

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

# VDI energie + umwelt

ZUKUNFT GESTALTEN: SMART • EFFIZIENT • NACHHALTIG

Special:  
Energieversorgung in Deutschland



## DATENMANAGEMENT

Zukunftssichere Lösungen entwickeln

## KREISLAUFWIRTSCHAFT

Zerkleinern und jetzt auch verpacken

## ENERGIEVERWENDUNG

Abwärmeverstromung mit Wasserdampf

Jetzt auf  
Teamlizenz umstellen  
und profitieren!



**VDI energie + umwelt**

ZUKUNFT GESTALTEN: SMART • EFFIZIENT • NACHHALTIG  
Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument ist ausschließlich für die interne Verwendung bestimmt. Weitergabe und kommerzielle Verwendung sind nicht gestattet.



**LIZENZ: VDI NACHRICHTEN PLUS (Vn+) UND E-PAPER | AB 01/2024**

## Ihre Vorteile:

- Alle Beiträge auf vdi-nachrichten.com
- Wöchentlicher News-Alert – Auswahl der wichtigsten VDI nachrichten-Beiträge
- Alle 14 Tage als Print oder E-Paper (E-Paper donnerstags ab 20:00 Uhr/Zeitung freitags)
- Volltextsuche über das Archiv ab 2005

### Ihre Zugänge:

- Bis 10 Nutzer\*innen personenbezogene Zugangscodes
- Ab 10 Nutzer\*innen IP-Range

ANZAHL NUTZER*INNEN	REGULÄRE PREISE	RABATTIERTE PREISE **
1	117,00	-
2 - 5	210,60	147,42
6 - 10	379,08	265,36
11 - 50	682,34	477,64
> 50 - 500 (über 500 Nutzer*innen auf Anfrage)	1.228,22	859,75



\*\* 30% Rabatt gültig auf den regulären Jahresabonnementspreis. Angebot gilt ab 2 Nutzer\*innen. Angebot nur gültig für das erste Jahr sowie nur für Neu-Abonnent\*innen.

Alle Preisangaben brutto und in EUR. Preisänderungen vorbehalten.

#### Kündigungsbedingungen:

Der Bezugszeitraum beträgt mindestens ein Jahr.

Die Lizenz verlängert sich um ein weiteres Jahr, wenn sie nicht vier Wochen vor Ablauf des berechneten Bezugszeitraumes schriftlich gekündigt wird.

Stand: Dezember 2023 | VDI Verlag GmbH, Düsseldorf, AG Düsseldorf HRB 1080, Geschäftsführer: Ken Fouhy

Ihr Kontakt

**Leser-Service VDI nachrichten**

65341 Eltville

Telefon: +49 6123 9238-201

Telefax: +49 6123 9238-244

vdi-nachrichten@vuservice.de

**VDI nachrichten**  
TECHNIK IN SZENE GESETZT.



# Transformation in allen Sektoren muss massiv beschleunigt werden

**D**ie Energiewende ist eine der zentralen Herausforderungen unserer Zeit. Sie erfordert einen tiefgreifenden Umbau der Energieerzeugung weg von fossilen Brennstoffen hin zu einer treibhausgasneutralen Versorgung auf Basis erneuerbarer Energien. Alle einschlägigen Zielszenarien zeigen, dass auf Seiten des Verbrauchs der Elektrifizierung eine Schlüsselrolle zukommt. Darüber hinaus müssen die verbleibenden fossilen Energieträger dort durch Wasserstoff ersetzt werden, wo sie bisher stofflich genutzt werden oder eine Elektrifizierung aus technischen Gründen nicht möglich ist. Hierfür ist der rechtzeitige Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur notwendig.

Der Übergang zu einer überwiegend dezentralen, regenerativen Energieerzeugung bringt große Veränderungen mit sich: Die fluktuierende Energieerzeugung erfordert eine Flexibilisierung des Verbrauchs und den Einsatz von Energiespeichern. Die starke regionale Verteilung der Erzeugung erfordert den Ausbau der Übertragungs- und Verteilnetze, um den Strom von den Erzeugern zu den Verbrauchern zu transportieren. Neben der Erzeugungsseite sind auch umfassende Anpassungen in den Verbrauchssektoren erforderlich: Eine Reduktion des Endenergieverbrauchs in den Verbrauchssektoren ist ebenfalls unerlässlich. Sowohl die Wärmewende als auch die Verkehrswende bleiben bisher deutlich hinter den gesteckten Zielen zurück. Hier werden weiterhin überwiegend fossile Energieträger eingesetzt. Die Industrie hat bereits Fortschritte bei der Steigerung der Energieeffizienz erzielt, steht aber vor der Herausforderung, (Hochtemperatur-)Prozesswärme zu transformieren. Aufgrund der Heterogenität der Industrie sind oft individuelle und komplexe Lösungen erforderlich. Vor einer Umsetzung sollten verschiedene Optionen aufgezeigt und

verglichen werden, um im Sinne eines Risikomanagements möglichst robuste, langfristige Standortentscheidungen zu treffen.

Um die Auswirkungen des Klimawandels und die damit verbundenen Kosten zu begrenzen, muss die Transformation in allen Sektoren massiv beschleunigt werden. Dem stehen jedoch hohe Investitionssummen und ein Fachkräftemangel entgegen, um nur zwei der zentralen Herausforderungen zu nennen.

**„Viele kleine Erfolgsprojekte zeigen, dass die Energiewende gelingen kann, wenn wir alle an einem Strang ziehen.“**

Die Digitalisierung wird sektorenübergreifend eine Schlüsselrolle für das Gelingen der Energiewende spielen. Sie ermöglicht durch Smart Meter und digitale Identitäten jederzeit und überall eine bessere Vernetzung und Kommunikation zwischen dezentralen Erzeugungsanlagen, den Verbrauchern, Markt und Netz und mindert so in Summe die notwendigen Investitionen. Gleichzeitig wird eine engere Verzahnung von Erzeugung und Verbrauch ermöglicht: Dynamische Tarife können die Integration erneuerbarer Energien unterstützen und an anderer Stelle die Netzbelastung reduzieren. Hier kann es jedoch zu einem Zielkonflikt kommen, daher müssen ein geeignetes Marktdesign gewählt und die dazu passende Regulatorik umgesetzt werden.

Auch im Unternehmen selbst kann die Digitalisierung helfen, indem sie eine solide Datenbasis liefert: Synergien können zum Beispiel durch die digitale Erfassung von Daten geschaffen werden. Die Daten werden zentral für eine Vielzahl von Berichtspflichten zur Verfügung gestellt: Konkrete Beispiele sind die Nachhaltigkeitsberichtspflicht (CSRD) oder die Implementierung eines Energiemanagementsystems nach ISO 50001. Gleichzeitig benötigt die Industrie zeitlich und regional hochaufgelöste digitale Herkunftsnachweise für Strom, Wärme und klimaneutrale Gase, um eine Treibhausgas (THG) -neutrale Produktion nachweisen zu können.

Neben technischen Lösungen gibt es weitere flankierende Maßnahmen, wie Leuchtturmprojekte mit Vorbildcharakter. Die Kommunikation untereinander spielt eine wesentliche Rolle: So zeigt beispielsweise der regelmäßige Erfahrungsaustausch von Unternehmensvertreterinnen und -vertretern in Energieeffizienz- und Klimaschutz-Netzwerken, dass das voneinander Lernen die Umsetzung von Maßnahmen deutlich beschleunigt und dadurch die Energieeffizienzsteigerung nahezu verdoppelt. Diese vielen kleinen Erfolgsprojekte belegen, dass die Energiewende gelingen kann, wenn wir alle an einem Strang ziehen. Lassen Sie uns gemeinsam mit gutem Beispiel vorangehen und die Umsetzung beschleunigen. ■



Dr.-Ing.  
**Anna Gruber**

Geschäftsführerin  
der FFE GmbH

Foto: Enno Kapitza

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



28

**Cyberangriffe** gefährden auch kritische Infrastrukturen zur Energieerzeugung wie beispielsweise Windenergieanlagen. Betreiber müssen die Risiken erkennen und wirksame Gegenmaßnahmen implementieren. Foto: TÜV Süd



42

Im **Fraunhofer-Projekt „Inno-Teer“** wurde ein neuartiges Aufbereitungsverfahren für teerhaltigen Straßenaufbruch entwickelt, das sich gerade im Demonstrationsmaßstab bewährt. Foto: Fraunhofer Umsicht

**Standpunkt**

**3** Transformation in allen Sektoren muss massiv beschleunigt werden  
*Anna Gruber*

**Special:  
 Die Energieversorgung  
 in Deutschland**

- 6** Ohne Digitalisierung geht es nicht  
*Elke von Rekowski*
- 8** Energiewende und digitale Transformation können sich beflügeln  
*Ulrich Engenhardt*
- 9** Das Schweizer Taschenmesser für die Herausforderungen der Klimakrise  
*Michael Jungwirth*
- 10** Investitionssicherheit für alle Unternehmen  
*Stephan Frense*
- 11** Digitalisierung: noch viel Luft nach oben  
*Klemens Gutmann*
- 12** Die Digitalisierungsschere geht weiter auseinander  
*Heike Müller*
- 13** Potenziale durch den Einsatz digitaler Werkzeuge  
*Claus-Heinrich Stahl*

- 14** Viele Möglichkeiten trotz Herausforderungen  
*Sandra Rauch*
- 15** Zahlreiche Stellschrauben und Herausforderungen  
*Dennis Rendschmidt*
- 16** Digitalisierung als zentraler Schlüsselfaktor zur Umsetzung der Energiewende  
*Bartholomäus Surmann*
- 17** Geothermie und digitale Transformation gehen Hand in Hand  
*Gregor Dilger*
- 18** Umsetzung einer an den Realitäten orientierten Netzausbauplanung  
*Holger Weiland*
- 19** Energieeffizienz: Besser, schneller, go  
*Christian Noll*
- 20** Die Digitalisierung der Energiewirtschaft ist keine Option, sondern eine Notwendigkeit  
*Michael von Roeder*
- 21** Es braucht eine übergeordnete Digitalisierungsstrategie  
*Adnan Chaudhry*
- 22** Digitale Transformation erfordert ein umfassendes Investitionskonzept  
*Andreas Höfler*

- 23** Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung  
*Volker Kienzlen*
- 24** Fünf Stellschrauben für die Digitalisierung  
*Benedict Kock*
- 25** Mit souveränen Infrastrukturen und KI zur Datenökonomie  
*Ferri Abolhassan*
- 26** Digitalisierung ist ein zentraler Schlüssel  
*Oliver Herzog*
- 27** Ohne Digitalisierung keine Energiewende  
*Alexander Montebaur*

**DigitalForum**

- 28** IT-SICHERHEIT  
 Cybergefahren wirksam abwehren  
*Sicherheit von Windenergieanlagen*
- 31** PERSONALPLANUNG  
 Mit smarten Algorithmen Service-Einsätze optimieren  
*Fachkräfte effizienter einsetzen*
- 34** SMART METERING  
 Entwicklungen im intelligenten Messwesen  
*Smart Meter Rollout*



# 52

Ein Industriepark in der Schweiz setzt auf eine innovative Technik, um Grundwasser, das mit den langlebigen per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen belastet ist, zu reinigen. Foto: Daniel Kunz/Adliswil



# 60

Um die energetische Transformation in Industrieunternehmen strukturiert in Angriff zu nehmen, helfen praxisnahe Transformationspläne. Sie unterstützen eine zukunftsorientierte Energieversorgung. Foto: iStock.com/su tim

**36 DATENMANAGEMENT**  
Zukunftssichere Lösungen entwickeln  
Potenziale von IoT und KI beim  
Wechsel in die Cloud erschließen

**39** Aktuelles

## UmweltForum

**40** Aktuelles

**42 RECYCLING**  
Straßenaufbruch dekontaminieren  
Alte Straßenbeläge entsorgen

**45 STARKREGEN**  
Rückstau im Zisternenüberlauf  
Tipps gegen Überflutungen

**48 ABWASSER**  
Komplexe Abwässer einfach reinigen  
Biobasiertes Flockungsmittel

**50 KREISLAUFWIRTSCHAFT**  
Zerkleinern und jetzt auch verpacken  
Unternehmen auf dem Weg  
in die Kreislaufwirtschaft

**52 WASSERAUFBEREITUNG**  
Umweltfreundlicher Abbau von PFAS  
PFAS-kontaminiertes Grundwasser reinigen

**54 CHEMIKALIEN**  
Regendicht ohne Fluor  
PFAS-Alternativen

## EnergieForum

**56** Aktuelles

**58 KUNDENSERVICE**  
Smarter Kundenservice  
dank Conversational AI  
Intelligente Dialogsysteme  
für die Energiebranche

**60 ENERGIEVERSORGUNG**  
Praxisnahe Transformationspläne  
für Industrieunternehmen  
Zukunftsorientierte Energieversorgung

**64 ENERGIEVERWENDUNG**  
Kompakte und wirtschaftliche  
Abwärmeverstromung mit Wasserdampf  
Ergebnisse des Verbundprojekts KompAct

## Aus Forschung & Entwicklung

**76 ENERGIESPEICHER**  
Mit Flüssigmetall Wärme  
100-mal besser leiten

**77 WÄRMEWENDE**  
Zollverein soll klimaneutral werden

## Rubriken

**7** Impressum

**69** Vorschau

**70** Organschaften

**73** Aus den Unternehmen

**75** Produkte

**78** Literatur



Die digitale Transformation der Energieversorgung in Deutschland erfordert eine sorgfältige Planung und Umsetzung. Wir haben Entscheiderinnen und Entscheider gebeten, uns ihre Einschätzung zu diesem spannenden Themenkomplex zu geben.

Foto: PantherMedia/Torychemistry

Beilage:

Umweltinstitut  
Offenbach GmbH



## Die Energieversorgung in Deutschland

# Ohne Digitalisierung geht es nicht

Die digitale Transformation der Energiewirtschaft zählt zu den wichtigsten Grundlagen, damit eine Energiewende erfolgreich gelingt und eine nachhaltige und effiziente Energieversorgung sichergestellt ist.

**D**ie digitale Transformation in der Energieversorgung Deutschlands ist ein wesentlicher Schritt zur Modernisierung und Effizienzsteigerung des Energiesystems. Durch den Einsatz von digitalen Technologien und Datenräumen können Energieflüsse besser überwacht und gesteuert werden, was zu einer verbesserten Integration erneuerbarer Energien und einer effizienteren Nutzung der vorhandenen Ressourcen führt.

