig“ – doch rund 25 % haben keinen Überblick über die Menge an postalischen Adressen. Den Einsatz von Geokoordinaten als erweiterte Adressinformation sehen zudem nur 55 % als „sehr wichtig“ oder „wichtig“ an. Das ist schade, lassen sich doch damit manche Adressen, etwa auf Firmengeländen oder im freien Feld, wesentlich besser lokalisieren.

Eine wachsende Service- und Produktpalette, etwa durch Photovoltaik, Wallboxen und E-Mobilitätsangebote, vergrößern das Datenvolumen, die Komplexität nimmt zu. Informationen zum Ausbau des Glasfasernetzes beispielsweise liegen teils in lokalen Systemen von regionalen Versorgern, wie zum Beispiel Stadtwerken, vor. All diese Daten werden idealerweise in einem CRM-System gesammelt, um Kundinnen- und Kundenaktivitäten zu steuern und die Beziehung zu ihnen zu pflegen. Doch aufgrund der Vielzahl unterschiedlicher Datenquellen wird die Zusammenführung für Energiedienstleister zur Mammut-Aufgabe.

Häufig ist eine Zwischenspeicherung von Daten, etwa bei Messtellenbetreibern, Fehlerquelle für doppelte, fehlerhafte oder unvollständige Datensätze. Das Ende vom Lied: Berge aus unzusammenhängenden Daten, ohne Wissen über ihre Beschaffenheit. Ein effektives Datenmanagement ist Grundvoraussetzung für eine gute Datenqualität – und diese unerlässlich für eine ressourcenschonende Routenplanung.

Wie funktioniert es richtig?

Eine verlässliche, belastbare Datenbasis entsteht, indem zunächst aus allen in- und externen Datenquellen die Stammdaten ermittelt und zu einem ganzheitlichen



Daten aus sämtlichen relevanten Quellen schaffen eine ganzheitliche Sicht auf Kundinnen und Kunden in allen Anwendungen. Grafik: Uniserv

Profil zusammengefügt werden. Datenqualitäts-Lösungen können helfen, Daten aus in- und externen Quellen zu ermitteln und qualitätsorientiert zu verknüpfen. Anschließend bereinigen sie die Daten, indem sie beispielsweise Dubletten identifizieren, Lücken vervollständigen und Adressen validieren. Das Zwischenergebnis: Alle verfügbaren Informationen aus den Stammdaten liegen konsolidiert und zentral vor.

Nur auf Basis zuverlässiger Daten ist es dann für Unternehmen möglich, Entscheidungen zu treffen, deren Umsetzung Emissionen senkt. Sind Vor-Ort-Teams dann auch noch mit E-Fahrzeugen unterwegs, deren Strom aus erneuerbaren

Energien stammt, profitieren Unternehmen, Mitarbeitende, die Kundschaft und nicht zuletzt die Umwelt in besonderem Maß. Die Bedeutung verlässlicher Daten als Ergebnis eines konsequenten Datenqualitätsmanagements wird in diesem Zuge zunehmen. ■

Yvonne Röber



Account Managerin
und Branchenexpertin
für Energieversorgungs-
unternehmen bei der
Uniserv GmbH

yvonne.roeber@uniserv.com

Foto: Uniserv

Auxilius nimmt mehr als 10 000 Gateways in Betrieb

Das Berliner Unternehmen hat bereits knapp ein Jahr nach seiner Zertifizierung und Systeminbetriebnahme als Smart-Meter-Gateway-Administrator die Marke von 10 000 in Betrieb genommenen Gateways überschritten. Mit dem Fokus auf Performanz und Skalierbarkeit berücksichtigt man auch die Bedürfnisse von kleinen und mittleren Kunden. Unter anderem bietet die „Aux-Easy“-Schnittstelle Kunden mit wenigen Messstellen einen kostengünstigen Einstieg in das Smart Metering, da sie auf hohe Anbindungskosten verzichten und viel Eigenleistung einbringen könnten.

www.auxilius.de

IMPRESSUM

BWK ENERGIE.

ISSN 1618-193X, 74. Jahrgang 2022

Herausgeber

Verein Deutscher Ingenieure e. V., Düsseldorf

Organschaften

BWK ist offizielle Organzeitschrift der VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (VDI-GEU), der Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE) e. V., München, und des VAIS Verband für Anlagentechnik und IndustrieService e. V., Düsseldorf.

Redaktion

Michael Nallinger, freier Mitarbeiter der Red.
m.nallinger@mn-redaktion.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
bwk@vdi-fachmedien.de

Redaktionsbeirat

Prof. Dr.-Ing. Harald Bradke
Fraunhofer ISI, Karlsruhe
Dr.-Ing. Jochen Theloke
VDI-GEU, Düsseldorf
Prof. Dr.-Ing. Ulrich Wagner, FfE, München

Autorenhinweise/Veröffentlichungs-
grundlagen: www.ebwk.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

Ken Fouhy, B.Eng.

Layout

Ulrich Jöcker

Leitung Media Sales

Sarah-Madeleine Simon
Telefon: +49 211 6103-166
ssimon@vdi-fachmedien.de

Anzeigenverkauf

CrossMediaConsulting
Wolfgang Ernd GmbH
Wichmannstraße 4 - Haus 1, 22607 Hamburg
Arnd Walgenbach
Telefon: +49 40 881449-370
Fax: +49 40 881449-11
awalgenbach@cmc-web.de

Es gilt der Anzeigentarif Nr. 63
vom 1. Januar 2022.

Vertrieb und Leserservice

Leserservice VDI Fachmedien
65341 Eltville
Telefon: +49 6123 9238-202
Fax: +49 6123 9238-244
vdi-fachmedien@vuserice.de

Bezugspreise

6 Ausgaben jährlich
(1/2, 3/4, 5/6, 7/8, 9/10,
11/12 als Doppelausgaben)
Jahresabonnement: € 317,- (E-Paper 285,30)
VDI-Mitglieder: € 285,30 (E-Paper 256,77)
nur für persönliche Mitglieder
Studenten: € 139,- (E-Paper 125,-)
gegen Studienbescheinigung
Preise Inland inkl. MwSt.,
Ausland exkl. MwSt. zzgl. Versandkosten
(Inland: € 13,-, Ausland: € 33,-,
Luftpost auf Anfrage)
Einzelausgabe: € 54,- 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.

Satz

Medienpartner Mäurer GmbH
Auf dem Feldchen 14, 41849 Wassenberg

Druck

KLIEMO AG, Hütte 53, 4700 Eupen, Belgien

Copyright

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Bei-
träge und Abbildungen sind urheberrechtlich
geschützt. Jede Verwertung außerhalb der en-
gen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist
ohne Zustimmung des Verlages unzulässig
und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfäl-
tigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen
und die Einspeicherung und Verarbeitung
in elektronischen Systemen. Für unverlangt
eingesandte Manuskripte kann keine Gewähr
übernommen werden.

Weitere Informationen: www.eBWK.de

Auflage IVW-geprüft



KI im Gasnetz

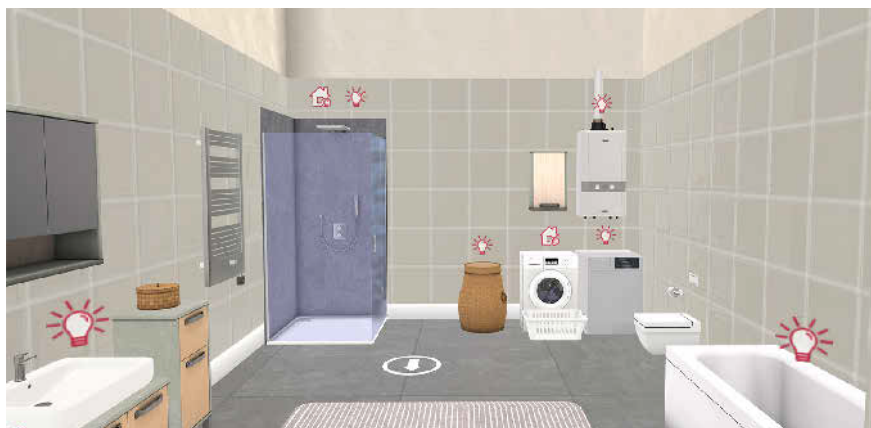
PSI Software hat im Rahmen des Forschungsauftrags des BMBF „Zivile Sicherheit – Künstliche Intelligenz in der zivilen Sicherheitsforschung II“ mit seinen Partnern den Zuwendungsbescheid für das Projekt „Industrielle Künstliche Intelligenz für Sicherheit in Gasnetzen“ (IKIGas) erhalten. Das Ziel ist die Erforschung innovativer leistungsstärker, selbstlernender Werkzeuge für Analyse, Prognose und Entscheidungsunterstützung zum Zustand von Gasnetzen. Im Vordergrund steht, das Potenzial der Gasinfrastruktur für eine sichere Rohstoff- und Energieversorgung umfassend zu nutzen und vor Bedrohungen zu schützen. Mithilfe Industrieller Künstlicher Intelligenz (IKI) sollen Anomalien schneller erkannt und geeignete Maßnahmen effizienter ermittelt werden.

www.psi.de

Intelligente Messsysteme zu neuen Ufern

Im dreijährigen Innovationsprojekt „SMGW-forwards“ investieren fünf Partnerunternehmen insgesamt knapp 10 Mio. € in zwei Reallabore, in denen der Ausbau des intelligenten Messsystems (iMSys) und neuer Anwendungen vorangetrieben werden soll. Im Fokus stehen die Weiterentwicklung des Smart Meter Gateways und der umgebenden Prozesslandschaft entlang des Stufenplans sowie deren Evaluation in der Praxis. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) fördert das von PPC geleitete Projekt mit 4,4 Mio. €. Die Arbeiten fokussieren sich auf zehn energiewirtschaftliche Anwendungsfälle (EAF) in deren Rahmen der netzdienliche Einsatz von iMSys über den aktuell schon gegebenen Funktionsumfang hinaus weiter gestärkt wird. Dabei werden im Bereich Smart Grid sowohl Anwendungsfälle zur direkten Anlagensteuerung als auch zur Steuerung über Sollwertvorgaben am Netzanschlusspunkt weiterentwickelt. Auch die Ladeinfrastruktur profitiert von den im Rahmen von EAF7 und EAF16 entwickelten Lösungen. Die im Funktionsumfang erweiterten iMSys können unter anderem zur Erfassung des Energieverbrauchs beim Ladevorgang eingesetzt werden. Dazu wird auch die Anwendungsbreite des iMSys in der klassischen Domäne „Smart und Sub Metering“ weiter ausgebaut, wobei die Erfassung von Daten aus Liegenschaften, die Bereitstellung von Informationen für Mehrwertdienste und das Themenfeld „registrierende Leistungsmessung (RLM)“ im Fokus stehen.

www.ppc-ag.de



Mit Smartphone, Tablet oder Computer lassen sich in einer virtuellen 3-D-Umgebung Energiesparmöglichkeiten spielerisch entdecken. Grafik: Trianel

Energiesparen im Metaversum

Energiesparen ist immer wichtig, aber gerade jetzt angesichts des hohen Preisniveaus an den Energiemärkten das Gebot der Stunde. Stadtwerke müssen sich auf potenzielle Energieengpässe vorbereiten und haben daher lokale Energiespar-Kampagnen ins Leben gerufen. Mit dem „Metaversum Energiesparen“ unterstützt die Stadtwerkekooperation Trianel kommunale Unternehmen bei dieser herausfordernden Aufgabe. „Der Bedarf der Stadtwerke, ihren Kundinnen und Kunden Hilfestellungen zur Energieeinsparung zu bieten, ist groß. Nicht zu Unrecht befürchten Versorger Einnahmeausfälle durch Zahlungsschwierigkeiten der Kundinnen und Kunden, die die Höhe der Kostensteigerungen unterschätzen oder schlichtweg nicht stemmen können“, erklärt Paul Jüngst, Leiter des Trendscouting bei Trianel. Beim Metaversum Energiesparen handelt es sich um eine Lösung, die es den Haushaltskundinnen und -kunden ermöglicht, mit Smartphone, Tablet oder Computer in einer virtuellen 3-D-Umgebung Energiesparmöglichkeiten spielerisch zu entdecken. Zur Realisierung des Metaversums Energiesparen wurden typische Stadtwerke-Kundinnen und -Kunden skizziert und vier verschiedene Musterwohnungen im virtuellen Raum modelliert.

www.trianel.com

KURZ NOTIERT

Energiemarkt. Die Thüga-Plusgesellschaften e.dat und E-Maks haben sich zusammengeschlossen und für die Zukunft gemeinsam aufgestellt. Das neue Unternehmen trägt den Namen providata. Die Schwerpunkte liegen in den Bereichen Billing, Forderungs- und Energiedatenmanagement, Marktkommunikation, Messservice und -technik sowie spezialisiertem Kundenservice für Energie- und Wasserversorgungsunternehmen.

www.providata.de

Enterprise Resource Planning.

In Vorbereitung auf den digitalen Plattformwechsel auf „SAP S/4HANA Utilities“ haben die Stadtwerke Düsseldorf den Rahmenvertrag an mehrere Partner neu vergeben. Natuvion ist „mit seiner digitalen Daten-Umzugsexpertise“ erneut SAP-Rahmenvertragspartner bei den Stadtwerken, berichtet der IT-Dienstleister.

www.natuvion.com/de

Geographic Information System.

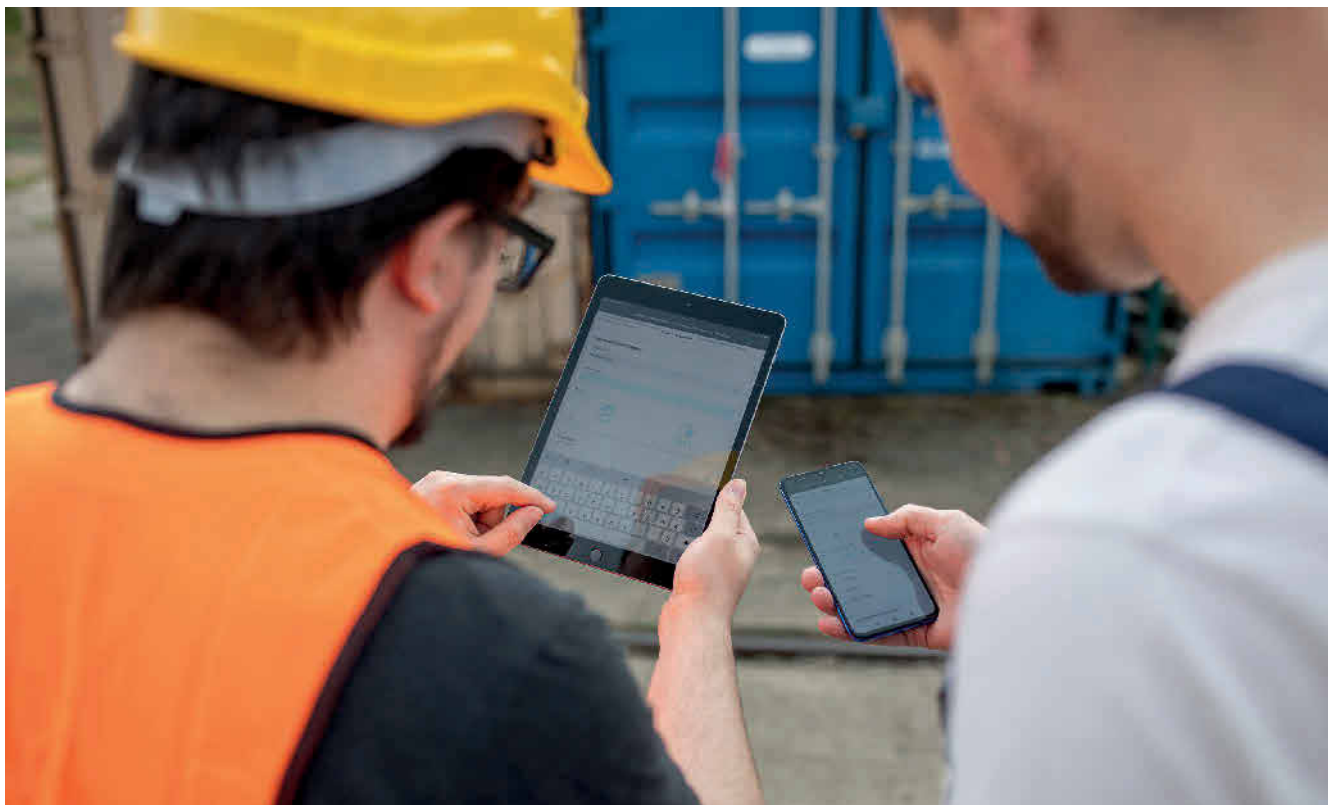
Siemens Smart Infrastructure hat die Partnerschaft mit dem Anbieter von Geographic Information System (GIS) Esri bekannt gegeben. Die Kooperation soll Netzbetreibern neue Möglichkeiten für Planung, Betrieb und Wartung von Stromnetzen eröffnen.

www.siemens.com, www.esri.de

Instandhaltung.

Der Anbieter für Ressourcen-Optimierung, die Solvares Group, erwirbt die mobileX AG aus München. Mit dem Spezialisten für Field Service Management und Instandhaltungssoftware erweitert die Gruppe ihr Angebot um Lösungen für den technischen Außendienst und die Instandhaltung. Lösungen von mobileX ermöglichen Vor-Ort-Zugriffe auf Auftragsdaten aus dem ERP-System und übermitteln Rückmeldungen direkt ins Backoffice.

www.mobilexag.de



Für Prüf- und Wartungsprozesse nutzt Bayernwerk Netz selbstgebaute Apps. Foto: smapOne

IT-Lösungen auch ohne Fachkenntnisse entwickeln

Tempo für die Energiewende

Die Energiewende bringt ein Maß an Komplexität mit sich, das unbedingt digitale Lösungen erfordert – und zwar schnell. Das Citizen Development, mit dem auch IT-Nichtfachleute Anwendungen und Apps entwickeln, kann eine solche Lösung sein. Beim Netzbetreiber Bayernwerk Netz konnten interne Prozesse damit vereinfacht und aufgewertet werden.

Die Digitalisierung lässt auch den Energiesektor nicht aus. Ganz im Gegenteil: Der Energiesektor ist auf digitale Lösungen angewiesen, um mit den rasanten Veränderungen der Energiewende mithalten zu können. Bis 2030 soll der

Anteil an erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch auf mindestens 80 % steigen. Statt einem Großerzeuger mischen also immer mehr unterschiedliche Erzeuger mit, um Strom bereitzustellen. Gleichzeitig kommen neue elektrische Verbraucher wie das E-Auto dazu. Kurz: Alles wird komplexer und schneller.

Im Energiesektor wie überall, wo es schnell gehen muss mit der Digitalisierung, ist Citizen Development ein vielversprechender Ansatz. Denn dabei sind die Mitarbeitenden nicht von den Kolleginnen und Kollegen der überlasteten IT-Abteilung abhängig, sondern können sich selbst helfen.

Zwei Ansätze: No- und Low-Code

Citizen Development ist ein Prinzip, das es möglich macht, auch absolute IT-Anfängerinnen und -Anfänger Anwendungen und Apps entwickeln zu lassen. Der Hintergrund: Es braucht immer mehr digitale Anwendungen – es gibt aber zu wenige IT-Fachkräfte, um all diese zu realisieren. Deshalb sollen oder können Mitarbeitende der Unternehmen jetzt auch selbst aktiv werden. Als Citizen Developer, also „zivile Entwicklerinnen und Entwickler“.

Im Citizen Development gibt es zwei wesentliche Ansätze: Low-Code und No-Code. Beide Ansätze werden für Unternehmen wichtiger, die schnelle, einfache, digitale Lösungen brauchen. No- und Low-Code unterscheiden sich aber in der Gruppe der Anwenderinnen und Anwender.

No-Code eignet sich am besten für ganz einfache Prozesse – alle aus dem Team können ohne IT-Kenntnisse zu Entwicklerinnen und Entwicklern werden. Low-Code ist für die schnellere Entwicklung komplexerer Anwendungen gedacht, erfordert aber zumindest Grundkenntnisse im Coding und wird daher meist von der IT-Abteilung eingesetzt.

Man kann sich diese Tools wie Baukästen vorstellen, bei denen man sich aus verschiedenen Vorlagen per Drag & Drop seine Apps zusammenbaut. Genauso funktioniert auch das Digitalisierungs-Tool „smapOne“.

No-Code statt Stift und Papier

Bayernwerk Netz setzt bereits auf No-Code und smapOne. Seit März 2019 hat Bayerns größter Netzbetreiber schon mehrere „smaps“, also selbstgebaute Apps, realisiert, um analoge Prozesse in digitale zu überführen. Ganz konkret: Prüf- und Wartungsprozesse werden nicht mehr mit Papier und Stift, sondern mithilfe der Apps durchgeführt. So kommt es nicht mehr zu unvollständigen oder unleserlichen Datensätzen, sondern zu einer schnellen, unkomplizierten Datenerfassung und einer insgesamt höheren Datenqualität.

Die Daten werden in Pflichtfeldern abgefragt, gespeichert und mit dem Absenden des Datensatzes automatisch an der richtigen Stelle abgelegt. Und nicht nur



Seit März 2019 hat Bayerns größter Netzbetreiber schon mehrere selbstgebaute Apps realisiert. Foto: smapOne

das: Die erfassten Messwerte bringen durch den automatisierten Prozess nahezu Echtzeitdaten. Kolleginnen und Kollegen können ganz aktuell sehen, welche Messgeräte bereits abgelesen wurden und welche noch geprüft werden müssen.

Mit zwei Tools zu einem End-to-End-Prozess

Bayernwerk Netz nutzt smapOne und die „Microsoft Power Platform“ in Kombination. Die No-Code-Plattform findet in betriebsnahen, einfachen Prozessen Anwendung, während die Microsoft Power Platform für die komplexen Prozesse genutzt wird – wenn beispielsweise mehrere Abteilungen involviert sind und unterschiedliche Datenquellen eingebunden werden.

Ein großer Vorteil des Einsatzes beider Lösungen ist, dass sich damit digitale End-to-End-Prozesse gestalten lassen. Durch die sinnvolle Verknüpfung der Plattformen kann jeder Prozess von der ersten Datenerfassung bis zur letzten Auswertung komplett digital abgebildet werden.

Ein weiterer Pluspunkt, neben der Zeitersparnis und der höheren Quantität wie Qualität der Daten: Auch die Kundschaft des Netzbetreibers profitiert von der digitalen Umstellung. Denn sie bekommt die Dokumentation, den Bericht oder das jährliche Wartungsprotokoll im Handumdrehen per E-Mail als PDF zugesandt. Und wie eine aktuelle Umfrage von Bitkom zur Energiewende zeigt, wünschen sich Endverbraucherinnen und -verbraucher genau das: mehr Transparenz, was ihren Stromverbrauch angeht.

Digitalisierung beginnt im Kleinen

Digitalisierung muss also nicht unbedingt hochkomplex sein und kann schon im Kleinen starten. Das ist auch genau, wofür No-Code und Low-Code da sind – für die weniger kritischen Prozessen auf Teamebene. Wie beim Beispiel Bayernwerk Netz die Prüf- und Wartungsprozesse. Daraus ergeben sich dann Möglichkeiten, das Ganze größer zu denken. Dadurch, dass im Fall von Bayernwerk Netz zum Beispiel Daten besser analysiert werden können, können neue Rückschlüsse für die Energieforschung gewonnen werden. Klein anfangen, dann größer werden, sollte also das Motto lauten.

Die Digitalisierung wird im gesamten Sektor, von der Energieerzeugung bis zum Verbrauch, eine zunehmend wichtigere Rolle spielen. Ob Citizen Development, Big Data oder Künstliche Intelligenz – am Ende zählt die Summe verschiedener digitaler Ansätze, die alle gemeinsam dabei helfen, dass der Energiemarkt sich dezentralisieren und flexibilisieren lässt. Und die Energiewende den entscheidenden Schub bekommt, den sie dringend benötigt. ■

www.smapone.com



Thomas Schwarz

Vorstand der smapOne AG

thomas.schwarz@smapone.com

Foto: smapOne



Dr. Josef Schwaiger

Consultant für digitale Technologien bei der Bayernwerk Netz GmbH

Foto: Bayernwerk Netz



Lukas Schmidt

Business Analyst für Prozessdigitalisierung bei der Bayernwerk Netz GmbH

Foto: Bayernwerk Netz



Gefahrenquelle: Externe Dienstleister haben in der Regel Zugang zu allen Räumen eines Unternehmens. Foto: PantherMedia/Elnur_

Wie Mitarbeitende unbeabsichtigt zum Risiko werden

Social Engineering als Angriffsmethode

Mit der fortschreitenden Digitalisierung, die mit der Verlagerung von Arbeitsplätzen ins Homeoffice nochmals an Fahrt aufgenommen hat, wächst die Angriffsfläche für Cyberkriminelle. Neben technischen Maßnahmen wie Firewall-Lösungen, Multi-Faktor-Authentifizierungen, Pentests, biometrischen Zugangskontrollen oder digitalen Zertifikaten müssen auch Schulungen für Mitarbeitende eingeplant werden.

Hilfsbereitschaft, Vertrauen, Gutmütigkeit, Respekt vor Autoritäten – menschliche Eigenschaften, die grundsätzlich positiv sind, die aber für negative Zwecke ausgenutzt werden können. So wie beim Social Engineering: Hier nutzen Täterin-

nen und Täter den Faktor Mensch als schwächstes Glied der Sicherheitskette, um ihre kriminelle Absicht zu verwirklichen. „Ein Unternehmen kann IT-seitig noch so gut aufgestellt sein – wenn die letzte echte Firewall, also der Mitarbeitende, den vermeintlich netten Handwerkerinnen und Handwerkern die Sicherheits-

tür offenhält und sie ungefragt und vor allem unbegleitet weiterziehen lässt, hat das Sicherheitskonzept eines Unternehmens in Gänze versagt.“

Neben Datenschutz und IT-Sicherheit müssen Unternehmen daher zunehmend auch das Thema Social Engineering mitdenken, denn mit der Manipulation von

Beschäftigten beginnt laut einer Bitkom-Studie ein Großteil der Angriffe auf Unternehmen.

Probleme aus menschlichen Schwächen

Die Angriffsmethoden, die Täterinnen und Täter beim Social Engineering nutzen, um an Kontonummern, Login-Daten, Persönlich identifizierbare Daten (PII), Zugangskarten und Personalausweise, Informationen über Computersysteme oder Server- und Netzwerkinformationen zu gelangen, sind vielseitig. Nicht selten wählen Angreiferinnen und Angreifer den direkten, persönlichen Zutritt ins anvisierte Unternehmen.

In Versorgungsunternehmen gehen täglich tausende Menschen ein und aus. Mitarbeitende, Besucherinnen und Besucher und – nicht zu vergessen – auch externe Dienstleister. Eine Reinigungsfirma hat beispielsweise in der Regel Zugang zu allen Räumen eines Unternehmens. Was wäre, wenn ein vermeintlicher Mitarbeiter oder eine vermeintliche Mitarbeiterin der Reinigungsfirma nach Ende der Bürozeiten mit einem mitgebrachten USB-Stick durch sämtliche Räumlichkeiten geht? Wie viele Datensätze hätte er oder sie am Ende des Tages aus dem Unternehmen mitgenommen? Genug, um das Unternehmen erpressen und ihm schaden zu können.

Gezielt persönliche Informationen sammeln

Auch „Spear Phishing“ gehört zu den Methoden, die häufig eingesetzt werden, um an sensible Daten zu gelangen. Anders als beim Phishing, bei dem betrügerische E-Mails an eine breite Masse versendet werden, recherchieren und sammeln Angreiferinnen und Angreifer beim Spear Phishing im Vorfeld persönliche Informationen zu einzelnen Mitarbeitenden eines Unternehmens.

Somit können entsprechende E-Mails viel gezielter und für die Empfängerinnen und Empfänger relevanter gestaltet werden. Wenn als Absender beispielsweise das Restaurant angegeben ist, in dem man mit seinen Kolleginnen und Kollegen jeden Dienstag zu Mittag isst, ist so eine E-Mail doch gleich sehr viel vertrauenswürdiger. Als Informationsquellen dienen Angreiferinnen und Angreifer dabei nicht zuletzt Netzwerke wie

LinkedIn, Facebook, Instagram oder Xing.

Auch täuschend echte E-Mails der eigenen Führungskraft, die zum Beispiel um eine Überweisung im Rahmen einer Transaktion bittet, gehören zu den gängigen Social-Engineering-Methoden. Solche E-Mails sind in der Regel dringend, streng vertraulich und ohne Möglichkeit der Rücküberprüfung, da die Führungskraft ausgerechnet in diesem Moment auf einer wichtigen Konferenz und damit nicht erreichbar ist.

Fingierte Anrufe aus der IT-Abteilung

Social-Engineering-Angriffe können ebenso als fingierte Anrufe (Vishing) aus der angeblichen IT-Abteilung stattfinden, die aus Sicherheitsgründen den aktuellen Status der Firewall eines Arbeitsplatzes abfragt oder um Zugangsinformationen zu IT-Systemen bittet: „Gehen Sie doch mal bitte kurz in Ihre Sicherheitseinstellungen und sagen mir, ob da ein grünes oder rotes Lämpchen leuchtet.“

Und auch über manipulierte Steckdosen mit Abhörfunktion in Meetingräumen, die vermeintliche Elektrikerinnen und Elektriker mit gefälschten Zutrittsausweisen im Handumdrehen installieren können, oder über den Druckerspeicher im Großraum-Büro lassen sich heute problemlos sensible Daten sammeln.

Kritis-Betreiber besonders bedroht

Die Auswirkungen von Social-Engineering-Angriffen auf ein Unternehmen können immens sein. Sie können die Reputation schädigen, berufliche und geschäftliche Beziehungen beeinträchtigen und das Vertrauen sowie die Bindung der Kundschaft mindern. Darüber hinaus können Social-Engineering-Angriffe zu schweren finanziellen Verlusten, einer verminderten Unternehmensproduktivität oder im schlimmsten Fall sogar zu Betriebsausfällen führen. Gerade für Betreiber Kritischer Infrastrukturen (Kritis) können solche Ausfälle katastrophale Folgen haben, was sie für Kriminelle besonders erpressbar macht.

Wie viel Lösegeld würde ein energieerzeugendes Unternehmen zahlen, um einen Blackout zu verhindern? Ganz sicher mehr als Unternehmen anderer Branchen, denn Versorgungsunternehmen zählen zu

den Unternehmen, die sich am wenigsten einen Produktions- beziehungsweise Betriebsausfall leisten können. Die extrem hohe Erpressbarkeit ist damit mindestens genauso fatal wie das hohe Schadpotenzial auf technologischer Seite.

Wie Mitarbeitende nicht zum Risiko werden

Umso wichtiger ist es zu wissen, wie Social Engineering erkannt, verhindert und bekämpft werden kann. Die Implementierung einer guten Kontrolle ein- und ausgehender Daten kann dabei helfen, den Datenverkehr auf verdächtige Aktivitäten, ungewöhnliche Domains und E-Mails sowie massive Bewegungen vertraulicher Daten zu überwachen. Um Social-Engineering-Angriffen vorzubeugen beziehungsweise sie abzuwehren sind in besonderem Maße aber auch alle Beschäftigten eines Unternehmens gefragt.

Schulungen und Sensibilisierungen helfen dabei, dass Mitarbeitende ein Gespür für potenzielle Gefahren bekommen und Maßnahmen ergreifen können, um sie idealerweise zu vermeiden. Ein verantwortungsvoller Umgang mit sozialen Netzwerken ist beispielsweise ein erster Schritt. Denn gerade hier ist gut zu überlegen, welche persönlichen Informationen preisgegeben werden können, ohne dass sie von Kriminellen gesammelt und für Täuschungsversuche missbraucht werden. Dazu ist es wichtig, in privaten und beruflichen sozialen Netzwerken keinerlei vertrauliche Informationen über seinen Arbeitgeber sowie seine Arbeit bekanntzugeben.

Gerade in der heutigen Zeit kommt es darauf an, aufmerksam zu sein und umsichtig zu handeln. Eine gesunde Portion Skepsis und das Selbstvertrauen, Dinge oder Menschen zu hinterfragen, kann ebenfalls schützen. ■

Carsten Maßloff

Gründer und Geschäftsführer der Brandeis Digital GmbH

Carsten.Massloff@brandeis.digital

Foto: Brandeis Digital





Der „Ladepark West“ in Bochum ist mit zehn 300-kW-Schnellladepunkten einer der größten des Ruhrgebiets. Fastned eröffnete ihn Anfang September dieses Jahres. Foto: Fastned

Flächendeckendes Netzwerk an Schnellladeinfrastruktur

Unabdingbar für die Mobilitätswende

Damit Deutschland bis 2050 klimaneutral werden kann, muss vor allem der Verkehrssektor neu ausgerichtet werden. Ein Teil der Gesellschaft hat das bereits erkannt, verdoppelte sich doch die Zahl der zugelassenen E-Autos 2022 bezogen auf das Vorjahr auf rund 618 500.