Der Nutzen dieser digitalen Ansätze ist nach Einschätzung der Deutschen Energie-Agentur (dena) erheblich: Echtzeitdaten ermöglichen eine präzisere Steuerung der Energieverteilung, was zu einer besseren Netzstabilität und einem optimierten Redispatch führen kann. Zudem können durch die Digitalisierung Prozesse automatisiert und somit Kosten gesenkt werden. Die Flexibilität des Energiesystems wird erhöht, indem Daten über verschiedene Sektoren hinweg ausgetauscht und genutzt werden, was die Integration von Strom, Wärme und Mobilität fördert.

Projekte wie „Energy Data Space (Enda)“ von der dena zeigen, dass ein souveräner Datenaustausch zwischen verschiedenen Akteuren im Energiesektor nicht nur machbar, sondern auch essenziell für die Dekarbonisierung ist. Datenräume ermöglichen eine reibungslose Kommunikation und Koordination, die notwendig sind, um die Herausforderungen der Energiewende zu meistern. Nun gilt es zu prüfen, inwieweit diese Modelle in der Praxis Anwendung finden können.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) unterstreicht



ZUKUNFT GESTALTEN: SMART • EFFIZIENT • NACHHALTIG  
Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument ist ausschließlich für die interne Verwendung bestimmt. Weitergabe und kommerzielle Verwendung sind nicht gestattet.

wie viele Fachleute in Deutschland die Bedeutung der Digitalisierung für die Energiewende. Die Nutzung von Smart Metern ermögliche eine effiziente Steuerung des Energieverbrauchs, indem Verbraucherinnen und Verbraucher ihren Stromverbrauch in Echtzeit überwachen und anpassen können. Dies führe zu einer effizienteren Nutzung erneuerbarer Energien und fördere den Klimaschutz. Durch den Einsatz von Wasserstoffkraftwerken und die Modernisierung der Stromnetze wird die Versorgungssicherheit auch bei hohen Anteilen erneuerbarer Energien gewährleistet. Die Digitalisierung trägt somit nicht nur zur Nachhaltigkeit bei, sondern sichert auch Arbeitsplätze und steigert die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands. Doch wie weit werden diese Maßnahmen umgesetzt und wie tragfähig ist unsere aktuelle Infrastruktur für eine solche Transformation?

## Zahlreiche Herausforderungen

Neben der Frage der Infrastruktur gibt es noch weitere Herausforderungen, die das Gelingen einer digitalen Transformation erschweren: Die Standardisierung und Qualität der vorhandenen Daten sind teilweise unzureichend, und es fehlt an klaren Verantwortlichkeiten für das Datenmanagement in vielen Unternehmen und bei Versorgern. Cybersecurity ist ebenfalls ein kritisches Thema, da die zunehmende Digitalisierung auch die Angriffsflächen für Cyberattacken vergrößert. Der Schutz sensibler Energiedaten und die Gewährleistung der Datensicherheit sind daher von höchster Priorität. Insgesamt bietet die digitale Transformation der Energieversorgung in Deutschland enorme Chancen zur Effizienzsteigerung und Unterstützung der Energiewende, ja sogar

zur Sicherung der Energieversorgung. Gleichzeitig erfordert sie sorgfältige Planung und Umsetzung, um die damit verbundenen Risiken zu minimieren und die Potenziale richtig zu identifizieren und auszuschöpfen. Diese Anforderungen bieten reichlich Stoff zu Diskussionen. Wir haben Entscheiderinnen und Entscheider gebeten, uns ihre Einschätzung zu diesem spannenden Themenkomplex zu geben. ■



**Elke von Rekowski**

Chefredakteurin der VDI energie + umwelt

Foto: privat

## IMPRESSUM

### VDI energie + umwelt

ISSN 2942-734, 1. Jahrgang 2024  
VDI energie + umwelt ist der Nachfolgetitel der Fachzeitschriften BWK (ISSN 1618-193X) und UmweltMagazin (ISSN 0173-363X).

### Herausgeber

Verein Deutscher Ingenieure e. V., Düsseldorf

### Organschaften

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

### Redaktion

Elke von Rekowski, Chefredakteurin  
Telefon: +49 211 6103-526  
evonrekowski@vdi-fachmedien.de  
Dr. Ralph H. Ahrens, Redakteur  
Telefon: +49 211 6103-326  
rahrens@vdi-fachmedien.de  
Dipl.-Phys.-Ing. Udo Schnell  
Redaktionsleitung VDI Fachmedien  
Telefon: +49 211 6103-104  
uschnell@vdi-fachmedien.de  
Sandra Schüttler, Redaktionsassistentin  
Telefon: +49 211 6103-124  
sschuettler@vdi-fachmedien.de

### Redaktionsbeirat

Dr.-Ing. Jochen Theloke, VDI-GEU, Düsseldorf  
Prof. Dr.-Ing. Harald Bradke, Fraunhofer ISI, Karlsruhe  
Dr.-Ing. Anna Gruber, FfE, München  
Lennart Schleicher, Vorsitzender VNU, Frankfurt am Main  
Prof. Dr.-Ing. Hans-Friedrich Hinrichs,

Geschäftsführer KTB GmbH, Gladbeck  
Martin Ittershagen, Pressesprecher Umweltbundesamt, Dessau  
Claudia Nauta, Produktmanagerin DGO, Frankfurt am Main  
Prof. Dr.-Ing. Klaus Gerhard Schmidt, Wissenschaftlicher Direktor Institut für Energie- und Umwelttechnik e. V. (IUTA), Duisburg  
Bernhard Schwager, Vorsitzender VBU, Essen

Autorenhinweise/Veröffentlichungsgrundlagen:  
vdi-energie-umwelt.de

### Verlag

VDI Fachmedien GmbH & Co. KG  
Unternehmen für Fachinformationen  
VDI-Platz 1, 40468 Düsseldorf  
Postfach 10 10 22, 40001 Düsseldorf  
Commerzbank AG  
SWIFT/BIC-Code: DRES DE FF 300  
IBAN: DE69 3008 0000 0212 1724 00

### Geschäftsführung

Ken Fouhy, B. Eng.

### Layout

Ulrich Jöcker

### Leitung Sales Solutions

Petra Seelmann-Maedchen  
Telefon: +49 211 6188-191  
pmaedchen@vdi-nachrichten.com

### Anzeigenverkauf

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

Es gilt der Anzeigentarif Nr. 1 vom 1. Januar 2024.

### Vertrieb und Leserservice

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

### Bezugspreise

6 Ausgaben jährlich  
(1/2, 3/4/, 5/6, 7/8, 9/10, 11/12 als Doppelausgaben)  
Jahresabonnement: € 366,10 (E-Paper € 314,60)  
VDI-Mitglieder: € 329,49 (E-Paper € 283,14)  
nur für persönliche Mitglieder  
Studenten: € 160,50 (E-Paper € 137,80)  
gegen Studienbescheinigung  
Preise Inland inkl. MwSt.,  
Ausland exkl. MwSt. zzgl. Versandkosten  
(Inland: € 13,50, Ausland: € 22,14, Luftpost auf Anfrage)  
Einzelausgabe: € 62,- Inland inkl. MwSt.,  
Ausland exkl. MwSt. zzgl. Versandkosten  
Die Mindestlaufzeit beträgt 12 Monate.  
Im Anschluss an die Mindestlaufzeit ist das Abonnement jeweils zum Monatsende kündbar.

### Druck

KLIEMO AG, Hütte 53, 4700 Eupen, Belgien

### Copyright

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

### Weitere Informationen:

vdi-energie-umwelt.de

Auflage IVW-geprüft





# Energiewende und digitale Transformation können sich beflügeln

Eine „All Electric Society“ ist die Zukunft für eine nachhaltige Gesellschaft. Wir sollten uns dieser Vision aus guten Gründen so schnell wie möglich nähern. Doch das bringt große Umbrüche – für das gesamte Energiesystem und die Industrie. Lassen sich Veränderungsgeschwindigkeit und Wirtschaftlichkeit vereinen? Wird es ausreichend bezahlbaren Strom für die Industrie geben? Das sind entscheidende Zukunftsfragen für die Unternehmen und den Wirtschaftsstandort.

Wir können die Transformation als Industrie selbst vorantreiben, indem wir übergreifend zusammenarbeiten und die Synergien von Digitalisierung und Energiewende nutzen. Der Schlüssel für Tempo und Wirtschaftlichkeit liegt in der Standardisierung und anschließenden Industrialisierung der gesamten Kette vom Engineering bis in den Betrieb, mit abgestimmter Software, Automatisierung und standardisierter Systemtechnik. Das betrifft alle Bereiche von Stromerzeugung und -speicherung über Sektorenkopplung und Stromverteilung bis in die Infrastruktur der industriellen Verbraucher.

Besonders groß ist die Herausforderung bei den Verteilnetzen. Sie sind vor Jahrzehnten für die einfache Weiterleitung des Stroms geschaffen worden. Jetzt müssen sie schnellstens ausgebaut und digital erschlossen werden, um als Smart Grids schwankungsfrei dezentrale Einspeisungen zu managen. Der Maschinenbau kann als Vorbild dienen, wie durchgängige Digitalisierung und Standardisierung für Tempo und Effizienz sorgen. Dort ist die Software von „Eplan“ aus unserer Unternehmensgruppe eine führende Anwendung für das Elektro-Engineering und dient immer häufiger als digitale Basis für die Zusammenarbeit der nachfolgenden Gewerke. Schon am Anfang entsteht ein digitaler Zwilling, der in der Cloud den gesamten Prozess bis in den Betrieb begleitet. Ähnliche Vorteile entfalten sich bei der Planung von Niederspannungsschaltanlagen bis hin zu kompletten Umspannwerken.

Bei Anwendungen wie Trafostationen oder Ladeparks verankern wir die Standardisierung schon im Engineering. Die Idee: Eplan bietet ein komplettes Industrie-Projekt als normgerechter Standard, inklusive branchentypischer Betriebsmittelliste. Es muss nur noch bei Bedarf individualisiert werden. Dafür hält das Eplan Data Portal über 1,7 Millionen Datensätze von fast 500 Herstellern vor. So entsteht



**Ulrich Engenhardt**  
Chief Business Units Officer  
der Rittal International

Foto: Rittal

schon im Engineering Tempo und die Datenqualität inklusive Komponenten steigt. Der Datensatz des Projekts enthält auch alle Informationen für modulare Rittal-Systemtechnik und zur Bearbeitung mit Maschinen von Rittal Automation Systems im weiteren Prozess. Das Ergebnis: Erheblich weniger Zeit und Kosten, normgerechte Ausführung sowie ein digitaler Zwilling für den intelligenten Betrieb. Dieses Prinzip bauen wir mit Eplan und Rittal für immer weitere Anwendungen aus.

Damit die Energiewende möglich wird, muss auch die produzierende Industrie eine Energieeffizienzende in ihren Unternehmen einleiten. Diese verbrauchen fast 45 % des Stroms in Deutschland. Das erfordert erstens hohe Konsequenz beim Einsatz energiesparender Technologien. „Blue e+“-Schaltschrank-Kühlgeräte beispielsweise sparen 75 % Energie. Zweitens muss die Industrie ihre Fertigungsprozesse als Smart Production organisieren, um sie zukünftig auch nach Energie-Aspekten managen zu können. Das treiben wir in unseren eigenen Fabriken voran und „German Edge Cloud“ aus unserer Unternehmensgruppe stellt das Know-how unseren Kunden zur Verfügung.

Die Beispiele zeigen: Wenn wir Digitalisierung und Energiewende bewusst als „Twin Transformation“ begreifen, beflügeln sie sich und die digitale Transformation wird zum Enabler. ■



ZUKUNFT GESTALTEN: SMART • EFFIZIENT • NACHHALTIG  
Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument ist ausschließlich für die interne Verwendung bestimmt. Weitergabe und kommerzielle Verwendung sind nicht gestattet.



**Michael Jungwirth**

Director Public Policy,  
External Affairs & Sustainability  
bei Vodafone Deutschland

Foto: Vodafone

Die Klimakrise ist keine ferne Bedrohung, sondern unsere tägliche Realität. Und sie geht Hand in Hand mit einer vielleicht noch größeren Herausforderung: der Energiewende. Wir brauchen einen schnellen und umfassenden Umstieg auf erneuerbare Energien. Für eine langfristige Unabhängigkeit Europas von den Energiequellen Öl und Gas. Und der Schlüssel für den Erfolg der Energiewende hat einen Namen: Digitalisierung. Warum? Die Digitalisierung ist der entscheidende Hebel, der unsere Weichen auf eine nachhaltige Energiewende umstellen kann. Denn Digitalisierung spart Ressourcen, indem sie Verbräuche sichtbar und messbar macht – und dadurch optimierbar. Ob Strom, Gas oder Wasser. Ob in der Industrie oder bei uns zuhause. Schon heute helfen uns innovative Technologien dabei, ressourcenschonender zu arbeiten. Das geschieht, indem sie große Datenmengen erfassen und intelligent weiterverarbeiten. Durch smarte, digitale Lösungen lässt sich unser Energieverbrauch um rund ein Drittel reduzieren. Das Potenzial ist enorm. Um es ausschöpfen zu können, sehe ich drei wesentliche Stellschrauben.

Erstens: Zugang. Die Digitalisierung muss überall hin. Jede gesparte Kilowattstunde, jeder Liter Benzin, jedes Gramm CO<sub>2</sub> summiert sich in Deutschland, Europa und der ganzen Welt zu einem wahren Gamechanger im Kampf gegen die Klimakrise.

Zweitens: Smpel, schnell und allgegenwärtig. In Schulen, Ämtern und Behörden, durch einfache und effiziente digitale Prozesse.

Drittens: Nachhaltig. Damit die Digitalisierung Vorbild sein kann und die Rechnung einer positiven Klimabilanz aufgeht.

Stellen wir uns den kritischen Fragen. Und informieren wir unsere Mitmenschen. Wie kann die Abwärme von Rechenzentren gezielt für Beheizung von Gebäuden genutzt werden? Wie schaffen wir Anreize für das Recycling von Elektroschrott? Wie steht es um unseren Datenschutz? Wir als Vodafone stellen uns diese Fragen jeden Tag. Wir hinterfragen. Das tun wir, um zu optimieren. In unserem Netz, an unseren Produkten. Für unsere Kunden. Und das tun wir mit Erfolg: Unsere Netze transportieren heute insgesamt fünfmal so viele Daten pro Megawattstunde wie noch vor vier Jahren. Den Strom dafür beziehen wir zu 100 % aus erneuerbaren Quellen. Unsere maßgeschneiderten IoT-Lösungen helfen unseren Kundinnen und Kunden dabei, nachhaltiger zu werden. Denn Digitalisierung ist mehr als die Verwendung leerer Schlagwörter wie KI, AR und IoT in nicht enden wollenden Diskussionen. Sie hat unsere Art zu leben verändert – und wird das auch weiterhin tun. Digitalisierung kann Tierschutz. Digitalisierung kann Leben retten. Salopp gesagt, ist die Digitalisierung das Schweizer Taschenmesser für die Herausforderungen der Klimakrise. Und was wir dafür tun müssen? Investieren. Und zwar jetzt.

Deshalb brauchen wir entschlossene Macherinnen und Macher, die die Digitalisierung und damit auch die Energiewende vorantreiben. Die Herausforderungen der Zukunft sind mächtig – aber sie dürfen uns nicht machtlos werden lassen. Wir alle müssen Verantwortung übernehmen. Denn mit den Konsequenzen wollen wir nicht leben. Und können es auch nicht. Vielmehr müssen sie uns antreiben, noch mehr und noch besser zu handeln. Wir tragen die Verantwortung. Wir als Gesellschaft, Konsumentinnen und Konsumenten, Entscheiderinnen und Entscheider und letztlich als Menschen. Und auch wir als Vodafone, die die Digitalisierung vorantreiben. Wir sind noch lange nicht am Ziel – aber wir sind auf dem Weg. Doch ankommen können wir nicht allein, sondern nur als Team. Im Schulterschluss zwischen Politik und Wirtschaft. ■

## Das Schweizer Taschenmesser für die Herausforderungen der Klimakrise



# Investitionssicherheit für alle Unternehmen

**K**urs zu halten, ist jetzt das Wichtigste. Zwar kletterte Anfang dieses Jahres der Erneuerbaren-Anteil an der Stromerzeugung auf einen Höchststand von fast 60 %. Zudem sehen wir einen deutlichen Aufwärtstrend bei Genehmigungen und Flächen für Windenergieanlagen. Aber nur wenn die Politik in Brüssel, Berlin und allen Bundesländern konsequent am Reformkurs festhält, können wir die Modernisierung unseres Energiesystems zügig umsetzen.

Als mittelständische Erneuerbaren-Gruppe sind wir trotz und gerade wegen eines deutlichen Rechtsrucks darin bestärkt, den Green Deal, zusammen mit einem Industrial Deal zu einem Zukunftsprogramm für die Akzeptanz und Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands und Europas auszubauen. Nur so sichern wir langfristig unsere Resilienz, ambitionierten Klimaschutz und bezahlbare Preise.

Das Fundament dieser Strategie ist Investitionssicherheit für alle Unternehmen, um die Transformation und die gewaltigen Investitionen in die Modernisierung unserer Volkswirtschaften auch stemmen zu können. Politisch induzierte Unsicherheiten, wie die Diskussionen über einen Strompreiszonensplit, oder eine überstürzte Abschaffung des EEGs sind Gift für Investitionen. Das können wir uns weder industrie- noch klimapolitisch leisten. Wir werden auch in den nächsten Jahren eine EEG-Absicherung vor zu niedrigen Strompreisen benötigen. Denn die Erneuerbaren senken die Strompreise so stark, dass sich die Investkosten der Anlagen nicht mehr über die Stromerlöse refinanzieren lassen. Nur dank der EEG-Absicherung ist günstiges Kapital auch verfügbar und die Energiewende hochgradig kosteneffizient.

Mit den vielen tausenden neuen Anlagen wird jedes Jahr deutlicher, der Netzanschluss ist der Flaschenhals der Energiewende. Klar ist, es führt kein Weg am Ausbau der Netze vorbei. Wir können den Ausbaubedarf jedoch insofern senken, dass wir die vorhandene Infrastruktur möglichst effizient nutzen. So sollten sich Wind und Photovoltaik künftig Netzanschlüsse teilen. Dabei wird mehr Leistung an einem Netzverknüpfungspunkt angeschlossen, als maximal vom Netz abtransportiert werden kann. Da sich Wind, Sonne und Batterien perfekt ergänzen, reduzieren wir Projektkosten und senken den Netzausbaubedarf.



**Stephan Frense**

CEO Erneuerbaren-Gruppe  
der Arge Netz GmbH & Co. KG

Foto: Arge Netz

Trotz mindestens 34 Jahren Energie-wendepolitik sind die Marktregeln noch immer nicht an die Anforderungen einer erneuerbaren Energiewelt ausgerichtet. Es bedarf dringend Marktmechanismen, zur sicheren Refinanzierung kapitalintensiver Anlagen und zur Stabilisierung der Strompreise statt negativer Preise. Hierfür braucht es Anreize für Flexibilität: Das heißt zum einen eine Flexibilisierung des Verbrauchs, sei es bei industriellen Prozessen oder in privaten Haushalten mit E-Autos und Wärmepumpe. Zum anderen sind Energiespeicher eine wichtige Flexibilitäts-option, da sie Strom speichern, wenn er im Überfluss vorhanden ist und bei Bedarf wieder ins Netz abgeben. Batterie-Großspeicher sind sogar in der Lage, die Anzahl notwendiger Gaskraftwerke zu reduzieren. Wir bei Arge Netz sehen uns als Lösungsanbieter und befinden uns bereits im Aufbau eines Batterie-Großspeichers in der Erzeugerregion Schleswig-Holstein.

Gleichzeitig dürfen wir bei allen technischen und marktlichen Herausforderungen nicht vergessen, dass die gesellschaftliche Akzeptanz das „A & O“ für den Erfolg der Energiewende ist. Mit Konzepten wie Energy Sharing können wir allen Bürgerinnen und Bürgern ermöglichen, direkt an der Energiewende teilzuhaben. Gemeinden können dank der Gemeinde-öffnungsklausel selbst einen wichtigen Beitrag leisten und auch dort beispielsweise Bürgerenergieanlagen ermöglichen, wo dies von der Landesregierung nicht explizit vorgesehen ist. ■



ZUKUNFT GESTALTEN: SMART • EFFIZIENT • NACHHALTIG  
Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument ist ausschließlich für die interne Verwendung bestimmt. Weitergabe und kommerzielle Verwendung sind nicht gestattet.



**Klemens Gutmann**

Gründer und Vorstand  
der regiocom SE

Foto: regiocom

**D**ie Energiewende wird nur durch Energie erfolgreich. Und nicht durch IT. Allerdings kann diese die Digitalisierung die Energiewende wirksam beschleunigen. Ich warne aber davor, die IT mit zu hohen Einspar- und Dekarbonisierungsrenditen in einen Erfolgspfad mit einzuplanen. Die Digitalisierung in der Energiebewirtschaftung hat noch viel „Luft nach oben“. Es lohnt ein Blick auf die Anwendungen im Einzelnen:

**Produzierendes Gewerbe:** Produktionsanlagen werden nach Möglichkeit zehn Jahre und länger betrieben. Und sie sind auf Volllast getrimmt: „Laste Deine Anlagen optimal aus“. Nun heißt es aber: Betreibe Deine Anlagen zudem auch so, dass sie auf die Verfügbarkeit erneuerbarer Energien (und/oder bezahlbarer Energie) reagieren können. Und fahre sie ansonsten auch mal Teil- oder gar Schwachlast.

Hier wartet noch Umrüstung und Umorganisation auf uns. Aktuell sind viele Aggregate, Werkzeugmaschinen, Fördersysteme und Prozesseinheiten für sich steuerbar. Es gibt aber oft kein zentrales „Gaspedal“, mit dem man die Produktion nach Energieverfügbarkeit fahren könnte. Wenn die Produktionskette effizient und hochtourig läuft, regelt man nur ungern wieder runter. Hier werden Sensorik, Aktorik und Steuerungssysteme noch jahrelange Arbeit haben, die Produktion auch entlang der Energieverfügbarkeit zu steuern.

Sollte das gelingen, kommen die eigentlichen Hürden: Wie finanziert man die insgesamt nun weniger produktiven Anlagen, die häufiger auf Teillast laufen? Und wie flexibilisieren wir die Arbeitskosten, sodass das starre deutsche Arbeitsregime sich nicht gegen eine nun dynamisierte Produktion wendet?

**Private Verbraucher:** Die Synchronisierung der Verfügbarkeit von erneuerbaren Energien einerseits, und privatem Verbrauch bei Ladestrom und Heizung/Klima andererseits, ist für IT-Systemlieferanten eine Herkulesaufgabe:

1. In vielen modernen Gebäuden arbeiten Bussystem, zentrale Steuerung, große Verbraucher und die eigene Photovoltaik (PV)-Anlage nicht gut zusammen.
2. Sonderfall Heizung: der Geduldsfaden ist bei schwacher Heizung und etwas kühlem Duschwasser vor allem im Winter recht kurz. Dann bearbeitet man die Steuerung der Anlage so lange, bis das Ergebnis stimmt. Erst bei der nächsten Wartung kommt das System wieder ins Lot.
3. §14a EnWG zur netzorientierten Steuerung von Ladestationen und Wärmepumpen: das ist keine Steuerung, sondern eine Beeinflussung. Die hier eingesetzten Techniken und Kommunikationsprotokolle erreichen aktuell in Feldversuchen Laufzeiten von 1 bis 30 Minuten, und sind nicht ausreichend zuverlässig.

Da ist für die Systemlieferanten noch viel zu tun.

Ein Beispiel aus dem Hochspannungsnetz: die genaue Messung der Temperatur der Hochspannungskabel an jedem Mast. Die wird mit der realen Kühlwirkung der Luft abgeglichen. So kann die Netzleitstelle bei Bedarf sehr nahe an die Belastungsgrenze des Netzes heranfahren, ohne unnötige Abschalttrisiken einzugehen. So holt man nur mittels eines Mess- und IT-Systems 10 bis 20 % an Leistungsreserven aus dem bestehenden Netz. Die entsprechenden Systeme sind schon Standard. Anstehende Herausforderung: Überwachungssysteme für die Ausspeisestränge im Verteilnetz.

Netze sind Physik. Die Systemlieferanten und Digitalisierungsprofis sollten sich auf konkrete Systemlösungen konzentrieren, die bestehende Systeme optimieren und sie regelbar machen und Verbraucher dann hoch- oder bei Strommangel herunterregeln. Rein „virtuelles“ Disponieren, Bündeln und Verkaufen hilft dabei nur bedingt. ■

**Digitalisierung:  
noch viel Luft nach oben**



# Die Digitalisierungsschere geht weiter auseinander

Die Energiewirtschaft in Deutschland befindet sich durch die Digitalisierung in einem immer schneller werdenden Wandel. Doch trotz des allgemeinen Fortschritts wird die Kluft zwischen kleinen und mittleren Energieversorgern und den Großen der Branche immer größer. Diese Diskrepanz birgt die Gefahr, dass kleine und mittlere Energieversorgungsunternehmen (EVU) den Anschluss verlieren. Ein Verlust, der weitreichende Folgen für die Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit der gesamten Branche hätte.

Die regulatorischen Anforderungen nehmen stetig zu, was eine erhöhte Resilienz und eine schnelle Umsetzung neuer Anforderungen bei den EVU erfordert. Regulatorische Anforderungen erfordern flexible und robuste IT-Infrastrukturen. EVU müssen in der Lage sein, diese Anforderungen nicht nur zu erfüllen, sondern auch effizient umzusetzen, um wettbewerbsfähig zu bleiben.

Gleichzeitig stehen die Unternehmen vor den Herausforderungen eines sich verschärfenden Wettbewerbs und des Fachkräftemangels. Während große EVU in der Lage sind, in umfangreiche Digitalisierungsprojekte zu investieren, kämpfen kleine und mittlere Unternehmen häufig mit begrenzten Ressourcen. Diese Diskrepanz wird besonders deutlich, wenn man die notwendigen Investitionen in moderne IT-Infrastrukturen und die Entwicklung digitaler Geschäftsmodelle betrachtet.

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, müssen sich alle EVU aktiv mit der Digitalisierung auseinandersetzen. Ein zentraler Ansatzpunkt ist hier die Automatisierung von Prozessen. Diese können nicht nur Effizienzgewinne bringen, sondern auch die Resilienz gegenüber regulatorischen Änderungen erhöhen. Durch den Einsatz von Technologien wie Künstlicher Intelligenz (KI) und Machine Learning (ML) können EVU ihre Prozesse optimieren und schneller auf Veränderungen reagieren.

Ein weiterer entscheidender Faktor können spezialisierte Dienstleister sein. Starke Partner können den Zugang zu innovativen Lösungen und Expertenwissen erleichtern. Gerade für kleinere und mittlere EVU ist dies eine Möglichkeit, ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen.

In diesem Zusammenhang ist es auch wichtig, nicht ausschließlich auf die interne Besetzung von Positionen zu setzen. Der Fachkräftemangel wird sich in den



**Heike Müller**

Prokuristin und  
Bereichsleiterin Vertrieb  
bei der prego services GmbH

*Foto: privat*

kommenden Jahren weiter verschärfen. Das Outsourcing bestimmter Themenfelder kann eine sinnvolle Alternative sein, um den Betrieb zu sichern und gleichzeitig von externem Know-how zu profitieren.

Ein letzter, aber nicht zu unterschätzender Aspekt ist die Beschaffung des notwendigen Kapitals für Digitalisierungsprojekte. Hier sollten EVU verschiedene Finanzierungsoptionen prüfen, von staatlichen Förderprogrammen über klassische Bankkredite bis hin zu neuen Finanzierungsmodellen. Investitionen in die Digitalisierung sind unerlässlich, um langfristig wettbewerbsfähig zu bleiben und den steigenden regulatorischen Anforderungen gerecht zu werden.

Die digitale Transformation der Energiewirtschaft in Deutschland nimmt Fahrt auf, jedoch bringt sie auch zahlreiche Herausforderungen mit sich. Um diese zu meistern, müssen EVU proaktiv handeln und dürfen nicht im Hier und Jetzt verharren. Dies gelingt durch den Einsatz von Automatisierungstechnologien, den strategischen Einsatz starker Dienstleister, gezieltes Outsourcing und die bewusste Beschaffung von Kapital. Nur so können sie sicherstellen, dass sie im dynamischen Umfeld der Energiewirtschaft nicht den Anschluss verlieren und ihre Marktposition behaupten. ■



ZUKUNFT GESTALTEN: SMART • EFFIZIENT • NACHHALTIG  
Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument ist ausschließlich für die interne Verwendung bestimmt. Weitergabe und kommerzielle Verwendung sind nicht gestattet.



**Claus-Heinrich  
Stahl**

Präsident des Bundesverbands  
Kraft-Wärme-Kopplung e. V.  
(B.KWK)

Foto: Andreas Schöttke

U numgängliche Hauptaufgabe der Energiebranche ist der Ausbau erneuerbarer Energien sowohl im Strom- als auch im Wärmemarkt. Der Blumenstrauß an eingesetzten Energieträgern wird bei den Versorgungsunternehmen größer werden und nicht-regelbare Assets wie beispielsweise die solarenergetische Strom- und Wärmeproduktion müssen durch zukunftsfähige Speicherlösungen und flexible regelbare Erzeuger ergänzt werden. Einhergehend damit wird der Aufwand zur Koordination der vielen unterschiedlichen Anlagen erhöht, zumal durch den Ausbau die Energieversorgung auch zunehmend dezentralisiert wird und Restriktionen beim Energietransport der verschiedenen Energieträger in ihren betreffenden Infrastrukturen einzuhalten sind.