Damit diese Fahrzeuge jederzeit unkompliziert Strom „tanken“ können, bedarf es eines gut ausgebauten Netzwerks an Lade-, genauer gesagt Schnellladesäulen.



Die handelsübliche Haushaltsbatterie und die Batterie im Elektro-Auto eint: Beide benötigen zum Aufladen Gleichstrom (DC). Da aus der Steckdose jedoch Wechselstrom (AC) fließt, muss der Strom zuvor umgewandelt werden. Nahezu jedes E-Auto verfügt aus diesem Grund über einen integrierten Wandler von AC auf DC. Um Kosten und Platz zu sparen, setzen Autohersteller ab Werk auf kleine und weniger leistungsstarke Wandler, auch wenn es, um wirklich schnell Strom laden und in Gleichstrom tauschen zu können, deutlich größerer und schwererer bedürfen würde.

Warum die Hersteller die Fahrzeuge nicht von Beginn an ausreichend ausrüsten, liegt auf der Hand: Der Preis des Fahrzeugs wäre zu hoch. Damit trotzdem schnell Strom auch in günstigere E-Autos fließen kann, übernimmt den Umwandlungsprozess beim schnellen Laden eine externe Schnellladesäule.

Zum Vergleich: Ein Wallbox-Anschluss mit Wechselstrom liefert bis zu 11 kW, eine Schnellladesäule bringt es auf durchschnittlich 150 kW – die Ladegeschwindigkeit ist also etwa vierzehnmal höher. Die Grenze des Schnellladens ist bei 150 kW zudem noch lange nicht erreicht. So können moderne Säulen bis zu 350 kW liefern und 1-MW-Ladesäulen für Lkw und Busse werden bald auf den Markt kommen.

Ladevorgang zwischen 5 und 80 Prozent Akkustand am effizientesten

An einer Schnellladestation mit 150 kW Ladeleistung kann ein E-Auto 50 kWh Batteriekapazität in 20 Minuten laden. Die Ladegeschwindigkeit hängt jedoch nicht nur von der Leistung der Säule, sondern auch vom jeweiligen Fahrzeug ab.

Größere Akkupakete können schneller geladen werden. So lädt der Tesla „Modell S“ mit 100 kWh Akkukapazität deutlich schneller als der BMW „i3“ mit 21 kWh. Zwischen 5 und 80 % Ladestand laden E-Autos am effizientesten. Danach fällt die Ladekurve rapide ab, egal um welches Modell es sich handelt. Das Battery Management System (BMS), die Schnittstelle zwischen Ladesäule und Batterie, regelt

die Energiezufuhr, um Überhitzung und Verschleiß der Batterie zu verhindern.

Apropos Überhitzung: Die Wohlfühltemperatur einer Batterie liegt zwischen 20 und 35 °C. Fällt die Temperatur darunter oder steigt darüber, drosselt das BMS die Energiezufuhr automatisch. Fahrzeuge mit integrierten Kühl- und Heizsystemen, wie der VW „ID.3“, sind hier klar im Vorteil, aber auch dementprechend hochpreisiger.

Schnellladen schadet der Batterie nicht

Die Batterie eines E-Autos besteht aus vielen einzelnen Zellen. In einem Tesla Modell S mit 85 kWh Akkukapazität sind 7104 davon verbaut. Im Durchschnitt werden die Zellen zu etwa 90 % ihrer Kapazität genutzt, die restlichen 10 % dienen als Reserve. Die Akkulaufzeit ist von unterschiedlichen Faktoren abhängig. So beeinflussen Außentemperatur, Alter und Größe des Akkupakets und die Anzahl der durchlaufenen Ladezyklen die tatsächliche Akkulaufzeit.

Ob und wie oft moderne Batterien an einer Schnellladesäule geladen werden, hat jedoch nur einen sehr begrenzten Einfluss auf die Leistung der Batterie. Die meisten Batterien werden aktiv gekühlt, was die negativen Auswirkungen der während des Schnellladevorgangs entstehenden Wärme erheblich reduziert. Außerdem wird eine Batterie beim Schnellladen in der Regel bis etwa 80 % und nicht vollständig aufgeladen. Das ist deshalb von Bedeutung, da die Elektroden eines Lithium-Ionen-Akkus nur bei einer vollständigen Auf- oder Entladung wirklich signifikant belastet werden.

Der immer wieder angeführte Kritikpunkt, dass Schnellladen der Batterie schade, wurde unter anderem in den Ergebnissen einer Studie [1] entkräftet. Als Faustregel gilt, dass größere Batterien mit höheren Ladekapazitäten grundsätzlich länger halten als kleinere, da sie weniger Ladezyklen durchlaufen.

Flächendeckendes Netzwerk an Schnellladeinfrastruktur vonnöten

Bleibt man beim Beispiel des Ladens von 50 kWh Akkukapazität in 20 Minuten an einer 150-kW-Schnellladesäule, könnte damit, vorausgesetzt es wird konstant mit der gleichen Geschwindigkeit

geladen, bei normaler Fahrweise eine Strecke von 250 km zurückgelegt werden. Über die letzten fünf Jahre lag die durchschnittliche Ladedauer relativ konstant bei 20 Minuten. Eine Schnellladesäule wird also in einer Stunde im Durchschnitt von zwei bis drei E-Autos angefahren. Die langsamere AC-Säule lädt im Schnitt zwei E-Autos in 24 h, eines am Tag und eines in der Nacht.

Auch hier sieht man: Öffentliche AC-Lader und Wallboxen können als Ergänzung dienen – für eine verlässliche Infrastruktur, die den Hochlauf der E-Mobilität ermöglichen kann, bedarf es allerdings eines flächendeckenden Netzwerks an Schnellladestationen. Hierbei sollte besonders auf skalierbare und weit hin sichtbare Schnellladeinfrastruktur Wert gelegt werden. Bei Bedarf muss schnell nachgerüstet werden können, und Sichtbarkeit erhöht die Akzeptanz in der Bevölkerung. Die Bundesregierung hat mit der Ausschreibung zum Deutschlandnetz einen Schritt in die richtige Richtung gemacht.

Bis Ende 2023 sollen 1000 Schnellladestationen in Deutschland entstehen – die Lade-Anbieter benötigen nun attraktive Grundstücke, auf denen sich diese Infrastruktur der Zukunft umsetzen lässt. Ein ausreichendes Angebot von barrierefreien und unkompliziert erreichbaren Schnelllademöglichkeiten ist ein wichtiger Bestandteil dessen, dass E-Mobilität in der Breite der Gesellschaft Fuß fassen kann. Nur so kann für jede und jeden die Freiheit zum Fahren ermöglicht, die Verkehrswende vorangetrieben und als übergeordnetes Ziel der Klimawandel verlangsamt werden. ■

www.fastnedcharging.com/de

Literatur

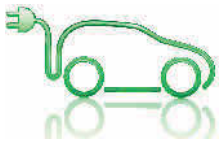
- [1] Shirk, M.; Wishart, J.: Effects of Electric Vehicle Fast Charging on Battery Life and Vehicle Performance. SAE Technical Paper 2015-01-1190, SAE World Congress & Exhibition, 2015, <https://doi.org/10.4271/2015-01-1190>.



Roland van der Put

Head of Charging Technology bei Fastned B. V.

Foto: Fastned



Eine vernetzte Ladelösung sammelt Informationen über den Energieverbrauch im Smart Home und Hinweise zu kostengünstigen Stromtarifen. Foto: eSystems MTG

Intelligentes Heimpladen

Netzdienlich mit dynamischen Ladeplänen

In Großbritannien sollen private Ladestationen zukünftig nur noch zu bestimmten Zeiten genutzt werden, um eine Überlastung der Stromnetze zu verhindern.

Ähnliche Maßnahmen könnten auch in Deutschland drohen. Eine neuartige intelligente AC-Ladeinfrastruktur berücksichtigt die aktuelle Netzbelastung, den Verbrauch weiterer Großverbraucher im Haus oder den selbst produzierten Strom.

Die Bundesregierung will die Elektromobilität kräftig vorantreiben. Laut Koalitionsvertrag soll es in Deutschland bis 2030 15 Millionen vollelektrische Pkw auf den Straßen geben. Das sind fünf Millionen mehr, als im optimistischsten Szenario der vorherigen Koalition. Diese Entwicklung erfordert nicht nur einen massiven Ausbau öffentlicher Ladestationen. Es werden auch völlig neue Konzepte für das Laden zu

Hause benötigt. Denn wenn viele E-Autos gleichzeitig geladen werden, kommen die Stromnetze in ihrer jetzigen Ausbaustufe an ihre Überlastungsgrenze. Es droht ein Blackout. In Deutschland gibt es zwar (noch) keine Ladeverbote; Ladepunkte mit einer Ladeleistung über 11 kW müssen jedoch vom Netzbetreiber genehmigt werden. Wenn der Netzbetreiber um die Stabilität seines Netzes fürchtet, darf er den Antrag ablehnen. Noch eine weitere Möglichkeit hat er, um sein Netz zu schützen: Er darf den

Ladevorgang steuern, wenn das Netz überlastet ist und der Anschlussbesitzer/die Anschlussbesitzerin im Gegenzug vergünstigte Strompreise erhält. So regelt es § 14 a des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG). Das Problem: Mit der derzeit gängigen Rundsteuertechnik ist nur ein „An“ oder „Aus“ möglich. Bei „Aus“ wird der Ladevorgang vollständig unterbrochen. Eine Debatte um sogenannte Zwangs-Ladepausen ist bereits entbrannt. Nur intelligent vernetzte Ladetechnologien führen hier weiter.

**BWK**

Mobilität der Zukunft

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



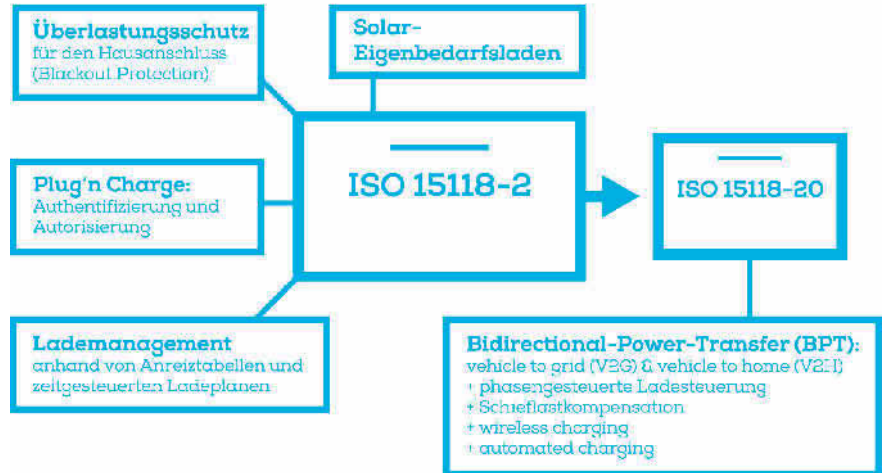
Eigenstrom optimal nutzen, Netzbezug netzdienlich gestalten

Wenn das Laden von E-Autos verträglich für Stromnetze und Verbraucherinnen und Verbraucher werden soll, muss der Ladevorgang flexibler justierbar werden. Hinzu kommt: Viele E-Auto-Besitzerinnen und -Besitzer verfügen über eine Photovoltaik (PV)-Anlage. Sie wollen, dass ihr E-Auto bevorzugt mit diesem Strom geladen wird und nur der zusätzlich benötigte Strombedarf aus dem Netz kommt. Beides ist nur möglich mit intelligenten Ladesystemen, deren Grundlage ein dynamischer Ladeplan ist. Das intelligente Laden von E-Autos auf Basis von dynamischen Ladeplänen ist netzdienlich und zielgruppenfreundlich zugleich. Die bevorzugte Nutzung von Eigenstrom macht das Laden zudem besonders ökologisch und noch kostengünstiger.

Ein dynamischer Ladeplan berücksichtigt die aktuelle Belastung des Netzes, den Verbrauch weiterer Großverbraucher im Haus, das Angebot variabler Stromtarife

Smart-Charging-Communication (SCC)

Sichere Kommunikation zwischen Ladesystem und E-Auto



Die ISO 15118 legt die Basis für ein netz- und zielgruppenfreundliches Laden von E-Autos.

Grafik: eSystems MTG

und die Menge an selbst produziertem Strom aus der PV-Anlage. Aus diesen Informationen berechnen das Heim-Energiemanagement-System, das Ladesystem

und das E-Auto gemeinsam, wie das Auto geladen werden muss, um das Netz nicht zu überlasten und die Batterie dennoch zum gewünschten Zeitpunkt vollzuladen.

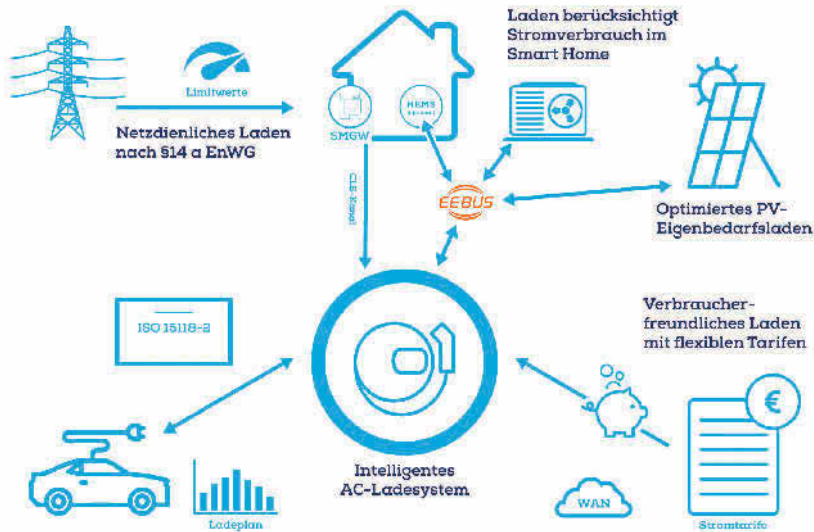
GSK
STOCKMANN

Alles dreht sich um
Energie und Versorgung.
Mit uns bekommen Sie
die Kurve Richtung Zukunft.



YOUR PERSPECTIVE.
GSK.DE | GSK-LUX.COM

SÖREN WOLKENHAUER, RECHTSANWALT



Vollvernetzte Ladesysteme ermöglichen die Nutzung von Photovoltaik (PV)-Eigenstrom und tarifliches Laden (SMGW=Smart Meter Gateway; HEMS=Heim-Energiemanagement-System). Grafik: eSystems MTG

ISO 15118: Basis für vertrauenswürdige Kommunikation

Voraussetzung für das Erstellen eines dynamischen Ladeplans ist die Kommunikation zwischen E-Auto und Ladesystem. Dafür gibt es bereits eine Norm: Die ISO 15118. Sie ermöglicht es, dass E-Auto und Ladestation sich gegenseitig erkennen und verschlüsselt miteinander kommunizieren können. Was die wenigsten wissen: Das als „Plug & Charge“ bekannte Kernfeature der ISO 15118 bietet deutlich mehr, als das Autorisieren und die Abrechnung des Ladevorgangs. Die ISO 15118 legt die Basis für eine vertrauenswürdige, verschlüsselte Kommunikation zwischen Auto und Ladestation und ermöglicht damit auch den Austausch von intelligenten Ladeplänen.

Während an öffentlichen Ladesäulen die Aspekte „Autorisierung“, „Authentifizierung“ und „Abrechnung“ zentral sind, liegt der Mehrwert von Plug & Charge beim privaten Ladevorgang beim Lademanagement – in der Norm als „load control“ bezeichnet. Nur wenn man auch diese Funktion umsetzt, macht man den Weg frei für ein intelligentes Laden.

Volles Programm beim intelligenten Laden

Die eSystems MTG GmbH hat diese Load-control-Funktion der ISO 15118 in einer AC-Ladeinfrastruktur realisiert. Das Unternehmen gehört zu dem börsennotierten Elektronikunternehmen Katek Group.

Gemeinsam mit Porsche hat eSystems für den „Taycan“ von Porsche und den „etron“ von Audi auf Basis der ISO 15118 eine Ladeinfrastruktur entwickelt, die das volle Programm des intelligenten Ladens ermöglicht: Nutzung von PV-Eigenstrom, tarifliches Laden und das Erstellen von Ladeplänen, die die Belastung des Haus- und Netzanschlusses berücksichtigen. Dieses mobile Ladekabel („In Cable Circuit Protection Device“, kurz ICCPD) wird als Serienausstattung mit den Fahrzeugen in über 130 Ländern weltweit ausgeliefert.

Kostengünstige Stromtarife nutzen

Ein intelligentes Ladesystem sammelt und verarbeitet verschiedenste Informationen: Solche über den Energieverbrauch im Smart Home, die 24-Stunden-Prognose eines Netzbetreibers zur Einspeisung der erneuerbaren Energien oder Hinweise zu kostengünstigen dynamischen Stromtarifen vom Energieversorger. Die Informationen fließen ein in eine sogenannte Anreiztabelle für ein zeitversetztes Laden. Mithilfe dieser Tabelle kann das Auto den dynamischen Ladeplan berechnen.

Mit einem intelligenten Ladevorgang ist auch der Weg frei für ein netzdienliches Steuern von Verbrauchseinrichtungen nach §14 a des EnWG, ohne dass Verbraucherinnen und Verbraucher dadurch Nachteile beim Laden haben. Gleichzeitig können sie die Preisvorteile aus den Entschädigungen nutzen. Der

Netzbetreiber übermittelt dazu über einen Kommunikationskanal („Controllable Local System“, kurz CLS) sogenannte Limit-Werte für seine Netzlast über ein Smart Meter Gateway an die Wallbox oder ein Haus-Energiemanagement-System (HEMS). Mit der Lösung von eSystems lässt sich ein HEMS für das netzdienliche Laden einsparen. Die Leistungsbegrenzungen werden an das Fahrzeug weitergegeben und im Ladeplan berücksichtigt. Durch ein intelligentes Justieren des Ladevorgangs wird das Netz nicht überlastet.

Smart Home mit EEBus anbinden

Für die Anbindung von Smart-Home-Anwendungen wird ein weiterer Kommunikationsstandard benötigt: Das EEBus-Protokoll. Die PV-Anlage kann einer intelligenten Ladelösung oder einem HEMS mithilfe von EEBus mitteilen, wieviel Sonnenstrom aktuell zur Verfügung steht. Das E-Fahrzeug erstellt auf dieser Grundlage zusammen mit der Ladeinfrastruktur einen Ladeplan, der steuert, ob und wieviel Strom aus dem Netz hinzugefügt werden muss oder nicht.

Zukünftig werden auch weitere intelligente Funktionen beim Laden möglich sein. Dazu wird die ISO 15118 derzeit weiter angepasst. E-Autos sollen beispielsweise als Pufferspeicher dienen, wenn zu viel Strom im Netz ist. Dann nehmen sie diesen auf, um ihn zu einem späteren Zeitpunkt wieder an das Netz abzugeben. Für ein solches Vehicle-to-grid-Konzept hat eSystems bereits die Vorstufe implementiert. Man steht bereit für die Umsetzung weiterer Features der aktualisierten ISO 15118-20. ■

www.esystems-mtg.de



Jochen Paukert

Geschäftsführer bei der eSystems MTG GmbH

Foto: eSystems MTG



Alexander Bourgett

Leiter Software-Entwicklung bei der eSystems MTG GmbH

Foto: eSystems MTG



Recycling von Lithium-Ionen-Batterien

Rohstoffe aus alten Akkus aufbereiten

Heutige Recyclingverfahren gewinnen nur einige Metalle zurück, Lithium geht dabei teilweise verloren, Graphit sogar vollständig. Im Projekt „RecycleMat“ hat das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung BadenWürttemberg (ZSW) einen Recyclingprozess entwickelt, durch den Aktivmaterialien aus gebrauchten Lithium-Ionen (Li-Ion)-Batterien wiederaufbereitet und direkt in neuen Batterien eingesetzt werden können.



Das „RecycleMat“-Team des ZSW hat mit den reaktivierten Anoden- und Kathodenmaterialien Pouchzellen gebaut und eine LED-Lichterkette betrieben. Foto: ZSW/M. Duckek

Im Entwicklungsprojekt „Kathoden- und Anodenmaterialien aus recycelten Lithium-Ionen-Batterien (RecycleMat)“, das vom badenwürttembergischen Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus seit August 2020 mit 870 000 € finanziert wurde, hat das ZSW ein ressourcenschonendes Verfahren entwickelt, um die Aktivmaterialien von Kathode, dem Plus-Pol der Batterie, und Anode, dem Minus-Pol, aus gebrauchten oder defekten Batterieelektroden mechanisch zu trennen, zu reinigen und über eine Wärmebehandlung zu neuwertigen Pulvern aufzubereiten.

„Das neue Recyclingverfahren ermöglicht es, ausrangierte Batterieelektroden mit einer Kathodenstruktur aus den heute gängigen Lithium-Nickel-Mangan-Kobalt-Oxiden und einer Anode aus Graphit zu reaktivieren und dann direkt in neuen Zellen einzusetzen“, erklärt Dr. Marilena Mancini, wissenschaftliche Leiterin des Projekts. „Im Gegensatz zu herkömmlichen Verfahren werden die Aktivmaterialien bei dem neuen Prozess als solche erhalten und nach Wiederherstellung der ursprünglichen Funktionalität direkt in neuen Batterien wiederverwendet.“

Recycling von Kathoden- und Anodenmassen

Im Rahmen des Projekts mussten insbesondere für das Recycling des Graphits aus dem Minuspol der Batterie neue Ansätze und Verfahren entwickelt werden, da Graphit heute typischerweise nicht recycelt, sondern meistens einfach verbrannt wird. Die Lösung des Problems war eine komplexe Temperaturbehandlung, die sowohl die Oberfläche der Partikel von Verunreinigungen befreit als auch die kristalline Materialstruktur wiederherstellt. Das derart nachbehandelte Graphitpulver verfügt über 95 % des spezifischen Energieinhalts des Ausgangsmaterials und kann direkt wieder in neuen Batterien verbaut werden.

Aktuelle Recyclingprozesse konzentrieren sich auf die Kathodenmassen im Pluspol der Batterie, da sie unter anderem teure Metalle wie Nickel, Mangan, Kobalt (NMC) und Lithium enthalten. Im Verlauf des Prozesses werden diese Kathodenmaterialien komplett in Säure aufgelöst und dann Schritt für Schritt wieder in Batterierohstoffe umgewandelt werden. Diese Recyclingverfahren verbrauchen jedoch viel Energie und erfordern idealerweise die Nähe zu einem Chemiestandort.

Das ZSW-Verfahren für das Recycling von Kathodenmaterialien entspricht im Wesentlichen dem des Graphits und vermeidet somit eben diese energieintensiven chemischen Schritte. Nach nur zwei relativ einfachen Prozessschritten können die Kathodenmaterialien direkt wieder in neuen Batterien eingesetzt werden und zeigen ebenfalls deutlich mehr als 90 % ihrer ursprünglichen Kapazität.

Metalle rückgewinnen rechnet sich

Obwohl Li-Ion-Batterien keine Edelmetalle enthalten, sind die eingesetzten Materialien viel zu wertvoll, um nicht wiederverwertet zu werden: Es sind die großen Mengen an Metallen wie Kupfer, Nickel, Kobalt, Aluminium und das Lithium, die das Batterierecycling bereits aufgrund ihrer Metallwerte wirtschaftlich und lukrativ machen: So enthält 1 t nickelhaltiges Gestein aus einer Nickelmine nur rund 20 kg Nickel. In einer Batterie, wie sie etwa für einen Mittelklassewagen gebraucht wird, sind jedoch bereits 60 kg Nickel enthalten. Bei einem Batteriegewicht von 500 kg entspricht dies einer fünffachen Anreicherung dieses Metalls im Vergleich zur Mine. Bei Lithium ist dieser Faktor noch viel höher: 6 kg Lithium in einer Batterie ersparen beim erfolgreichen Recycling das Aufarbeiten mehrerer tausend Kubikmeter an lithiumhaltiger Salzlösung. ■

www.zsw-bw.de

Gefragte Wärmepumpen

Eine Umfrage der Deutschen Energieagentur (dena) zeigt eine hohe Nachfrage nach einem großflächigen Einbau von Wärmepumpen: Knapp 90 % der befragten Energieberatenden gaben an, regelmäßig bis sehr häufig nach Wärmepumpen gefragt zu werden. 80 % sagen aus, den Einsatz von Wärmepumpen regelmäßig bis sehr häufig zu empfehlen. Nach Gas- oder Ölbrennwertgeräten fragen dagegen regelmäßig bis häufig nur rund 17 % der Kundschaft, nach Holzpellet-Heizungen 28 %. Die Umfrage gibt zudem Hinweise auf noch bestehende Informationsdefizite und Beratungsbedürfnisse. Im Zentrum stehen dabei die Unsicherheit darüber, ob der aktuelle energetische Zustand der Bestandsgebäude für die Wärmepumpe geeignet ist sowie die Verfügbarkeit geeigneter Fachkräfte und Lieferengpässe.

www.dena.de



Premiere: Siemens installiert im Übertragungsnetz von TenneT die weltweit erste Blindleistungskompensationsanlage mit Superkondensatoren. Foto: Siemens Energy

Blindleistungskompensation mit Superkondensatoren

Der deutsch-niederländische Netzbetreiber TenneT hat Siemens Energy mit der Lieferung von drei Netzstabilisierungsanlagen für das deutsche Stromnetz beauftragt. Solche Anlagen sind erforderlich, weil konventionelle Kraftwerke nicht nur Strom erzeugen, sondern automatisch auch das Netz stabilisieren. Wenn immer mehr konventionelle Kraftwerke vom Netz gehen und durch Strom aus erneuerbaren Energien ersetzt werden, müssen Übertragungsnetzbetreiber alternative Lösungen finden, um die Stromnetze stabil zu halten und gleichzeitig auch mehr Strom zu transportieren. Zwei der Anlagen sind sogenannte rotierende Phasenschieber. Diese bestehen im Wesentlichen aus einem Generator und einem Schwungrad. Der Generator versetzt das Schwungrad in Rotation. Dadurch wird kinetische Energie gespeichert, die bei Bedarf zur Stabilisierung in das Netz einspeist werden kann. TenneT modernisiert derzeit das Umspannwerk in Würgasen (NRW) und in den nächsten Jahren auch Großkrotzenburg (Hessen), um sie als wichtige Netzknotenpunkte fit für die Energiewende zu machen. Siemens Energy wird dort die rotierenden Phasenschieber bauen. Bei der dritten Anlage handelt es sich um eine technische Premiere: der weltweit ersten Blindleistungskompensationsanlage mit Superkondensatoren (englisch: Static Var Compensator Frequency Stabilizer – kurz „SVC Plus FS“). Hier kommen Kurzzeitspeicher in Form von sogenannten Superkondensatoren zum Einsatz. Letztere können Schwankungen der Netzfrequenz entgegenwirken, indem sie sich entweder kurzfristig aktiv aufladen und dabei dem Netz bis zu 200 MW entziehen oder die gespeicherte Leistung in das Netz einspeisen. Der SVC Plus FS kann somit wesentlich schneller auf Schwankungen im Netz reagieren als herkömmliche Batteriespeicherlösungen. Zudem werden laut Siemens zwei Drittel weniger Platz benötigt. Siemens Energy wird die Anlage in Mehrum in Niedersachsen errichten. Die drei Anlagen sollen 2025 in Betrieb gehen.

www.siemens-energy.com



Foto: Lanxess

Wasserstoff für die Chemieindustrie

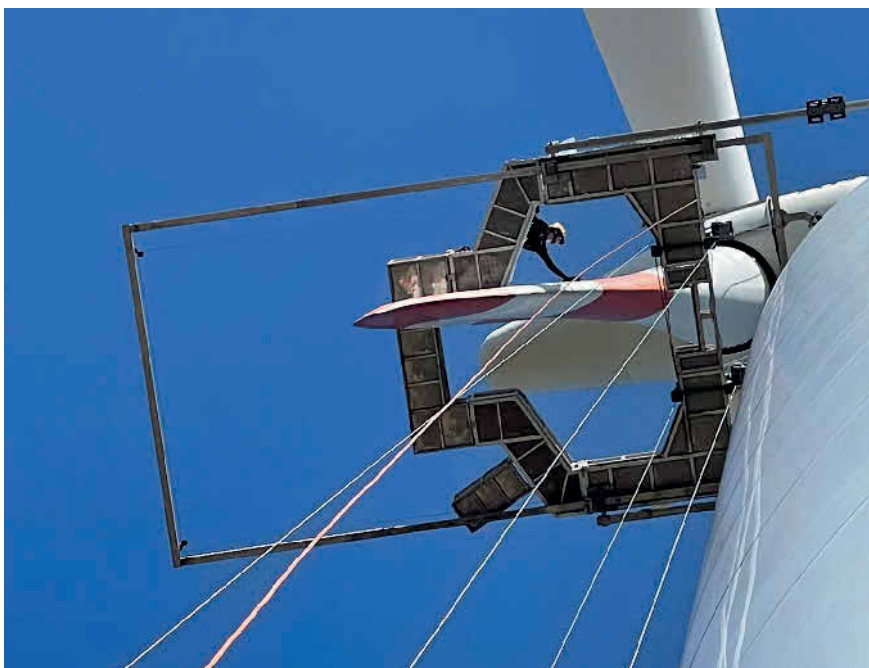
Der Entwickler von Erneuerbare-Energien-Projekten Juwi und der Spezialchemie-Konzern Lanxess prüfen derzeit in einer Machbarkeitsstudie, wie grüner Wasserstoff am Standort Mannheim künftig zur Versorgung der Lanxess-Anlagen produziert werden kann. Erste Ergebnisse sollen bis Ende 2022 vorliegen. Das Unternehmen entwickelt, produziert und vertreibt am Standort in Mannheim Additive, Spezialchemikalien und Serviceprodukte für die Kautschuk-, Schmierstoff- und Kunststoffindustrie.

www.juwi.de, www.lanxess.com

Wind- und Solarausbau schreiten voran

Das Internationale Wirtschaftsforum Regenerative Energien (IWR) in Münster erwartet allein für Deutschland im Jahr 2022 neue Wind- und Solaranlagen mit einer Leistung von rund 10 000 MW. Nach der IWR-Prognose entfallen auf den Photovoltaik (PV)-Zubau etwa 8 000 MW und auf die Windenergie rund 2 000 MW. Das zusätzliche jährliche Stromerzeugungspotenzial durch diesen Neubau steigt damit um weitere 12 Mrd. kWh. Von Januar bis August 2022 seien allein 158,8 Mrd. kWh (2021: 146,2 Mrd. kWh) und damit 12,6 Mrd. kWh beziehungsweise 8,6 % mehr PV- und Wind-Strom in das deutsche Stromnetz eingespeist worden als im Vorjahreszeitraum.

www.iwr.de



Ein Oberflächenfilm – nachträglich auf die Rotorblätter aufgebracht – reduziert ungünstige Luftverwirbelungen und sorgt so für Mehrertrag. Foto: Omega-Tools

Mit Haifischhaut zu drei Prozent Mehrertrag

Mit dem neuen Oberflächenfilm „Novaflex BladeUp“ können Betreiber den Ertrag ihrer Windkraftanlagen nach den Angaben von Omega Tools um bis zu 3 % steigern. Die an die Haifischhaut erinnernden mikroskopisch feinen Linienstrukturen (sogenannte Riblets) des nachträglich auf die Rotorblätter aufgetragenen Oberflächenfilms reduzieren ungünstige Luftverwirbelungen, sodass man einen größeren Anteil des Windes für die Stromerzeugung nutzen kann. Der Servicespezialist Omega Tools hat die Sparte „Funktionale Filme“ der BASF bei der Erprobung der Riblet-Folie unterstützt und begleitet. Auf der Messe WindEnergy Hamburg im September wurde dies erstmals der Öffentlichkeit präsentiert. Lufthansa Cargo setze seit diesem Jahr ebenfalls erfolgreich eine Folie mit einem gleichem Wirkprinzip für ihre Flugzeugflotte ein, berichtet Omega Tools. Zug um Zug sollen nun verschiedene Rotorblatttypen vermessen werden, um die dafür bestmögliche aerodynamische Optimierung zu ermitteln. Ziel von Omega Tools ist es, ein breites Portfolio an Blatttypen bedienen zu können. Das Unternehmen verweist auf einen schönen Nebeneffekt: Die Blätter würden so auch vor Umwelteinflüssen großflächig geschützt, da der Film auf die Umweltbedingungen in der Windindustrie angepasst werde.

www.omega-tools.com

KURZ NOTIERT

Wasserstoff. Am Gelände des Kraftwerks Donaustadt wird eine der größten Gasturbinen Österreichs umgebaut. 2023 will Wien Energie mit Partnern, unter anderem Siemens Energy als Turbinenlieferanten, in einem Betriebsversuch Wasserstoff für die Energieerzeugung beimengen. Der Versuch ist der weltweit erste dieser Art an einer kommerziell genutzten GuD-Anlage in dieser Leistungsklasse.

www.wienenergie.at,
www.siemens-energy.com

Solarenergie. Das ISC Konstanz koordiniert das EU-Projekt „IBC4EU“ zur Entwicklung und Produktion hocheffizienter Solarzellen in Europa. Im Fokus stehen dort bifaziale IBC-Solarzellen- und -Modultechnologien, bei denen neue Technologien für die Massenproduktion von PV-Modulen mit hohem Wirkungsgrad und wettbewerbsfähigen Kosten eingesetzt werden.

www.isc-konstanz.de

Fernwärme. Mit der Ausstellung von Wärme-Herkunftsnachweisen ist das erste Pilot-Herkunftsnachweisregister (HKNR) für grüne Fernwärme in Deutschland in Betrieb gegangen. Das vom Hamburg Institut entwickelte Register ermöglicht es, im dezentralen Nahwärmenetz in Hamburg-Wilhelmsburg die erneuerbare Herkunft von Wärme und Kälte transparenter zu machen.

www.hamburg-institut.com

Fernkälte. Die Stadtwerke München verfügen über ein 22 km langes Fernkältenetz. Ab Ende 2023 soll Kälte vom Energiestandort Süd in Sendling in die Innenstadt strömen. Die dort vorhandene Wärme aus Geothermie und Kraft-Wärme-Kopplung wird zur Fernkälteerzeugung mitgenutzt. Umgesetzt werden die Arbeiten von Bilfinger Industrial Services.

www.bilfinger.com



Foto: PantherMedia/Ron Sumners

Auswirkungen der Energiewende auf städtische Versorgungsnetze

Rückzug aus der Erdgasversorgung

Der Ausstieg aus der Erdgasversorgung bedeutet für die Energieversorgung von Kommunen den Aufbau von Wärmenetzen, die Verstärkung der Stromnetze und die Identifikation von den Gasnetzteilen, die langfristig für die Gas- und Wasserstoffversorgung benötigt werden. Beispiele aus konkreten Untersuchungen in städtischen Energienetzen in Deutschland und der Schweiz zeigen die technischen und wirtschaftlichen Konsequenzen für die Energieversorger und deren Kundinnen und Kunden auf.