Weil ein Großteil des Strom- und Wärmebedarfs in urbanen Ballungsräumen anfällt, wo die Energieversorgung historisch begründet meist anhand von Wärmenetzen mit zentral einspeisenden KWK-Anlagen erfolgt, sind hier einerseits die Herausforderungen und andererseits die Chancen besonders groß. Erneuerbare Energien können durch die Nutzung der vorhandenen, leitungsgebundenen Infrastruktur effektiv in die Wärmeversorgung großer Stadtgebiete eingebunden werden. KWK-Anlagen können mit erneuerbaren

Brennstoffen wie beispielsweise Wasserstoff betrieben werden und müssen in Zeiten hoher Residuallast im Strommarkt als flexibles Rückgrat zur Bereitstellung von Strom und Wärme fungieren.

Diese Transformation der Energieversorgung im Allgemeinen sowie diese Transformation der Energieversorgung im urbanen Raum im Speziellen bedarf neuer Paradigma hinsichtlich der Digitalisierung der Energiewirtschaft. Es ist davon auszugehen, dass digitale Technologien das immer komplexer werdende Energiesystem intelligenter, effizienter und zuverlässiger machen sowie die verstärkte Integration von erneuerbaren Energien fördern. Virtuelle Kraftwerke mit Preisprognosen zur Anlageneinsatzoptimierung oder Digital Twins von Netzinfrastrukturen mit durch Künstliche Intelligenz gestützte Revisions-, Instandhaltungs- und Wartungsprozesse sind nur einige nennenswerte Handlungsfelder, die die oben beispielhaft genannte Koordination von Netz- und Anlagenbetrieb mit zunehmend dezentralen (KWK-)Erzeugungsanlagen unterstützen und zu operativen Geschäftsvorteilen führen können.

Die Installation intelligenter Messstellen an Übergabepunkten und eine darauf aufbauende digitale Abbildung von Netzinfrastrukturen stellen einen grundlegenden Digitalisierungspfad dar. Eine digital unterstützte Energieversorgung kann Endverbraucherinnen und -verbraucher in den Wertschöpfungsprozess einbinden und perspektivisch eine höhere Effizienz durch Demand Side Management erreichen.

Anhand der genannten Ansatzpunkte ist ersichtlich, dass viele Potenziale durch den Einsatz digitaler Werkzeuge im Zusammenspiel mit der Transformation der Energiewirtschaft gehoben werden können. Grundsätzlich generiert die digitale Transformation zusätzliches Wissen über die Energieinfrastruktur. Ergo kann sich ein frühzeitiges Investieren in entsprechenden Geschäftsbereichen schnell bezahlt machen und langfristige Wettbewerbsvorteile heben.

Allerdings bergen die unterschiedlichen Möglichkeiten auch Fallstricke und werfen neue Aufgaben auf, beispielsweise zur IT-Sicherheit, zum Datenschutz oder zum Datenbesitz. Das Tempo des digitalen Wandels ist hoch und stellt sowohl die Akteure der Energiewirtschaft als auch die Regulierungsbehörden vor Herausforderungen. ■

## Potenziale durch den Einsatz digitaler Werkzeuge



# Viele Möglichkeiten trotz Herausforderungen

**W**ir stehen in der Energiebranche unbestritten vor enormen Herausforderungen. Der Umbau zu einer nachhaltigen Energiezukunft und damit das Aufbrechen jahrzehntelanger Traditionen, Systeme und Prozesse bedeutet einen enormen Kraftakt – für die Politik, die Gesellschaft, die Verbraucherinnen und Verbraucher, aber auch für uns als Energieunternehmen. Dabei kann, ja muss die Digitalisierung eine zentrale Rolle einnehmen. Denn: keine Energiewende ohne Digitalisierung.

Die Digitalisierung ist dabei nicht nur die Voraussetzung für eine moderne Systemlandschaft, sondern auch ganz konkret für effiziente Kundenabrechnungen oder die Entwicklung moderner Energieprodukte. Insbesondere für letzteres wird sie eine Schlüsselrolle einnehmen, ist sie doch überhaupt erst die Basis für das vernetzte Zuhause etwa mit dynamischen Tarifen oder einem optimierten Zusammenspiel aus Solaranlage, Speicher und Wallbox. Die notwendige Dezentralisierung als auch Dekarbonisierung der Energiewelt funktionieren nur zusammen mit der Digitalisierung.

Essenziell für diese Transformation der gesamten Energiewirtschaft ist eine leistungsfähige digitale Infrastruktur. Beispielsweise geht es beim dringend benötigten Smart Meter Rollout zu langsam voran. Nur eine flächendeckende Verbreitung ermöglicht etwa den großflächigen Einsatz flexibler Tarife. Mit ihnen können Kundinnen und Kunden ihre Energiekosten optimieren, indem sie bewusst größere Verbräuche in Zeiten mit günstigen Preisen legen. So kann beispielsweise gezielt dann Strom in das E-Auto geladen werden, wenn die Erneuerbaren gerade besonders viel Energie einspeisen.

Eine der wichtigsten Stellschrauben wird es dabei sein, die Verbraucherinnen und Verbraucher für das langfristige Projekt der Energiewende dauerhaft zu begeistern. Welche Verbraucherinnen und Verbraucher möchten nicht in einer lebenswerten Zukunft leben; gleichwohl zeigen die aktuellen politischen Entwicklungen, dass der Klimaschutz für viele nicht mehr die höchste Priorität hat und eine große Verunsicherung herrscht. Es ist daher auch unsere Aufgabe, sie von den Vorteilen zu überzeugen – sowohl für das Klima als auch den eigenen Geldbeutel.

In der Energiewelt der Zukunft wandelt sich dabei die Rolle der Kundinnen und Kunden: Sie sind nicht mehr nur



**Sandra Rauch**

CDO der E.on Deutschland

Foto: E.on

Konsumenten von Energie, sondern werden gleichzeitig auch immer öfter zu Produzenten, oder neudeutsch „Prosumern“. Und das ist wichtig, denn unser Ziel einer klimaneutralen Energiewelt von morgen kann kein Energieversorger allein stemmen. Wir wollen als E.on hierbei als mutiger als auch progressiver Spielmacher vorgehen – und gemeinsam mit unseren Kundinnen und Kunden die Energiewende erfolgreich umsetzen.

Denn als größter Energievertrieb in Deutschland mit 14 Millionen Kundinnen und Kunden sowie als größter Ökostromanbieter in Deutschland tragen wir eine große Verantwortung, die Energiewelt der Zukunft zu gestalten. Was deutlich wird: Im Alleingang wird es niemand schaffen. Für eine digitale Transformation ist die Zusammenarbeit aller Stakeholder, von Technologieanbietern über Regulierungsbehörden bis hin zu den Verbraucherinnen und Verbrauchern zwingend notwendig.

Technologische Innovationen werden uns, das zeigt nicht zuletzt die rasante Entwicklung im Bereich Künstliche Intelligenz, immer wieder neue Möglichkeiten eröffnen, bisherige Ansätze zu überdenken. Es ist an uns, das Potenzial für unsere spezifischen Anforderungen in der Energiebranche zu erkennen und neue Lösungen zu entwickeln. ■



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



**Dr. Dennis  
Rendschmidt**

Geschäftsführer  
VDMA Power Systems

Foto: VDMA

Unser Energiesystem verändert sich derzeit rasant. Die zunehmende Dezentralisierung der Stromerzeugung sowie die steigende Nutzung erneuerbarer Energien erfordern die effiziente, sichere und intelligente Verknüpfung von Netzen, Erzeugung und Verbrauch. Es gibt zahlreiche Stellschrauben und Herausforderungen bei der digitalen Transformation der Energiewirtschaft.

**Gewährleistung der Netzstabilität:** Mit zunehmender Dezentralisierung der Stromerzeugung wird die Aufrechterhaltung der Netzstabilität immer komplexer. Der bisherige Kraftwerkspark wird immer mehr durch eine Vielzahl kleiner, dezentraler Erzeugungsanlagen ersetzt. Dies erfordert eine dynamische und flexible Netzsteuerung. Hier können digitale Lösungen – wie intelligente Lastmanagementsysteme und automatisierte Netzregelungen – entscheidend sein. Der Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) und Maschinellem Lernen (ML) kann dazu beitragen, Netzausfälle vorherzusagen und proaktiv zu verhindern.

**Integration erneuerbarer Energien:** Die zunehmende Einspeisung erneuerbarer Energien, insbesondere aus Quellen wie Wind- und Solarenergie, stellt eine Herausforderung dar. Denn um Fluktuationen auszugleichen, sind intelligente

Systeme zur Steuerung und Speicherung von Energie notwendig. Hier kommen Batteriespeicher, Power-to-X-Technologien und flexible Lastmanagementsysteme ins Spiel. Digitale Plattformen können durch Prognosemodelle und Echtzeitdaten helfen, die Energieerzeugung und -verteilung besser zu planen und zu steuern.

**Implementierung von Smart Grids:** Der Netzbetrieb, als regulierter Teil der Energiewirtschaft, steht vor besonderen Herausforderungen. Die aktuelle Anreizregulierung berücksichtigt die Digitalisierung, noch nicht ausreichend. Daher ist das traditionelle Geschäftsmodell der Netzbetreiber auf langfristige Investitionen ausgerichtet und fokussiert sich tendenziell auf standardisierte und bewährte Technologien. Dennoch muss der Netzbetrieb, insbesondere auf den unteren Netzebenen, umfassend digitalisiert werden, um den neuen Anforderungen gerecht zu werden. Smart Grids, also intelligente Stromnetze, sind ein wesentliches Element der digitalen Transformation. Sie erfordern jedoch erhebliche Investitionen in die Infrastruktur sowie die Entwicklung standardisierter Kommunikationsprotokolle und -Schnittstellen. Hier bieten auch Smart Meter Gateways (SMGW) zahlreiche Vorteile. Sie ermöglichen die kontinuierliche Überwachung des Energieverbrauchs in Echtzeit. Verbraucherinnen und Verbraucher können damit ihre Energienutzung effizienter gestalten und Netzbetreiber können auf Messdaten aus den Niederspannungsnetzen zugreifen, um diese besser auszulasten, zu steuern und auszubauen.

**Netzanschlüsse und Genehmigungen:** Wir gehen davon aus, dass sich die Zahl der Netzanschlüsse bis 2030 verdoppeln wird. Von derzeit rund 2,2 Millionen Anschlüssen im Jahr auf dann etwa 4,4 Millionen Anschlüsse im Jahr 2030. Die geplanten Lösungen sind seit langem bekannt, die Umsetzung gelingt derzeit allerdings nur schleppend. Ab dem 1. Januar 2024 sind Stromnetzbetreiber in Deutschland zwar verpflichtet, die Beantragung von Netzanschlüssen vollständig digital über ihre Website anzubieten. Aus Sicht von VDMA Power Systems ist dies nicht ausreichend. Wir fordern die Einführung einer zentralen Plattform für die Netzauskunft, sowie die Verknüpfung der bereits existierenden Datenbanken, um die Daten zu vernetzen und automatisiert an den zuständigen Netzbetreiber weiterzuleiten. ■

## Zahlreiche Stellschrauben und Herausforderungen



# Digitalisierung als zentraler Schlüsselfaktor zur Umsetzung der Energiewende

**K**lar ist: Die Energiewende wird nur mit einem hohen Grad an Digitalisierung gelingen. Durch die Transformation des Energiesystems kommen wir weg von einer konventionellen Erzeugung mit wenigen großen Kraftwerken hin zu einem dynamischen System mit vielen kleinen Erzeugern, die Strom aus erneuerbaren Energien dargebotsabhängig und volatil liefern. Die Versorgung wird dadurch wesentlich komplexer. Zur Umsetzung braucht es verschiedene Dinge:

Von zentraler Bedeutung ist es, die Netze intelligenter zu machen. Das bedeutet mehr Sensorik und entsprechende Transparenz über den Netzzustand, Echtzeit-Überwachung und -steuerung, mehr Automatisierung und Einsatz Künstlicher Intelligenz. Zur Netzinfrastruktur gehören darüber hinaus auch digitale Umspannstationen und Smart Meter bei den Verbraucherinnen und Verbrauchern.

Wir müssen noch stärker mit Daten und Simulationen arbeiten. Mit digitalen Zwillingen zum Beispiel können wir den ganzen Lebenszyklus unserer Anlagen abbilden: von Planung, Bau und Inbetriebnahme über den Betrieb und die Instandhaltung bis hin zum Rückbau. Durch die Vernetzung und intelligente Steuerung können wir unser Anlagenportfolio optimieren und gesetzliche Anforderungen, wie die Umsetzung des §14a EnWG, sicherstellen.

Oberste Priorität: Datensicherheit und Cyber-Resilienz. Je digitaler und vernetzter wir sind, desto wichtiger ist der Schutz gegen Angriffe von außen.

Nach innen gerichtet: Der Aufbau von digitalen Kompetenzen im Unternehmen ist essenziell, dazu zählt auch, dass wir entsprechende Fachkräfte gewinnen.

In unseren „Netzlaboren“, die wir gemeinsam mit Kommunen und Bürgerinnen und Bürgern vor Ort umsetzen, entstehen Konzepte und Lösungen für die Energieversorgung von morgen. Hier ein paar exemplarische Beispiele:

Von 2019 bis 2023 wurde in Freiamt das Projekt „flexQgrid“ umgesetzt. In der südbadischen Gemeinde gibt es bereits viele Erneuerbare-Energien-Anlagen, primär Photovoltaik, zudem waren Batteriespeicher und Verbraucher wie Wärmepumpen und Elektroautos ins Projekt eingebunden. Unsere Erkenntnisse aus dem Feldtest: Intelligente Messsysteme (iMSys) sind ein zentrales Element und Voraussetzung für ein sicheres Stromnetz. Um flexible Anlagen wie zum Beispiel Wallboxen bei Bedarf steuern zu können,



**Bartholomäus Surmann**

Head of Technology & Innovation bei der Netze BW

Foto: Netze BW

ist eine zuverlässige Kommunikationsinfrastruktur zwischen Sensorik und Aktorik notwendig. Das im Aufbau befindliche 450-MHz-Funknetz soll hier zukünftig einen wesentlichen Beitrag zu leisten. Der Rollout von digitalen Lösungen ist für die Steuerung von regelbaren Verbrauchseinrichtungen ebenso maßgebend.