Um die CO₂-Neutralität bis zum Jahr 2050 zu erreichen und die Abhängigkeit von russischem Erdgas drastisch zu reduzieren wird in Deutschland und der Schweiz unter anderem die verstärkte Nutzung von Biogas und von Wasserstoff in der Industrie und in der Energieversorgung angestrebt.

Zum Erreichen der CO₂-Ziele hat die Schweiz derzeit deutlich strengere Rahmenbedingungen vorgegeben als Deutschland. So beträgt zum Beispiel die CO₂-Abgabe in der Schweiz heute schon 120 CHF/t, in Deutschland derzeit nur 30 €/t. Zusätzlich fordern die Kantone von den Energieversorgern konkrete Planungen, wie sie die CO₂-Ziele erreichen wollen.

Das Schweizer Bundesamt für Energie (BFE) hat in verschiedenen Studien unterschiedliche Szenarien zur Umsetzung der Klimaziele in der Schweiz untersuchen lassen [1]. Hierbei dient das Szenario „Zero Basis“ als Referenzszenario mit dem die CO₂-Ziele erreicht werden können. Erwartet wird ein Rückgang des Wärmebedarfs bis 2050 um 30 %.

In dieser Studie werden der Ausbau der Nah- und Fernwärmeversorgung und die Elektrifizierung der Wärmeversorgung von Gebäuden priorisiert. Erdgas wird substituiert durch Biogas, durch synthetisches Methan aus erneuerbaren Energien (EE-Gase) oder durch Wasserstoff. Die verfügbaren Mengen werden begrenzt und voraussichtlich deutlich teurer als das heutige Erdgas sein. Diese Gase werden vornehmlich für die Industrie und für die Versorgungssicherheit (etwa für Reserve- und Spitzenlastkraftwerke) genutzt, um die absehbaren Stromlücken vor allem im Winter zu decken.

Sollte diese Situation eintreten, so bedeutet dies die überwiegende Stilllegung von Gasverteilnetzen, soweit diese nicht zur Versorgung von Prozessgaskunden, von Heiz-/Kraftwerken oder Kunden mit bivalenten Wärmepumpen (Strom-Gas) benötigt werden.

Nachfolgend werden die Konsequenzen für städtische Versorgungsgebiete aufgezeigt, die sich in der Realität ergeben, wenn der Umbau der Energieversorgung entsprechend der skizzierten Rahmenbedingungen erfolgt.

Die Untersuchungen wurden mithilfe der Softwaremodule der Rechenzentrum für Versorgungsnetze Wehr GmbH

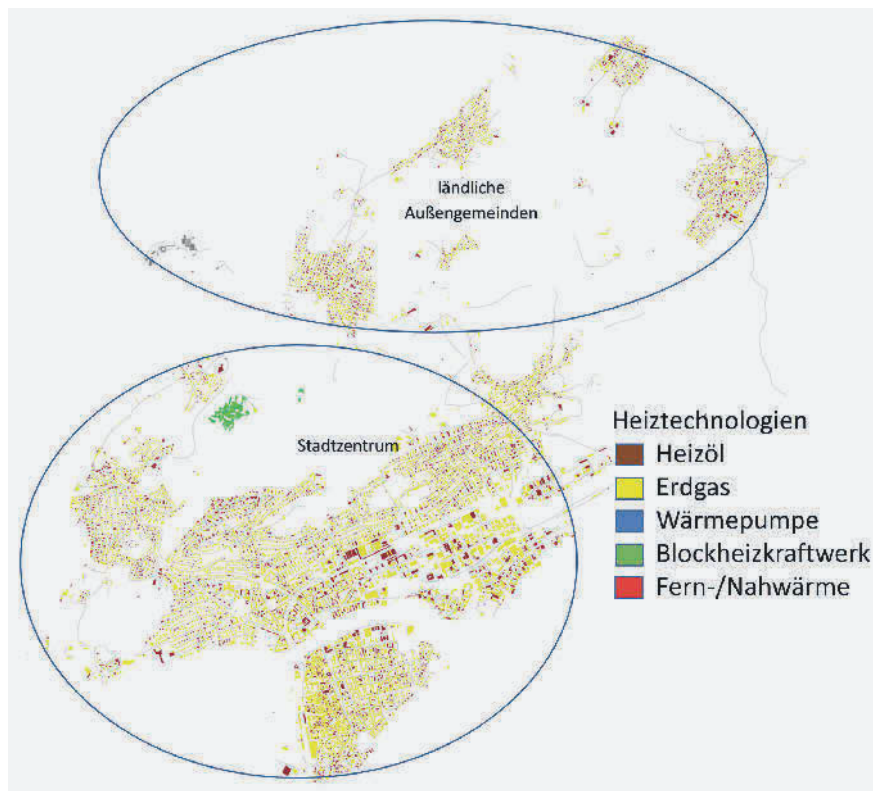


Bild 1 Beispiel eines Versorgungsgebiets mit verschiedenen Versorgungszonen (eigene Darstellung).

(RZVN) zur technisch-wirtschaftlichen Optimierung der Netztopologien durchgeführt, gekoppelt mit den notwendigen hydraulischen und elektrischen Berechnungen der Versorgungsnetze.

Kenndaten der untersuchten Versorgungsgebiete

Die von der RZVN bisher untersuchten Versorgungsgebiete umfassten Städte zwischen 10 000 und 250 000 Einwohnerinnen und Einwohnern ohne große Industrien. Die Versorgungsgebiete weisen in Deutschland einen hohen Gaserschließungsgrad von mehr als 70 % auf. In der Schweiz ist die Erschließung durch Erdgas mit etwa 50 % deutlich geringer. Industriebetriebe mit einem größeren Abwärmepotenzial existieren in den untersuchten Versorgungsgebieten nicht.

Das in Bild 1 dargestellte Versorgungsgebiet weist einen Anteil von 60 % mit Erdgas beheizter Gebäude aus. Im Norden des Stadtzentrums befindet sich eine Heizzentrale mit BHKW-Technologie. Ein größeres Fern- oder Nahwärmenetz besteht noch nicht.

Um die zukünftigen Entwicklungen sowohl global als auch netztechnisch

möglichst realistisch bewerten zu können, hat die RZVN eine eigene Systematik entwickelt, in der einerseits die Gebäude mit ihrem heutigen und zukünftigen Strom- und Wärmebedarf und mit dem zugehörigen Erzeugungspotenzial (Photovoltaik (PV) und Solarthermie) und andererseits die hieraus resultierenden Belastungen auf den zugehörigen Straßenabschnitten und Leitungstrassen abgebildet werden (Trassenmodell). Hierdurch lassen sich die elektrischen und hydraulischen Zusammenhänge und die hieraus resultierenden zugehörigen Kosten realistisch berechnen.

CO₂-Ziele mit Erdgas nicht erreichbar

Auf Basis der aktuell vorliegenden Energiebedarfsdaten der Gebäude können mittels typischer Lastprofile die Ganglinien des Strom-, Gas- und Wärmebedarfs und die zugehörigen Belastungen der Energienetze berechnet werden.

Die derzeitige Tendenz lässt erwarten, dass bei einer Sanierungsrate von 1,5 %/a ein Rückgang des Wärmebedarfs um rund 30 % bis zum Jahr 2050 erreicht werden kann. Gleichzeitig wird angestrebt, dass auf möglichst vielen Gebäudedächern PV- und Solarthermie-Anlagen installiert wer-

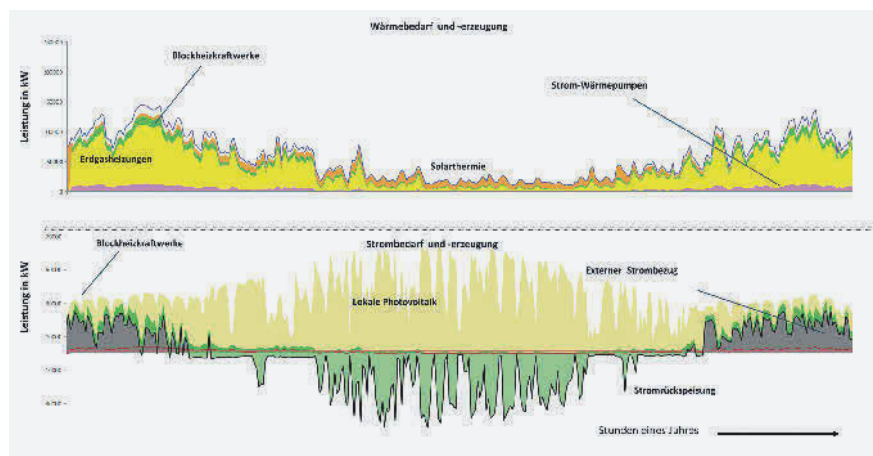


Bild 2 Volatilität der Strom- und Wärmeversorgung in 2050 im Szenario „aktuellerTrend“ (eigene Darstellung).

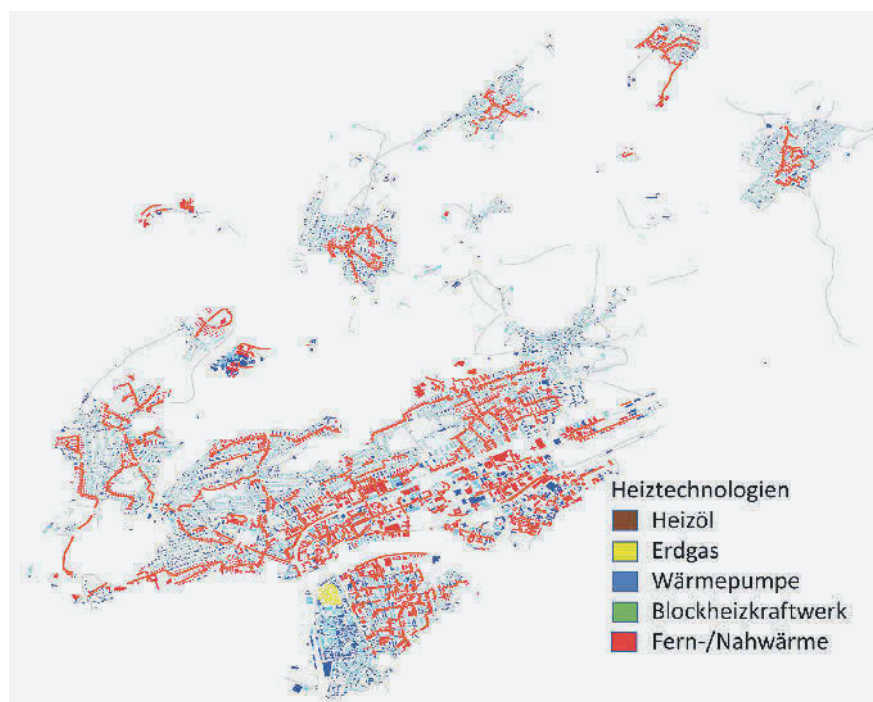


Bild 3 Entwurf der zukünftigen Wärmeversorgung ohne Erdgas (eigene Darstellung).

den. Bei gleichzeitiger Installation von Batterien kann ein deutlicher Anteil des eigenen Strombedarfs durch Photovoltaik gedeckt werden. Die Solarthermie kann zumindest die Brauchwassererwärmung übernehmen. Weiterhin ist zu erwarten, dass durch die Elektromobilität der allgemeine Strombedarf deutlich um 25 % steigen wird. Es wird jedoch unterstellt, dass durch intelligentes Lademanagement keine extremen Stromspitzen auftreten, sondern nur eine gleichmäßige Verteilung des zusätzlichen Strombedarfs zu erwarten ist.

Mit diesen Annahmen können die Ganglinien des Strom- und Wärmebedarfs

für das Versorgungsgebiet und deren Deckung für jedes Jahr berechnet werden (**Bild 2**). Dabei wird die Migration der Kundinnen und Kunden zu neuen Heizungsanlagen in Abhängigkeit vom Alter der Heizungsanlagen berücksichtigt. Im Bereich der Wärmeversorgung dominiert in diesem Szenario „aktueller Trend“ weiterhin der Erdgaseinsatz. Im Bereich der Stromversorgung entsteht eine extrem volatile Erzeugung durch lokale PV-Anlagen auf den Dächern und in den Sommermonaten – trotz Berücksichtigung der E-Mobilität und der Batteriekapazitäten – einer deutliche Rückspeisung in die Nieder-, Mittel- und Hochspannungsnetze.

Die maximalen Belastungen im Strombereich treten im Sommer durch PV-Anlagen auf. Die Spitzenbelastung verdoppelt sich nahezu von 30 auf 60 MW. Hierfür müssen die Stromnetze ausgebaut werden. Im Bereich der Wärmeversorgung dominiert weiterhin die Erdgasheizung.

Aufgrund der oben genannten Randbedingungen sinken die CO₂-Emissionen in dem gezeigten städtischen deutschen Versorgungsgebiet von derzeit 450 000 auf rund 110 000 t um etwa 75 %. Hierbei sind entscheidend:

- der Anstieg des Anteils erneuerbarer Energien (EE) an der externen Stromerzeugung auf 80 % (in Deutschland),
- die Reduzierung des Wärmebedarfs um 30 %,
- die Ablösung der Verbrennungsmotoren durch Elektro-Antriebe im Straßenverkehr.

Die Substitution der Ölheizungen und verbesserte Heizungstechnologien führen nur zu einem Absinken der CO₂-Emissionen um 20 %. Ohne Reduzierung des Erdgaseinsatzes sind somit die CO₂-Ziele nicht erreichbar.

Umstieg auf bivalente Wärmepumpen

Eine effektive und schnelle Reduzierung des Erdgasbedarfs in der Wärmeversorgung bieten hybride oder bivalente Wärmepumpen (etwa Stromwärmepumpen in Kombination mit Gasbrennwert-Heizung). Hierbei wird die Stromwärmepumpe bei sinkenden Außentemperaturen entweder ganz oder gleitend durch eine Gasbrennwert-Heizung abgelöst oder unterstützt. Bivalente Wärmepumpen bieten den Vorteil, dass sie an kalten Tagen höhere Vorlauftemperaturen erzeugen können, was im Gebäudebestand einen geringeren Sanierungsbedarf bedeuten kann. Luftwärmepumpen liegen derzeit in den Investitionskosten deutlich niedriger als Erdsonden- oder Grundwasserwärmepumpen.

Der Vorteil dieser Technologie besteht in der sehr effektiven Reduzierung der jährlichen Gasmenge und der Möglichkeit, den zusätzlichen Leistungsbedarf im Stromnetz durch Wärmepumpen deutlich zu begrenzen und zu beeinflussen. Sie setzt jedoch voraus, dass ein lokales Gasverteilnetz weiterhin vorhanden ist, das für den zu erwartenden Leistungsbedarf ausgelegt ist.

Durch den Einsatz bi- und monovalenter Wärmepumpen vor allem im Gebäudebestand können die CO₂-Ziele erreicht werden, wenn der für den Betrieb notwendige Strom zu mehr als 80 % aus EE-Anlagen stammt. Mit bivalenten Wärmepumpen könnten die CO₂-Emissionen in diesem Bebielnetz gegenüber 2022 um 91 % reduziert werden, mit monovalenten Wärmepumpen sogar um 96 %.

Aufgrund technischer Randbedingungen (Genehmigung, Platzbedarf oder Geräuschpegel) können diese Technologien voraussichtlich eher in den weniger dicht bebauten Quartieren eines Versorgungsgebiets eingesetzt werden. Dabei ist zu prüfen, ob die Kosteneinsparungen im Strom-Leistungsbezug und bei der sonst notwendigen Strom-Netzverstärkung die Mehrkosten für den Weiterbetrieb und später auch die notwendige Erneuerung des Gasnetzes überwiegen.

Konsequenzen des Ausstiegs in den Verteilnetzen

Um die Wärmeversorgung ohne den Erdgaseinsatz sicherzustellen, müssten die Gebäude in den Versorgungsgebieten überwiegend mit monovalenten Strom-Wärmepumpen ausgestattet oder mit CO₂-armer Fern- oder Nahwärme versorgt werden. Die kostenintensive Nah- oder Fernwärmeversorgung sollte möglichst in den Bebauungszonen mit hoher Wärmebedarfsdichte pro Trassenmeter aufgebaut werden. Die Wärmeerzeugung hierfür könnte neben Hochtemperaturabwärme aus Industrie- oder Müllverbrennungsanlagen durch den Einbau leistungsfähiger Wärmepumpen auch lokale Niedertemperatur-Wärmequellen (Ab-/Umweltwärmepotenziale wie Kläranlagen, Grundwasser, uniefe Geothermie) nutzen.

Der zusätzliche Strombedarf sollte möglichst aus EE-Strom gedeckt werden. In Zeiten fehlenden EE-Stroms könnte eine BHKW-Anlage in Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) den zusätzlichen Strom erzeugen. Zur Spitzenlastdeckung könnten Gasreserve- oder Holzkessel eingebaut werden. Als Brennstoff sollten überwiegend grüne Gase (Biogas, synthetisches Methan, Wasserstoff) zum Einsatz kommen. In den übrigen Versorgungsgebieten sollten möglichst in allen Gebäuden entweder Erdsonden-, Grund-

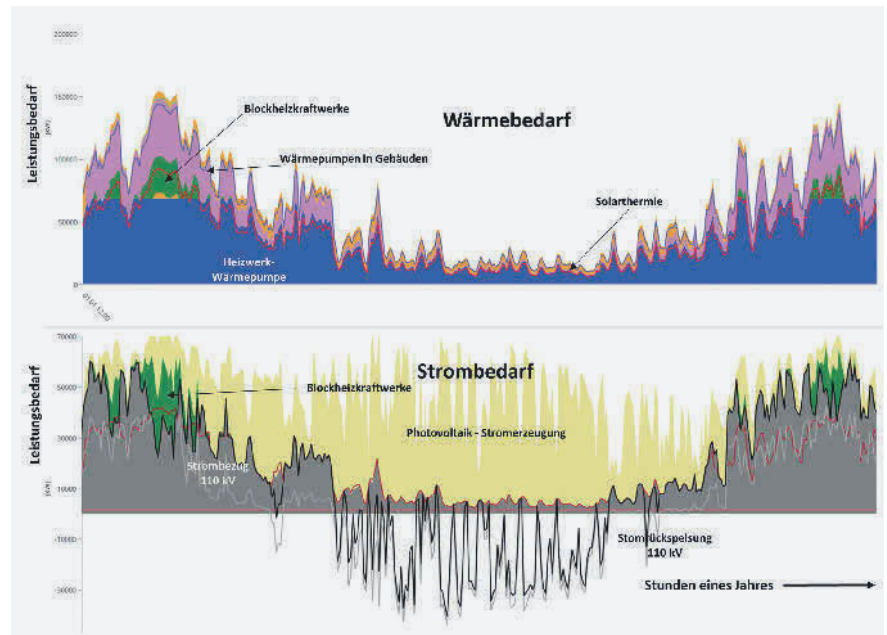


Bild 4 Zukünftige Wärme- und Stromerzeugung im Versorgungsgebiet ohne Erdgas (eigene Darstellung).

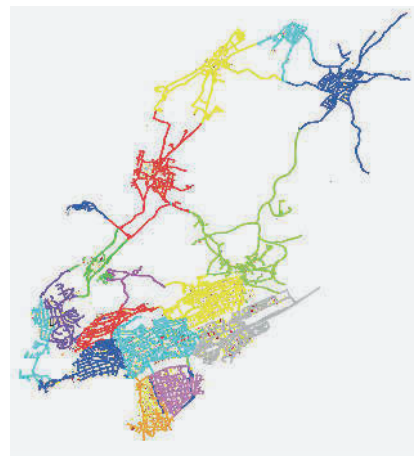


Bild 5 Mit unterschiedlichen Farben gekennzeichnete Stadtteile im Versorgungsgebiet (eigene Darstellung).

wasser- oder Luftwärmepumpen eingebaut werden.

Den Aufbau der Wärmenetze in einem Versorgungsgebiet berechnet die RZVN durch mathematische Optimierung auf Trassenebene. Hierbei werden das Absatzpotenzial, die Erschließungs- und Wärmeerzeugungskosten sowie die ansetzbaren Tarife berücksichtigt. Anschließend werden die Standorte für mögliche Heizwerke identifiziert und die technische Dimensionierung in Abhängigkeit von der Größe des jeweiligen Wärmenetzes wird entworfen. In **Bild 3** ist die zukünftige Versorgungsstruktur in dem untersuchten Bebielnetz dargestellt.

Die Trassenlänge des hier entworfenen Wärmenetzes beträgt 66 km. 64 % des Wärmebedarfs im gesamten Versorgungsgebiets werden über Wärmenetze bereitgestellt. Das Investitionsvolumen für das gesamte Wärmenetz inklusive Hausanschlüssen und Heizzentralen wird mit mehr als 200 Mio. € kalkuliert. 32 % der Wärmeversorgung erfolgen aus dezentralen Wärmepumpen (Luft- und Grundwasserwärmepumpen) in den Gebäuden. Der Gasabsatz sinkt von 635 auf 12 GWh.

In den Heizzentralen wird die Wärme im Wesentlichen mit Hochtemperatur-Wärmepumpen erzeugt. Deren elektrischer maximaler Leistungsbedarf wird durch eine KWK-Anlage abgesichert, um zu Zeiten der Dunkelflaute (fehlende Mengen an erneuerbarem Strom) die Wärmeversorgung sicherzustellen. Zusätzlich sorgt ein Gasreservekessel für die Absicherung der Wärmeversorgung.

Die Simulationen für das Jahr 2050 zeigen, dass die BHKW-Anlage (**Bild 4**, dunkelgrüne Flächen) nur in wenigen Stunden des Jahres (hier maximal 200 h/a) benötigt wird.

In einigen Städten wird auch der Einsatz von Holz in den Heizwerken als Möglichkeit in Betracht gezogen. Insgesamt ist in der Elektrizitätsversorgung mindestens mit einer Verdopplung des Leistungsbedarfs im Strombezug gegenüber 2022 zu rechnen. Jedoch ist die Netzbelastung im Sommer durch die

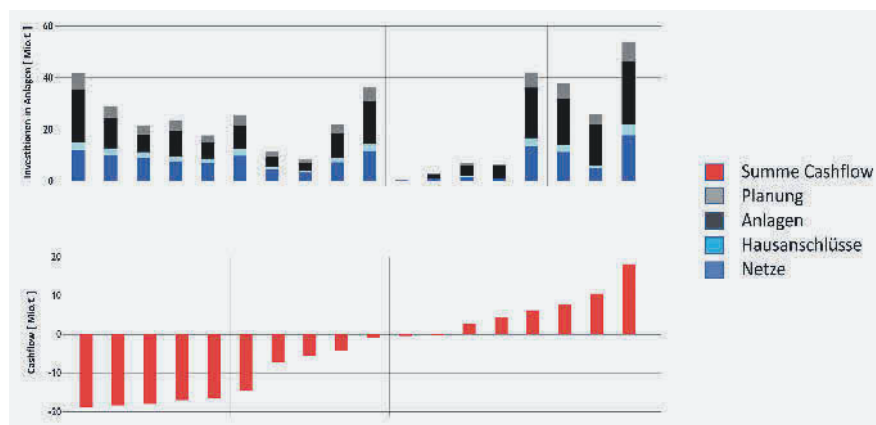


Bild 6 Vergleich der Wirtschaftlichkeit von insgesamt 18 Nahwärmequartieren im Versorgungsgebiet (eigene Darstellung).

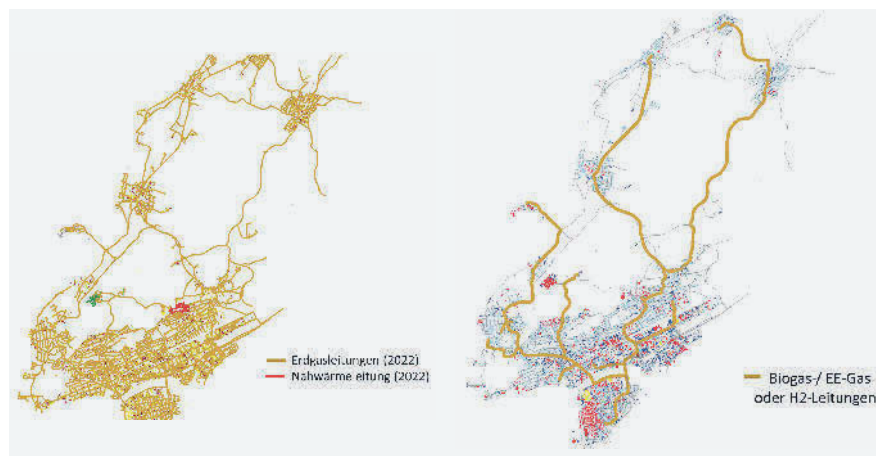


Bild 7 Links: Erdgasnetz 2022, Länge Gasnetz: 324 km; rechts: Biogas-/EE-Gasnetz 2050, Länge: 49 km, zur Absicherung der Energieversorgung (eigene Darstellung).

hohen Rückspeisungen deutlich höher als der Bezug im Winter. Daher werden trotz eines massiven Ausbaus von dezentralen und zentralen Strom-Wärmepumpen diese Schwachlastfälle die Auslegungskenngrößen für die Stromnetze darstellen.

Die Wirtschaftlichkeit von Nahwärmenetzen

Jedes Versorgungsgebiet zeigt unterschiedliche städtische und ländliche Strukturen auf (**Bild 5**). Für jedes Gebiet können der Aufbau und die Ausdehnung von Wärmenetzen untersucht und mit den Kosten einer Versorgung etwa durch dezentrale Wärmepumpen verglichen werden.

In jedem Stadtteil können einzelne oder zusammenhängende Nahwärmenetze aufgebaut werden. Hierzu sind für die Wirtschaftlichkeit neben der Brennstoffbasis (zum Beispiel Holz oder Kombination Strom/Gas) und der trassenbezogenen Absatzdichte (Kosten der Netzerschlie-

ßung) auch die räumlichen Gegebenheiten für die notwendigen Heizzentralen entscheidend.

In **Bild 6** sind für insgesamt 18 Nahwärme-Quartiere sowohl die Investitionen aufgetragen als auch der kumulierte Cashflow innerhalb der nächsten 30 Jahre dargestellt.

Aus **Bild 6** geht hervor, dass für die Wirtschaftlichkeit nicht die Größe eines Nahwärme-Quartiers entscheidend ist, sondern die durch die Bebauung gegebenen Randbedingungen und die technische Erschließbarkeit (Trassenführung).

Entwurf eines langfristig zu erhaltenden Gas- und Wasserstoffnetzes

Wenn Wärmenetze und Stromwärmepumpen zukünftig die Hauptbestandteile der Wärmeversorgung darstellen und die Gasversorgung (aus Bio- und EE-Gasen) die Absicherung der Energieversorgung und die Versorgung von Prozessgas-

kunden sicherstellen sollen, muss geklärt werden, in welchen Trassen langfristig Gasleitungen zukünftig noch benötigt werden und in welchen Gebieten ein schrittweiser Rückzug/Abbau des Gasnetzes erfolgen soll.

Zusätzlich bedarf es vor allem für den Vertrieb einer klaren Strategie hinsichtlich der Priorisierung des Ausbaus von Wärmenetzen und des Rückbaus der Gasnetze. Hierbei sind die Wirtschaftlichkeit und die zeitliche Reihenfolge der Baumaßnahmen von entscheidender Bedeutung.

In dem vorgestellten Untersuchungsgebiet wurde durch Topologie-Optimierung das minimal notwendige Gasnetz bestimmt, wenn die Wärmeversorgung überwiegend aus Wärmenetzen und Strom-Wärmepumpen bereitgestellt würde. Das Gasnetz könnte deutlich reduziert werden (**Bild 7**).

Die Länge des langfristig notwendigen Gasnetzes zur Versorgung von Heizwerken (Kombination von Großwärmepumpen, BHKW-Anlagen und Reservekesseln), von BHKW-Anlagen in einigen wenigen Gebäuden und der Prozessgaskunden beträgt in diesem Versorgungsgebiet und in diesem Szenario nur noch 49 km. Die Länge des Gasnetzes könnte um 85 % reduziert werden.

In dieser Beispieluntersuchung sinkt der Energieabsatz Gas um mehr als 90 %. Der Leistungsbedarf Gas sinkt jedoch nicht so stark, nur um 64 %. Dies ist auf die zunehmende Reservefunktion zur Sicherstellung der Energieversorgung zurückzuführen.

Sofern eine größere Anzahl von Industrie-/Prozessgaskunden im Netz verbleibt oder etwa größere ältere Gebäude mit bivalenten Wärmepumpen oder ausschließlich durch Gas beheizt werden, steigt die minimale Netzlänge entsprechend an. Darüber hinaus ist neben der hier dargestellten Topologie-Optimierung eine anschließende hydraulische Berechnung erforderlich, um die sichere und technisch realisierbare Versorgung der verbleibenden Kunden zu gewährleisten.

Entwicklung der Netzentgelte

Der Umbau der Energieversorgung mit der Reduktion des Gasabsatzes hat langfristig die Stilllegung von Gasleitungsabschnitten zur Folge, die zumindest mecha-



nisch vom restlichen Netz getrennt, verschlossen und möglicherweise verfüllt werden müssen. Gasleitungen können erst dann stillgelegt werden, wenn kein Gasverbraucher an dem Netzabschnitt angeschlossen ist und der jeweilige Strang hydraulisch nicht mehr zur Versorgung der übrigen Kunden benötigt wird. In Beispielberechnungen wurden die Stilllegungskosten mit 10 % der Investitionskosten angesetzt.

Im Stromnetz wird wegen des steigenden Anteils der PV-Eigenerzeugung eine Reduktion des jährlichen Stromabsatzes (trotz Stromwärmepumpen und E-Mobilität) erwartet. Gleichzeitig ist ein Anstieg der zu übertragenden Leistungsspitzen (vor allem im Sommer) zu erwarten.