Damit unsere Netze widerstandsfähiger gegenüber äußeren Einflüssen werden, testet Netze BW ein „selbstheilendes Netz“. Dahinter steckt die Vision, das Stromnetz zukünftig so zu betreiben, dass Netzkunden Stromstörungen nicht mehr bemerken. Das Projekt wird aktuell im „Netzlabor Allgäu“ in Leutkirch praxisnah entwickelt und getestet. Im Fokus steht die Frage, was bereits heute mit aktuellen Konzepten und Technologien, wie etwa den intelligenten Ortsnetzstationen, kurz- bis mittelfristig möglich ist.

Um die Netze fit für die Energiewende zu machen, braucht es neben dem Booster Digitalisierung auch einen erheblichen Netzausbau. Um diesen zu beschleunigen, ist das Eckpunktepapier der Bundesnetzagentur zur Weiterentwicklung des Regulierungsrahmens für Strom- und Gasnetze ein guter Schritt. Ziel ist eine marktgerechte Vergütung von Netzinvestitionen und Netzbetrieb sowie eine zeitnahe regulatorische Erstattung der Netzbetriebskosten. Die Netze BW ist an den Konsultationen der Bundesnetzagentur beteiligt und setzt sich auch auf diese Weise für ein Gelingen der Energiewende ein. ■



ZUKUNFT GESTALTEN: SMART • EFFIZIENT • NACHHALTIG  
Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument ist ausschließlich für die interne Verwendung bestimmt. Weitergabe und kommerzielle Verwendung sind nicht gestattet.



**Gregor Dilger**

Geschäftsführer  
des Bundesverbands  
Geothermie e. V.

Foto: Bundesverband Geothermie

Deutschlands Geothermiebranche wird im kommenden Jahrzehnt mehr denn je gefragt sein, denn mit der kommunalen Wärmeplanung wird die Zahl der Projekte stetig steigen. Schon jetzt sehen wir mit rund 150 Projekten in der Entwicklung einen deutlichen Trend. Alleine die etabliertesten Technologien weisen das Potenzial auf, über die Hälfte des Wärme- und Kältebedarfs mit Erdwärme zu decken. Parteiübergreifend ist die Unterstützung für die Geothermie groß, zahlreiche Stadtwerke wollen Fernwärme und Gebäude mit Erdwärme dekarbonisieren und internationale Unternehmen kommen auf den deutschen Markt.

Um einen Großteil des Potenzials zu heben, müssen Genehmigungsverfahren erleichtert und beschleunigt werden, Fachkräfte verstärkt ausgebildet, die Finanzierung von Geothermieanlagen abgesichert und verstärkt beziehungsweise faire Energiepreise erreicht werden sowie Daten zu unserem Untergrund noch umfassender bereitgestellt werden.

Digitalisierung spielt auf dem Weg dahin eine erhebliche Rolle. Denn digital zu arbeiten, trägt nicht nur dazu bei, dass Prozesse wie Genehmigungsverfahren transparenter, schlanker und ortsunabhängig nachvollziehbar werden, sondern macht Deutschland auch wettbewerbsfähiger. Jetzt haben wir die einmalige Chance, von anderen Ländern als Leuchtturm gesehen zu werden anstatt als Nation, die

in ihrer selbstgeschaffenen Bürokratie zu ersticken droht.

In Verbindung mit der kommunalen Wärmeplanung kommt Daten zum Untergrund eine Schlüsselrolle zu. Diese Menge an Daten kann allerdings nur digital gemanagt werden – denn die Wärmeplanung ist kein statisches Projekt, sondern eines, das bis zur Umsetzung gepflegt, optimiert und verändert werden muss. Es ist also nur sinnvoll, auch die anderen Schritte dieses Prozesses aus veralteten, analogen Zusammenhängen zu lösen. Zudem lassen sich so Erkenntnisse aus einer Kommune auch leichter anderen zugänglich machen. Auch alte Bohrungsdaten sind zum Teil nur analog bei den Geologischen Diensten erfasst – im besten Fall digitalisieren diese sie selbst, aber auch eine Digitalisierung seitens der Projektentwickler ist denkbar.

In diesem Kontext können auch Verfahren wie digitale Zwillinge einen wichtigen Beitrag leisten. Sie sind datenschutzkonform und ermöglichen es, den Wärmeverbrauch und die Emissionen dreidimensional darzustellen und laufend zu aktualisieren. Das erleichtert die Planung enorm. Das ist nur ein Beispiel dafür, wie wir mit fortschreitender Digitalisierung Hindernisse aus dem Weg räumen können und so gute Ideen schneller in die Praxis umsetzen können. Mit der rasanten Entwicklung von Künstlicher Intelligenz (KI) kommen zudem noch Fortschritte auf uns zu, die gegenwärtig noch gar nicht vorstellbar sind.

Bei der seismischen Exploration von tiefengeothermischen Standorten werden riesige Datenmengen generiert und verarbeitet. Auch hier kann KI helfen, die Verarbeitung der Daten und Erarbeitung von Untergrundmodellen zu beschleunigen. Erste Konzepte und Versuche in dieser Richtung gibt es bereits.

Was die Möglichkeiten betrifft, die sich mit dem digital gesteuerten Betrieb und der Fernüberwachung von Geothermieanlagen ergeben, ist schon viel geschehen. Hier sind auch künftig noch einige Innovationen denkbar, die den Betrieb einer solchen Anlage noch effizienter machen und sie so attraktiver für Kommunen machen. Geothermie und die digitale Transformation gehen Hand in Hand. Wenn wir jetzt die Weichen richtig stellen, sichern wir Deutschland langfristig Wohlstand und Unabhängigkeit von den volatilen Bewegungen auf dem Energiemarkt. ■

## Geothermie und digitale Transformation gehen Hand in Hand

# Umsetzung einer an den Realitäten orientierten Netzausbauplanung

Mit Blick auf die Digitalisierung der Energiewirtschaft ist es wichtig, nüchtern und objektiv die Realitäten anzuerkennen. Wir haben innovative Lösungen im Einsatz und sind auf einem guten Weg. Allerdings sind wir auch mit einer Reihe von Herausforderungen konfrontiert. Immerhin müssen im Zuge der Energiewende zwei Dinge in Einklang gebracht werden: zum einen der Ausbau von erneuerbaren Erzeugeranlagen und zum anderen die zunehmende Anzahl an neuen Verbrauchern durch E-Mobilität und die Umstellung auf Wärmepumpen. Dazu braucht es nicht nur eine an den Realitäten orientierte Netzausbauplanung – sie muss auch umgesetzt werden.

Hierfür sehen wir die Digitalisierung nicht als Selbstzweck, sondern als ein Mittel aus dem Handwerkskasten, das es sinnvoll einzusetzen gilt. Viele unserer Kunden betreiben etwa Anlagen, die zur kritischen Infrastruktur gehören. Und das Bewusstsein, ihre Anlagen mithilfe digitaler Lösungen fit zu machen, wächst. Dabei müssen sie zum einen darauf achten, ihre Unabhängigkeit etwa durch den Rückgriff auf Server von Dritten nicht zu verlieren. Zum anderen braucht es einen klar definierten Rahmen für Schnittstellen, um auf geeignete Lösungen und Services zurückgreifen zu können. So schaffen wir bei Omexom als herstellerunabhängiger Integrator ganzheitliche Systeme aus verschiedenen Lösungen, um Anlagenbetreibern einen bestmöglichen Betrieb zu ermöglichen. Beispielsweise sorgen wir dafür, dass die Vielzahl an Informationen, die ein Transformator liefert, so extrahiert werden, dass eine klare Priorisierung ohne Informationsverlust realisiert wird. Etwa mit Blick auf die Sektorenkopplung brauchen Betreiber hier umfassende Informationen, um die verschiedenen Assets im Netz effizient und nach Bedarf zu koppeln.

Digitale Lösungen, die etwa die zentrale Überwachung und Steuerung von Anlagenparks und der Netzinfrastruktur ermöglichen, sind für die immer komplexeren Anforderungen durch die Energiewende unabdingbar. Sie tragen aber nur begrenzt dazu bei, eine der größten Herausforderungen zu bewältigen, vor der wir stehen – und das ist der Fachkräftemangel. Immerhin braucht es Menschen, die die Projekte vor Ort umsetzen. Deshalb gehen wir den Kampf um die besten Köpfe auch aktiv an. Neben der engen Zusammenarbeit mit Universitäten engagieren wir uns in Schulen, um die verschiedenen Berufs-



**Dr. Holger Weiland**

Geschäftsführer der Omexom Umspannwerke, der Omexom Schaltanlagenbau, der Enertech sowie der IEK (Ingenieurgesellschaft für Energie- und Kraftwerkstechnik)

Foto: Omexom

felder vorzustellen und junge Leute wieder verstärkt für gewerbliche Ausbildungen zu gewinnen. Auch intern forcieren wir aktiv die Qualifizierung unseres Personals. Dazu haben wir das Omexom Institute ins Leben gerufen. Hier nutzen wir auch digitale Lösungen wie Virtual Reality zur Fortbildung, um etwa im Montagebereich Arbeitsabläufe besser einzuspielen und vor allem die Arbeitssicherheit weiter zu erhöhen. Denn unser Ziel ist: null Arbeitsunfälle.

Damit all das gelingt, ist auch die Politik gefragt. Vorgaben wie das Klimaschutzgesetz oder der Green Deal auf EU-Ebene sind ein guter Anfang. Es braucht aber klare und zuverlässige Rahmenbedingungen – bestenfalls länderübergreifend in Europa. Nur mit einer konkreten Linie, an der sich alle Beteiligten orientieren können, schafft man Investitionssicherheit, sowohl von staatlicher als auch privater Seite. Denn die Energiewende und mit ihr die Digitalisierung der Energiewirtschaft werden viel Geld kosten. Mehr Nachhaltigkeit und wirtschaftliche Prosperität sind aber Ziele, die es weiter voranzutreiben lohnt. ■



ZUKUNFT GESTALTEN: SMART • EFFIZIENT • NACHHALTIG  
Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument ist ausschließlich für die interne Verwendung bestimmt. Weitergabe und kommerzielle Verwendung sind nicht gestattet.



**Christian Noll**

Geschäftsführender Vorstand  
der Deutschen  
Unternehmensinitiative  
Energieeffizienz e. V. (Deneff)

Foto: Marco Urban/Deneff

**D**as Urteil des Klimaexpertenrats war eindeutig: Die aktuellen politischen Bemühungen reichen nicht aus, um die Klimaziele für 2030 und die Klimaneutralität bis 2045 zu erreichen. Besonders problematisch sind die geringen Fortschritte bei der Energieeffizienz. Während der Umbau der Energieversorgung voranschreitet, ist der Endverbrauch kaum gesunken. Verbindliche Ziele gibt es hier erst seit diesem Jahr, die Sanierungsraten sind im Keller und Effizienzinvestitionen in Unternehmen werden zurückgestellt. Der steigende Strombedarf durch die Dekarbonisierung von Gebäuden, Industrieprozessen und Verkehr erfordert jedoch deutlich mehr als nur ein paar neue Kraftwerke.

Der Endenergieverbrauch für Wärme, Verkehr und Strom muss sinken, um bis 2030 rund 300 TWh einzusparen – das entspricht 30 Großkraftwerken. Das wäre machbar: Allein durch effizientere Antriebe in Unternehmen, Heizungs-pumpen und flächendeckenden LED-Einsatz könnten über 50 TWh eingespart werden. Weitere 300 TWh ließen sich durch effizientere Prozesswärme

erreichen – wirtschaftlich und schneller als der Bau neuer Kraftwerke und Netze. Und das gelingt heute digitaler, individueller und oft mit geringerem Fachkräftebedarf als noch vor ein paar Jahren. Dienstleistungen aus einer Hand bündeln Planung, Umsetzung, Betrieb und Finanzierung.

Doch die Nachfrage nach Effizienzlösungen stockt – auch durch politische Unsicherheiten. Hersteller reduzieren ihre Produktion in Deutschland, Projekte bleiben in den Schubladen liegen, und Fachkräfte drohen wegen Auftragsmangel, ihre Branchen zu verlassen. Doch die Politik entfesselt diese gewaltigen Marktpotenziale einfach nicht. „Efficiency First“ spielt in der diskutierten Kraftwerkstrategie keine Rolle. Stattdessen setzen alle Parteien einseitig Prioritäten auf Erzeugungstechnologien. Sinnvolle und moderate Maßnahmen, um die Effizienzziele zu erreichen, wurden verteufelt, verzögert und verworfen – etwa bei den Verhandlungen zum Energieeffizienzgesetz, der Novelle des Gebäudeenergiegesetzes oder der EU-Gebäuderichtlinie.

Die Illusion, der Markt regelt es von allein, hält sich hartnäckig. Die Botschaft, einfach auf grüne Energie zu warten, ist dabei höchst paternalistisch, denn Energie wird durch notwendige Investitionen in neue Netze und Erzeugung teurer. Hohe Preise lähmen Investitionen. Der CO<sub>2</sub>-Preis als einziges Instrument wird alsbald entzaubert, wenn die Politik ihn deckelt. Ohnehin sehen ihn viele Unternehmen als so unsicher an, dass er in Wirtschaftlichkeitsberechnungen außen vor bleibt. Die diskutierte Rückverteilung der CO<sub>2</sub>-Bepreisungseinnahmen schließlich konterkariert Einsparanreize und frisst die Mittel für wichtige Investitionsförderprogramme auf. Statt den Energieverbrauch immer wieder zu subventionieren, sind Investitionshebel nötig, um ihn zu senken.

Effizienz ist als Kostenbremse also gefragt: Die vermiedene Kilowattstunde bleibt die günstigste, sicherste und sauberste. Verlassen sich Endverbraucherinnen und -verbraucher darauf, dass die Politik mit einem „weiter wie bisher“ unseren Verbrauch schon irgendwie grüner und dabei aber nicht teurer macht, wird entweder die Energiewende scheitern, der soziale Frieden gefährdet oder beides. Wir können das verhindern und dabei unser Land nachhaltig modernisieren. ■

**Energieeffizienz:  
Besser, schneller, go**



# Die Digitalisierung der Energiewirtschaft ist keine Option, sondern eine Notwendigkeit

Als 50Hertz verantworten wir das Übertragungsnetz im Norden und Osten Deutschlands und versorgen 18 Millionen Menschen mit Strom. Wir streben an, bis 2032 100 % erneuerbare Energien in unser Netz und das Energiesystem zu integrieren. Diese Transformation mitzugestalten, ist für mich als IT- und Digitalvorstand nicht nur eine Notwendigkeit, sondern auch eine wichtige Herausforderung.