In der vorliegenden Beispielberechnung sinkt der Gasabsatz in 2050 um 90 %, der Leistungsbedarf jedoch nur um 60 % gegenüber 2022. Die Netzentgelte im Gasverteilnetz würden demzufolge von rund 25 €/kWh in 2022 auf nahezu 70 €/kWh in 2050 steigen, sofern die Stilllegungskosten auf die verbleibenden Gaskunden umgelegt würden.

Anders sehen die Entwicklungen für die Netzentgelte im Strombereich aus. Obwohl die Kosten im Stromnetz aufgrund der notwendigen Verstärkungsmaßnahmen steigen, bleiben die Netzentgelte (bezogen auf die steigende Übertragungsleistung) nahezu konstant. Sie würden jedoch steigen, wenn man die Kosten auf die restliche Strombezugsmenge aus dem Netz beziehen würde.

Transformation der lokalen Verteilnetze

Um die Größe und Wirtschaftlichkeit von alternativen Wärmenetzen sowie die Verstärkung der Stromnetze abzuschätzen und um das heutige ausgedehnte Gasnetz langfristig auf das notwendige Zielnetz zurückzubauen, bedarf es verschiedener Arbeitsschritte die mehrfach durchlaufen werden müssen:

- Erstellung eines Modells des zeit- und temperaturabhängigen Strom- und Wärmebedarfs;
- Abschätzung, Prognose und Simulation des Kundinnen- und Kundenverhaltens;
- Optimierung der Ausdehnung von Wärmenetzen und Auslegung der Wärmezentralen;
- Reihenfolge des Wärmenetzausbaus und des Gasnetzrückbaus;

- Netzverstärkungen im Stromverteilnetz, vor allem in ländlichen Versorgungsgebieten;
- Ausweisung von Wärme- und Strom-Vorranggebieten und Festlegung der langfristig zu erhaltenden Gastrassen.

Mit diesen Schritten lassen sich die langfristig wirtschaftlich zu betreibenden Gas- und Wärmenetzstrukturen entwickeln. Dabei ist die Weiterversorgung der Industrie-/Prozessgaskunden sicherzustellen. Die zeitliche Entwicklung des Zielnetzes ist dann die Basis für die Kommunikationsstrategien mit den Gremien des Versorgungsunternehmens und den Kunden.

In dem hier vorgestellten Verteilnetz sind je nach Ausbaugrad der Wärmenetze bis 2050 Investitionen in die Wärme- und Stromnetze sowie für den Rückbau des Gasnetzes zwischen 200 und 500 Mio. € zu erwarten, um die CO₂-Ziele zu erreichen. Die Netzauslegungen müssen spartenübergreifend erfolgen. ■

Literatur

- [1] Prognos AG; TEP Energy GmbH; Infrac AG; Ecoplan AG im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE): Energieperspektiven 2050+. März 2021, <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/politik/energieperspektiven-2050-plus.html>, zuletzt abgerufen am 11.10.2022.



Dr.
Piet Hensel

Prokurist bei der Rechenzentrum für Versorgungsnetze Wehr GmbH (RZVN)

Hensel@rzvn.de

Foto: RZVN



Dr.
Dirk König

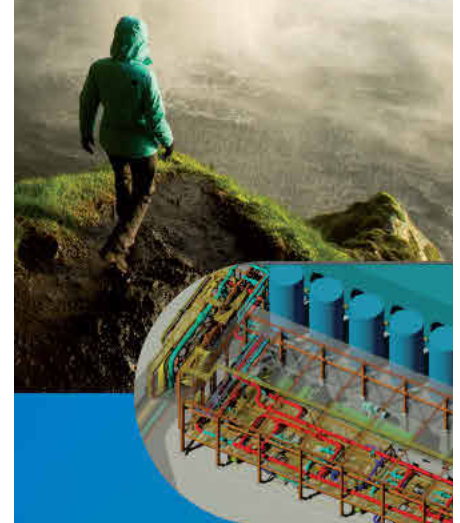
Senior Consultant bei der RZVN

d.koenig@rzvn.de

Foto: RZVN

BORSIG

Energie:
Unsere
Lösungen
werden immer
besser.



Think. Create. Change.

KRAFTWERKSSERVICE UND ANLAGENBAU

- Engineering und Konstruktion
- Verfahrenstechnische Berechnungen
- Serviceverträge für Revisionen und kontinuierliche Instandhaltung
- Lieferung und Montage von Ersatzteilen und Austauschkomponenten
- Reparatur-, Wartungs- und Umbaumaßnahmen
- Unsere fahrende Werkstatt zum sofortigen Einsatz bei Ihnen.

IHRE 24-H-HOTLINE
0172 - 4380 330

www.borsig.de

Moderne Zeitwirtschaft

Arbeit der Zukunft: mobil und flexibel

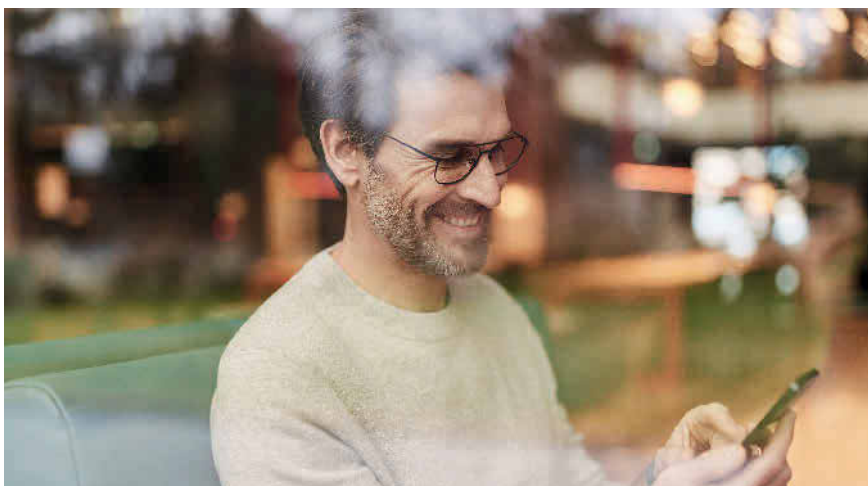
Künftig werden immer mehr Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer mobil arbeiten. Hinzu kommt, dass Arbeitskräfte zunehmend ein anderes Verständnis davon haben, wie sie Berufsleben und Freizeit aufeinander abstimmen. Dabei stützen digitale Technologien das räumlich und zeitlich flexible Arbeiten. Ein modernes Zeitwirtschaftssystem ermöglicht darüber hinaus, nachgelagerte Prozesse zu optimieren.

Die Arbeitswelt ist im Wandel: Flexiblere Arbeitszeitmodelle und eine bessere Vereinbarkeit von Beruf und Privatleben prägen das Verständnis von Arbeit immer stärker. Laut dem Zukunftsinstitut, einem Thinktank für Trend- und Zukunftsforschung, heißt das neue Motto „Work-Life-Blending“. Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer können dadurch flexibler auf private Umstände reagieren, selbstbestimmter arbeiten und produktiver sein. Sie erhalten auch mehr Eigenverantwortung und können ihre Arbeitszeiten an ihre individuellen Bedürfnisse anpassen.

Arbeitgeber haben heute schon die Möglichkeit mit modernen Zeitwirtschaftslösungen ihren Beschäftigten diese Flexibilität zu bieten. So können Beschäftigte mit einem modernen Zeitwirtschaftssystem mit „Employee Self Service“ ihre Arbeitszeit flexibel dokumentieren, Urlaub und Fehlzeiten beantragen und an ihrer Einsatzplanung mitwirken. Das ist sowohl im Interesse der Mitarbeitenden als auch ihres Arbeitgebers, weil Beschäftigte dadurch motivierter und produktiver sind. Bisher profitieren von dieser Flexibilisierung vor allem Beschäftigte, die am Schreibtisch arbeiten und ihren Arbeitsplatz deshalb einfacher ins Homeoffice verlegen können.

Selbstbestimmt Arbeiten

Strukturen der Arbeit flexibel zu gestalten, das ist seit fünf Jahren einer der



Immer mehr Menschen arbeiten mobil. Digitale Technologien ermöglichen ihnen das räumlich und zeitlich flexible Arbeiten. Foto: Interflex Datensysteme

drei wichtigsten Trends der Human-Resources (HR)-Branche, so die internationale Personalberatung Hays. Seit 2021 gelten flexible Arbeitszeiten als eines der Top-3-Instrumente für Mitarbeitendenbindung. Das zeigt, dass es vor allem darum geht, den Mitarbeitenden den Arbeitsalltag zu vereinfachen – und das über alle Branchen hinweg: egal, ob sie dabei im Blue- oder im White-Collar-Bereich tätig sind. „Arbeitszeit und Arbeitsort flexibel mitzugestalten, ist momentan eines der großen Themen in der Diskussion über New Work. Doch neu ist das Thema für uns nicht“, erklärt Manuel Förster, Produktmanager für Zeitwirtschaftslösungen bei der Interflex Datensysteme GmbH. „Bei Interflex beschäftigen wir uns schon seit fast 50 Jahren damit, wie Menschen Beruf und Privatleben mitei-

inander vereinbaren und ihre Zeit flexibel handhaben können.“ Das Unternehmen entwickelt, produziert und vertreibt Hard- und Softwaresysteme für Zutrittskontrolle, Zeitwirtschaft und Personaleinsatzplanung. Besonders dabei ist, dass die Lösungen aus einer Hand stammen und deswegen aufeinander abgestimmt sind.

Mitarbeitende zur richtigen Zeit am richtigen Ort

Die richtigen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zur richtigen Zeit am richtigen Ort zu haben, das ist Kernaufgabe des Workforce Managements und entscheidend für den Erfolg von Unternehmen. „Die Zeitwirtschaft liefert die Grundlage für eine zuverlässige Planung und letztlich effiziente Produktionsabläufe“, erklärt

Förster. „Sie liefert aber auch die Basis für die Flexibilisierung von Arbeitszeiten.“ In einer Zeitwirtschaftssoftware lassen sich verschiedene Arbeitszeitmodelle übersichtlich abbilden.

Mit einem integrierten Employee Self Service sind Mitarbeitende zudem in der Lage eigenverantwortlich Arbeitszeiten zu dokumentieren und diese flexibel zu planen, inklusive ihrer Abwesenheiten wie Urlaube. Den größten Mehrwert bringt die Lösung aber, wenn die Beschäftigten sie überall nutzen können: wie beispielsweise von unterwegs über ein mobiles Endgerät, am Kiosk-Terminal oder am PC im Unternehmen. Das geht mit einem modularen Softwaresystem wie der „IF-6040“ von Interflex.

Ein System für die gesamte Zeitwirtschaft

Mit dem IF-6040 erfassen Unternehmen nicht nur Arbeitszeiten, sondern können auf Basis der Daten nachgelagerte Prozesse steuern, optimieren und die Zeitdaten gemäß tariflichen, gesetzlichen und innerbetrieblichen Vorgaben verarbeiten. „Ein modernes Zeitwirtschaftssystem schafft vor allem Transparenz für beide Seiten, für Arbeitgeber als auch für die Beschäftigten“, so Förster. So haben Mitarbeitende einen detaillierten Überblick über ihre geleistete Arbeitszeit. Das ist für sie ein wichtiger Motivationsfaktor, denn ihre erbrachten Leistungen sind dokumentiert. Wenn sie Mehrarbeit leisten, können sie nachvollziehbar überzählige Stunden abbauen oder sich ausbezahlen lassen.

„Auf der anderen Seite haben vor allem Personalverantwortliche auf Knopfdruck und mit wenig manuellem Aufwand Zugriff auf alle Zeitdaten“, erklärt Förster. „Diese Daten können betriebswirtschaftlich gesehen helfen, Produktionsabläufe zu optimieren, Personalbedarfe zu erkennen und damit das Unternehmen insgesamt wettbewerbsfähiger zu machen.“

Ein Beispiel ist, erbrachte Leistungen so zu erfassen und auszuwerten, dass sie an Dritte transparent weiterberechnet werden können. So können Beschäftigte mit dem Modul „Kostenmanagement“ ihre Arbeitszeiten bei der Buchung direkt mit bestimmten Projekten, Aufträgen, Kostenstellen oder individuellen Attributen für die Rechnungsstellung verknüpfen – wie mit den für einen Auftrag verwendeten Maschinen oder mit den Anfahrs-



Im **Employee Self Service** des Softwaresystems „IF-6040“ können Beschäftigte ihre Arbeitszeiten eigenverantwortlich planen und dokumentieren. Foto: Interflex Datensysteme

kilometern. Das steigert die Transparenz für Verantwortliche im Unternehmen, verbessert die Qualität der Daten erheblich und reduziert den Aufwand, diese Daten nachträglich zu bewerten.

Controlling auf einer fundierten Datenbasis

„Um eine übersichtliche Darstellung von Daten geht es auch im Personalcontrolling und Reporting. Denn mit den Informationen aus der Zeitwirtschaft können Unternehmen Personal effizienter einsetzen, flexibler verplanen und auch die Prozesse optimieren, die besonders von Personalschwankungen abhängig sind“, betont Förster. „Basiert das Controlling auf einer fundierten Datenbasis, sind Unternehmen in der Lage, schneller auf Veränderungen zu reagieren.“

Deshalb zählt das Personalcontrolling zu den wichtigsten Bereichen im Personalmanagement. Verantwortliche erkennen auf Basis der Daten aus einem Softwaresystem wie der IF-6040 beispielsweise Über- und Unterbesetzungen in der Personaleinsatzplanung und können anhand von Überstunden in Abteilungen auf möglichen Personalmangel schließen. Auch überblicken sie Fehlzeitenquoten im gesamten Unternehmen oder in einzelnen Abteilungen. Mit diesen Informationen können sie dann fundiertere Entscheidungen treffen. Wegen der zunehmenden Datenmengen wird es allerdings immer komplexer und aufwendiger, Daten entsprechend auszuwerten.

Zeit sinnvoll einsetzen

Sowohl für Mitarbeitende, die flexibel und mobil arbeiten wollen, als auch für Unternehmen geht es im Kern darum, Zeit sinnvoll einzusetzen. Deshalb steht der Mensch bei Lösungen für die Zeitwirtschaft im Mittelpunkt: Denn eine gute Zeitwirtschaft vereinfacht nicht nur den Arbeitsalltag der Belegschaft, sondern auch den administrativen Aufwand von zentralen Abteilungen wie Human Resources. Unternehmen werden produktiver, weil es ihnen besser gelingt mit den gewonnenen Daten auf Personalschwankungen zu reagieren, Personal effizienter einzusetzen und letztlich wettbewerbsfähiger zu werden. Beschäftigte wiederum werden motivierter, denn sie können eigenverantwortlich und selbstbestimmt über ihre Arbeitszeiten entscheiden und gewinnen mehr Transparenz über ihre erbrachten Arbeitszeiten. Beruf und Privatleben lassen sich in einer modernen Arbeitswelt auf diese Weise besser miteinander vereinbaren. „Das entspricht ganz der Philosophie von Interflex: Unsere Lösungen ermöglichen es Mitarbeitenden sowie Unternehmen effizienter zu arbeiten“, bringt es Förster auf den Punkt. ■

www.interflex.com



Andrea Teiß

Presskontakt der Interflex
Datensysteme GmbH

andrea.teiss@allegion.com

Foto: Interflex Datensysteme

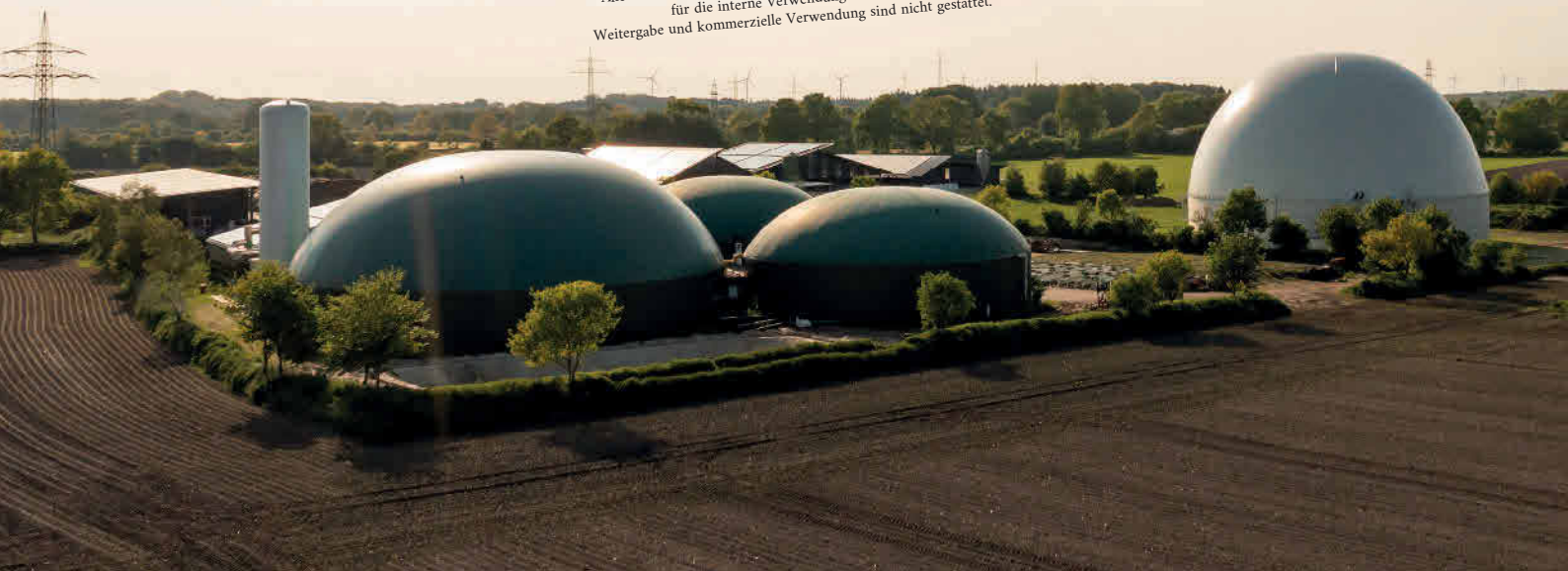


Foto: PantherMedia/vschlichting

Ergebnisse des Forschungsprojekts „Optibiosy“

Biogasanlagen als Stabilisatoren des Stromsystems?

In Anbetracht der zukünftig starken Zunahme an fluktuierender Stromerzeugung stellt sich die Frage, wie unser Stromsystem auf die dadurch entstehenden Herausforderungen vorbereitet werden kann. In diesem Umstellungsprozess muss auch geklärt werden, wie bereits vorhandene Ressourcen zur Netzstabilisierung genutzt werden können.

Im Forschungsprojekt Optibiosy wurden sowohl die technischen, als auch die wirtschaftlichen Potenziale von Biogasanlagen untersucht.

Bisher überwiegend als Grundlasterzeuger mit fester EEG-Vergütung betrieben, kommen nun die ersten Anlagen an das Ende ihres 20-jährigen Vergütungszeitraums. Für viele Betreiber ist ein Weiterbetrieb ohne Vergütung nicht rentabel, wodurch die Gefahr besteht, dass in den kommenden Jahren zahlreiche steuerbare Erzeugungseinheiten, die sowohl in

der Lage sind, zur gesicherten Leistung beizutragen, als auch durch ihre Gasspeicher die Stromerzeugung innerhalb gewisser Restriktionen an den Bedarf anzupassen, stillgelegt werden. Dieses Potenzial wurde bereits durch die Einführung der Flexibilitätsprämie (EEG 2012) und dem darauffolgenden Flexibilitätszuschlag (EEG 2014) erfolgreich gefördert.

Darüber hinaus können durch Biogasanlagen noch weitere Systemdienstleistun-

gen erbracht werden, die einen Beitrag zur Stabilisation der elektrischen Netze leisten. So ist beispielsweise eine Abregelung der Anlagen bei Netzengpässen anstelle von Windkraftanlagen denkbar, sodass der bereitgestellte Windstrom nicht verloren geht und Ausgleichszahlungen an Windkraftbetreiber vermieden werden (Engpassmanagement). Eine weitere Systemdienstleistung, die Biogasanlagen heute bereits inhärent erbringen ist die Be-

reistellung von Blindleistung, bisher fehlt es hierfür aber an einer Vergütung.

Im Forschungsprojekt Optibiosy wurden sowohl die technischen, als auch die wirtschaftlichen Potenziale von Biogasanlagen im Rahmen des Engpassmanagements, der Bereitstellung von Blindleistung und Momentanreserve sowie der Teilnahme an Netzwiederaufbaukonzepten untersucht. Ziel des Projekts war es, mithilfe eines Optimierungsmodells für eine virtuelle Biogasanlage angepasste Betriebsfahrpläne zu erzeugen, die auf die aktuellen Bedarfe an Systemdienstleistungen in einem Netzmodell reagieren. Anschließend wurde analysiert, in welchem Umfang Biogasanlagen Systemdienstleistungen bereitstellen können und inwiefern dadurch Zusatzverdienste an unterschiedlichen Märkten möglich sind. Betrachtet wurden ausschließlich Szenarien ohne EEG-Vergütung für die jeweilige Biogasanlage.

Projektdurchführung

Bestandsanalyse

Zum Start des Projekts war es die Aufgabe des Projektteams der Ostbayerischen Technischen Hochschule (OTH) Amberg-Weiden, eine Analyse des aktuellen Bestands an Biogasanlagen in Deutschland durchzuführen. Somit konnte sich unter anderem ein Überblick über die regional unterschiedlichen Leistungsgrößen, die Altersklassen sowie den Grad der Flexibilisierung der Anlagen verschafft werden. Der Anlagenbestand wurde nach Daten verschiedener Länderämter (zum Beispiel Energieatlas Bayern) und der Übertragungsnetzbetreiber [1] außerdem in einem Geoinformationssystem verortet (**Bild 1**).

Zusammen mit dem Institut für Energietechnik wurde darauffolgend die Verfahrens- und Anlagenauslegung für einen systemdienlichen Betrieb von Biogasanlagen analysiert. Die für einen systemdienlichen Betrieb relevanten Parameter wurden erörtert und anschließend bei 13 am Projekt beteiligten Realanlagen in Niederbayern und der Oberpfalz abgefragt.

Dabei wurden Daten zu den Fermenter- und Gasspeichervolumina sowie zu den installierten Leistungen und Benutzungsstunden der Blockheizkraftwerke (BHKW) aufgenommen. Das Inbetriebnahmejahr sowie die bereits vorgenom-

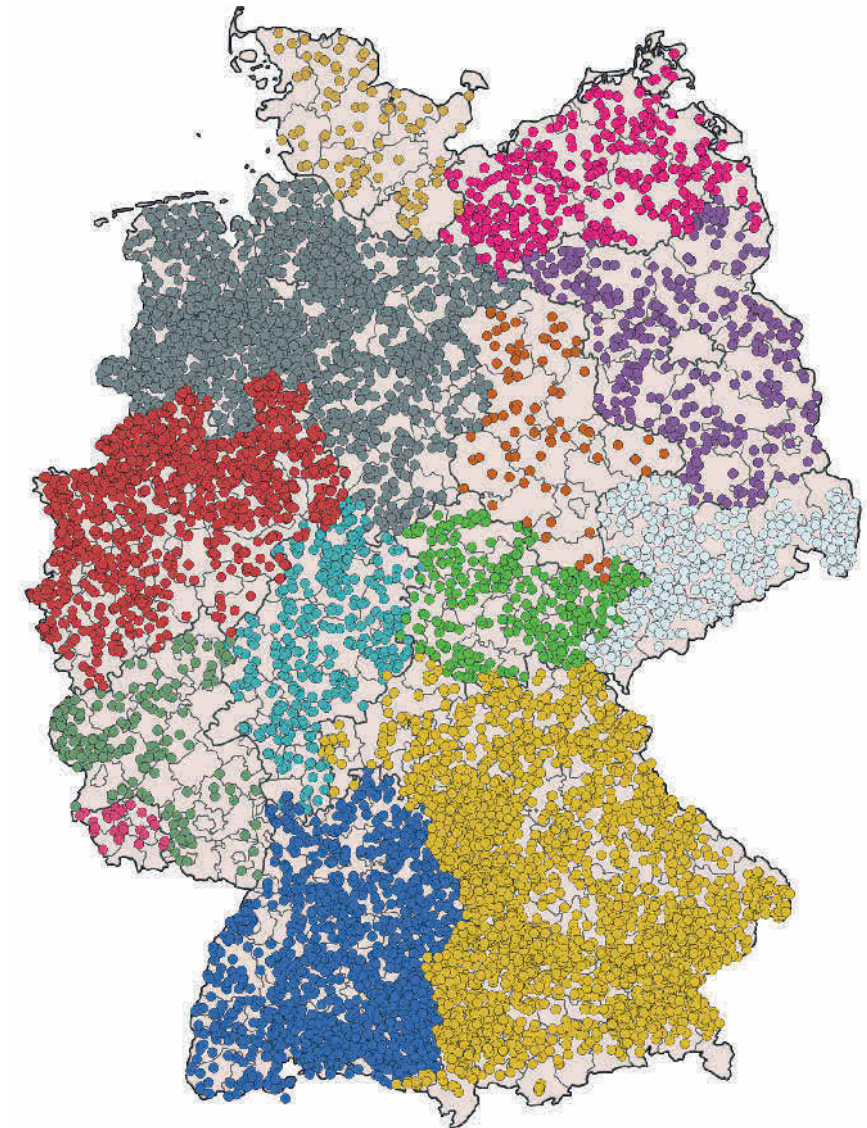


Bild 1 Verteilung von Biogas-Blockheizkraftwerken in Deutschland (eigene Darstellung).

menen Flexibilisierungsmaßnahmen an der Anlage waren ebenso wichtige Erkenntnisse der Datenabfrage wie auch die Art der Strom- (EEG-Vergütung/ Direktvermarktung) und Wärmenutzung (Wärmenetz, Wärmespeicher, Trocknungsanlage).

Die aus der Erhebung gewonnenen Daten wurden im nächsten Schritt zur Definition von fünf regional differenzierten Referenzanlagen verwendet, die die Grundlage für die späteren Simulationen bilden. So wurden eine für den Anlagenbestand in Bayern typische Biogasanlage (Anlage 1 mit 250 kW Bemessungsleistung) und eine Güllekleinanlage (Anlage 3 mit 75 kW) sowie deren jeweiliges flexibilisiertes Pendant (Anlagen 2 & 4, mit Zubau an BHKW-Leistung und Gasspeicherkapazität, neue Motoren) de-

finiert. Anlage 5 bildet eine größere, hoch-flexibilisierte Anlage (1 MW Bemessungsleistung, 2,8 MW installierte BHKW-Leistung), wie sie typischerweise in Niedersachsen oder Nordrhein-Westfalen stehen könnte. Die hinterlegten Parameter sind der **Tabelle** zu entnehmen. Für die Wärmeabnahme wurden je nach Anlagengröße feste, jährliche Wärmezeitreihen basierend auf der Fermenterbeheizung, einer Trocknungsanlage und unterschiedlich großen Wärmenetzen (Haushalte und/oder Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)) hinterlegt.

Simulationsmodelle

Für die Simulationen wurden zunächst passende Netzmodelle vom Projektpartner LVN zur Verfügung gestellt und auf-

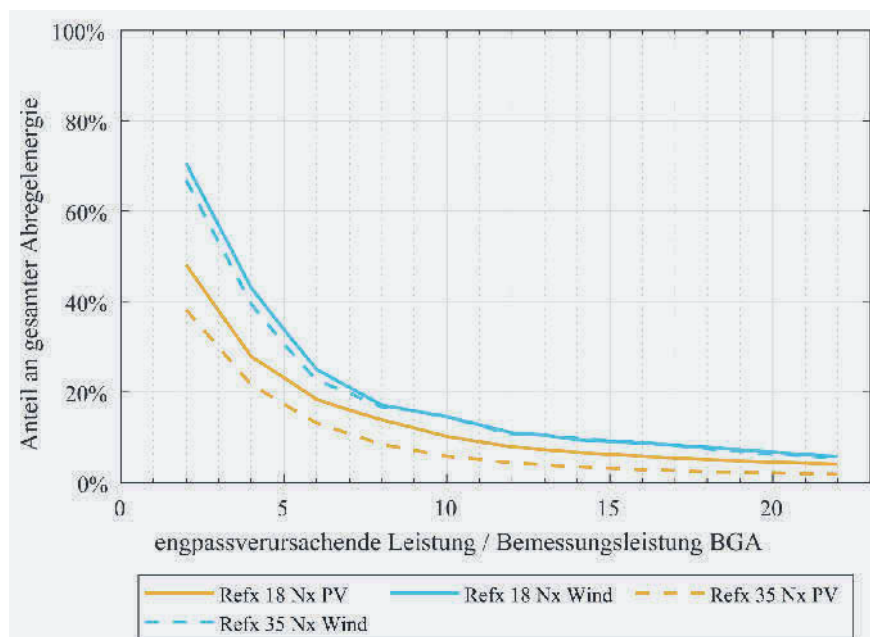


Bild 3 Anteil an Abregelenergie, der bei wind- und PV-bedingten Engpässen je nach Leistungsverhältnis durch Biogasanlagen (BGA) übernommen werden kann (eigene Darstellung).

bereitet. In diesen Netzmodellen wurden Biogasanlagen an unterschiedlichen Punkten positioniert, da sich mit der Position im Strang eines Mittelspannungsnetzes die Sensitivität von Netzparametern

gegenüber einer Leistungsänderung der Biogasanlage verändert. Zu jeder Anlage wurde ein Modell hinterlegt, womit die zuvor definierten Referenzanlagen abgebildet werden konnten und die Nachbil-

dung eines Fahrplanbetriebs möglich wurde.

Zur Berechnung entsprechender Fahrpläne wurde ein Optimierungsmodell aufgebaut, dass auf Basis von Strompreisverläufen und vorgegebener Anlagenparameter einen Spotmarkt-optimierten Betrieb der Biogasanlage bestimmt (Spot-OPM). Mit einem weiteren Optimierungsmodell wurden die Fahrpläne an Systemdienstleistungsanforderungen (Engpassregelung, Blindleistungsbereitstellung) angepasst (SDL-OPM). In beiden Optimierungsmodellen ist eine Biogasanlage entsprechend **Bild 2** integriert. Aus dem Fermenter wird ein konstanter Gasvolumenstrom in den Gasspeicher angenommen. Aus dem Gasspeicher entnehmen die BHKW chemische Leistung und wandeln sie, begrenzt durch Mindest- und Maximalleistungen, in Strom und Wärme um. Die Wärme wird in einen Wärmespeicher geleitet, woraus das angeschlossene Wärmenetz versorgt wird. Der erzeugte Strom wird in das Netz eingespeist. Als weitere Aggregate sind im Simulationsmodell ein Ersatzkessel, ein Notkühler sowie eine Gasfackel enthalten. Alle schwarz dargestellten Parameter wer-

Parameter	Referenzanlage				
	1	2	3	4	5
Bemessungsleistung [kW]	250	250	75	75	1000
BHKW 1	250	250	75	75	500
BHKW 2	–	500	–	75	500
BHKW 3	–	–	–	–	900
BHKW 4	–	–	–	–	900
Mindestleistung [kW]	150	150	50	50	250
Maximale elektrische Leistung [kW]	250	750	75	150	2800
Maximale thermische Leistung [kW]	250	750	80	160	2800
Mittlerer η_{el} BHKW 1 [%]	34,6	34,6	34,3	34,3	39,4
Mittlerer η_{el} BHKW 2 [%]	–	39,6	–	36,6	39,4
Mittlerer η_{el} BHKW 3 [%]	–	–	–	–	40,5
Mittlerer η_{el} BHKW 4 [%]	–	–	–	–	40,4
Maximale Anzahl Starts/Tag je BHKW	3	3	3	3	3
Gasspeichervolumen [m³]	500	1500	500	1200	8000
Masse des Wärmespeichers [t]	–	100	–	50	1000
Wärmeabnahme	–	Fermenter, Trocknung, Haushalte	–	Fermenter, Trocknung, Haushalte	Fermenter, Trocknung, GHD

Tabelle Parameter der verschiedenen Referenzanlagen (η_{el} = elektrischer Wirkungsgrad, BHKW = Blockheizkraftwerk, GHD = Gewerbe, Handel, Dienstleistung).

den den Optimierungsalgorithmen von außen vorgegeben, bei den grün dargestellten Parametern handelt es sich um Optimierungsvariablen (Bild 2).