Der Schlüssel zum Erreichen unserer ambitionierten Ziele ist die Digitalisierung der Energieinfrastruktur und damit die Umwandlung des bestehenden Stromnetzes in ein „intelligentes“ Netz. Ein solches Smart Grid verwandelt das traditionelle, eher passive Stromnetz in ein aktives, intelligentes Netzwerk, auf das jede einzelne Energiequelle und jeder Verbraucher zugreift – ein Netzwerk, das in Echtzeit kommuniziert, lernt und sich anpasst. Durch die aktive Einbindung der Nutzer in die Netzsteuerung ermöglichen wir eine optimale Lenkung des Stromflusses und erhöhen die Netzstabilität. Das ist nicht nur ein immenser technologischer Fortschritt, sondern auch ein Schritt in Richtung einer demokratischeren, inklusiveren und nachhaltigeren Energieversorgung.

Die Digitalisierung birgt enorme Chancen und vergrößert gleichzeitig die Angriffsfläche für Cyberattacken. Jedes zusätzliche digitale Element im Netz, ob Smart Meter bei Verbraucherinnen und Verbrauchern oder intelligentes Umspannwerk, stellt einen potenziellen Ansatzpunkt für Angriffe dar. Wir müssen deshalb sowohl unsere Technologien als auch unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auf diese neuen Herausforderungen vorbereiten. Das erfordert Investitionen in ein modernes Sicherheitskonzept, das potenzielle Schwachstellen berücksichtigt und regelmäßig aktualisiert wird. Zugleich müssen wir die Anwenderinnen und Anwender regelmäßig im richtigen Umgang mit den neuen Technologien schulen und sie für die sich ständig ändernde Bedrohungslage sensibilisieren.

In der Welt der Digitalisierung stehen die Daten im Zentrum. Sie ermöglichen es uns die Effizienz zu steigern, den Verbrauch zu optimieren und die erneuerbare Erzeugung zu maximieren. Hier kommt die Künstliche Intelligenz (KI) ins Spiel. Mit ihrer Hilfe können wir Muster in den Daten erkennen, Prognosen erstellen, wertvolle Erkenntnisse gewinnen und so das volle Potenzial unserer Daten aus-



**Michael von Roeder**

Chief Digital and IT Officer der 50Hertz Transmission GmbH

Foto: Jan Pauls/50Hertz

schöpfen. Voraussetzung für die erfolgreiche Nutzung von KI ist eine leistungsfähige und resiliente Dateninfrastruktur. Die Errichtung von redundanten Systemen und die Etablierung von Prozessen und Strukturen in der Organisation sind Voraussetzung, um auf Störungen schnell und effektiv reagieren zu können.

Ein konkreter Anwendungsfall ist die Integration von KI in den Betrieb unserer Umspannwerke. Sie sind Knotenpunkte im Energienetz, an denen große Mengen an Daten generiert werden. Diese enthalten Informationen über den Zustand und die Leistung des Netzes. Aufgrund der schieren Datenmenge ist es nicht sinnvoll, sie alle zentral zu verarbeiten. Deshalb ist es notwendig, sie direkt in den Umspannwerken vorzuverarbeiten. Hier kommt die KI ins Spiel: Durch ihre Fähigkeit, Muster in großen Datenmengen zu erkennen und Prognosen zu erstellen, können wir etwa den Stromfluss oder die Wartung der Anlagen steuern. Die Entscheidungen vor Ort ermöglichen es uns flexibler, dezentral und schnell zu agieren. Fehler können in Echtzeit erkannt und behoben werden. Das Netz wird stabiler und resilienter.

Die Digitalisierung der Energiewirtschaft ist keine Option, sondern eine Notwendigkeit und der Schlüssel zu einer nachhaltigen, effizienten und sicheren Energieversorgung. Um dieses Ziel zu erreichen, braucht es aber neben Technologie eine Vision, Zusammenarbeit und den Mut, neue Wege zu gehen. ■



ZUKUNFT GESTALTEN: SMART • EFFIZIENT • NACHHALTIG  
Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument ist ausschließlich für die interne Verwendung bestimmt. Weitergabe und kommerzielle Verwendung sind nicht gestattet.



**Adnan Chaudhry**

Vice President Digital Grid  
bei Siemens Energy

Foto: Siemens

**D**ie Energiewende gehört unbestritten zu den größten Herausforderungen unserer Zeit. Einerseits wird der Energiehunger immer größer, andererseits gilt es, den Temperaturanstieg zu begrenzen. Die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen muss verringert, gleichzeitig aber die Versorgungssicherheit sichergestellt werden. Und das alles bei bezahlbaren Energiekosten.

Wenn wir dieses Ziel erreichen wollen, kommen wir um eine umfassende Transformation des Energiesystems nicht herum. Diese Transformation erfordert eine verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien, eine dezentralere Erzeugung, erhöhte Energieeffizienz und auch die stärkere Einbindung der Verbraucherinnen und Verbraucher, denn ohne persönlichen Beitrag einer/eines jeden Einzelnen wird es nicht funktionieren. Was jedoch gern vergessen wird: Diese Transformation erfordert auch eine Anpassung der bestehenden Energieinfrastruktur, insbesondere der Übertragungs- und Verteilungsnetze.

Zur Wahrheit gehört aber auch: Die Netze in Deutschland sind in ihrer derzeitigen Form nicht für diese Transformation ausgelegt. Durch die Integration dezentraler und aufgrund der geringeren Verfügbarkeit volatilen erneuerbaren Energien können Schwankungen entstehen, die zu Spannungsproblemen und Frequenzabweichungen führen und die Netzinstabilität befördern. Im Extremfall droht der Blackout.

Diese Herausforderungen sind ohne eine Digitalisierung, die von der Erzeugung über die Übertragung bis zum Verbrauch alle Bereiche umfasst, nicht zu bewältigen. In einem liberalisierten Energiemarkt mit vier großen Übertragungsnetzbetreibern und weit mehr als 800 Verteilnetzbetreibern braucht es eine enge Abstimmung beim Ausbau und Betrieb des Netzes. Trotz erfolgreicher Initiativen im Bereich Netzengpass-Management und Netzstabilisierung ist daher ein ganzheitlicher Einsatz an digitalen Lösungen notwendig, um die organisatorischen, technischen und regulatorischen Herausforderungen zu bewältigen. Das Gegenteil ist aber der Fall, es gibt einen sehr heterogenen Entwicklungsstand mit teilweise sehr unterschiedlichen Ausprägungen.

Was es braucht, ist eine übergeordnete Digitalisierungsstrategie. Um die zunehmende Dynamik in der digitalen Transformation der Energiewirtschaft zu fördern, sollte vor allem an den folgenden Stellschrauben gearbeitet werden:

1. Entwicklung eines branchenweiten Standards für den hochautomatisierten beziehungsweise digitalisierten Netzbetrieb, um die Integration erneuerbarer Energien zu fördern.
2. Schaffung von Rahmenbedingungen, die die Vorteile der Digitalisierung besser nutzen, da digitale Lösungen und Services mehr von operativen Ausgaben getrieben werden.
3. Förderung neuer Kompetenzen wie IT-, Daten- und KI-Spezialistinnen und -Spezialisten, um den Anforderungen des zukünftigen Netzes gerecht zu werden.

Die digitale Transformation des Energiesektors ist eine komplexe Aufgabe, die eine ganzheitliche Herangehensweise erfordert. Es ist wichtig, dass alle Akteure im Energiesektor gemeinsam an Lösungen arbeiten, um die Herausforderungen der digitalen Transformation zu meistern. Die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen, Regulierungsbehörden, Technologieanbietern und anderen Interessengruppen ist entscheidend, um die Vision einer nachhaltigen und effizienten Energieversorgung in Deutschland zu verwirklichen. Durch einen kooperativen Ansatz können wir die digitale Transformation erfolgreich gestalten und die Energiewirtschaft für die Zukunft rüsten. ■

## Es braucht eine übergeordnete Digitalisierungsstrategie



# Digitale Transformation erfordert ein umfassendes Investitionskonzept

Das von Bundeskanzler Olaf Scholz eingeforderte „Deutschland-Tempo“ betrifft alle Branchen und die Zieljahre für die Klimaneutralität werden immer kurzfristiger gesteckt. Allein in Baden-Württemberg müssen 1 101 Kommunen, 35 Landkreise und über elf Millionen Bürgerinnen und Bürger dafür gewonnen werden, innerhalb von 15 Jahren keine Treibhausgas-Emissionen mehr zu verursachen. Dies kann nur gemeinsam und mithilfe einer konsequenten Digitalisierung und Vernetzung gelingen – von betrieblicher, aber insbesondere auch von behördlicher Seite. Ein breit angelegter Diskurs über die Dimension und Konsequenz der Energiewende und der damit verbundenen Digitalisierung ist überfällig.

Die Abkehr von der industriellen, klimaschädlichen Energieerzeugung verändert die Erwartung an ein modernes, klimaneutrales und resilientes Energiesystem radikal: Je diverser und volatiler die Welt unserer Erzeugung, Verteilung und Konsum wird, desto abhängiger wird unser Leben (und Wohlfühlen) von sicheren Daten und deren Inwertsetzung in Informationen und Wissen. Digitalisierung bedeutet deshalb mehr als den Status quo zu „elektrifizieren“, sondern eine grundlegende Umstellung auf datenzentrierte Architekturen und Paradigmen.

Künstliche Intelligenz (KI) wird uns im Wandel enorm unterstützen – sofern wir sie beherrschen. Sie bietet Lösungen auf viele aktuelle Herausforderungen, von der (scheinbar) unbeherrschbaren Systemkomplexität über die (scheinbar) unlösbar kurzen Reaktionszeiten bis zum (scheinbar) unüberwindbaren Fachkräftemangel. Allerdings müssen Innovationen im Einklang mit Sicherheit und Datenschutz erfolgen, wie zuletzt im KI-Gesetz des Europäischen Parlaments adressiert. Unser Job ist es, das enorme Potenzial von KI unter Abwägung der Risiken so zu nutzen, dass technisch sichere und ethisch verantwortlich handelnde Mensch-Maschine-Systeme entstehen.

Die Welt der Erneuerbaren wird uns dann den erwarteten Qualitätsstand liefern, wenn das Energiesystem gut ausbalanciert wird. Hierfür notwendige Flexibilität umfassen das gesamte Spektrum gezielter Anpassungen bei Energieerzeugung, Speicherung und beim Verbrauch – inklusive Sektorenkopplung. Insbesondere kleinskalige Flexibilität und die dynamischere Preisgestaltung erfordern eine Standardisierung der



**Andreas Höfler**

CEO der  
Fichtner IT Consulting GmbH

*Foto: Fichtner IT Consulting*

Schnittstellen zwischen den Systemen der Marktakteure, um die Automatisierung der Prozesse effizient gestalten zu können.

Allen ist klar, dass die Digitalisierung ein Kernelement der Transformation des Energiesystems ist. Damit sie real wird, müssen entsprechende Priorisierungen getroffen und Investitionen getätigt werden. Stattdessen sind viele Marktakteure weiter gehemmt vom Tagesgeschäft und die Aufgaben zum Erhalt der heutigen IT-Umgebungen blockieren notwendige Ressourcen und Geldmittel für Innovationen. Das reicht nicht, denn wie bei den Netzen und Anlagen verlangt auch die digitale Transformation ein umfassendes Investitionskonzept für die Aufgaben der Zukunft.

Die digitale Transformation ist nicht allein eine technische Disziplin. Sie erfordert nicht nur kompetente Fachkräfte, sondern ein Umdenken der handelnden und betroffenen Menschen. Digitalisierungstreiber sind deshalb gefordert, positiv und motivierend zu wirken und Überzeugungsarbeit zu leisten. Denn Veränderungen lassen sich nur da rasch und tiefgreifend umsetzen, wo Mut und Veränderungsbereitschaft überwiegen. Diese Eigenschaften müssen nicht nur in der Ausbildung gefördert und in unserer Arbeitskultur verankert werden, auch unserer Gesellschaft stände eine stärkere Kultur des auf Fakten basierten und positiven Diskurses gut zu Gesicht. Dies erfordert Transparenz, offene Strukturen und vor allem gegenseitiges Vertrauen. ■



Dr.-Ing.  
Volker Kienzlen

Geschäftsführer der KEA-BW

Foto: KEA-BW

**E**ine der vorrangigen Herausforderungen der nahen Zukunft in Deutschland ist die Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung. Noch immer fallen hierzulande rund 40 % aller Treibhausgas (THG)-Emissionen im Sektor Wärme an. Will Deutschland Mitte 2040 netto keine Treibhausgase mehr ausstoßen, muss der Wärmebedarf in Wohnhäusern und Nichtwohngebäuden daher bis dahin deutlich sinken und der Restbedarf auf klimaneutrale Weise gedeckt werden.

Ein effizientes Mittel, um den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu verringern, sind Wärmepumpen. Mithilfe von Strom heben die Geräte die Umgebungswärme auf ein höheres Temperaturniveau und liefern so klimafreundliche Wärme für Heizung und Warmwasser. Bei einem durchschnittlichen Energiestandard des Gebäudes erzeugen Wärmepumpen aus der Umweltwärme mithilfe 1 kWh Strom rund 3 bis 4 kWh Wärme – effizienter ist keine andere Heizungstechnologie.

Verknüpft man die immer häufiger installierten Effizienzpakete intelligent mit dem Stromnetz, lassen sie sich noch klimafreundlicher und günstiger betreiben. Mithilfe des Smart Meters und einem Kommunikationsmodul reagiert die Wärmepumpe auf Preis- und Steuersignale. Es lohnt sich: Die Wärmepumpe wird vorzugsweise dann angeschaltet, wenn der Strom grün ist. Das reduziert den ohnehin kleinen ökologischen Fußabdruck des Gerätes noch weiter.

Viele Hersteller treiben die intelligente Verknüpfung von Wärmepumpen und Stromnetz voran. Eine neue Wärmepumpe aus Österreich beispielsweise greift auf eine Datenbank zu, die länderspezifische Live-Elektrizitätsprognosen enthält. Die Prognosen zeigen an, wie ökologisch der Strom im Netz gerade ist. Wird etwa Strom aus Kohlekraftwerken genutzt, reagiert die Wärmepumpe darauf und verschiebt ihre Standardheizzeiten hin zu einem Zeitfenster mit grünerer Stromerzeugung. Sie heizt vor allem dann, wenn sie CO<sub>2</sub>-armen Strom nutzen kann, also viel erneuerbarer Strom im Netz ist. Ein weiterer Vorteil: Ein solches Lastmanagement mit Wärmepumpen hilft, die fluktuierende Erzeugung und den Verbrauch aufeinander abzustimmen.

Inzwischen gibt es auch Stromanbieter, die Wärmepumpen steuern können. Stichwort dynamische Tarife: Mit ihnen reichen die Versorger Preisschwankungen an der Strombörse weiter. Ist der erneuerbare Anteil im Strommix hoch und der Preis niedrig, wird geheizt. Ist das Gegenteil der Fall, verschiebt man die Wärmeerzeugung auf eine günstigere Stunde. Ab 2025 müssen alle Stromversorger in Deutschland solche variablen Stromtarife anbieten.