Neben den technischen Potenzialen wurde im Projekt auch die Wirtschaftlichkeit der systemdienlichen Betriebsweise untersucht. Zum einen stellt sich die Frage, welche Investitionen in eine Anlage notwendig sind, um einen systemdienlichen Betrieb zu ermöglichen. Auf der anderen Seite ist zu überprüfen, welche zusätzlichen Einnahmemöglichkeiten durch eine solche Betriebsweise erschlossen werden können. Grundlage für die wirtschaftlichen Untersuchungen waren die Preisverläufe am Spotmarkt der Strombörse aus dem Jahr 2018 sowie eine eigens erstellte Prognose der Spotmarktpreise für das Jahr 2035. Auch der monetäre Wert der betrachteten Systemdienstleistungen wurde – über einen Vergleich mit alternativen Erbringungsformen – analysiert.

Ergebnisse

Engpassmanagement

Im Fall des Engpassmanagements ergaben die Simulationen, dass Biogasanlagen in bestimmten Netzbereichen einen nennenswerten Anteil an Abregelenergie übernehmen und bis zum Ende der Engpasssituation zwischenspeichern können.

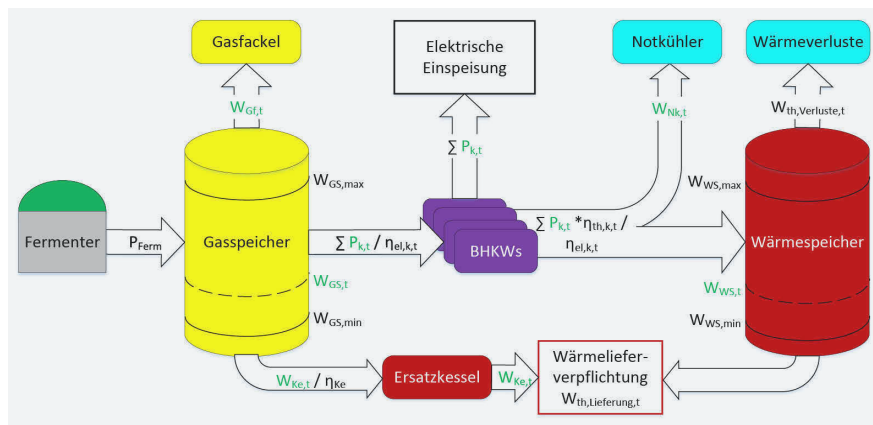


Bild 2 Aufbau des Biogasanlagenmodells für die Optimierungsmodelle (eigene Darstellung).

Hierbei kommt es vor allem auf das Verhältnis von engpassverursachender Leistung und der Bemessungsleistung der Biogasanlage (folgend als Leistungsverhältnis bezeichnet) sowie die Ursache des Engpasses an. Je nachdem, ob der Engpass durch zu hohe Photovoltaik (PV)- oder Windeinspeisung verursacht wurde, kann dieser unterschiedlich gut durch Biogasanlagen ausgeglichen werden.

Bild 3 zeigt den Anteil an Abregelenergie, den die drei flexibilisierten Referenzanlagen (Ref2, Ref4 & Ref5) im Mittel bei wind- sowie PV-bedingten Engpässen übernehmen können, aufgetragen über das Leistungsverhältnis. Unabhängig von den Szenarien zeigt sich, dass der von der Anlage aufgenommene Anteil der Abregelenergie mit steigender engpassverursachender Leistung abnimmt.

Liegt das Verhältnis aus engpassverursachender Leistung zur Bemessungsleistung der Referenzanlage bei zwei, können die Referenzanlagen im Mittel bis zu 70 % der gesamten Abregelenergie übernehmen. Bei einem Verhältnis von 22 liegt der Anteil bei unter 10 %.

Betrachtet man die Graphen differenziert nach dem skalierten Energieträger zur Engpasserzeugung, zeigt sich, dass die zwischenspeicherbare Abregelenergie bei PV-bedingten Engpässen bei kleinen Leistungsverhältnissen um 20 % geringer ist als bei windbedingten Engpässen. Mit zunehmender Höhe der engpassverursachenden Leistung wird dieser Unterschied stetig kleiner. Die unterschiedlichen Reaktionsmöglichkeiten einer Biogasanlage auf windbedingte Engpässe im Vergleich zu PV-bedingten Engpässen sind durch die



Alle Leistungen im klassischen und intelligenten Messwesen
für den grundzuständigen und wettbewerblichen Messstellenbetrieb

Entdecken Sie eines der umfassendsten und zugleich modularsten Portfolios für Ihre Prozesse – von Geräteservice, Mess- und Energiedatenmanagement über zertifizierte Gateway-Administration bis zu Mehrwertdiensten wie Kunden-Portalen, Submetering und CLS-Management. Mehr unter www.voltaris.de.

VOLTARIS
WISSEN WAS ZÄHLT

unterschiedlichen Einflüsse von Wind- und PV-Einspeisung auf die Spotmarktpreise und damit auf die Fahrplangestaltung der Biogasanlage zu erklären. Bei hohen PV-Einspeisungen weist der Tagesverlauf der Spotpreise im Mittel eine deutliche Niedrigpreisphase um die Mittagsstunden auf, auf die in der Fahrplانبerechnung mit einer Abschaltung der BHKW reagiert wird. Somit ergibt sich durch die spotmarktoptimierte Fahrweise bereits ein systemdienliches Verhalten bei hohen PV-Einspeisungen – Anlagen die bereits abgeschaltet sind können ihre Leistung nicht mehr absenken.

Betrachtet man außerdem die Unterschiede zwischen den Fahrplänen auf Basis der Spotmarktpreise im Jahr 2018 (durchgezogene Linien) und 2035 (gestrichelt) wird deutlich, dass die Anlagen in der Berechnung für 2018 anteilig mehr Abregelenergie verlagern können als im Jahr 2035. Als Grund dafür wird vermutet, dass der für 2035 prognostizierte Strompreisverlauf bereits zu einem systemdienlicheren Basisfahrplan führt, und die Engpassregelung somit weniger effektiv wirkt.

Aus Netzbetreibersicht ist also die Abregelung von Biogasanlagen anstelle von Wind- und PV-Anlagen durchaus sinnvoll. Jedoch muss dafür die Leistung der Biogasanlage zur engpassverursachenden Leistung passen. Anwendungsfälle könnten die Einspeisespitzenkappung nach § 11 Abs. 2 EnWG sein, nach der ein Netz nur so weit ausgebaut wird, dass bis zu 3 % der überschüssigen Jahresenergieerzeugung abgeregelt werden dürfen. Ein Teil dieser Energiemenge könnte von Biogasanlagen zwischengespeichert werden und wäre somit nicht verloren. Außerdem

könnten Biogasanlagen in einem Netzstrang, in dem neue Wind- oder PV-Anlagen gebaut werden, in der Zeit bis zum Abschluss eines Netzausbaus unterstützen und Netzprobleme verringern.

Aus der Sicht eines Biogasanlagenbetreibers entstehen durch die Verschiebung von eingespeisten Energiemengen Mindereinnahmen durch verringerte Erlöse am Spotmarkt sowie veränderte Betriebskosten. Die Mindereinnahmen bewegen sich in den Simulationen im Mittel zwischen 2 und 6 Ct je zwischengespeicherter Kilowattstunde Strom (entgangene EEG-Vergütungen wurden nicht betrachtet). Bedingt durch Ungenauigkeiten der verwendeten Optimierungsmodelle werden diese jedoch zu niedrig eingeschätzt. Stellt man die Kosten den eingesparten Ausfallarbeitskosten für Windenergie- und PV-Anlagen gegenüber (aufgrund der zur Verfügung stehenden Daten werden in diesen Ausfallarbeitskosten entgangene EEG-Vergütungen mitberücksichtigt) und nimmt an, dass diese Einsparungen in voller Höhe vom Netzbetreiber an den Anlagenbetreiber ausgezahlt würden, ergeben sich je nach Anlagengröße verschiedene relative Einnahmensteigerungen. Die große Referenzanlage 5 könnte bei PV-bedingten Engpässen 15 % Einnahmensteigerung im Vergleich zu ihren Spotmarkterlösen erreichen. Anlagen 2 & 4 kommen im Szenario 2018 nicht über 3 beziehungsweise 7 % hinaus, im Szenario 2035 kann keine nennenswerte Einnahmensteigerung erreicht werden. Bei windbedingten Engpässen kommt keine der Anlagen auf mehr als 3 % Einnahmensteigerung. Hier kommen wieder der starke Einfluss der PV-Einspeisung

auf den Börsenstrompreis und die dadurch bewirkten Fahrplanänderungen zu tragen.

In der Praxis ist solch eine direkte Vergütung gegenwärtig regulatorisch nicht möglich, perspektivisch könnten regionale Flexibilitätsmärkte, wie sie im Forschungsprojekt SmartBio [2] der Technischen Hochschule Ingolstadt untersucht wurden, aufgebaut werden. Die oben getroffenen Abschätzungen zu möglichen Zusatzerlösen gegenüber der Stromvermarktung können als maximale Erlösmöglichkeiten an solchen Flexibilitätsmärkten angesehen werden.

Blindleistungsbereitstellung

Blindleistung wird im Stromnetz vorwiegend zur Spannungshaltung eingesetzt. Biogasanlagen müssen, wie jede Erzeugungsanlage, nach den Technischen Anschlussregeln (TAR) der Netzbetreiber Blindleistung in bestimmter Höhe bereitstellen können. Bisher wird diese Dienstleistung, von der die Netzbetreiber zur lokalen Spannungshaltung durchaus Gebrauch machen, nicht vergütet. In Zukunft ist denkbar, dass auch zur Spannungshaltung in übergelagerten Netzebenen Blindleistung bereitgestellt werden kann. Bei einer entsprechenden Vergütung könnten so Zusatzeinnahmen für Anlagenbetreiber erreicht werden. Hierbei müssen die zu erwartenden Kosten für Umbaumaßnahmen an der Anlage, beispielsweise die Installation eines größeren Generators, berücksichtigt werden.

Die zu erwartenden Verdienstmöglichkeiten wurden aus Ergebnissen eines weiteren, an der OTH Regensburg laufenden, Projekts gespeist. So wurden verschiedene mögliche Preisverläufe für Blindleistung prognostiziert und aus den Fahrplänen in den Simulationen die möglichen Einnahmen errechnet. Darüber hinaus wurden auch Fahrplانبerechnungen unter Berücksichtigung der Blindleistungspreise vorgenommen, um den Einfluss auf die Gesamteinnahmen zu analysieren. Bei einer Vergütung konnten in der Simulation bis zu 1 % Zusatzeinnahmen im Vergleich zu reinen Spotmarkterlösen erreicht werden. Durch zusätzliche Fahrplananpassungen konnten noch geringe Mehreinnahmen generiert werden. Jedoch begrenzen Einschränkungen aus Mindestlaufzeiten, durch den Hersteller vorgegebenen Mindestlasten der BHKW sowie der verfügbare Gasspeicherinhalt häufig

„OPTIBIOSY“

Das Verbundprojekt Optibiosy (Untersuchung der Potenziale und Entwicklung eines Optimierungmodells für Biogasanlagen im Kontext des zukünftigen Stromsystems) mit einer Laufzeit von 36 Monaten (09/2018 bis 08/2021) wurde aus dem Sondervermögen „Energie- und Klimafonds“ (EKF) vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR) gefördert. Als Forschungspartner nahmen zum einen die Ostbayerische Technische Hochschule (OTH) Regensburg mit der Forschungsstelle für Energienetze und Energiespeicher (FENES, Prof. Dr.-Ing. Oliver Brückl) und das Combustion Engines and Emission Control Laboratory (CEEC, Prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Rabl) teil. Zum anderen war die OTH Amberg-Weiden mit dem Kompetenzzentrum für Kraft-Wärme-Kopplung (KoKWK, Prof. Dr. Raphael Lechner) sowie dem Institut für Energietechnik (IfE, Prof. Dr.-Ing. Markus Brautsch) an dem Vorhaben beteiligt. Als assoziierte Projektpartner unterstützten die 2G Drives GmbH, die Awite Bioenergie GmbH, die Lechwerke AG (LEW) und die LEW Verteilnetz GmbH (LVN) sowie mehrere Biogasanlagenbetreiber das Projekt.

die Anpassungsmöglichkeiten von Biogas-BHKW-Fahrplänen auf hohe Blindleistungspreise.

Es lässt sich feststellen, dass durch den Weiterbetrieb von Biogasanlagen die Notwendigkeit des Neubaus von Kompensationsanlagen, die ansonsten zur Blindleistungsbereitstellung gebraucht werden, reduziert wird. Für Betreiber lohnt sich eine Ausrichtung des Fahrplans auf Blindleistungspreise wohl nicht, aber auch allein mit Spotmarkt-orientierten Fahrplänen kann bereits ein nicht zu vernachlässigender Teil des Blindleistungsbedarfes in bestimmten Netzgruppen gedeckt werden. Da das verwendete Simulationsmodell noch nicht komplett ausgereift ist, erfordert die Betrachtung weiterführende Arbeiten. Außerdem sind weitere Untersuchungen dahingehend nötig, ob ein höherer Verschleiß der Anlagen durch stark systemdienlichen Betrieb in Kauf genommen werden kann.

Momentanreserve

Als Momentanreserve wird die in den netzsynchron rotierenden Massen gespeicherte kinetische Energie bezeichnet. Sie ist Bestandteil der Systemdienstleistung Frequenzhaltung. Biogasanlagen mit Synchrongeneratoren können aufgrund der geringen Trägheitsmomente der verbauten Generatoren lediglich einen geringen Beitrag zur Momentanreserve leisten, erbringen diesen aber inhärent. Beim Schaffen eines Marktes für Momentanreserve sollten Biogasanlagen berücksichtigt werden, sodass Kosten für alternative Systeme (Batteriespeicher) gespart werden können. Hier ist beispielsweise die Teilnahme über Aggregatoren, ähnlich dem Pooling bei der Regelleistung, denkbar, um Kosten zu sparen.

Netzwiederaufbau

Für einen Netzwiederaufbau nach einem Blackout sind Biogasanlagen grundsätzlich technisch geeignet. Da aber momentan noch keine Bottom-Up-Konzepte verfügbar sind, ist eine wirtschaftliche Bewertung dieser Systemdienstleistung noch nicht möglich. Biogasanlagen sollten in solchen Konzepten aber aufgrund ihrer selbst regenerierenden Speicher berücksichtigt werden. Wissenschaftliche Erkenntnisse sind hierzu aus momentan laufenden Studien zu erwarten (Projekte „BioBatSys“ [3] und „Distributed-Restart“ [4]).

Fazit

In einer übergreifenden Betrachtung der Ergebnisse zu den vier untersuchten Systemdienstleistungsbeiträgen durch Biogasanlagen muss konstatiert werden, dass ein wirtschaftlicher Betrieb von Biogasanlagen rein über den Stromverkauf am Spotmarkt und die im Projekt ermittelten Zusatzerlöse durch Systemdienstleistungen sehr schwierig darzustellen ist. Die Vermarktung von Systemdienstleistungen kann lediglich als mögliche Zusatzeinnahmequelle angesehen werden, die in Kombination mit weiteren Vermarktungsmöglichkeiten zu einem wirtschaftlichen Betrieb beitragen kann. In Optibiosy nicht betrachtet wurde der Beitrag von Biogasanlagen zur Residuallastdeckung bei zukünftig immer volatilerer Einspeisung. Hohe Strompreise bei hohen Residuallasten könnten die Wirtschaftlichkeit verbessern. Die Betrachtungen in Optibiosy basieren weitgehend auf den Strommarktdaten aus 2018 und eigenen Prognosen für das Jahr 2035. Beides entspricht in Anbetracht der gegenwärtigen Entwicklungen auf dem Strommarkt nicht mehr

der Realität. Die Ergebnisse sollten daher nochmal überprüft werden, wenn die langfristigen Trends ausgehend von der aktuellen, möglicherweise vorübergehenden, Hochpreisphase besser eingeschätzt werden können. Ebenso wird die Wärmebereitstellung in Optibiosy zwar als Nebenbedingung der Fahrplanberechnung betrachtet, eine gezielte Abschätzung des Wertes der Wärmeversorgung wird jedoch nicht vorgenommen. Als Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Weiterbetrieb wird eine hohe Wärmenutzung neben der Modernisierung und Flexibilisierung der Biogasanlage in jedem Fall gesehen. ■

M.Sc.
Johannes Schächinger

Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Forschungsstelle für Energienetze und Energiespeicher an der Ostbayerischen Technischen Hochschule (OTH) Regensburg

johannes.schaechinger@oth-regensburg.de

Foto: Privat



Prof. Dr.-Ing.
Oliver Brückl

Leiter der Forschungsstelle für Energienetze und Energiespeicher an der OTH Regensburg

oliver.brueckl@oth-regensburg.de

Foto: Privat



M.Eng.
Max Becker

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Kompetenzzentrum KWK der OTH Amberg-Weiden

ma.becker@oth-aw.de

Foto: Privat



Prof. Dr.
Raphael Lechner

Professor am Kompetenzzentrum KWK und Geschäftsführer des Instituts für Energietechnik an der OTH Amberg-Weiden

r.lechner@oth-aw.de

Foto: Privat



Literatur

- [1] netztransparenz.de – Informationsplattform der deutschen Übertragungsnetzbetreiber: EEG-Anlagenstammdaten. <https://www.netztransparenz.de/EEG/Anlagenstammdaten>, zuletzt abgerufen am 6.5.2022.
- [2] Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR): SmartBio – Biogasanlagen als Akteur am Smart Market. 13.2.2019, <https://www.fnr.de/projektfoerderung/ausgewahlte-projekte/projekte/smartbio>, zuletzt abgerufen am 6.5.2022.
- [3] Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE: Biogasanlagen mit Batteriespeichern kombinieren. 26.10.2020, <https://www.iee.fraunhofer.de/de/presse-infothek/Presse-Medien/Pressemitteilungen/2020/BioBatSys.html>, zuletzt abgerufen am 6.5.2022.
- [4] National Grid Electricity System Operator: Distributed Restart – Power Engineering and Trials: Assessment of Power Engineering – Aspects of Black Start from DER. Part 2, December 2020. <https://www.nationalgrideso.com/document/182481/download>, zuletzt abgerufen am 6.5.2022.



Foto: AdobeStock/Bertold Werkmann

Energiekonzept bei Wala Heilmittel

100 Prozent natürlich mit Biomethan

Seinen naturverbundenen Ansatz dehnt das Stiftungsunternehmen mit mehr als 1 000 Mitarbeitenden auch auf die Energieversorgung aus: Wala deckt seinen kompletten Wärmebedarf mit Biomethan. Ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur Klimaneutralität.

Die Herstellung der anthroposophisch-homöopathischen Wala-Arzneimittel und der zertifizierten Naturkosmetik Dr. Hauschka Kosmetik, das sind die Handlungsfelder der Wala Heilmittel GmbH: „Aus der Natur, für den Menschen“. Seit der Gründung 1935 stecken

in jedem Produkt nach Unternehmensangaben ausschließlich hochwertige, biozertifizierte Natursubstanzen.

Was 2019 mit der Unterschrift auf dem Biomethan-Liefervertrag für das Laborgebäude begann, wurde bald auf das gesamte Unternehmen am Standort Bad Boll bei Stuttgart ausgeweitet: Sowohl die Heizung als auch Warmwasser ebenso wie

die Prozesswärme, in dem Fall die Dampferzeugung für die Arzneimittelherstellung, werden bei Wala seit 2020 ausschließlich mit grünem Gas betrieben. So wird der Energiebedarf von 9 000 MWh Gas jetzt mit Biomethan aus biogenen Rest- und Abfallstoffen wie Gülle oder Lebensmittelresten aus Europa gedeckt. Für die zuverlässige Belieferung sorgt der

Biomethan-Vermarkter bmp greengas. Das Unternehmen übernimmt die vollumfängliche Betreuung von der Bestellung, dem Bilanzkreismanagement über den Transport bis zum Übertrag der Nachweise.

Vermeiden statt kompensieren

Mit der Entscheidung für Biomethan nahm Wala bewusst jährliche Mehrkosten in Kauf. Denn im Gegenzug bringt die Umstellung eine jährliche Ersparnis von 2 000 t CO₂. Im Zusammenspiel mit 100 % Ökostrom aus regenerativen Quellen näherte man sich so deutlich der avisierten Netto-Null-Emission: Der erneuerbare Anteil am Gesamtenergiebedarf liegt bei 91,9 %. So ist man aktuell zu 75 % klimaneutral. Dass dabei Kompensation nur eine sehr untergeordnete Rolle spielt, war dem Stiftungsunternehmen besonders wichtig. Statt über Zertifikate Emissionen auszugleichen, setzt man auf Vermeidung, soweit es geht: „Wir legen unseren Fokus darauf, den CO₂-Ausstoß auf die unvermeidbaren Emissionen zu reduzieren und diese Emissionen dann komplett zu kompensieren“, sagt die Umweltbeauftragte Clarissa Bay.

Einfach umsteigen auf grünes Gas

Diese Einstellung hat das Unternehmen auch veranlasst, früher als ursprünglich geplant den Schritt in eine grüne Gaszukunft zu gehen. Heute schlagen immer mehr (produzierende) Unternehmen einen ähnlichen Weg ein, um selbstgesteckte Nachhaltigkeitsziele zu erreichen, gesetzliche Vorschriften oder das Pariser Klimaabkommen zu erfüllen. Dass es dafür höchste Zeit ist, unterstreichen die Zahlen des Statistischen Bundesamts: Danach war 2020 Erdgas mit 31,2 % Anteil am Gesamtverbrauch noch immer der wichtigste Energieträger.

Dabei ist die Umstellung auf Biomethan leicht umzusetzen, müssen doch aufgrund der Brennwertigenschaften des Gases keinerlei Veränderungen an Systemen, Maschinen oder Transportwegen vorgenommen werden. Biomethan wird einfach genauso wie Erdgas ins bestehende Gasnetz eingespeist und kann über ei-



Die Umstellung auf Biomethan startete Wala 2019 mit seinem Laborgebäude. Foto: Wala

nen Energieliefervertrag bezogen werden. Hierbei hat der Kunde wiederum die Wahl, ob er 100 % Biomethan oder eine Beimischung zu Erdgas in beliebiger Höhe nutzt. So legt er flexibel fest, wie groß der Anteil des grünen Gases am Gesamtverbrauch sein soll – und wie viel Mehrkosten er für welche Emissionsminderung investiert. Darüber hinaus gibt es keinerlei Einschränkungen bei den Einsatzszenarien; dank verschiedener Biomethan-Qualitäten lassen sich für jede Branche und ihre dedizierten Anforderungen passgenaue Lösungen finden.

Ein zusätzlicher Vorteil von Biomethan: Emissionshandelspflichtige Unternehmen haben die Möglichkeit, Emissionszertifikate einzusparen und somit Kosten zu reduzieren. Denn im Bundesemissionshandelsgesetz (BEHG) und im europäischen Emissionshandel (EU-ETS) ist Biomethan noch bis Ende 2022 vom CO₂-Preis befreit. Abhängig von Substrat und Nachweis ist diese Befreiung sogar zeitlich unbegrenzt.

Unabhängig von Erdgasimporten

Auch bei der Verlässlichkeit spielt Biomethan einen weiteren Vorteil gegenüber Erdgas aus: Aufgrund der politischen Lage sind die Preise am Gasmarkt zunehmend

volatil und Erdgasmengen knapp. Biomethan kann durch eine regionale Wertschöpfung die heimische Wirtschaft fördern und zusätzlich Erdgas substituieren. Deshalb ist ein starker Ausbau europäischer Biomethanmengen geplant. Im Rahmen des „REPowerEU“-Pakets hat sich die Europäische Union das Ziel gesetzt, bis 2030 über 35 Mrd. m³ Biomethanmengen auszubauen. Dies entspricht der etwa zehnfachen Produktionsmenge von 2021. Mit dieser Entwicklung wird die europäische Energiesicherheit gestärkt und die Abhängigkeit von Erdgasimporten verringert. Zudem spielt Biomethan eine wichtige Rolle bei der Erreichung des Treibhausgas-Reduktionsziels der EU für 2030 und der Erreichung von Netto-Null-Emissionen bis 2050. ■

www.bmp-greengas.com



Julia Schmunk

International Marketing bei der bmp greengas GmbH

j.schmunk@bmp-greengas.de

Foto: bmp greengas



Foto: PantherMedia/Alimkin

Umstellung der Prozesswärmebereitstellung

Schlüssel für eine klimaneutrale Industrie

Auf dem Weg zur Klimaneutralität stellt die Umstellung der Prozesswärmebereitstellung in der Industrie eine bedeutende Stellschraube dar: 67 % des Endenergiebedarfs der deutschen Industrie und damit fast 20 % des gesamten deutschlandweiten Endenergiebedarfs werden für Prozesswärme benötigt [1]. Ein enormes Potenzial für die Wärmewende und den Klimaschutz, das es zu heben und in sektorenübergreifenden ganzheitlichen Wärmekonzepten mitzudenken gilt.

Prozesswärme wird in der Industrie für Produktionsprozesse oder zur Weiterverarbeitung genutzt – etwa wenn Glas, Metall, Zement oder Papier geschmolzen, geschmiedet, gebrannt oder getrocknet werden. Vereinzelt sind dabei Temperaturen von bis zu 3 000 °C erforderlich [2]. Das braucht sehr viel Energie: Diese kommt in Deutschland heute noch vorwiegend (zu 72 %) aus fossilen Energieträgern – rund 317 TWh/a [1]. Das zu ändern, stellt eine große Herausforderung und gleichzeitig einen bedeutenden Hebel für die Energiewende und die Erreichung der Klimaziele dar. Besonders in industriell geprägten Regionen, wie etwa in Nordrhein-Westfalen. Hier macht Prozesswärme schätzungsweise fast die Hälfte des Wärmebedarfs aus [3; 4]. Damit entfallen auf NRW rund 40 % des deutschen Prozesswärmebedarfs (**Bild 1**) [1; 3].

Trotz der hohen Bedeutsamkeit ist die Prozesswärmewende noch ein Randthema. In der öffentlichen Debatte zur Wärmewende steht häufig im Fokus, wie industrielle Abwärme vermehrt genutzt werden kann, etwa zur Versorgung des Gebäudesektors über Fernwärmenetze. Für die Industrie selbst stellt sich aber vor allem die Frage: Wie kann die Produktion klimaneutral gestaltet und der notwendige Prozesswärmebedarf zukünftig gedeckt werden? Das ist komplex und umfasst Optimierungen, Umstellungen zur bisherigen Wärmebereitstellung in allen Schritten der Produktion und Investitionen.

Vier-Stufen-Modell für die Umstellung

Orientierung für eine strukturierte Herangehensweise bietet ein Vier-Stufen-Modell, entwickelt von der NRW.Energy4Climate-Initiative „IN4-climate.NRW“ (**Bild 2**). Es bildet Prüfschritte ab, die jedes Industrieunternehmen individuell durchlaufen sollte. Die Priorisierung folgt einem gesamtsystemischen Effizienzansatz und kann etwa aufgrund von Standortfaktoren individuell abweichen.

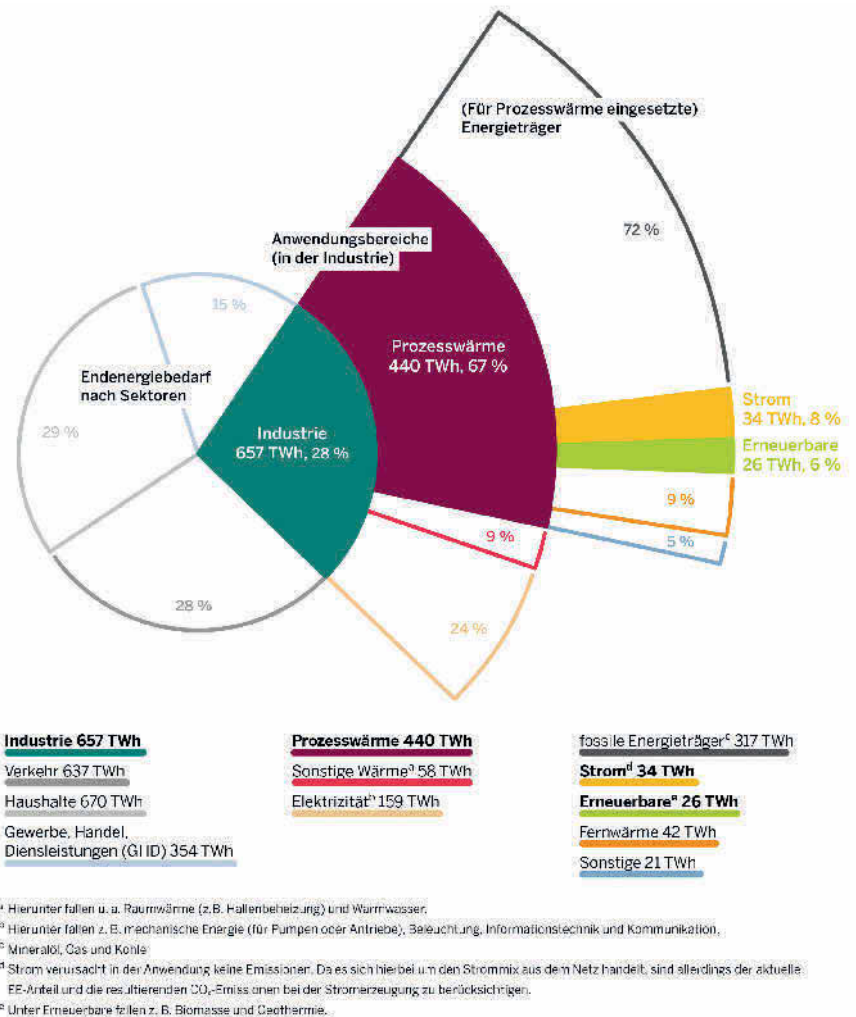


Bild 1 Deutscher Endenergiebedarf 2020 nach Sektoren, Anwendung in der Industrie und für Prozesswärme eingesetzte Energieträger (Daten aus [1]). Grafik: NRW.Energy4Climate

1. Stufe: Effizienz von Prozessen steigern und Energie sparen

Den Wärmebedarf zu verringern hat die beste Treibhausgas (THG)-Bilanz. Allen voran sollte daher die Effizienz von Anlagen erhöht und damit der primäre Prozesswärmebedarf reduziert werden. Durch eine gesteigerte (innerbetriebliche) Abwärmenutzung kann der Energiebedarf weiter optimiert werden. Hierbei gilt es die Potenziale systematisch zu untersuchen und ein ganzheitliches Konzept zu erstellen. Besonders sinnvoll ist es, Abwärme direkt am Standort in den Prozess zurückzuführen.

Ist das Temperaturniveau zu niedrig, können etwa Hochtemperatur (HT)-Wärmepumpen die Wärme für

den Einsatz in Industrieprozessen wieder nutzbar machen [5]. Effiziente Wärmepumpen benötigen deutlich weniger elektrische Energie zur Erzeugung derselben Menge an Wärmeenergie als etwa Elektrodenkessel oder wasserstoffbefeuerte Kessel (zusätzliche Umwandlungsverluste der elektrolytischen Wasserstoffherstellung). Durch diesen Effizienzvorteil ließe sich der zukünftig erneuerbar erzeugte und begrenzt lokal verfügbare Strom bestmöglich nutzen.

Ist diese Möglichkeit ausgeschöpft, kann Abwärme sowohl betriebsintern (für Niedertemperaturbedarfe, wie die Erwärmung der Hallenluft und für Sanitäranlagen) als auch extern (durch das Einspeisen in ein Fernwärmenetz) genutzt werden.

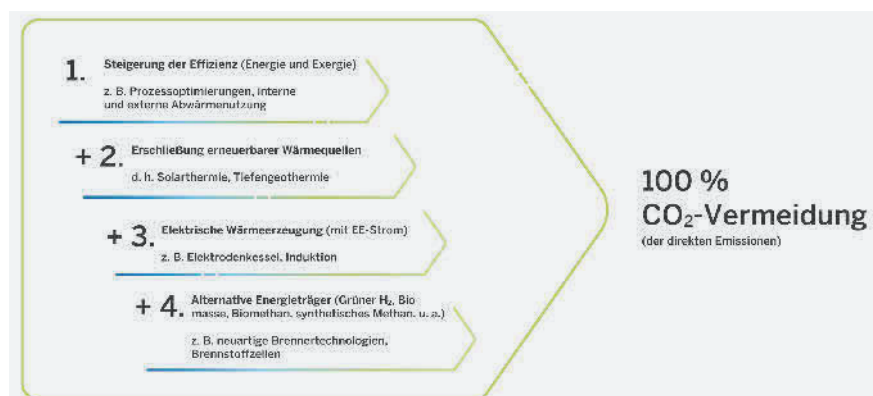


Bild 2 Vier-Stufen-Modell einer klimaneutralen Prozesswärmeversorgung [3].