Besonders interessant wird die Steuerung der Wärmepumpen, wenn im Haus ein größerer Wärmespeicher vorhanden ist. Besteht der Strom im Netz größtenteils aus erneuerbaren Quellen und ist günstig, wird der Speicher beladen. Im umgekehrten Fall entlädt er sich. Die Maßnahme verringert den THG-Ausstoß.

Im wachsenden Wärmenetzmarkt kann man dynamische Stromtarife dazu nutzen, den aktuell günstigsten Wärmeerzeuger hochzufahren – entweder die Wärmepumpe, den Pelletkessel oder sogar das Biogas-Blockheizkraftwerk, das (nur) dann läuft, wenn die Strompreise hoch sind, weil im Netz Strom benötigt wird. Fazit: Die Digitalisierung hat das Potenzial, die Dekarbonisierung im Wärmesektor entscheidend voranzutreiben.

Übrigens: Auch beim Laden von E-Autos sind zeitvariable Stromtarife nützlich. Geladen könnte dann werden, wenn viel günstiger erneuerbar erzeugter Strom im Netz verfügbar ist. Bei Stromknappheit kann der Akku den Strom künftig auch wieder zurückspeisen. Dieses bidirektionale Laden trägt zur Netzstabilisierung bei. Inzwischen gibt es bereits einige E-Auto-Modelle, die technisch dazu in der Lage sind. ■

## Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung

# Fünf Stellschrauben für die Digitalisierung

**W**arum digitale Transformation für die Energiewende so wichtig ist? Weil ohne digitalisierte Messdatenverarbeitung und Prozesse sowie automatisierten Datenaustausch keine Dezentralisierung und Dekarbonisierung des Energiesystems, keine Sektorenkopplung, keine Flexibilisierung und keine neuen Geschäftsmodelle funktionieren. Digitalisierung ist der zentrale Enabler für den Systemwechsel.

Läuft der Digitalisierungsmotor rund bei Stadtwerken und Energieversorgern? Noch nicht im erforderlichen Maße. Als mildernder Umstand lässt sich geltend machen, dass die Transformation gerade erst begonnen hat. Doch angesichts ihrer Wichtigkeit für den Erfolg der Energiewende – und für die Überlebensfähigkeit der Versorger – wäre eine Drehzahlsteigerung dringend zu empfehlen. Fünf Stellschrauben, die für mehr Tempo beim Digitalisieren zu betätigen wären:

1. **Rechtlicher Rahmen:** Viele Entscheiderinnen und Entscheider in der Branche haben Vorbehalte gegenüber cloudbasierten Prozessen, obwohl diese als besonders sicher gelten dürfen – insbesondere in souveränen Clouds. Bislang fehlen hier klare Regelungen und Empfehlungen seitens des Gesetzgebers und des BSI. Sprich, die regulatorischen Festlegungen für die Energiewende brauchen eine darauf abgestimmte Digitalpolitik, einen verbindlichen Rechtsrahmen, der Vertrauen schafft.
2. **Technologische Erneuerung:** Die Branche muss schneller und entschlossener auf Künstliche Intelligenz (KI) setzen. KI verbessert massiv die Effizienz von Geschäftsprozessen, macht Massendaten transparent und entlastet Mitarbeitende bei Routinetätigkeiten. KI macht Menschen nicht arbeitslos, sondern versetzt sie in die Lage, in kürzerer Zeit mehr in hochwertigerer Qualität zu schaffen. KI ist somit auch eine Antwort auf den allgegenwärtigen Fachkräftemangel. Das Potenzial ist immens: Arvato Systems unterstützt Kunden mit einem KI-Bot im CRM-Kontext. Dank der Partnerschaft mit Microsoft stehen CRM-Funktionen zur Verfügung, die weit über das hinausgehen, was CRM-Systeme anderer Anbieter üblicherweise anbieten. Mithilfe von Microsoft Copilot und dem Einsatz von KI können Kundenservice-Prozesse in nie dagewesener Breite und Tiefe automatisiert werden.
3. **Datensicherheit:** Für deutsche Unternehmen wächst die Gefahr, Opfer eines



**Benedict Kock**

Director Energy Solutions  
bei Arvato Systems

Foto: privat

- Cyber-Angriffs zu werden. Immer mehr Komponenten im Energiesystem werden vernetzt, damit vergrößert sich die Angriffsfläche für Hacker und die Kompromittierungsgefahr für das Gesamtsystem steigt. Trotzdem wird das Thema IT-Security oft noch notorisch unterschätzt. Das Management energiewirtschaftlicher Prozesse gehört idealerweise in hochsichere Umgebungen. IT-Security kostet zwar Geld, doch hier ist es gut angelegt.
4. **Cloud-Strategie:** On-Premise-Lösungen haben ausgedient – zu unflexibel, zu aufwendig, zu teuer. Systeme und Prozesse gehören in die Cloud. Das steigert Verfügbarkeit, Sicherheit, Anpassungsfähigkeit, Agilität, Effizienz – und damit die Wettbewerbsfähigkeit in einem Markt, der sich dynamisch entwickelt und in jeder Hinsicht immer anspruchsvoller wird.
  5. **Digitalisierung der Kundenkanäle:** Immer mehr Endkundinnen und -kunden organisieren ihr Leben per Smartphone oder PC, kommunizieren privat und geschäftlich fast nur noch digital. Diese Erwartungshaltung haben sie auch gegenüber ihrem Versorger. Ein Tarifwechsel beispielsweise muss online möglich sein, sonst wenden Kundinnen und Kunden sich vom Versorger ab.

**Fazit:** Die digitale Transformation im Energiesektor ist alternativlos. Sie erfordert Veränderungsbereitschaft bei allen Beteiligten. Bei der Bewältigung der Herkulesaufgabe helfen ferner Fokussierung und Kooperation. Arvato Systems hat die Weichen dafür gestellt. ■



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



**Ferri Abolhassan**

Vorstandsmitglied  
der Deutschen Telekom  
und CEO bei T-Systems

Foto: Deutsche Telekom

**D**ie Energiewende ändert in der Branche alles. Sie ist eine Herausforderung für die Organisation und Kommunikation. Mehr noch als die Technik für die Erneuerbaren selbst. Wir werden die modernsten Hilfsmittel der Informations- und Kommunikationstechnik brauchen für eine kundenzentrierte und datengetriebene Energiebranche.

Die großen Herausforderungen der Energiewirtschaft sind unbestritten die Dekarbonisierung, die Dezentralisierung der Erzeugung und die Digitalisierung. Der Stromverbrauch steigt ständig: Im Januar 2023 haben wir die Millionen-grenze bei den E-Autos geknackt. Im gleichen Jahr haben die Deutschen fast 1 000 Wärmepumpen pro Tag gekauft. Auch die Stromerzeugung bei den erneuerbaren Energien stieg 2023 auf rund 170 000 MW. Das entspricht etwa 140 Kernkraftwerken.

Problem: Die Erzeugung schwankt. Die Energiewelt funktionierte aber bislang nachfragegetrieben. Fehlt unerwartet Strom, fahren Energieversorger Gaskraftwerke hoch. Abhilfe schaffen dynamische Tarife ab 2025. Wenn Mobilität und Wärme auf Strom basieren, können diese Sektoren auch mit der Stromsparte gekoppelt werden. Das ist intelligent, erhöht aber weiter den Komplexitätsgrad der Organisation. Letztendlich geht es um sehr viele Daten, und wie wir damit umgehen.

Daten sind die Herausforderungen für die Digitalisierung: Die Zahl der Erzeuger und Verbraucher steigt und damit die

Informationsmenge. Bis 2032 sollen zusätzlich mehr als 50 Millionen Stromzähler smart werden. Der Druck war noch nie so groß wie heute, Erzeuger und Verbraucher zu steuern. Solch ein Smart Grid muss aber ständig Einspeisung und Verbrauch erfassen, ja sogar antizipieren. Es muss automatisch steuern, und sogar noch Preise abrechnen. Dabei steht Sicherheit an erster Stelle. Je mehr Sensoren und Akteure zur Infrastruktur gehören, desto größer wird die Angriffsfläche. Aus der IT kennen wir den Anspruch „Zero Outage“. Und wir kennen die Angriffsvektoren auf die Daten.

Was wir also brauchen, ist eine souveräne und sichere Dateninfrastruktur. Das fängt beim Speichern der Daten an. Diese können im eigenen Rechenzentrum liegen oder auch in der Cloud – insofern diese souverän organisiert ist. Das ist sogar mit Public Clouds möglich, wenn ein deutscher Anbieter die Hoheit für seine deutschen Kunden sicherstellen kann. Wenn es um das souveräne Austauschen von Daten geht, stehen Datenräume im Fokus. Die Deutsche Telekom ist bei mehreren Projekten des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz mit Datenräumen befasst. T-Systems ist Gaia-X Digital Clearing House und bringt Kunden in das Daten-Ökosystem der Autobranche Catena-X. Datenräume sichern nicht nur die Datenhoheit über eigene Daten, sondern sie erlauben sogar, ein Preisschild an Daten zu hängen.

Daten sind das Futter für Künstliche Intelligenz (KI). Sie wird künftig immer mehr das Smart Grid steuern. Nur so ist die Komplexität im Stromnetz zu bewältigen. Daten sind genug da, sie müssen für das Training der KI nur geteilt und geschützt werden. Bei der Telekom haben wir dafür eigene Teams, die das Unternehmensnetz permanent überwachen. Sie suchen gemeinsam mit KI nach Anomalien und erkennen Angriffsmuster. Derzeit sind etwa ein Milliarde Programme im Umlauf, die Lösegeld für gekaperte Daten fordern. Pro Tag kommen rund 500 000 neue dazu.

Die Energiebranche entwickelt sich zur Datenökonomie. Nur so lässt sich die Komplexität der Energiewende lösen. Auf dem Weg dahin, müssen wir die beste Informations- und Kommunikationstechnik einsetzen, die wir zur Verfügung haben: von souveränen Speicherorten, über Datenräume für den Austausch bis hin zu KI. ■

# Mit souveränen Infrastrukturen und KI zur Datenökonomie



# Digitalisierung ist ein zentraler Schlüssel

Die Energiewirtschaft steht vor einer Vielzahl von Herausforderungen, die eine umfassende Transformation der Branche erfordern. Mit steigenden und dynamischen regulatorischen Vorgaben wächst die Prozesskomplexität, während die zunehmende Digitalisierung die Branche anfälliger für Cyberangriffe macht. Gleichzeitig verändern disruptive Technologien wie Künstliche Intelligenz (KI) die Arbeitswelt und die Geschäftsmodelle. Der demografische Wandel und der damit verbundene Wissensabfluss, insbesondere durch die Pensionierung der Babyboomer-Generation, sowie der akute Mangel an qualifizierten Fachkräften stellen weitere Herausforderungen dar. Hinzu kommt die Notwendigkeit des Umstiegs auf erneuerbare Energien zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Bilanz, die Deckung des steigenden Strombedarfs durch E-Mobilität und Wärmepumpen sowie der Ausbau und die Transformation der Wärmenetze. Darüber hinaus drängen branchenfremde, plattformbasierte Unternehmen auf den deutschen Strom-, Gas- und Wärmemarkt, was die Energieversorger vor die Herausforderung stellt, neue Produkte und Angebote zu entwickeln und auf den digitalen Kunden auszurichten.

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, gibt es verschiedene Lösungsansätze.

Durch die Nutzung zentraler Plattformen und der Bereitstellung zentraler IT-Leistungen können Effizienzen gesteigert und die Compliance verbessert werden. Ein gutes Beispiel hierfür ist unsere ERP- und Abrechnungs-Plattform, mit der wir die Prozesse in der Gruppe standardisieren und neue regulatorische Anforderungen zentral umsetzen.

Technologien wie die KI, Big Data Analytics, Cloud Computing und Mobile Computing ermöglichen es Stadtwerken, den spezifischen Anforderungen der Digitalisierung zu begegnen. KI kommt bereits in allen Wertschöpfungsketten eines Energieversorgungsunternehmens zum Einsatz. Im Kundenservice übernimmt die KI bereits einen Großteil der Kundenanfragen und in der Energieerzeugung und beim Energiehandel liefert sie hilfreiche Prognosen, um die Produktion und den Bedarf in Deckung zu bringen. Im Vertrieb und im Netz sind mobile Lösungen bereits Standard und liefern durch den Einsatz von Big Data Analytics dem Kunden und Servicetechniker immer größere Mehrwerte.



**Oliver Herzog**

Chief Information Officer  
der Thüga AG

Foto: Bernhard Haselbeck

Die Digitalisierung über alle Wertschöpfungsstufen hinweg – von der Erzeugung über die Verteilung bis hin zum Handel und Vertrieb – ist ein weiterer zentraler Ansatzpunkt. Durch die steigende Vernetzung der Systeme und Plattformen entsteht sukzessive ein digitales Ökosystem für die Energiewirtschaft. Dadurch wird die Transformation vom IT-Eigenbetrieb zum Stadtwerk-as-a-Service weiter vorangetrieben.

Im Thüga-Verbund haben wir die große Chance, die spezifischen Bedarfe an ein solches energiewirtschaftliches Ökosystem unter Bündelung von Fachexpertise aus unterschiedlichen Stadtwerken auf einem Niveau und auf einer Vertrauensbasis zu diskutieren und das vorhandene Wissen zielführend einzubringen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Energiewirtschaft vor großen Herausforderungen steht, aber auch zahlreiche Lösungsansätze existieren, um diese zu bewältigen. Die Digitalisierung ist hierzu ein zentraler Schlüssel und die damit verbundene Bereitschaft zur Veränderung und der Fähigkeit, neue Technologien und Ansätze effektiv zu nutzen. ■



ZUKUNFT GESTALTEN: SMART • EFFIZIENT • NACHHALTIG  
Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument ist ausschließlich für die interne Verwendung bestimmt. Weitergabe und kommerzielle Verwendung sind nicht gestattet.



**Dr. Alexander  
Montebaur**

Geschäftsführer Spezialtechnik  
und Digitalisierung der  
Westnetz GmbH

Foto: Westnetz

## Ohne Digitalisierung keine Energiewende

Stromverteilnetze. Hier liegt der Schlüssel zu einer erfolgreichen Transformation. Ohne konsequente Digitalisierung wird die Energiewende nicht umzusetzen sein.

Im Energiesystem der Zukunft werden die Stromnetze zu Smart Grids. Mit ihnen lassen sich die Netzzustände auch in der Mittel- und Niederspannung in Echtzeit beobachten, Strom und Spannung messen und Energieflüsse steuern. Netze können so noch bedarfsgerechter ausgebaut und effizienter betrieben werden.