Grafik: NRW.Energy4Climate

2. Stufe: Lokale erneuerbare Wärmequellen erschließen

Für Prozesswärme gelten oft hohe Temperaturanforderungen, die nicht über erneuerbare Wärme bereitgestellt werden können. Dennoch eignen sich bestimmte Prozesse, wie Prozessdampfbedarfe bis etwa 250 °C, besonders gut zur Einbindung erneuerbarer Wärmequellen. Das ist nicht nur ökologisch, sondern auch ökonomisch sinnvoll. Denn so wird der verbleibende, anderweitig zu deckende Bedarf reduziert und damit auch die Abhängigkeit von Energieimporten.

Eine vielversprechende Möglichkeit, industriellen Wärmebedarf zu decken, bietet Tiefengeothermie. Ein Viertel des industriellen Wärmebedarfs bis etwa 200 °C könnte damit laut wissenschaftlicher Erkenntnisse [6] gedeckt werden. Das Gute: Anders als bei anderen erneuerbaren Energiequellen kann Wärme darüber kontinuierlich bereitgestellt, also zur Deckung der Grundlast genutzt, werden. Um eine Prozesswärmewende umfassend zu gestalten, ist es unumgänglich die lokalen tiefengeothermischen Potenziale auszuschöpfen. Dazu sind neben seismischen Messungen auch Tiefbohrungen notwendig, um den Untergrund besser zu erkunden.

Eine vergleichsweise kurzfristig zu erschließende erneuerbare Wärmequelle, stellen (konzentrierende) solarthermische Kollektoren dar. Sie eignen sich gut für Wärmebedarfe bis etwa 250 °C [3; 7]. Weil der Ertrag auf die Sonnenscheindauer begrenzt ist, bietet sich besonders die Kombination mit HT-Wärmespeichern an. So kann der Autarkiegrad er-

höht werden. Die Einbindung von Solarthermie in industrielle Wärmekonzepte kann einen sinnvollen ergänzenden Baustein im Energiemix eines Betriebes darstellen und direkt zur THG-Minderung beitragen.

3. Stufe: Strom zur direkten Wärmeerzeugung nutzen

Der Begriff „Elektrifizierung“ ist in aller Munde. Grund dafür ist, dass der direkte Einsatz von Strom zur Wärmeerzeugung deutliche Effizienzvorteile gegenüber Alternativen wie Gasbrennern hat. **Bild 3** zeigt diesen Vergleich am Beispiel eines Elektroden- gegenüber eines Gaskessels.

Voraussetzung dafür, dass Strom zukünftig klimaneutraler Energieträger wird, ist, dass der Anteil an erneuerbarem Strom im Netz bis auf 100 % steigt. Soll neben Antriebsenergie im Mobilitätssektor oder Wärme für Gebäude auch Prozesswärme künftig vermehrt elektrisch erzeugt werden, geht das mit einem deutlich erhöhten Strombedarf einher. Die Notwendigkeit eines massiven Ausbaus der erneuerbaren Stromerzeugung steht dabei außer Frage. Wichtig ist dabei auch der lokale Ausbau in Regionen mit hohem Energiebedarf, wie in NRW, da sich Strom schlecht über sehr weite Distanzen transportieren lässt.

Mit zunehmender erneuerbarer Energieerzeugung wird es immer komplexer, die erforderliche Netzstabilität zu gewährleisten. Es bedarf einer leistungsfähigen Netzinfrastruktur sowie ausreichend flexibel abrufbarer Leistung im Netz. Hier bietet die Sektorenkopplung des Strom-

netzes mit der Industrie eine gute Möglichkeit. Flexible und hybride Systeme zur (Prozesswärme-)Versorgung der Industrie können bei fluktuierender Energieerzeugung einen wichtigen Beitrag zur Regenergie leisten. Wirtschaftliche Anreize für Flexibilitätsleistung und wettbewerbsfähige Strompreise sind jedoch notwendig, um Strom großskalig zur Prozesswärmeerzeugung einsetzen zu können.

4. Stufe: Speicherbare alternative Energieträger

Im Sinne des Klimaschutzes gilt immer, dekarbonisierbare Prozesse zu dekarbonisieren, das heißt ohne Kohlenstoff zu realisieren [8]. Das gilt auch beim Einsatz von speicherbaren Energieträgern, mit deren Hilfe Prozesswärme auch dann klimaneutral erzeugt werden kann, wenn erneuerbare Energien nicht zur Verfügung stehen.

Eine vielversprechende Lösung stellt vor allem der Umstieg auf nachhaltigen Wasserstoff (H₂) als kohlenstofffreien Energieträger dar. Grundsätzlich ließen sich in den meisten Prozessen auch etwa Biomethan oder synthetisches Methan einsetzen. Diese enthalten jedoch Kohlenstoff, weshalb bei ihrer Verbrennung CO₂ entsteht. Dieses CO₂ ist zwar bilanziell neutral, aber dennoch klimarelevant [9], weshalb eine Dekarbonisierung vorzuziehen ist.

Der umfangreiche Einsatz von Wasserstoff setzt voraus, dass dieser in hohem Maße verfügbar ist. Dafür bedarf es des Aufbaus einer Wasserstoffwirtschaft. Für diese ist erforderlich, H₂-Erzeugungskapazitäten – zusammen mit erneuerbarer Stromerzeugung – sowie eine Transport- und Speicherinfrastruktur aufzubauen und in die Zusammenarbeit mit internationalen Partnern zu intensivieren, um Importkapazitäten für ökologisch und sozial nachhaltig erzeugten Wasserstoff zu sichern.

Ist eine Dekarbonisierung nicht möglich, gilt es zu defossilisieren, das heißt ohne fossilen Kohlenstoff auszukommen. Eine Möglichkeit bietet Biomasse. Sie ist vielseitig einsetzbar und dabei wertvoller Rohstoff (beispielsweise als Konstruktionsmaterial oder als zukünftige Kohlenstoffquelle, etwa in der chemischen Industrie [10]) und Energieträger zugleich. Nachhaltige Biomasse ist jedoch limitiert verfügbar. Ihr Einsatz muss daher gezielt

und effizient gestaltet werden. Besonders sinnvoll in Prozesswärmeanwendungen ist Biomasse deshalb dann eingesetzt, wenn neben der thermischen Nutzung auch ein stofflicher Bedarf an Kohlenstoff besteht, etwa in der Stahl- und Eisenindustrie (für die Schaum Schlackenbildung im Elektrolichtbogenofen oder zur Aufkohlung).

Ganzheitliche überregionale Versorgungsstrategien

Prozesswärme klimaneutral zu erzeugen, ist von hoher Bedeutung, um die Klimaziele zu erreichen. Gleichzeitig ist es eine große und komplexe Herausforderung. Für eine Wärmewende in der Industrie ist deswegen eine zeitnahe gesamtsystemische und überregionale Strategieentwicklung wichtig, mit dem Ziel Potenziale zu erkennen, robuste Pfade zu identifizieren und neue Technologien zu erproben. Um die beträchtlichen Mengen an Prozesswärme decken zu können, sind verschiedene Bausteine erforderlich und alle verfügbaren Optionen zusammen zu denken: Effiziente Prozesse und Strukturen, die Einbindung erneuerbarer Wärmequellen und erneuerbaren Stroms ebenso wie der Einsatz von alternativen Energieträgern wie Wasserstoff.

Ganzheitliche überregionale Wärmeversorgungsstrategien sollten einerseits das Zusammenspiel der verschiedenen Sektoren berücksichtigen. Andererseits ist es wichtig, dass sie eine optimierte Deckung aller Wärmebedarfe – sowohl für Gebäude als auch für die Industrie – miteinbeziehen. Eine integrierte Netzplanung von Strom-, Gas- und Wärmenetzen könnte dazu essenziell beitragen. ■

Literatur

- [1] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK): Gesamtausgabe der Energiedaten – Datensammlung des BMWi. Letzte Aktualisierung: 27.9.2021, <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Binaer/Energiedaten/energiedaten-gesamt.xls.html>, zuletzt abgerufen am 29.9.21.
- [2] IN4climate.NRW (Hrsg.): Prozesswärme für eine klimaneutrale Industrie. Impulspapier der Initiative IN4climate.NRW, Düsseldorf, 2022, https://www.energy4climate.nrw/fileadmin/Service/Publikationen/Ergebnisse_IN4climate.NRW/2022/prozesswaerme-fuer-eine-klimaneutrale-industrie-impulspapier-der-initiative-in4climatenrw-cr-nrwnenergy4climate.pdf, zuletzt abgerufen am 29.9.21.

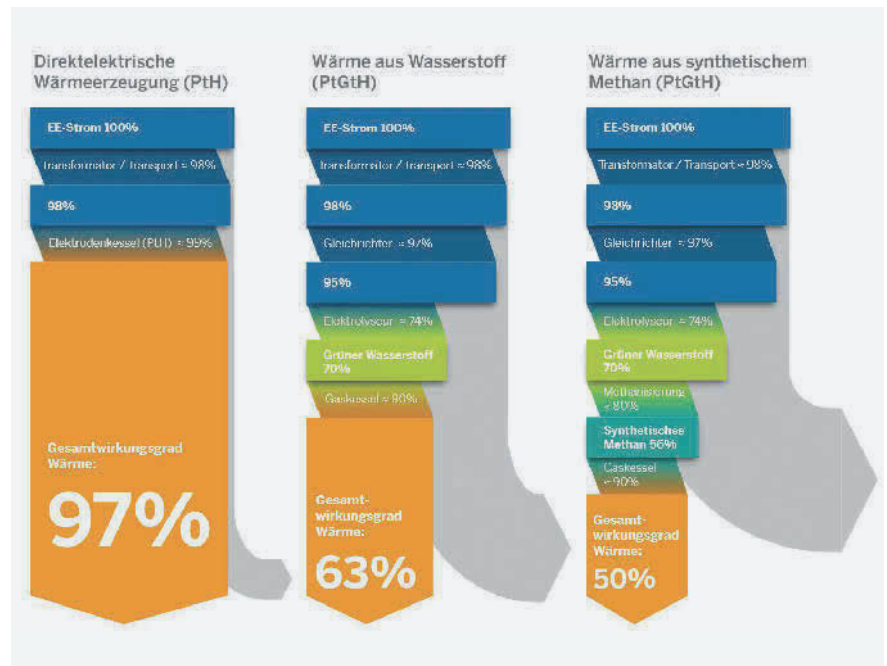


Bild 3 Wirkungsgradketten und Umwandlungsverluste von Power-to-Heat (PtH), Wasserstoffverbrennung und Verbrennung von synthetischem Methan (Power-to-Gas-to-Heat, PtGtH) [3].
Grafik: NRW.Energy4Climate

- [3] IN4climate.NRW: Industrierwärme klimaneutral: Strategien und Voraussetzungen für die Transformation – Ein Diskussionspapier der Arbeitsgruppe Wärme. Gelsenkirchen, 2021, https://www.energy4climate.nrw/fileadmin/Service/Publikationen/Ergebnisse_IN4climate.NRW/2021/diskussionspapier-klimaneutrale-waerme-industrie-cr-in4climatenrw.pdf, zuletzt abgerufen am 29.9.21.
- [4] Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV): Potenzialstudie Kraft-Wärme-Kopplung – LANUV-Fachbericht 116. Recklinghausen, 2021, https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/30116.pdf, zuletzt abgerufen am 29.9.21.
- [5] Agora Energiewende und Wuppertal Institut: Klimaneutrale Industrie – Schlüsseltechnologien und Politikoptionen für Stahl, Chemie und Zement. Berlin, 2019, Version: 1.2, August 2020, https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2018/Dekarbonisierung_Industrie/164_A-EW_Klimaneutrale-Industrie_Studie_WEB.pdf, zuletzt abgerufen am 29.9.21.
- [6] Bracke, R.; Huenges, E. (Hrsg.): Roadmap Tiefe Geothermie für Deutschland – Handlungsempfehlungen für Politik, Wirtschaft und Wissenschaft für eine erfolgreiche Wärmewende – Strategiepapier von sechs Einrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft und der Helmholtz-Gemeinschaft. Februar 2022, <https://doi.org/10.24406/ieg-n-645792>.
- [7] Universität Kassel: Solare Prozesswärme – CO₂-freie Wärme für Industrie und Gewerbe. 2017, http://www.solare-prozesswaerme.info/wp-content/uploads/2017/02/Flyer_Solare_Prozesswaerme.pdf?x88189, zuletzt abgerufen am 29.9.21.
- [8] Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (MWIDE): Kohlenstoff kann Klimaschutz – Carbon Management Strategie Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf, 2021, https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/documents/20211122_mwidecms.pdf, zuletzt abgerufen am 29.9.21.
- [9] Bioökonomierat: Bioökonomie: Gemeinsam eine nachhaltige Zukunft gestalten – 1. Arbeitspapier des III. Bioökonomierats. Berlin, 2022, https://www.bioekonomierat.de/media/pdf/arbeitspapiere/1_Arbeitspapier_des_BOER_Gemeinsam_eine_nachhaltige_Zukunft_gestalten.pdf?m=1644827542&, zuletzt abgerufen am 29.9.21.
- [10] IN4climate.NRW: CO₂ in einer klimaneutralen Grundstoffindustrie: Infrastrukturanforderungen für NRW. Ein Diskussionspapier der Arbeitsgruppe Kohlendioxidwirtschaft. Gelsenkirchen, 2021, https://www.energy4climate.nrw/fileadmin/Service/Publikationen/Ergebnisse_IN4climate.NRW/2021/in4climatenrw-diskussionspapier-co2-in-klimaneutraler-grundstoffindustrie.pdf, zuletzt abgerufen am 29.9.21.



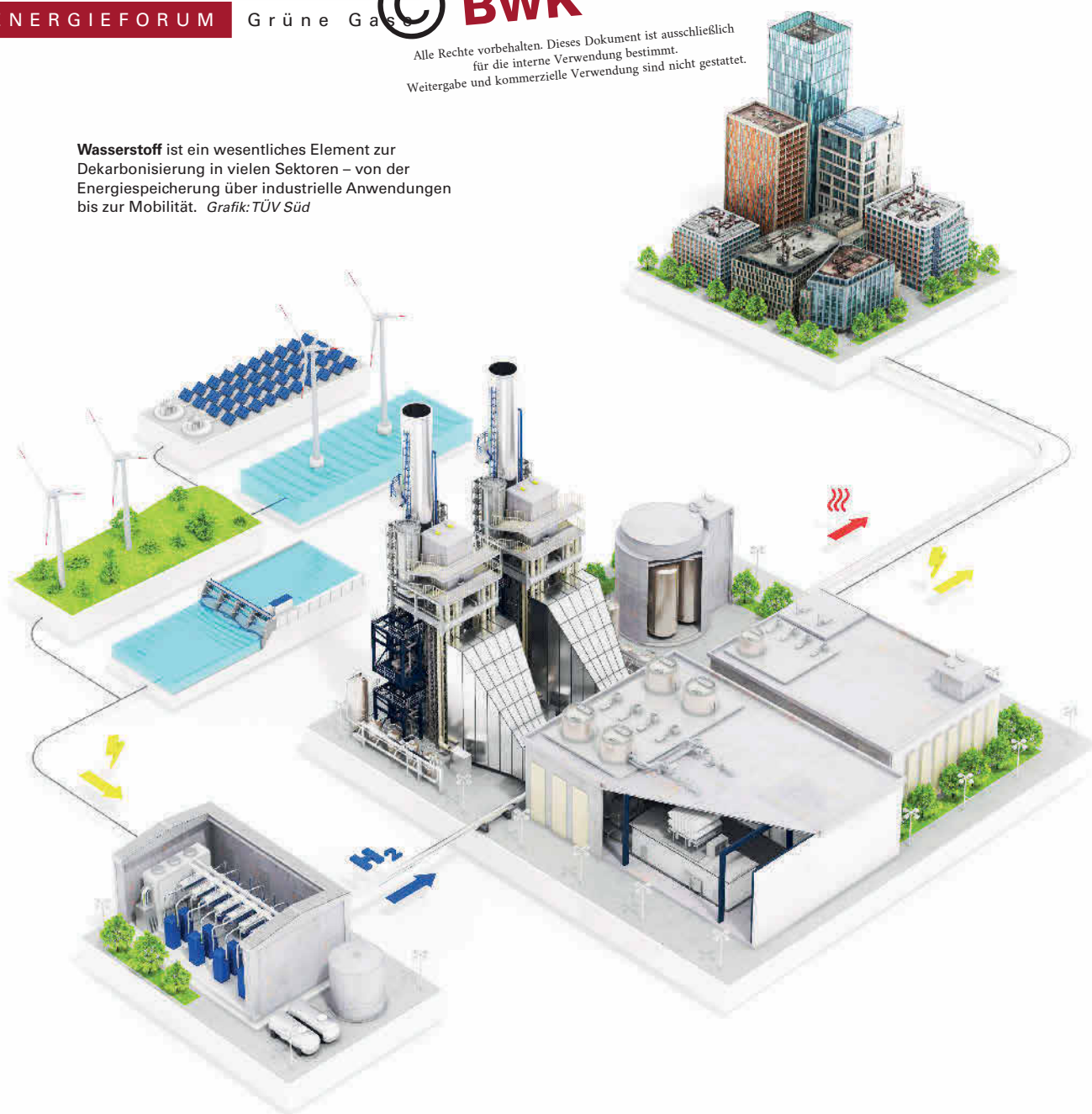
Tania Begemann

Projektmanagerin
Industrie und Produktion
bei NRW.Energy4Climate

prozesswaerme@energy4climate.nrw

Foto: NRW.Energy4Climate

Wasserstoff ist ein wesentliches Element zur Dekarbonisierung in vielen Sektoren – von der Energiespeicherung über industrielle Anwendungen bis zur Mobilität. *Grafik: TÜV Süd*



Kraftwerke im Wandel

Wasserstoff ersetzt Erdgas als Energieträger

Die Politik forciert die Umstellung von Gaskraftwerken auf Wasserstoff als Energieträger. Ob sich eine Anlage dafür eignet und welche Punkte bei der Umstellung zu berücksichtigen sind, lässt sich erstmals anhand eines praxisnahen Leitfadens beurteilen.

Wasserstoff wird im Energiesystem der Zukunft eine tragende Rolle spielen und Erdgas mittel- bis langfristig erset-

zen, um die Kohlendioxidemissionen zu reduzieren. Die Pläne für ein europaweites Wasserstoffverteilsnetz werden konkreter. Erste großskalige Projekte zur Erzeugung von grünem Wasserstoff sind bereits in der Realisierungsphase. Derzeit entstehen erste

Gasturbinen- und Gasmotorenkraftwerke, die zunächst mit Erdgas betrieben werden, aber bereits für eine spätere Verwendung von Wasserstoff geeignet sein sollen.

Der Referentenentwurf zur Novelle des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes (KWKG)



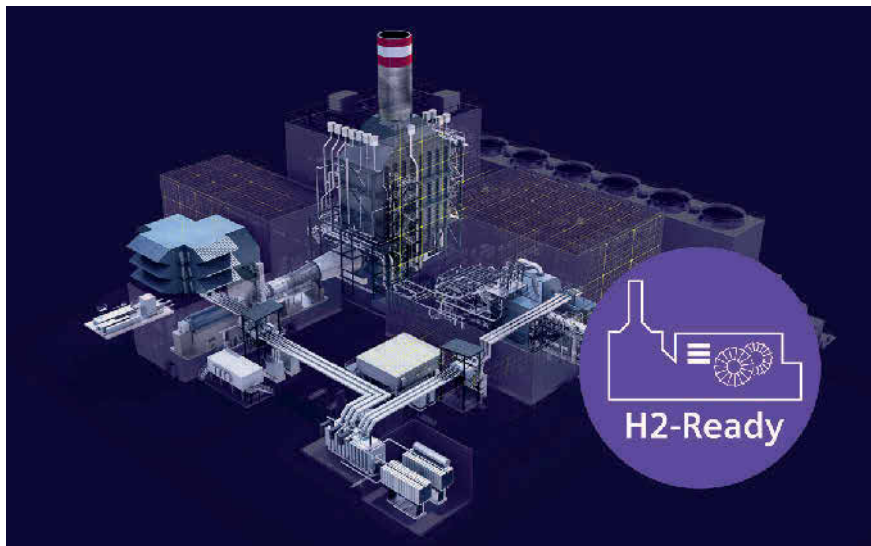
fordert bereit eine Eignung für 100 % Wasserstoff von neuen KWK-Anlagen über 10 MW. Die Kosten bei einer dafür notwendigen Nachrüstung dürfen 10 % der anfänglichen Investitionen nicht übersteigen. Inwieweit sich bestehende Kraftwerke umstellen lassen, ist nur bezogen auf den Einzelfall zu beurteilen.

Erster Leitfaden für H₂-Readiness eingeführt

Nicht jede Komponente oder jede Anlage ist per se „H₂-Ready“. Die Umstellung von Erdgas auf Wasserstoff beeinflusst alle Systeme und Komponenten eines Kraftwerks. Eine besondere Herausforderung sind beispielsweise Materialien, die sich für die Verwendung mit Wasserstoff eignen. Für viele Werkstoffe ist das Verhalten unter Wasserstoffeinfluss noch nicht ausreichend untersucht, was neben technischen auch rechtliche und wirtschaftliche Fragen aufwirft. Im Leitfaden werden deshalb alle relevanten Punkte einer Gesamtanlage behandelt und Anforderungen bezüglich der H₂-Readiness erarbeitet. Zentrale Punkte sind:

- die Eignung der Gasversorgung,
- die Eignung der Gasturbine oder des Gasmotors,
- notwendige Anpassungen des Explosions- und Brandschutzkonzepts,
- die elektrische und thermische Leistung sowie der Wirkungsgrad der Anlage nach der Umstellung.

Bislang existiert keine Norm für die H₂-Readiness einer Gesamtanlage – eine Herausforderung für Originalausrüster (OEM), Engineering-, Beschaffungs- und



Ein neuer Leitfaden hilft, die wesentlichen Faktoren bei der Umstellung von Erdgas auf Wasserstoff zu erkennen. Grafik: Siemens Energy

Bauunternehmen (EPC), Anlagenbetreiber und Versicherer. TÜV Süd hat vor diesem Hintergrund einen weltweit ersten „Leitfaden zur Definition der H₂-Readiness von Kraftwerken“ entwickelt und in einem Peer-Review-Verfahren mit wichtigen Marktteilnehmern auf seine Praxistauglichkeit geprüft. Im Rahmen von Pilotprojekten wird der Leitfaden weiterentwickelt.

In drei Stufen zum Zertifikat

Der TÜV-Süd-Leitfaden beschreibt ein standardisiertes und transparentes Vorgehen, wie die Umstellung von Gasmotoren und GuD-Kraftwerken gelingt und welche Anforderungen erfüllt werden müssen. Auf Basis des Leitfadens prüft und zertifi-

ziert TÜV Süd auch Herstellerlösungen und Neubauprojekte. Um die Komplexität abzubilden, wurde ein dreistufiges Zertifizierungsverfahren entwickelt. Dies umfasst ein „Concept Certificate“, ein „Project Certificate“ sowie das „Transition Certificate“ und bezieht sich auf die Phasen Ausschreibung, Realisierung und Umrüstung.

Konzept auf dem Prüfstand

Concept Certificates erhalten in der Regel Anlagenhersteller oder Generalunternehmer. Auf den Prüfstand kommt, ob diese bei der Ausschreibung von Neubauprojekten ein schlüssiges Konzept für die Umstellung auf Wasserstoff erstellen, welches alle relevanten Punkte behandelt,

Hyvolution PARIS

1ST & 2ND FEBRUARY 2023

PORTE DE VERSAILLES - FRANCE

A WORLD
OF HYDROGEN

6TH
EDITION

Participate in the leading
event in Europe for everyone
active in carbon-free hydrogen
for energy, industry and
transportation!

APPLY FOR YOUR BADGE
ON [PARIS.HYVOLUTION.COM](https://paris.hyvolution.com)
EARLY NOVEMBER
WITH THE ACCESS CODE **PPGIN**



AN EVENT
greentech+



France
Hydrogène
Engagez-vous à la transition énergétique

In collaboration with

paris.hyvolution.com



Phase	1. Ausschreibungsphase Konzeptionelles Anlagendesign	2. Bauphase mit Erdgas (NG) Finales Anlagendesign	3. Übergang von NG zu H ₂ Umsetzung Retrofit-Maßnahmen
Zertifizierungsziel, Zertifikatsinhaber	Bestätigung, dass das H ₂ -Readiness-Konzept des EPC alle notwendigen Themen abdeckt und innerhalb des gewählten Rahmens realisierbar ist	Bestätigung, dass die Anlage gemäß dem H₂-Readiness-Konzept der Ausschreibungsphase gebaut wurde	Bestätigung der ausgeführten Nachrüstungsmaßnahmen und deren Auswirkungen auf Betriebsfähigkeit, Sicherheit und Leistung
	Anlagenhersteller, EPC, OEM	Eigentümer / Betreiber, Anlagenhersteller, EPC	
Benötigte Informationen	<ul style="list-style-type: none"> Allgemeines H₂-Readiness-Konzept Konzeptionelle Beschreibung der technischen Lösungen Beispielhafte Umsetzung in einem Ausschreibungsverfahren 	<ul style="list-style-type: none"> Endgültige Spezifikationen und Entwürfe der Komponenten und Systeme Detaillierte Beschreibung der zukünftigen Retrofit- und Ersatzmaßnahmen 	<ul style="list-style-type: none"> Betriebshistorie der Anlage Zustandsbewertung Auswirkungen auf die Anlagenleistung durch Tests
Zertifikat	Concept Certificate, Level 1 Prozessspezifisch, regelmäßige Audits, Desktop-Prüfung	Project Certificate, Level 2 Projektspezifisch, Desktop- und Vor-Ort-Prüfung	Transition Certificate, Level 3 Projektspezifisch, Desktop- und Vor-Ort-Prüfung

Das dreistufige Zertifizierungsschema betrachtet die unterschiedlichen Phasen von der Anlagenkonzeption bis zur Umstellung. Grafik: TÜV Süd

realisierbare Lösungen enthält und die vom Betreiber vorgegebenen Randbedingungen berücksichtigt. Durch die Zertifizierung haben Hersteller die Möglichkeit, ihre Lösungen unabhängig begutachten zu lassen. Die ausschreibende Stelle profitiert von einer Vergleichbarkeit der unterschiedlichen Angebote. Als erstes Unternehmen weltweit hat Siemens Energy ein „Concept Certificate“ erhalten.

Praxistauglichkeit auf dem Prüfstand

Project Certificates umfassen die Realisierung bei einem Neubauprojekt. Dabei wird geprüft, ob das H₂-Readiness-Konzept aus der Bieterphase erfolgreich in die

Praxis überführt wurde und alle Komponenten, die als H₂-ready deklariert, auch entsprechend ausgeführt wurden. Adressaten sind die Kraftwerksbetreiber, die damit eine unabhängige Überprüfung der Wasserstofffähigkeit ihrer Anlage erhalten.

Nachrüstmaßnahmen auf dem Prüfstand

Transition Certificates adressieren den Übergang zum H₂-Betrieb und bestätigen, dass die Nachrüstmaßnahmen für ein bestimmtes Projekt erfolgreich umgesetzt werden. Es wird erwartet, dass sie vom Anlagenbesitzer oder -betreiber initiiert werden. Auch hier ist eine enge Zusammenarbeit mit OEM, EPC oder Drittun-

ternehmen erforderlich, die an den notwendigen Nachrüstmaßnahmen beteiligt sind. Der Schwerpunkt liegt in dieser Phase des Zertifizierungsprozesses auf der Bestätigung der Umsetzung der Nachrüstmaßnahmen und ihrer Auswirkungen auf die Leistung und Sicherheit der Anlage.

Sicherheit und Transparenz für Marktteilnehmer

Die Zertifizierung durch unabhängige Prüfstellen schafft Sicherheit und Transparenz für alle Marktteilnehmer, darunter OEMs, EPCs sowie Anlagenbetreiber und Versicherer. Sie alle kommen je nach Anlass auch als Auftraggeber für eine solche Zertifizierung in Betracht. ■

KOMPONENTEN IM HÄRTETEST

Wie beständig Bauteile gegenüber Wasserstoff sind, zeigen unter anderem sogenannte Langsam-Zugversuche verbunden mit dynamischen Prüfungen oder Lebensdauer-Druckzyklusprüfungen mit hydraulischer Berstprüfung. Druckzyklusprüfungen zeigen auch fertigungsbedingte Einflüsse. Ein weiterer Vorteil: Sie eignen sich vor allem für Komponenten mit geringem Nenndurchmesser. Denn hier können meist keine Werkstoffproben entnommen werden. Das Bauteil wird dabei mit der doppelten Anzahl der angegebenen Lebensdauer-Druckzyklen beaufschlagt. Die Komponente muss danach voll funktionsfähig sein und darf keine Wasserstoffangriffe zeigen. Die hydraulische Berstprüfung an einer baugleichen Komponente ermöglicht, Vergleichswerte für die begleitende Qualitätssicherung in der Serienfertigung zu bestimmen.

www.tuvsud.com/wasserstoff



Dr.
Thomas Gallinger

Leiter der Abteilung
Wasserstoffprojekte beim
TÜV Süd

thomas.gallinger@tuvsud.com

Foto: TÜV Süd



Pierre Huck

Branchenmanager
Thermische Kraftwerke
beim TÜV Süd

pierre.huck@tuvsud.com

Foto: TÜV Süd



Bild 1 Das Vorgängerprojekt „PV-Diesel“ auf der niederländischen Antilleninsel St. Eustatius: Die intelligente Kombination aus Photovoltaik, Batteriespeicher sowie Dieselgeneratoren ermöglicht eine nachhaltigere Energieversorgung. Die Karibikinsel war zuvor vollständig auf Stromerzeugung aus Dieselgeneratoren angewiesen. Foto: SMA Solar Technology

Verbundvorhaben „PV-Diesel-Global“

Photovoltaik und Wind für die Energiewende in Inselnetzen

Intelligente Systemlösungen mit hohen Anteilen an erneuerbarer Stromerzeugung sollen den derzeit in netzfernen Regionen eingesetzten Dieselmotorkraftstoff durch umweltfreundliche Energie aus Sonne und Wind ersetzen. Im Verbundprojekt „PV-Diesel-Global: Next Generation Renewable-Diesel-Hybridkraftwerke für die globale Energiewende in netzfernen Regionen“ werden die Systemlösungen dafür entwickelt.

Weltweit existiert eine Vielzahl an Systemen für die netzunabhängige Stromversorgung, meist in entlege-

nen Regionen, in denen die Anbindung an das öffentliche Stromnetz nicht möglich oder zu teuer ist. Diese Standorte versorgen sich derzeit überwiegend mit elektrischer Energie aus Dieselgeneratoren. Das Verbundprojekt PV-Diesel-Global

(www.hochschule-biberach.de/pv-diesel-global) entwickelt intelligente Systemlösungen, die im globalen Sonnengürtel sowie in windreichen Gegenden den aktuell eingesetzten Dieselmotorkraftstoff nahezu vollständig durch erneuerbare Energien erset-

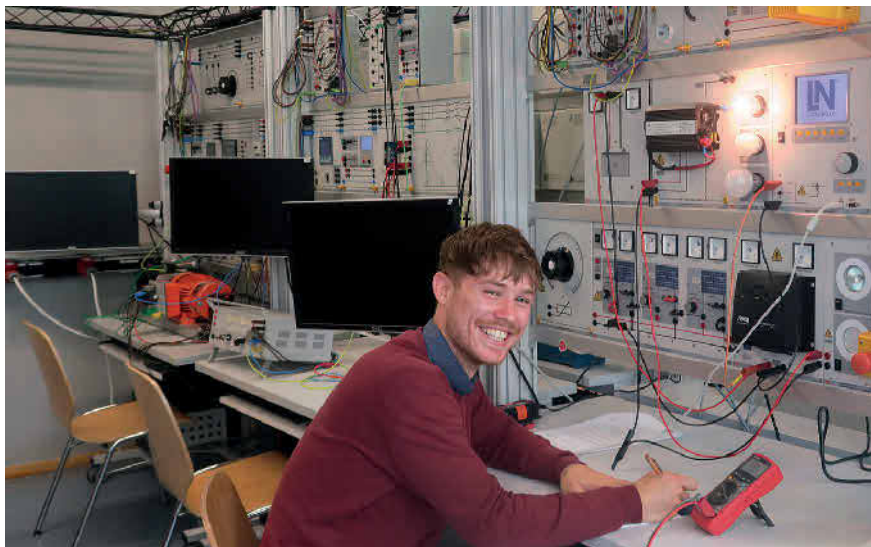


Bild 2 Das Labor für Netzmanagement wird für den Test von Netzschutzeinrichtungen unter verschiedensten Bedingungen aufgerüstet. Ein Mitarbeiter führt eine Bestandsaufnahme durch.
Foto: HBC

zen. Aufgrund der starken solaren Einstrahlung beziehungsweise des erhöhten Windaufkommens und der hohen Dieseltransportkosten bietet Energie aus Photovoltaik (PV)- sowie Windkraft-Anlagen diesen Gebieten eine besonders attraktive wirtschaftliche Perspektive.

Hintergrund und Motivation

PV-Diesel-Global fußt auf den Resultaten des erfolgreich abgeschlossenen Vorgängerprojekts „PV-Diesel“. Das damalige Konsortium erforschte die Korrelation zwischen Photovoltaik und Dieselgeneratoren in Inselnetzen. Dadurch konnten zahlreiche wissenschaftlich-technische Fragen rund um die Energieversorgung netzferner Regionen geklärt werden. Zudem wurden ein speziell für diesen Anwendungsfall konzipierter Batteriewechselsrichter sowie ein neuartiger PV-Diesel-Hybrid-Controller entwickelt.

Dass diese Technologielösungen nicht nur in der Theorie, sondern auch in der Praxis funktionieren, stellt die Pilotanlage auf der niederländischen Antilleninsel St. Eustatius seit Jahren eindrucksvoll unter Beweis (**Bild 1**). Die über 3 000 Einwohnerinnen und Einwohner der Karibikinsel waren zuvor ausschließlich auf die Stromversorgung aus Dieselgeneratoren angewiesen. Diese Zeiten sind nun vorbei. Die intelligente Kombination von Photovoltaik und Batteriespeicher ermög-

PV - DIESEL - GLOBAL

- **Partner:** SMA Solar Technologies, Enercon, Tesvolt, DUtrain, Hochule Biberach, Hochschule Reutlingen
- **Mittelgeber:** Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)
- **Förderkennzeichen:** 03EE1091
- **Fördersumme:** 308 458,00 €
- **Laufzeit:** 1. Februar 2021 bis 31. Januar 2024

licht tagsüber eine nahezu vollständig regenerative Stromversorgung, was jährlich rund 800 000 l an Dieselmotorkraftstoff einspart.

PV-Diesel-Global optimiert die damals entstandenen Lösungen hinsichtlich Praxistauglichkeit, Wirtschaftlichkeit und Zuverlässigkeit. Durch die Integration von Windenergie sowie robusten Großspeicher-Batterien werden zusätzliche Einsatzgebiete erschlossen. Die neuen Systeme sollen weltweit unter allen relevanten Klimabedingungen einsetzbar sein, sowohl in den großen Inselnetzen im globalen Sonnengürtel, als auch in den windreichen Regionen des Nordens.

Das Verbundprojekt reduziert die Stromgestehungskosten von Inselnetzen und verbessert Stabilität, Sicherheit und Nachhaltigkeit der kompletten Energieversorgung. Ein weiterer Nutzen liegt in der Stärkung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands durch für den Weltmarkt geeignete Exportlösungen. Auch das europäische Verbundnetz wird langfristig von den neuen Erkenntnissen und Lösungen profitieren können.

Erfahrungsanalyse und Marktrecherche

Zu Beginn der Projektlaufzeit musste eine gemeinsame Basis für alle weiteren Arbeiten geschaffen werden. Hierfür wurden durch umfassende Recherchearbeiten alle verfügbaren relevanten Erkenntnisse sowie alle gemachten Erfahrungen ermittelt und hinsichtlich der Projektziele systematisch ausgewertet. Als forschungsstarke Hochschule bearbeitet die Hochschule Biberach (HBC) im Projekt insbesondere die Bereiche Erfahrungsanalyse sowie Marktrecherche.

Die Erfahrungsanalyse umfasste eine umfangreiche Recherche der wichtigsten verfügbaren Erfahrungen aus Bau und Betrieb von weltweit installierten Inselstromversorgungen mit signifikanten Anteilen erneuerbarer Energien. Die gewonnenen Erkenntnisse wurden in Form einer Datenbank für detaillierte Analysen methodisch strukturiert aufbereitet. Diese soll als empirische Grundlage für die Weiterentwicklung der Technik insgesamt dienen.

Mittels einer umfassenden Marktrecherche erhob die HBC fundierte Daten hinsichtlich globaler Inselssysteme. Dabei konnte ein breites Spektrum – von Marktteilnehmern und deren aktuellen Produktlösungen, Preisentwicklungen, Wirkung von Emissionshandel bis hin zur wirtschaftlichen Stabilität einzelner Länder – abgedeckt werden. Die darauffolgende Datenanalyse zeigt weltweit Potenziale für Inselnetze auf und stellt somit einen grundlegenden Indikator zur Attraktivitätsbeurteilung einzelner Märkte zur Verfügung.

Aktuell erarbeitet die HBC optimierte Netzschutzkonzepte für Inselnetze mit verschiedenen dezentralen Einspeisequellen. Damit soll dem Projektziel – einer

gesteigerten Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit – der Weg geebnet werden. Um die wissenschaftlich erarbeiteten Konzepte der Projektpartner in realitätsnaher Umgebung zu simulieren und damit einen Nachweis von Funktionalität, Stabilität sowie Wirtschaftlichkeit im praktischen Betrieb zu erbringen, bedarf es des Aufbaus einer geeigneten Testumgebung im Labor für Netzmanagement.

Labor für Netzmanagement

Der inhaltliche Schwerpunkt des Labors für Netzmanagement (**Bild 2**) liegt in der Integration erneuerbarer elektrischer Energieerzeuger in verschiedene Netzformen. Anhand des Sammelschienensystems können Untersuchungen zu netzgebundenen Versorgungslösungen ebenso wie zu Inselnetzen durchgeführt werden. Durch den modularen Aufbau der Laborstruktur besteht stets die Möglichkeit, mit Ergänzungen aktuelle Fragestellungen darzustellen und zu analysieren. Die Möglichkeit, Wirkung und Grenzen von Schutzeinrichtungen in verschiedenen Netztopologien zu testen und diese Tests auf den Bedarf verschiedener Anbieter zuschneiden zu können, erweitert die Attraktivität der HBC als Partner in Forschungsprojekten.

Nun soll eine funktionale Umgebung für den Test von Netzschutzsystemen bei gleichzeitig verteilter Erzeugung und variablem Energiemix geschaffen werden. Hierzu werden die Spezifika der Quellen, insbesondere von Windturbinen, PV-Anlagen sowie Batteriespeichersystemen, ermittelt und in die Modellbildung einbezogen. Zudem wurde eine geeignete Netzschutzumgebung definiert. Um diese in die Architektur des Labors zu integrieren, werden geeignete Netzschutzgeräte ebenso benötigt wie die notwendige Peripherie, beispielsweise an die Aufgabenstellung angepasste Spannungs- und Stromwandler.

Die MBS AG, Hersteller von Niederspannungswandlern und Messumformern, stellte dem Labor für Netzmanagement sowohl Spannungs- als auch Stromwandler zur Verfügung (**Bild 3**). Aufgrund langjähriger Erfahrung in der Festlegung technischer Anforderungen seitens MBS, war es möglich, speziell auf die Anwendungen der HBC zugeschnittene Wandler



Bild 3 Die Wandler von MBS transformieren Spannung und Strom in für das Labor für Netzmanagement geeignete Größen. Dadurch werden die Netzschutzsysteme der HBC optimal versorgt. Foto: MBS

zu beschaffen. Dementsprechend trägt MBS nicht nur ökonomisch, sondern auch mit ihrer umfangreichen Expertise zur erfolgreichen Simulation von Inselnetzen an der HBC bei.

Übertragbarkeit auf das deutsche Verbundnetz

Auch das Verbundnetz wird langfristig von den in PV-Diesel-Global gewonnenen Erkenntnissen und Lösungen profitieren. Die Anforderungen an das deutsche Stromversorgungssystem haben sich im Zuge der Energiewende stark verändert und werden in den kommenden Jahren weiter steigen. Die volatile Einspeisung erneuerbarer Energien sowie die dezentrale Verteilung der Erzeugungsanlagen erfordern eine umfangreiche Transformation der Netzinfrastruktur.

PV-Diesel-Global steht vor vergleichbaren Herausforderungen. Ähnlich der Wandlung des europäischen Verbundnetzes soll auch bei entlegenen Netzen die fast ausschließlich zentrale Erzeugung mittels Dieselgeneratoren durch räumlich verteilte erneuerbare Energiequellen ersetzt werden. Folglich müssen zukünftig auch Inselnetze flexibler sein als je zuvor. So besteht die Notwendigkeit, den aus Wind- und PV-Anlagen erzeugten Strom, der meist sehr wechselhaft zu verschiedenen Tageszeiten anfällt, an den Energiebedarf der Verbraucherinnen und Verbraucher anzupassen – und umgekehrt.

Deshalb verfolgt die HBC das Ziel, den Wert der im Projekt gewonnenen Ergebnisse auf das Verbundnetz zu übertragen und dadurch Hinweise auf Chancen und Grenzen des Betriebs eines vollständig aus erneuerbaren Energien gespeisten deutschen Stromversorgungssystems zu generieren. ■

Prof. Dipl.-Ing.
Volker Wachenfeld

Leiter des Instituts
für Gebäude- und
Energiesysteme (IGE)
an der Hochschule Biberach

wachenfeld@
hochschule-bc.de

Foto: privat



M.Eng.
Felix Wagenlehner

Wissenschaftlicher
Mitarbeiter am IGE
der Hochschule Biberach

wagenlehner@
hochschule-bc.de

Foto: privat



Energiewende mit ESG-Kriterien

Ganzheitliche Neuausrichtung

Um eine nachhaltige Kehrtwende in Unternehmen zu erreichen, benötigt es einen breiten und tiefgreifenden Ansatz: Neben Umweltaspekten spielen auch gesellschaftliche Belange sowie die Unternehmensführung eine entscheidende Rolle. Diese sogenannten ESG-Kriterien formulieren nicht nur den Anspruch, den Wandel durch eine ganzheitliche Strategie zu verankern, sondern bieten zugleich konkrete Anknüpfungspunkte für den Change-Prozess in Unternehmen.

Mit der Änderung des Klimaschutzgesetzes und der Verschärfung der Klimaszutzzvorgaben wächst der Transformationsdruck auf Industrie und produzierende Unternehmen. Im Fokus steht dabei vor allem die Regulierung der CO₂-Emissionen. Lösungsansätze finden Betriebe beispielsweise im Einsatz von Wasserstoff als Alternative zu fossilen Brennstoffen. Dies ist jedoch nur nachhaltig, wenn sich die Extraktion ebenfalls ökologisch gestaltet, da der Elektrolyseprozess selbst viel Energie benötigt. Innovationen wie AEM-Technologien (Anion Exchange Membrane, Anionenaustauschmembran) erzeugen mithilfe modularer, stapelbarer Elektrolyseure sogenannten grünen Wasserstoff. Einzelne oder in großer Menge ermöglichte die Module eine dezentrale Anwendung in unterschiedlichsten Bereichen: für Power-to-Heat- und Power-to-Gas-Lösungen, als Stromspeicher und in der Industrie, aber auch im Mobilitäts- und Forschungsbereich.

Ein anderer Ansatz kann in der Erhöhung der Produktivität und Effizienz elektrischer Hochgeschwindigkeitsmaschinen, wie sie bei verschiedenen industriellen Anwendungen zum Einsatz kommen, liegen. Durch aktive magnetische Kugellagersysteme wird beispielsweise der Rotationswiderstand aufgehoben und somit die Prozesseffizienz erhöht. Um energieintensive Wirtschaftszweige zu transformieren, haben Investitionen in Innovati-



Verschärfte Klimaschutzvorgaben setzen Industrieunternehmen zunehmend unter Druck. Foto: PantherMedia/Corepics

onsprozesse daher eine hohe Relevanz und bieten zugleich auch große Chancen zur Weiterentwicklung und zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit am Markt.

ESG – mehr als nur Umweltschutz

Neue Technologien und Innovationen bilden einen Schlüssel für die Energiewende. Tatsächlich tragen sie aber nur einen Teil zum komplexen Wandlungsprozess bei. Mit den ESG-Kriterien hat sich ein Konzept aus der Finanzwelt seinen Weg in die breite Wirtschaft gebahnt. Der Dreiklang aus Environmental, Social und Governance – also Umwelt, Soziales und Unternehmensführung – bezeichnet die wesentlichen Faktoren, nach denen Nachhaltigkeit ganzheitlich erfasst und umgesetzt werden soll. Denn verantwortungs-

volles Handeln betrifft nicht nur ökologische Aspekte, sondern alle Bereiche eines Unternehmens. So sollten Träger von erneuerbaren Energien nicht nur an ihrer Emissionsbilanz gemessen werden, auch ihre Auswirkungen auf die Faktoren Soziales und Unternehmensführung gilt es zu berücksichtigen und miteinzubinden.

Der Einsatz von Biogasanlagen wirft beispielsweise neue Sicherheitsfragen auf und kann aufgrund von Geruchsemissionen zu Gegenwehr in angrenzenden Gemeinden führen. Ähnliche Initiativen gibt es bei der Standortwahl von Windkraftanlagen oder dann, wenn es um das Anzapfen des lokalen Grundwasserspeichers für industrielle Produktionen geht. Sich wirklich nachhaltig auszurichten, erfordert daher multidimensionale Analysen und ein holistisches Vorgehen – auch oder vor allem in der Energiewirtschaft.

Erhebliche Gesetzesverschärfungen

Gesetzliche Regularien wie etwa die bereits verabschiedete EU-Klima-Taxonomie oder die Offenlegungsverordnung lenken den Fokus vor allem auf Umweltaspekte, Energieverbrauch sowie CO₂-Emissionen. Dabei nehmen beim ESG-Ansatz Themen wie Produktsicherheit, Arbeitsrecht und -sicherheit, Bekämpfung von Korruption bis hin zur Einhaltung der Menschenrechte in der gesamten Lieferkette eine genauso gewichtige Rolle ein.

Zugleich handelt es sich keineswegs um ein rein freiwilliges Engagement – längst hat der Gesetzgeber die Anforderungen verschärft: So legt das „Corporate Social Responsibility“ (CSR)-Richtlinien-Umsetzungsgesetz Berichtspflichten insbesondere für große börsennotierte Unternehmen mit mehr als 500 Beschäftigten fest. Zudem erfährt die bisherige EU-Richtlinie zur CSR-Berichterstattung „Non-Financial Reporting Directive“ (NFRD) mit dem „Corporate Sustainability Reporting Directive“ (CSRD) voraussichtlich ab 2024 ein Update, das den Kreis der berichtspflichtigen Unternehmen deutlich ausweitet und neue verbindliche europäische Berichtsstandards einführt.

Außerdem soll mit dem deutschen Lieferkettengesetz, das ab 2023 zunächst für Organisationen mit mehr als 3 000 Mitarbeitenden in Kraft tritt, mehr Transparenz in die Supply Chain gelangen. Ab 2024 betrifft dies auch Firmen ab 1 000 Angestellten. Diese Unternehmen müssen nicht mehr nur die Einhaltung der Menschenrechte im eigenen Haus und bei ihren Zulieferern prüfen, sondern auch dafür sorgen, dass ihr erster Hauptlieferant Sozialstandards und Menschenrechte wahrt, angemessene Arbeitsbedingungen für Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten bietet und faire Löhne zahlt.

Und auch wenn KMU anscheinend zunächst nicht direkt von dem Gesetz betroffen sind, wird es für sie künftig immer wichtiger, sich nachhaltig aufzustellen – und das nicht nur, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Arbeiten sie etwa mit berichtenden Unternehmen zusammen, greifen die Richtlinien genauso, sodass selbst kleinere Zulieferer ihren Teil zur Due Diligence beitragen müssen. Zudem berät die EU-Kommission aktuell über einen ersten Entwurf für ein gesamteuropäisches Lie-



Eine nachhaltige Ausrichtung erfordert multidimensionale Analysen und ein holistisches Vorgehen.

Foto: PantherMedia/dolgachov (YAYMicro)

ferkettengesetz, das schärfere Standards bereits für Firmen ab 250 Personen vorsieht.

Frameworks als Leitfaden nutzen

Neben technologischen und regulatorischen Impulsen wächst der Druck von außen, die gesamte Unternehmenstätigkeit verantwortungsvoll auszurichten und soziale sowie gesellschaftliche Verantwortung zu übernehmen – und das branchenübergreifend. Doch wie stellt sich ein Betrieb nachhaltig auf? Für jedes der ESG-Themenfelder entwickeln sich nachprüfbar Kriterien und Standards, die Aufschluss über die Ausrichtung einer Organisation geben, Anknüpfungspunkte bieten und ein Reporting ermöglichen. Zwar gibt es hier aktuell noch keine einheitliche gesetzliche Form der Berichterstattung, dafür kommen jedoch sogenannte Frameworks ins Spiel. Diese bilden eine Art Leitfaden, anhand dessen sich Nachhaltigkeitsberichte strukturieren lassen. Welche Frameworks für eine Organisation besonders relevant sind und in welchem Umfang sie Anwendung finden, muss individuell geprüft werden, denn mittlerweile existiert eine Vielzahl von unterschiedlichen „Ordnungsrahmen“, die die jeweilige Unternehmensrealität nur zum Teil abdecken können.

Hier sind Betriebe gut beraten, externe Dienstleister ins Boot zu holen. ESG-Fachleute unterstützen Unternehmen nicht nur bei der Auswahl gezielter Frameworks und der Datenerfassung, sondern auch in der Auswertung und der zielgruppenspezifischen Aufbereitung des Reporting anhand spezieller Softwarelösungen und proprietärer Algorithmen. Basierend auf den Ergebnissen können so zukünftige Ziele festgesteckt, Verbesserungsmaßnahmen eingeleitet und sowohl

technisches als auch soziales Investitionspotenzial herausgefiltert werden – denn ESG-orientiertes Management zielt ebenso auf strategische wie operative Exzellenz und Optimierung ab.

Nachhaltigkeit zahlt sich aus

Wer nicht allein aus Überzeugung handelt, findet seinen Anreiz möglicherweise auf finanzieller Seite. Denn nicht nur die B2B- und B2C-Kundschaft legen verstärkt Wert auf „grünes“ Denken und Handeln, besonders in der Finanzwelt ist dieses Modell bereits gesetzlich verankert und hat sich etabliert. Wer nach ESG-Rating als nachhaltig eingestuft wird, gewinnt an Attraktivität bei Investoren. Das gilt auch für Aktien, Fonds und Anleihen. Denn: Unternehmen, die ESG-Faktoren in ihr Handeln einbinden, überzeugen durch Transparenz, agieren weniger riskant und steigern ihre Erfolgswahrscheinlichkeit. Anders als bei klassischen Geldanlagen geben hier nicht allein ökonomische Prinzipien den Ausschlag, sondern nachhaltige Investments erhalten ihre Bewertung anhand der Einhaltung von ESG-Kriterien.

Häufig arbeiten diese nach dem Ausschlussprinzip: Erfüllt ein Unternehmen bestimmte Anforderungen nicht, wird es beispielsweise aus einem Investmentportfolio herausgenommen. Neben diesem „Negative Screening“ oder Exklusionsverfahren kommen jedoch mittlerweile auch vermehrt Positivkriterien nach dem „Best-in-Class“-Prinzip zum Einsatz. Gleichzeitig wird der Einfluss von Teilhabern und Aktionären genutzt, um die Unternehmenspolitik positiv zu beeinflussen. Wer sich nicht nachhaltig aufstellt, wird mittelfristig mit teuren Krediten abgestraft. Ein gutes ESG-Rating hingegen verschafft Zugang zu besseren Finanzierungsbedingungen – woraus Investitionsmöglichkeiten in technische Innovationen sowie langfristige Wettbewerbsvorteile resultieren können. ■

www.sedai-now.com



Christian Walter

Geschäftsführer
von SedaiNow

Foto: Günther Schwering

Neues Fokusthema im VDI

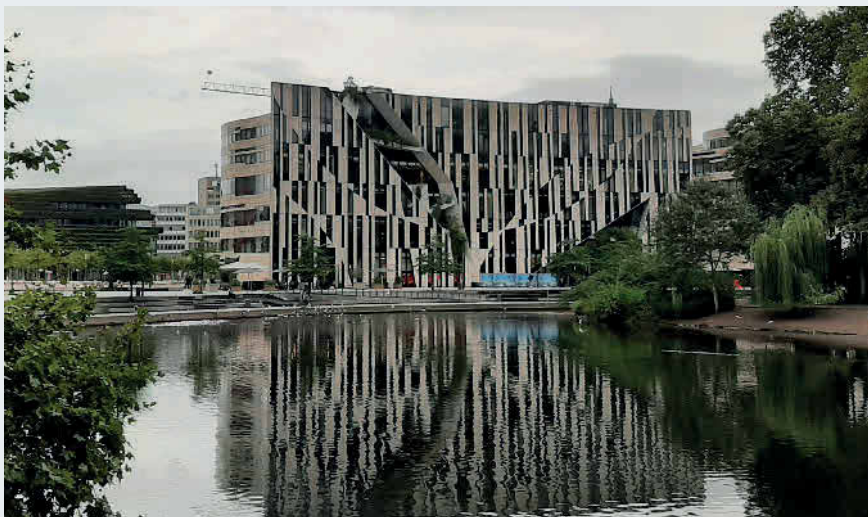
Klimaanpassung – Was ist das eigentlich?

Das Thema „Anpassung an den Klimawandel“ wird vom VDI als kommendes Fokusthema behandelt. Wie aktuell das Thema bereits jetzt ist, konnten die Kolleginnen und Kollegen aus dem VDI-Bereich Technik und Gesellschaft im Rahmen eines Klimaspaziergangs durch die Stadt Düsseldorf erleben.

Düsseldorf arbeitet seit einigen Jahren in der Anpassung an den Klimawandel mit der französischen Stadt Toulouse zusammen – ihrem Klimazwillings. Die Klimaprojektionen des Deutschen Wetterdienstes weisen darauf hin, dass Ende des Jahrhunderts in Düsseldorf Temperaturverhältnisse auftreten können, wie sie heute schon in Toulouse Realität sind. Toulouse dient sozusagen als Reallabor: Die Stadt Düsseldorf kann viel von den Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel in Toulouse lernen.

Elke Cardeneo, im Düsseldorfer Amt für Umwelt- und Verbraucherschutz zuständig für das Stadtklima und die Klimaanpassung in der Abteilung Kommunales Klimamanagement, erläuterte beim Klimaspaziergang, wie der Düsseldorfer Innenstadtbereich auf die immer häufiger vorkommenden Hitzeperioden vorbereitet werden kann. Hier spielen auch VDI-Richtlinien eine entscheidende Rolle. „Ohne die Richtlinien aus der Reihe VDI 3787 wäre es zum Beispiel unmöglich gewesen, unsere neue Klimaanalyse in dieser Qualität zu erstellen“, so Cardeneo.

„Es macht stolz und motiviert für die weitere Arbeit, wenn wir sehen, wie wichtig unsere Richtlinien und Publikationen für den Klimaschutz sind und wie sie in der Praxis angewendet werden“, so das Fazit der 14 Kolleginnen und Kollegen der VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) und der VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (VDI-GEU), die den Klimaspaziergang gemeinsam unternommen hatten. Selbst Dieter



Blick aus dem Hofgarten auf den Düsseldorfer Kö-Bogen I. Foto: VDI/Norbert Höfert

Westerkamp, Bereichsleiter Technik und Gesellschaft, war von der Idee des Klimaspaziergangs so begeistert, dass er es sich trotz vollem Terminkalender nicht hatte nehmen lassen, ebenfalls dabei zu sein.

Vielfältige Maßnahmen vorgestellt

Das Phänomen „Wärmeinsel“, als typisches Merkmal des Stadtklimas mit insbesondere im Sommer höheren Temperaturen als im Umland, nimmt aktuell etwa 10 % der Düsseldorfer Stadtfläche ein. „Das Wichtigste für uns ist, dass Düsseldorf von innen kühlen muss, und dafür sind die innerstädtischen Grünflächen wichtig, aber auch kleine Inseln wie begrünte Innenhöfe oder Dächer, die lokal zur Kühlung beitragen können“, so Cardeneo.

„Zukunftsbäume“ pflanzen

An neun Stationen im Innenstadtbereich wurden beispielhaft Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel vorgestellt, die helfen sollen, die negativen Klimaveränderungen abzufedern. Darunter fällt beispielsweise das Ersetzen von klimageschädigten Baumarten durch sogenannte Zukunftsbäume, wie die ungarische Silberlinde. Zukunftsbäume sind im Vergleich zu vielen Bestandsbäumen winterhart, hitze- und trockenheitsresistent, außerdem sind sie hervorragende Bienenweiden.

Gras statt Schotter für Gleise

In Düsseldorf gibt es 33 km Rasengleise, also Gleise, in denen im Gleisbett kein Schotter liegt, sondern Gras wächst. Das

entspricht 10 % der Gesamtgleislänge. Rasengleise nehmen Regen auf und kühlen dadurch die nahe Umgebung und damit auch das Gleisbett. Sie reduzieren Temperaturunterschiede und Lärm. Positiver Nebeneffekt: die Lebensdauer der Gleise wird erhöht. Die Zusatzkosten für 1 km Rasengleis betragen etwa 300 000 € zuzüglich 5 000 bis 6 000 €/a für deren Pflege.

Dachflächen nutzen

Besonders eindrucksvoll in einer Großstadt: Begrünte Dächer wie am Düsseldorfer Kö-Bogen II. Hier erfordert ein mit 8 km Buchenhecken begrüntes Dach die Beschäftigung von sieben Gärtnerinnen und Gärtnern und einem Informatiker/einer Informatikerin, während die Klimaanlage des Gebäudes aufgrund der kühlenden Wirkung der Dachbepflanzung keine Benutzung findet. Aktuell sind in Düsseldorf Dächer und Tiefgaragen in der Größe von 300 Fußballfeldern begrünt.

Wasser zur Abkühlung

Mit Trinkbrunnen und Wasserspielen im Innenstadtbereich wird weiterhin der



Rasengleise im Bereich der Schadowstraße in Düsseldorf. Foto: VDI/Christoph Sager

Aufenthalt auf Plätzen und Einkaufsstrassen im Hochsommer deutlich angenehmer gestaltet. Von Trinkwasserknappheit ist die Stadt bisher nicht betroffen. Einen wichtigen Beitrag zur Abkühlung leisten auch bestehende, großflächige Wasserstellen, wie der Wassergraben auf der Königsallee und die von der Düssel gespeis-

ten Seen im Hofgarten. Hier kann die gefühlte Temperatur tagsüber im Sommer 5 bis 10 °C niedriger liegen als in den hochversiegelten Bereichen der Innenstadt. Der Rhein, der sich mit einer Länge von 42 km durch das Düsseldorfer Stadtgebiet zieht, sorgt nachts zwar für eine gute Durchlüftung, allerdings im Sommer nicht unbedingt für eine Abkühlung der Stadt. So ist der Medienhafen trotz direkter Rheinlage einer der heißesten Orte in Düsseldorf. Seine enge Bebauung und die hohe Flächenversiegelung sind für diesen negativen Spitzenplatz verantwortlich.

Akzeptanz der Bevölkerung stärken

Fast genauso wichtig wie die konsequente Umsetzung ist es, die Akzeptanz für die Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel in der breiten Öffentlichkeit zu stärken: Hier ist noch viel Luft nach oben, denn den Düsseldorfer Bürgerinnen und Bürgern sind oft wohnortnahe Parkplätze wichtiger als der Baum vor dem Fenster. Mit dem Klimaspaziergang werden die Maßnahmen Interessierten nähergebracht.

www.vdi.de/energie-und-umwelt

VDI-Agenda „Herausforderung Anpassung an den Klimawandel“

Die globale Erwärmung um mehr als 1,5 °C ist nicht mehr umzukehren. Dürreperioden führen zu finanziellen Verlusten in der Landwirtschaft und einer unsicheren Versorgung. Starkregenereignisse führen zu Hochwassern, die vielerorts nicht erwartet werden und wo ein Mangel an Erfahrung schwerwiegende Folgen nach sich zieht. Die globale Erwärmung führt auch zu einer Erwärmung des Bodens, und damit zu einer Erwärmung von Trinkwasserleitungen, in denen folglich das Bakterienwachstum beschleunigt werden kann.

All dies sind nur einige Beispiele aber sie zeigen den dringenden Handlungsbedarf auf, Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel zu

ergreifen. Diese sind unabdingbar, um langfristig die Widerstandsfähigkeit von Sozial- und Ökosystemen gegenüber sich verändernden Umweltbedingungen zu gewährleisten. Letztlich sind unsere wirtschaftliche Zukunftsfähigkeit, unsere Versorgungssicherheit und die zukünftige Sicherung unserer Lebensgrundlagen zu gewährleisten. Zusätzlich hängen die Zukunfts- und Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands und der EU maßgeblich von der Durchsetzung der Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel ab. Dabei muss der Klimaschutz immer noch oberste Priorität haben. Die Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel sollen den Klimaschutz erweitern, um die dra-



Grafik: VDI/Johanna Vondran

matischen Folgen des nicht mehr aufzuhaltenden Klimawandels abzumildern.

Im Rahmen des neuen VDI-Fokusthemas zu der Herausforderung der Anpassung

an den Klimawandel leisten Fachleute aus allen VDI-Fachgesellschaften themenspezifisch wertvolle Beiträge, entwickeln Maßnahmen und unterstützen maßgeblich deren Umsetzung. Damit schließt der VDI direkt an das vorherige Fokusthema „1,5 Grad – Innovationen.Energie.Klima. – Gemeinsam für das Klimaziel“ an.

In der VDI-Agenda zum neuen Fokusthema werden die Maßnahmen gebündelt dargestellt und erhalten einen ihrer Dringlichkeit entsprechenden Stellenwert. Die Agenda stellt bereits stattfindende sowie konkret geplante Aktivitäten des VDI in Bezug auf die Anpassung an den Klimawandel vor, insbesondere im Bereich der Gesetzgebung. Dadurch wird

der Gesetzgeber bei der Formulierung und Umsetzung von Strategien zur Anpassung an den Klimawandel unterstützen.

Gleichzeitig ruft der VDI zur Mitwirkung an den vorgestellten Projekten und Richtlinien auf. Klimaschutz und

Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel betreffen schließlich Politik, Industrie, Wirtschaft, Wissenschaft,

Handel, Verkehr, Landwirtschaft, NGOs, Kommunen und jede Einzelperson gleichermaßen.

Bewerbungen für Robert-Mayer-Preis

Die Transformation unseres Energiesystems sowie die sicherere und bezahlbare Energieversorgung ist eine der größten Herausforderungen unserer Zeit.

Die VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (VDI-GEU) vergibt in regelmäßigen Abständen den Robert-Mayer-Preis, der Verfasserinnen und Verfasser anschaulicher Veröffentlichungen zur Energietechnik und Energiewirtschaft auszeichnet. Er ist mit mindestens 3 000 € dotiert und kann an bis zu drei Personen verliehen werden. Die Auszeichnung erinnert an den großen Naturforscher, Ingenieur und Arzt Dr. Julius Robert von Mayer. Sie ehrt

Persönlichkeiten, die sich durch besondere publizistische Leistungen auf den Gebieten der Energietechnik und der Energiewirtschaft hervorragen haben. Der Robert-Mayer-Preis wird seit 1979 mit Unterstützung der Stadt Heilbronn, der Heimatstadt Robert Mayers, verliehen und in der Regel alle zwei Jahre ausgeteilt.

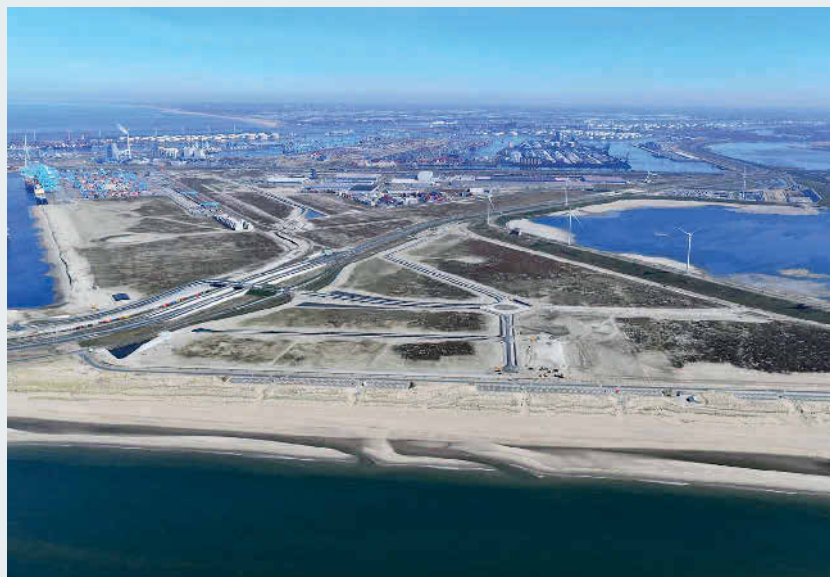
Als Preisträgerinnen und Preisträger kommen Journalistinnen und Journalisten sowie Publizistinnen und Publizisten infrage, die in Essays, Reportagen, Features, Büchern, Zeitungen oder Zeitschriften, Film-, Funk- oder Fernsehsendungen informativ, sachkundig und interessant über die Bedeutung

der Energie für unser Leben und die aktuellen Aufgaben der Energie-Ingenieurinnen und -Ingenieure berichtet haben.

Berücksichtigt werden Darstellungen, die nach dem 15. August 2018 erschienen sind. Die Auszeichnung wird im Oktober 2023 im Rahmen einer Festveranstaltung in Heilbronn zum 21. Mal überreicht.

Eigenbewerbungen oder Vorschläge werden zusammen mit den entsprechenden Publikationen in vierfacher Ausfertigung bis zum 15. März 2023 durch die VDI-GEU (geu@vdi.de) angenommen. Ansprechpartner im VDI ist Dr.-Ing. Jochen Theloke.

Vorschau 1/2-2023



Hafen von Rotterdam: Luftaufnahme des Distributionsparks „Maasvlakte West“
Foto: Hafenbetrieb Rotterdam/Danny Cornelissen

Wasserstoff

Für eine flächendeckende Verfügbarkeit von Wasserstoff in Europa ist die gesamte Wertschöpfungskette vonnöten. Der Hafen Rotterdam übernimmt hier eine Vorreiterrolle.

Stromnetze

Wer mit Strom arbeitet, lebt gefährlich. Als digitaler Begleiter überwacht eine spezielle App permanent die Herzfrequenz und erkennt, ob es Anzeichen eines Unfalls gegeben hat.

Digitale Zwillinge

Die Energiewende bringt eine neue Form der Komplexität mit sich. Mit digitalen Zwillingen wird Abstraktes greifbar, wie Anwendungen bei Mieterstromprojekten zeigen.

RWE testet Windenergieanlage mit Fertigteil-Fundament

Für eine Windenergieanlage im Emsland hat RWE ein innovatives Repowering-Projekt beschlossen. Die 1,8-MW-Anlage, die im Windpark Lengerich seit 2003 in Betrieb ist, wird durch eine moderne 5,7-MW-Turbine ersetzt. Erstmals kommt dort ein Fertigteilfundament zum Einsatz. Das von der Smart & Green Anker Foundations entwickelte Fundament besteht zu 100 % aus im Betonwerk produzierten Fertigteilen. Dabei wird laut RWE nur ein Drittel der sonst bei gegossenen Standardfundamenten üblichen Stahl- und Betonmenge verwendet. Da alle Teile in einem Betonwerk vorab produziert werden können, verringere sich zudem die Bauzeit erheblich, da der Bau bei nahezu jedem Wetter stattfinden kann. Auch die Montage verläuft laut RWE unkomplizierter, kostengünstiger und umweltschonender: Anstatt 120 Betonmischer zu verwenden, werden die Teile durch rund 30 Lkw-Fahrten angeliefert und anschließend vor Ort verschraubt. Sie können bei einem späteren Rückbau einfach wieder demontiert werden. Derzeit läuft der Zertifizierungsprozess des innovativen Fundaments.

www.rwe.com



Die „H2Powerplant“ wird grünen Wasserstoff zur Energieversorgung des Wiloparks produzieren. Der Tank hat eine Gesamtlänge von 29,8 m, einen Durchmesser von 2,8 m und kann 520 kg Wasserstoff speichern. Foto: Wilo

Wilo setzt mit Wasserstoff auf Energieautarkie

Der Pumpenhersteller Wilo hat Ende September seine Wasserstoffanlage am Firmensitz in Dortmund offiziell in Betrieb genommen. Die Anlage auf dem Wilopark kann in dem 29,8 m langen Tank bis zu 520 kg Wasserstoff speichern. Sie besteht aus vier Kernkomponenten: einer Photovoltaik-Anlage auf dem Dach der Smart Factory, einem Elektrolyseur von Enapter, einem Wasserstoffspeicher sowie einer Brennstoffzelle von Proton Motor. Das in Kooperation mit dem französischen Elektrotechnik-Konzern Schneider Electric aufgebaute modulare System kann bis zu 10 t grünen Wasserstoff aus regenerativen Energien pro Jahr produzieren. Und auch die Abwärme, die der Elektrolyse-Prozess freisetzt, lässt sich direkt vor Ort im Verbundsystem nutzen oder in Kälte umwandeln. Zunächst dient die Anlage als Notstrom- oder Netzersatzversorgung. Die aktuellen Planungen erlauben jedoch eine Erweiterung für eine autarke Energieversorgung von bis zu zwei Tagen. Die neue strategische Partnerschaft von Wilo und Schneider Electric soll den Übergang zur umweltfreundlichen Wasserstoff-Technologie ebnen. Langfristiges Ziel ist es, bei der Erzeugung, Speicherung, Verteilung und dem Einsatz von klimaneutralem Wasserstoff ein Global Player zu werden. Die beiden Kooperationspartner planen die serienmäßige Produktion von grünen Wasserstoffsystemen für die dezentrale Energieversorgung in industriellen und privaten Anwendungen.

www.wilo.com, www.se.com

PERSÖNLICHES

Die Thüga Aktiengesellschaft regelt frühzeitig die Nachfolge im Vorstand. Dr. **Constantin H. Alsheimer** soll im Sinne einer langfristig geordneten Nachfolge zum neuen Vorsitzenden des Vorstandes der Thüga Aktiengesellschaft bestellt werden. Spätestens zum 1. Januar 2024 folgt der 53-Jährige auf **Michael Riechel**, der planmäßig altersbedingt aus dem Unternehmen ausscheiden wird. www.thuega.de

Prof. **Manfred Renner** und Prof. **Christian Doetsch** leiten seit August 2022 gemeinsam das Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik Umsicht. Als renommierte Wissenschaftler prägten sie zuletzt jeweils als Leiter des Bereichs Produkte und des Bereichs Energie die Ausrichtung des Instituts und folgen auf Prof. **Eckhard Weidner**, der in den Ruhestand tritt. www.fraunhofer.de

In Umsetzung der neuen Organisationsstruktur von Siemens Energy hat der Aufsichtsrat der Siemens Energy AG zwei neue Vorstandsmitglieder bestellt. **Anne-Laure de Chammand** ist für den Geschäftsbereich Transformation of Industry verantwortlich. **Vinod Philip**, aktuell Strategiechef und Chief Technology Officer, ist zum Vorstand Global Functions (unter anderem IT, Einkauf, Innovation, Projekt-Abwicklung) berufen worden.

www.siemens-energy.com

Dr. **Jörg Stratmann** wird neuer CEO der Rolls-Royce Power Systems AG. Er wird seine Tätigkeit bei am 15. November 2022 antreten und als Mitglied des erweiterten Executive Teams an Rolls-Royce-CEO **Warren East** berichten. Dr. **Andreas Strecker** wird ab dem 1. Dezember 2022 als CFO zum Geschäftsbereich Power Systems stoßen.

www.rolls-royce.com

100 000 Parkhaus-Ladestationen

Apcoa Parking plant bis 2035, bis zu 100 000 neue Ladestationen für E-Fahrzeuge in seinen Parkhäusern zu installieren. Im Rahmen seiner neuen E-Ladestrategie investiert der mit 1,8 Millionen Einstellplätzen an über 12 000 Standorten in 13 Ländern nach eigenen Angaben führende europäische Parkraumbetreiber, den Ausbau von 11- bis 22-kW-Ladestationen. Parallel dazu sollen strategische Partner aus der Automobilindustrie sowie Energieversorger und Ladeinfrastrukturanbieter über 1 000 zusätzliche Schnellladesäulen quer über das Standortnetz von Apcoa-Parkhäusern einrichten. Über die Apps „Apcoa Flow“ und „Apcoa Connect“ lassen sich der gesamte Ladevorgang sowie zusätzliche Mehrwertdienstleistungen bequem abwickeln, berichtet das Unternehmen. www.apcoa.com



Die Murg als natürliche und lokale Energiequelle: EnBW versorgt ein Quartier in Kuppenheim mit umweltfreundlicher Wärme und Kälte. Grafik: archis

EnBW nutzt umweltfreundliche Abwärme aus der Murg

Für das ehemalige Kiefer-Kofferfabrik-Areal in Kuppenheim hat das Unternehmen EnBW Nachhaltige Quartiere zusammen mit dem Bauherrn Michael Kiefer ein innovatives und umweltfreundliches Energiekonzept entwickelt. Geplant ist, einen kleinen Teil des Flusswassers der Murg zu nutzen und zeitweise in die Energiezentrale des Quartiers in der im Landkreis Rastatt gelegenen Stadt zu leiten. Dort gibt das Wasser seine Wärme über Wärmeübertrager in das temperierte Nahwärmenetz ab. Laut EnBW ist mithilfe von dezentralen Übergabestationen die Wärmeenergie ganzjährig für das Heizsystem und das Brauchwasser verfügbar. Im Sommer ermöglicht das Wasser zudem eine passive und zugleich klimaneutrale Kühlung der Gebäude. Die Nutzung des Wassers zählt auf den Klimaschutz ein: Ein vergleichbares Quartier mit konventioneller Wärme-, Kälte- und Stromversorgung verursache pro Jahr 651 t CO₂-Emissionen, beim Kiefer-Kofferfabrik-Quartier werden es nur 99 t/a sein. Das seien rund 85 % weniger, berichtet EnBW. Ähnlich sieht es beim Autarkiegrad aus. Durch den Einsatz der Flusswärme ist das Quartier zu 73 % unabhängig von externer Energie – mit einer Blockheizkraftwerk-Lösung wären es nur 9 %. Zum Konzept gehören außerdem Photovoltaik-Anlagen auf allen zehn Gebäuden, die pro Jahr rund 300 MWh an Strom produzieren. Dies entspricht ungefähr dem jährlichen Stromverbrauch aller Wohneinheiten im Quartier. Über ein Mieterstrommodell der EnBW sind alle Parteien in einem System vernetzt und nutzen den Strom gemeinsam. „Erst wenn in keiner Wohnung, bei keiner Anlagentechnik und bei keiner Ladeinfrastruktur vor Ort Strom benötigt wird, speist das Quartier diesen in das öffentliche Netz ein. Durch die lokale Produktion und Nutzung lassen sich dauerhaft niedrige Strompreise und eine bestmögliche Umweltbilanz erzielen“, teilt das Unternehmen mit.

www.enbw.com/quartiere



Foto: CMBL Energy

Neuartiger Energiespeicher am Kraftwerk Staudinger

Auf dem Gelände des Kraftwerks Staudinger plant Uniper den Bau einer von CMBL Energy entwickelten Solid-Flow-Batterie. Ziel des gemeinsamen Projekts ist es, die Technologie erstmals großskalig im Megawattbereich zu testen. Die Organic-Solid-Flow-Lösung von CMBL Energy verbindet laut den beiden Unternehmen das Beste aus zwei Welten: Hohe Energiedichte von Solid-State-Batterien mit der beliebigen Skalierbarkeit von Kapazität und Leistung von Flow-Batterien. Dies könne die Energiewende einen entscheidenden Schritt nach vorne bringen.

www.uniper.energy, www.cmbly.com



Foto: Emotron

Variabler Frequenzumrichter mit Active Front End (AFE)

Der Emotron „Slim-LC“-AFE-Frequenzumrichter nutzt fortschrittliche Flüssigkeitskühlungstechnologie und einzigartige PEBB-Module (Power Electronic Building Block). Die PEBBs sind intelligent, selbstüberwachend und austauschbar. Bei einem Ausfall muss nur ein PEBB gewechselt werden. Die kompakten Frequenzumrichter ermöglichen höhere Leistungen mit hoher Zuverlässigkeit und Redundanz. Mit einem Gesamtwirkungsgrad von 97 % und einem THDi (Total Harmonic Distorsion, i steht für Strom) von <5 % eignet er sich für Anwendungen in den Bereichen Schifffahrt, Energie und erneuerbare Energien, bei denen der Platz begrenzt ist und Oberschwingungen auf ein Minimum beschränkt werden müssen. Er reduziert Wärmeverluste auf ein Minimum. Neue IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistors) haben geringere Schaltverluste, und ein neu entwickeltes Substrat in den IGBT verbessert die Wärmeableitung. Er ist in zwei Ausführungen erhältlich: als Frequenzumrichter mit geringen Oberschwingungen (FDUL) und als regenerativer Frequenzumrichter (VFXR). Beim Slim-LC wird der Oberschwingungsanteil durch die IGBT-Brücke gesteuert, was einen deutlich niedrigeren THDi <5 % gewährleistet.

www.emotron.de

Vollvernetzte Whitelabel-Wallbox

Mit „ghostOne“ hat die eSystems MTG GmbH eine Wallbox für ein vollumfängliches intelligentes Laden von E-Autos im privaten und halböffentlichen Raum entwickelt. Das Whitelabel-Produkt lässt sich im Design komplett auf die Markenidentität des Kunden hin ausrichten. Automobilunternehmen, Energieversorger, Elektrogroßhändler und weitere Ziel-Branchen können auf diese Weise erstmals mit einem eigenen Angebot in das intelligente E-Laden einsteigen. Die Wallbox ist kompatibel mit nahezu allen Elektro- und Hybridmodellen. Mit einer Leistung von 22 kW berücksichtigt ghostOne beim Ladevorgang vorhandenen Photovoltaik (PV)-Eigenstrom, die Auslastung des Stromnetzes sowie die gewünschte Abfahrtszeit. Auf Firmenparkplätzen können Ladesäulenmanager über das Open Charge Point Protocol (OCPP) die Ladevorgänge per Fernzugriff managen. Im halböffentlichen Bereich – wie in Tiefgaragen und auf Firmenparkplätzen – ermöglicht die ISO 15118 eine Autorisierung via „Plug’n Charge“. Auch eine Anmeldung per Autocharge, also über eine MAC-Adresse vom PLC Modem, und per RFID wird unterstützt. Über Ethernet und LTE lässt sich ghostOne zudem an das Internet anbinden. Auf diese Weise sind eine Cloud-Anbindung an das OEM-Portal und ein „Over the air“ (OTA)-Software-Update möglich.

www.ghost-charger.com



Foto: eSystems MTG/Katek



Foto: Flir

Wärmebildkamera mit Routing-Funktion

Die professionelle Wärmebildauflösung der neuen „Flir E52“ stellt sicher, dass die Bilder leicht ablesbar und interpretierbar sind. Außerdem hat die Kamera eine neue Routing-Funktion an Bord, die dabei hilft, die Effizienz der Messungen vor Ort zu verbessern. Die E52 ist ergonomisch und einfach zu bedienen und verfügt über das bewährte benutzerfreundliche Design der Exx-Serie. So unterstützt sie Fachleute dabei, erste Anzeichen von Gebäudeproblemen frühzeitig zu erkennen, Hot Spots zu identifizieren, elektrische und mechanische Systeme zu überprüfen und Probleme zu vermeiden, bevor sie Schäden verursachen, die zu teuren Reparaturen führen können. Sie liefert verbesserte Messergebnisse, sodass elektrische Fehler sicher diagnostiziert und auch versteckte Anomalien bei Temperaturen von bis zu 550 °C aufgespürt werden können. Das funktioniert auch in rauen Fertigungs- und Produktionsumgebungen und gewährleistet so einen reibungslosen Arbeitsablauf. Die Flir E52 ist mit einem 24°-Objektiv ausgestattet, das ein praktisches Sichtfeld für die meisten Anwendungen bietet.

www.flir.com



Die gewonnenen Rohstoffe
können in einem geschlossenen
Kreislauf wiederverwendet werden.
Foto: Volkswagen

Geschlossener Rohstoffkreislauf und mehrfaches Recycling von Batterien

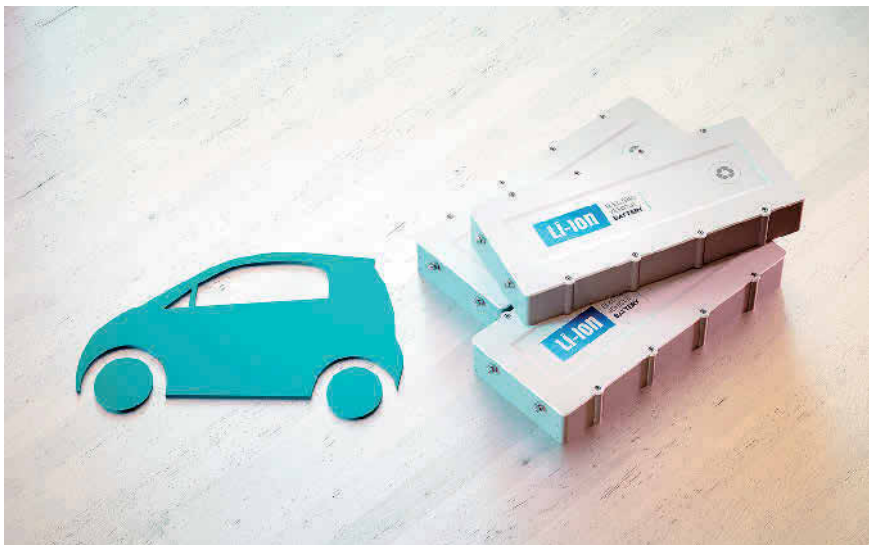
Energieeffizient und CO₂-neutral

Batteriesysteme leisten einen unabdingbaren Beitrag in der von Deutschland und der Europäischen Union (EU) angestrebten Energie- und Mobilitätswende. Ziel des Projekts „HV-Batterie Recycling- und Resynthese-Prozesse für nachhaltige und funktionserhaltene Materialkreisläufe“ (HVBatCycle) ist die dauerhafte Rückgewinnung wertvoller Materialien zur Erhöhung von Nachhaltigkeit und Versorgungssicherheit.

Das Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST beteiligt sich daran, Batterien und Batteriesysteme nachhaltig, energieeffizient und CO₂-

neutral in funktionserhaltenen Materialkreisläufen zu produzieren. Die Volkswagen AG leitet das Projekt federführend und plant gemeinsam mit den Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft nachzuweisen, dass die wertvollsten Bestandteile von

Antriebsbatterien durch Recycling mehrfach nacheinander zurückgewonnen und wieder eingesetzt werden können. Diese Technologie kann erheblich zur Erreichung der Klimaziele beitragen und die Rohstoffabhängigkeit innerhalb der EU reduzieren.



Grafik: PantherMedia/malpetr

Geschlossener Rohstoffkreislauf und mehrfaches Recycling

Um weniger Materialien aus primären Quellen wie Minen oder Salaren nutzen zu müssen, sollen wesentliche Rohstoffe nicht nur einmal, sondern gleich mehrfach zurückgewonnen werden. Dazu werden Batteriezellen aus recyceltem Material nochmals recycelt, um damit außerdem nachzuweisen, dass auch mehrfache Recyclingdurchläufe keinen Einfluss auf die Materialqualität haben. Das Schließen des Kreislaufs erfordert komplexe interdisziplinäre Prozesse. Für eine effiziente, ökologisch und ökonomisch sinnvolle Verwertung müssen alle Verfahren aufeinander abgestimmt sein, um unter höchsten Sicherheitsanforderungen sortenreine und qualitativ hochwertige Sekundärmaterialien zu erzeugen. Dabei geht es insbesondere um Skalierbarkeit und Wirtschaftlichkeit.

Unabhängigkeit durch Dezentralisierung, Vorteile durch Einsatz von Sekundärmaterialien

Im Konsortialprojekt steht die mechanisch-hydrometallurgische Recyclingroute im Fokus, die sich durch einen geringen Energiebedarf und die Möglichkeit zu einer vergleichsweise einfachen dezentralen Verteilung bestimmter Recyclingprozesse in Europa auszeichnet. Das begünstigt eine lokale Kreislaufwirtschaft und sichert strategisch wichtige Rohstoffe, was die

„HVBATCYCLE“

Projektpartner:

- Volkswagen AG
- Taniobis GmbH
- J. Schmalz GmbH
- Viscom AG
- Battery LabFactory (BLB), TU Braunschweig
- Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik (IWF)
- elenia Institut für Hochspannungstechnik und Energiesysteme
- Institut für Partikeltechnik (iPAT), TU Braunschweig
- Chemische und Thermische Verfahrenstechnik (ICTV), TU Braunschweig
- Institut für Energie- und Systemverfahrenstechnik (InES), TU Braunschweig
- Institut für Metallurgische Prozesstechnik und Metallrecycling (IME), RWTH Aachen University

Projektlaufzeit: 1. Januar 2022 bis
31. Dezember 2024

Abhängigkeit Europas von anderen Regionen der Welt deutlich reduziert. Das Projekt HVBatCycle soll effiziente Verfahren und innovative Lösungen aufzeigen, die den Aufbau einer End-to-End-Wertschöpfungskette mit hoher Wirtschaftlichkeit bei gleichzeitig möglichst hoher Recycling- und Energieeffizienz und minimalen Umweltbelastungen gewährleisten.

Automatisierung der Demontageprozesse und Rückgewinnung des Elektrodenmaterials

Konkrete innovative Entwicklungsansätze liegen in einer bedarfsgerechten, das heißt wirtschaftlich optimierten Entladung und einer weitgehend automatisierten Demontage von rückläufigen Batteriesystemen bis auf Zell- oder Elektrodenenebene. Dazu zählen auch eine nahezu verlustfreie Trennung von Aktivmaterial und Trägerfolien sowie die Rückgewinnung von Graphit und leichtflüchtiger Elektrolytbestandteile.

Bei der folgenden hydrometallurgischen Aufbereitung der „Schwarzen Masse“ aus Graphit und Batteriemetallen durch Wasser und chemische Lösemittel stehen eine frühe und selektive Extraktion des Lithiums in löslicher Form sowie die Laugung, Fällung und Raffination enthaltener Metalle als Mischhydroxid-Konzentrat im Vordergrund. Dabei soll in Zusammenhang mit der erneuten Materialsynthese von kathodischem Aktivmaterial untersucht werden, ob die Auftrennung von Metallverbindungen wirklich erforderlich ist, um neues, vollumfänglich leistungsstarkes Kathodenmaterial herzustellen. Die Forschungsarbeiten zur Aufbereitung des Elektrolyten und des Graphits sollen durch die Entwicklung von geeigneten Verfahren zeigen, dass auch wichtige Elektrolytbestandteile und das Graphit effizient aufbereitet und wieder in batterietauglicher Qualität in der Zellproduktion eingesetzt werden können. Sämtliche Verfahrensschritte werden ganzheitlich von einer ökologischen und wirtschaftlichen Lebenszyklusanalyse begleitet.

Konkret beschäftigen sich die Forscherinnen und Forscher des Fraunhofer IST mit der Identifizierung und Bewertung industrierelevanter Prozessrouten für die Resynthese von Aktivmaterialien aus Sekundärrohstoffen. Parallel werden wirtschaftliche und ökologische Aspekte zur Rückführung von Materialien aus dem Stoffkreislauf verglichen, um die Rückführbarkeit in Hinblick auf die resultierenden Materialeigenschaften zu analysieren. Zudem sollen prozessbegleitende Qualitätskontrollen untersucht werden, um gleichzeitig eine hohe Reproduzierbarkeit und Ressourceneffizienz zu etablieren. ■

www.ist.fraunhofer.de

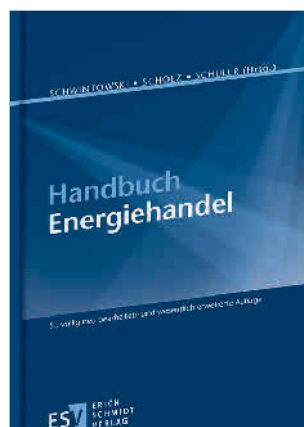


Foto: Erich Schmidt Verlag

Handbuch Energiehandel

Hans-Peter Schwintowski (Hrsg.): *Handbuch Energiehandel*. 770 Seiten, Hardcover, 108,00 €. Berlin: Erich Schmidt Verlag, 2021. ISBN: 978-3-503-20020-7.

Das Werk beleuchtet den Energiehandel sowohl aus juristischer als auch aus empirisch-ökonomischer Perspektive. Im Zentrum der Darstellung stehen die Geschäftsfelder des Energiehandels, die die Praxis bestimmen: der OTC-Handel und der Handel an der Börse. Daneben wird das Risikomanagementsystem für den Energiehandel präzise entwickelt und die aufsichtsrechtlichen Bezüge zum Energiehandel werden hergestellt.

Die 5. Auflage greift die neuesten Entwicklungen im Bereich des nationalen und supranationalen Energiehandels auf, unter anderem:

- Aktualisierung der Erläuterungen zum europäischen Energiehandelsrecht sowie zu den Standard-Handelsverträgen (EFET),
- Risikomanagement im Energiehandel,
- Energiehandel an der EEX,
- komplette Neufassung des Energieaufsichtsrechts.

Grafiken, praxisnahe Beispiele und ein Glossar erhöhen den praktischen Nutzen.



Foto: Springer Gabler

Digitale Transformation im Vertrieb

Livia Rainsberger: *Digitale Transformation im Vertrieb*. 308 Seiten, Hardcover, 44,99 €. Wiesbaden: Springer Gabler, 2021. ISBN: 978-3-658-33670-7.

Dieses Buch ist ein praktischer Wegweiser zur digitalen Transformation von Vertriebsorganisationen. In 21 Schritten vermittelt es einen Überblick über den State of the Art von Technologien und digitalen Vertriebstools und schafft ein Verständnis dafür, worum es bei der Digitalisierung des Vertriebs wirklich geht: Der primäre Treiber der Digitalisierung ist die moderne Kundschaft, und sie gilt es, in der gesamten Vertriebsstrategie stets im Blick zu haben. Der alleinige Einsatz von Technologien und die reine Digitalisierung von Prozessen reichen nicht aus, um eine Organisation für die Herausforderungen der modernen Geschäftswelt fit zu machen.

Sämtliche Tools und Prozesse werden in diesem Buch detailliert erläutert und anhand konkreter Beispiele veranschaulicht. Die Autorin zeigt auf, wie Vertriebsverantwortliche sich für die Zukunft fit machen. Mit konkreten Tipps und Umsetzungshilfen.

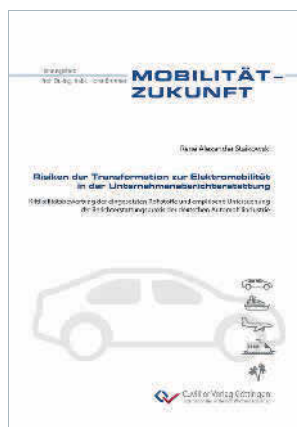


Foto: Cuvillier Verlag

E-Mobilität in der Unternehmensberichterstattung

René Alexander Staikowski: *Risiken der Transformation zur Elektromobilität in der Unternehmensberichterstattung (Band 1)*. 466 Seiten, Softcover, 84,90 €. Göttingen: Cuvillier Verlag, 2021. ISBN: 978-3-7369-7441-8.

Zunächst wird im Rahmen einer ersten Partialanalyse die Identifikation und Bewertung von elektromobilitätsbedingten Rohstoffrisiken behandelt. Im Rahmen der zweiten Partialanalyse, bei der die externe Berichterstattung der Unternehmen der deutschen Automobilindustrie (DAX-Sektor Automobile) in den Forschungsfokus rückt, wird zunächst untersucht, wie über das Risikomanagement, die Risikobewertung und -darstellung von Risiken im Risikobericht berichtet wird. Aufbauend auf den Ergebnissen der ersten Partialanalyse wird drittens die Berichterstattungspraxis über die elektromobilitätsbedingten Risiken analysiert. Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse werden Handlungsempfehlungen zur Begegnung der Risiken und zur Verbesserung des Status quo der Berichterstattungspraxis abgeleitet.

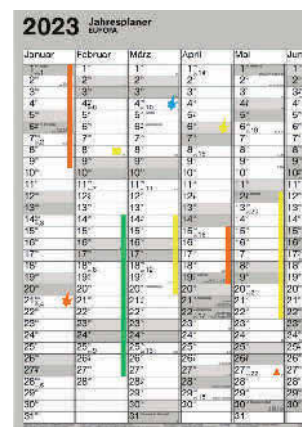


Foto: IWA – F. Riehle

IWA-Jahresplaner

Für eine zielführende Zeit- und Terminplanung im Betrieb und Büro bietet die IWA – F. Riehle GmbH & Co KG den IWA-Jahresplaner Europa 2023.

Auf der großformatigen Wandtafel können in der Jahresübersicht (waagrechtes oder senkrechtes 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

ARTIKEL-SPONSORING – WIR BRINGEN IHR THEMA IN DEN MARKT

Ihr Beitrag auch auf
www.umweltmagazin.de



In unserer Fachzeitschrift ist ein Beitrag von Ihnen erschienen? Oder wurde über Sie, Ihre Produkte und Systeme berichtet? Stellen Sie Ihren Fachbeitrag einem noch breiteren Publikum zur Verfügung und lassen Sie die hochkarätige Zielgruppe des Online-Portals von Ihrem Know-how profitieren.



- **Erweiterte Leserschaft:** Ihr Beitrag erscheint öffentlich zugänglich auf www.umweltmagazin.de und ist somit für das breite Fachpublikum und auch für Nicht-Abonnenten erreichbar.



- **Große Reichweite:** Ihr Beitrag wird zusätzlich auf der Startseite von www.ingenieur.de, dem reichweitenstärksten Ingenieurportal Deutschlands, ausgespielt.
1.378.733 Visits ingenieur.de pro Monat, IVW 8/2020.



- Der Artikel wird individuell nach Ihren Wünschen modifiziert oder ergänzt und um Logo und Kontaktdaten erweitert.

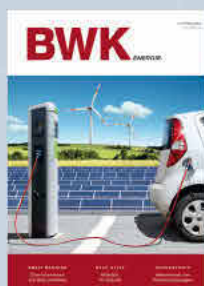
Wir beraten Sie gerne. Ihr direkter Kontakt für Informationen oder ein Angebot:
Arnd Walgenbach | Telefon: +49 40 881449-370 | awalgenbach@cmc-web.de

Die erste Adresse für Technikwissen: VDI Fachmedien.

FACHZEITSCHRIFTEN AUCH ALS E-PAPER ERHÄLTICH



BAUINGENIEUR
10 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 481,50 EUR
E-Paper-Abo: 420,30 EUR



BWK
6 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 330,00 EUR
E-Paper-Abo: 285,30 EUR



GEFAHRSTOFFE
6 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 435,00 EUR
E-Paper-Abo: 379,80 EUR



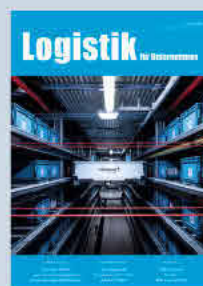
HLH
9 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 235,00 EUR
E-Paper-Abo: 198,90 EUR



KONSTRUKTION
9 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 513,00 EUR
E-Paper-Abo: 449,10 EUR



LÄRMBEKÄMPFUNG
6 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 255,00 EUR
E-Paper-Abo: 219,60 EUR



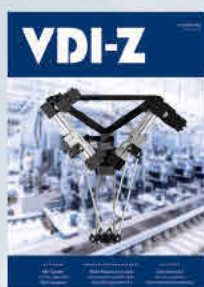
**LOGISTIK
FÜR UNTERNEHMEN**
6 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 198,00 EUR
E-Paper-Abo: 166,50 EUR



TECHNISCHE SICHERHEIT
6 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 261,00 EUR
E-Paper-Abo: 223,20 EUR



UMWELTMAGAZIN
6 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 145,00 EUR
E-Paper-Abo: 118,80 EUR



VDI-Z
9 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 279,00 EUR
E-Paper-Abo: 238,50 EUR



**WT
Werkstattstechnik-online**
9 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 275,00 EUR

Jetzt Fachzeitschrift
auswählen und bestellen!

Telefon:
+49 6123 9238-202
vdi-fachmedien@
vuservice.de

Inlandsbruttopreise –
Ausland auf Anfrage.

Wir wissen, was Technikwissen auszeichnet. Wir – das sind die hochkarätigen Fachzeitschriften des Fachverlags für Ingenieure und Ingenieurinnen, die VDI Fachmedien.

In direkter Anbindung an den VDI, das größte Netzwerk für Ingenieur*innen Deutschlands. Unsere Autoren und Autorinnen berichten über Innovationen und Hintergrundwissen in ihrem jeweiligen Fachgebiet. Und das jederzeit praxisorientiert, ohne den wissenschaftlichen Background aus dem Blick zu verlieren.