Wie das Stromnetz der Zukunft aussieht, lässt sich heute bereits in der smarten Energieregion Arnberg und Sundern beobachten. Es handelt sich dabei um einen Teil des „E.on Labs“, in dem heute bereits die Energiewelt im Jahr 2030 abgebildet wird. Dort sind zum Beispiel digitale Ortsnetzstationen im Einsatz. Sie wandeln nicht nur Mittelspannung in haushaltsübliche Niederspannung um, sondern übertragen zusätzlich Live-Daten über Mobilfunk oder Glasfaser. Eine spezielle Fernwirk- und Messtechnik ermöglicht es zudem, Mittelspannungsstrecken aus der Ferne zu schalten sowie Strom und Spannung in der Mittelspannung und Niederspannung zu messen. So kann Westnetz das Stromnetz in Echtzeit analysieren und regeln.

Smart Meter, also intelligente Messsysteme, liefern dem Verteilnetzbetreiber anonymisierte Daten zur Netzauslastung, dem Stromverbrauch und der Einspeisung. Damit lassen sich Energieflüsse annähernd in Echtzeit messen und Netzengpässe frühzeitig erkennen sowie zukünftige prognostizieren. Und ein smartes Umspannwerk, ausgestattet mit digitaler Informationstechnologie, sendet statt analoger Signale über Kupferkabel digitale Signale über Glasfaser.

Solche intelligenten Netze erhöhen nicht nur die Sicherheit, Flexibilität und Verfügbarkeit, sondern senken auch Kosten, potenzielle Risiken und den ökologischen Fußabdruck.

Davon profitiert nicht nur das Jahrhundertprojekt Energiewende, sondern auch jede Bürgerin und jeder Bürger. Denn durch den Einsatz digitaler Technologien werden sich die Menschen künftig jederzeit transparent über ihren Energieverbrauch informieren können.

Anders formuliert: Die Digitalisierung sichert die zuverlässige, saubere und bezahlbare Energieversorgung – und damit den Erfolg der Energiewende und unserer Wirtschaft. ■

Die Energiewende ist der größte Transformationsprozess seit der industriellen Revolution. Und sie ist Deutschlands große Chance auf eine klimaneutrale und gleichzeitig wirtschaftlich erfolgreiche Zukunft. Für das Gelingen dieser Mammutaufgabe sind Stromverteilnetze von entscheidender Bedeutung: An sie sind bereits heute über 95 % der Erneuerbare-Energien-Anlagen angeschlossen, und auch die Wärme- und Verkehrswende findet im Verteilnetz statt. Sie sind das Rückgrat der Energiewende.

Denn während in der Vergangenheit Strom ausschließlich von großen Kraftwerken zu Haushalten und Unternehmen in eine Richtung floss, haben wir es heute mit einer Vielzahl von dezentralen und volatilen Einspeisern auf der einen Seite und durch die zunehmende Elektrifizierung des Alltags mit einem massiven Verbrauchsanstieg auf der anderen Seite zu tun. Dadurch wächst die Bedeutung der Verteilnetze für den Klimaschutz kontinuierlich.

Damit die Versorgungsqualität unverändert auf hohem Niveau bleibt, benötigen wir auch in Zukunft gut ausgebaute, moderne und vor allem digitalisierte



Die isolierte Lage und die rauen Umweltbedingungen erschweren den Zugang für Wartungsarbeiten. Bei Sicherheitsvorfällen ist unter Umständen nicht sofort Personal vor Ort. Foto: TÜV Süd

Sicherheit von Windenergieanlagen

# Cybergefahren wirksam abwehren

Cyberangriffe gefährden auch kritische Infrastrukturen zur Energieerzeugung wie beispielsweise Windenergieanlagen oder Solarparks. Betreiber müssen die Risiken erkennen und wirksame Gegenmaßnahmen implementieren. TÜV Süd informiert über Pflichten und prüft unabhängig.

**U**m maximale Effizienz und Zuverlässigkeit zu gewährleisten, setzen moderne Windenergieanlagen (WEA) mehr und mehr auf vernetzte Kom-

ponenten zur Überwachung und Steuerung per digitalem Zugriff. Was das Handling der Anlagen verbessert, erhöht zugleich die Gefahr von Cyberattacken. Welche Pflichten sich daraus für die Betreiber ergeben, beschreibt die 2023 veröffentlichte

Technische Regel für Betriebssicherheit TRBS 1115-1. Das Regelwerk verlangt, dass sicherheitsrelevante Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen der Anlage vor dem Zugriff unbefugter Dritter zu schützen sind. Wer überwachungsbedürftige Anlagen



ZUKUNFT GESTALTEN: SMART • EFFIZIENT • NACHHALTIG  
Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument ist ausschließlich für die interne Verwendung bestimmt. Weitergabe und kommerzielle Verwendung sind nicht gestattet.

betreibt, muss im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung (GBU) die zugehörigen Risiken identifizieren und wirksame Maßnahmen definieren. Im Falle von WEA betrifft das beispielsweise die Hydraulik-, Steuerungs- und Kühlungssysteme.

### Konkretere Gefahren, konkretere Vorgaben

Die TRBS ist aber nur eines der Regelwerke, das vorbeugende Maßnahmen gegen Cyberattacken fordert. Die Maschinenrichtlinie 2006/42/EG wird durch die im Juli 2023 veröffentlichte neue EU-Maschinenverordnung (MVO) ersetzt, die unter anderem Vorgaben hinsichtlich der Cybersicherheit von Sicherheitssteuerungen macht. Ab 2027 sind die Richtlinien der MVO von allen Herstellern und Betreibern in der EU verbindlich umzusetzen.

Um neben der funktionalen Sicherheit künftig auch die Sicherheit von Anlagen gegenüber Cyberangriffen zu gewährleisten, wurden weitere Rechtsvorschriften und Regelwerke angepasst. So schreibt das IT-Sicherheitsgesetz 2.0 seit Mai 2023 vor, dass für kritische Infrastrukturen ab 104 MW Systeme zur Angriffserkennung (SzA) verpflichtend sind. Da fast alle Offshore-Windparks in diese Größenordnung fallen, müssen deren Betreiber nach Vorgaben des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) ein Informationssicherheits-Managementsystem (ISMS) gemäß ISO 27001 implementieren.

Gerade für Offshore-Anlagen, die große Energiemengen erzeugen und so einen wichtigen Anteil an der Versorgungssicherheit des Landes haben, sind effektive Schutzmaßnahmen entscheidend. Das ISMS enthält Prozesse zur ständigen Überwachung und Optimierung der Informationssicherheit der Anlage, um mögliche Risiken frühzeitig zu identifizieren und zu reduzieren. Dies bildet die Grundlage, um die Verfügbarkeit der Anlage sowie die Vertraulichkeit der Daten jederzeit zu gewährleisten.

Auch wenn die Auswirkungen bei erfolgreichen Cyberattacken auf große WEA systemrelevanter wären, stehen nicht nur sie im Fokus von Hackern. Auch Angriffe auf kleinere und sogar Einzelanlagen häufen sich, da Lücken in den Schutzmaßnahmen diese zur Zielscheibe machen können. Die Art der Angriffe kann dabei sehr unterschiedlich sein, angefangen beim unbefugten Verstellen der Rotorblätter

oder der Manipulation der Notabschaltung bis hin zur kompletten Übernahme der Fernsteuerung und dem Herbeiführen eines Totalausfalls der Anlage. Ziel ist es in der Regel, auf diese Weise Zahlungen von den Betreibern zu erpressen oder andere kriminelle Ziele durchzusetzen. Mögliche von Hackern ausnutzbare Schwachstellen sind unzureichende Passwörter, unverschlüsselte IP-Adressen der Steuerungsportale oder die unverschlüsselte Übertragung sensibler Betriebsdaten. Schon bei Planung und Bau, aber auch beim Betrieb muss die Energiebranche diese Risiken beachten und frühzeitig gegensteuern.

### Andere Anlagentypen, andere Maßnahmen

Um WEA nachhaltig und effizient vor Cyberangriffen zu schützen, sind die Voraussetzungen und baulich bedingten Anforderungen des jeweiligen Anlagentyps zu berücksichtigen. So sind Offshore-Anlagen anderen Risiken ausgesetzt und verlangen andere Maßnahmen

als Windparks, die an Land errichtet wurden. Bei Letzteren können in der Regel vorhandene Infrastruktur genutzt und bewährte Schutzmaßnahmen realisiert werden. Offshore-Windparks hingegen bieten schon aufgrund ihrer isolierten Lage ein höheres Angriffspotenzial. Bei Problemen hinsichtlich der Cybersicherheit können Mitarbeitende hier nicht so schnell vor Ort sein und eingreifen – insbesondere bei schlechten Wetterbedingungen.

Daher spielt auch die Fernwartung in solchen Anlagen eine entscheidendere Rolle als bei WEA an Land – was die Kommunikation anfälliger macht für Cyberattacken. Der Umfang des Datenaustauschs ist bei diesen Anlagen ebenfalls größer als bei Onshore-Windparks und damit auch die Möglichkeit, sich unberechtigt Zugriff zu verschaffen. Hinzu kommt, dass bei Offshore-Anlagen die Datenübertragung über Unterwasserkabel oder Satellitenkommunikation erfolgt, was per se ein größeres Risiko für die Cybersicherheit darstellt. ▶

Light Inova Green, Inova Green, Bright Inova Green, Dark Inova Green, Strong Yellow Green, Very Light Green, Light Green, Moderate Green, Brilliant Green, Grass Green, Jade Green, Deep Yellowish Green, Fir Green, Very Light Yellowish Green, Lime Green, Very Light Bluish Green, Water Green, Moderate Bluish Green, Turquoise Green, Vivid Bluish Green, Olive Green

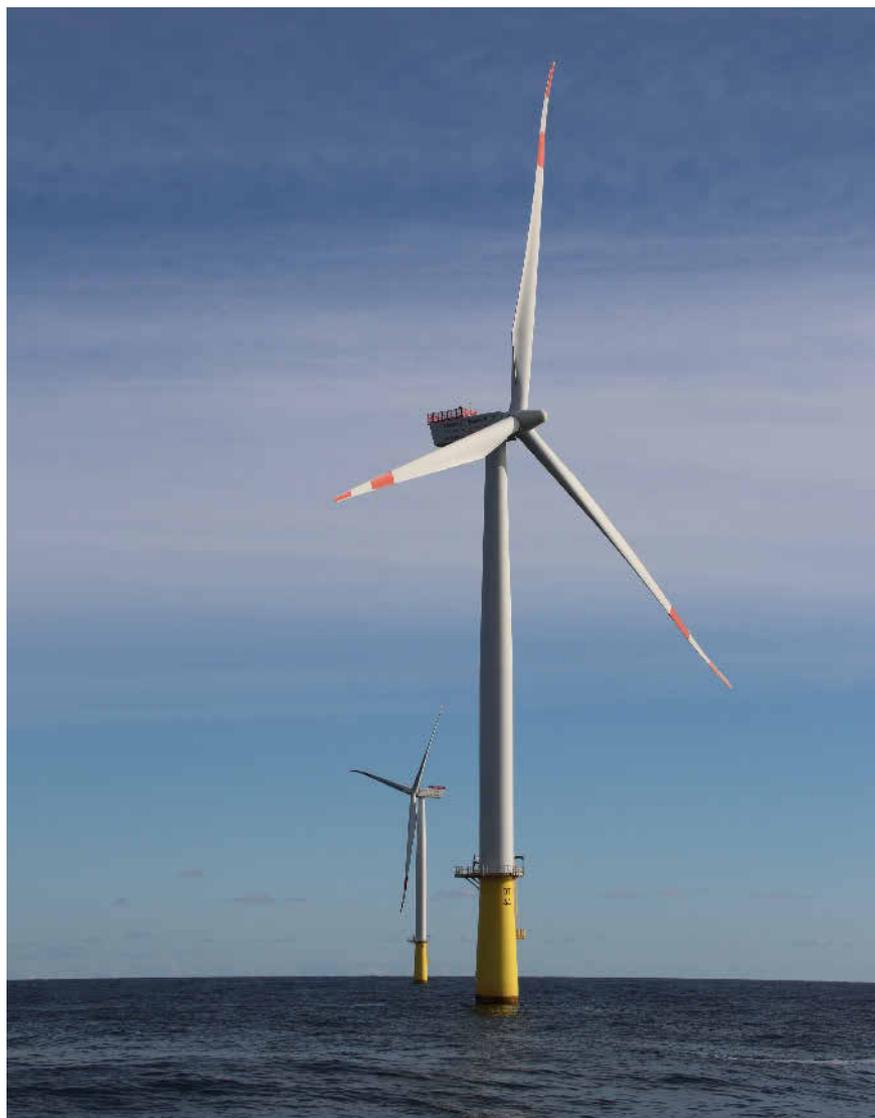
Hitachi Zosen INOVA

Grün ist nicht gleich Grün

Auch grüne Gase gibt es viele: Biogas, Biomethan, Wasserstoff, SNG, BioLNG. Und wir haben die Technologien für ihre Erzeugung. Unsere Referenzen sprechen für sich.



Erfahren Sie mehr!



Ein **Cyberangriff** – etwa über eine unverschlüsselte IP-Adresse – kann einen Totalausfall der Anlage verursachen. Die Branche muss sich darauf einstellen – und die Risiken bereits während der Planung, dem Bau und dem Betrieb berücksichtigen. Foto: TÜV Süd

## REGELWERKE FÜR WEA-BETREIBER

- **EU-Maschinenverordnung:** Sie wurde im Juli 2023 veröffentlicht und fordert geeignete Maßnahmen für die Cybersicherheit von Steuerungssystemen.
- **NIS-2-Richtlinie:** Sie ist seit 2023 in Kraft und soll das Cybersecurity-Niveau von Netz- und Informationssystemen in der EU nachhaltig erhöhen. Betreiber großer WEA müssen gemäß dieser Richtlinie geeignete Maßnahmen ergreifen, die ihre IT-Systeme gegen Cyberangriffe schützen.
- **TRBS 1115-1:** Sie wurde im März 2023 veröffentlicht und verlangt, dass Betreiber ihre sicherheitsrelevanten Mess-, Steuer- und Regel-Einrichtungen wirksam vor Cyberangriffen schützen.
- **IT-Sicherheitsgesetz 2.0:** Die aktuelle Fassung liegt seit Mai 2023 vor und verpflichtet Betreiber kritischer Infrastrukturen gemäß § 11 Abs. 1b EnWG dazu, Systeme zur Angriffserkennung nachweislich zu implementieren.
- **ISO 27001:** Sie fordert für kritische Infrastrukturen ab einer gewissen Größe (Windparks ab 104 MW Leistung) die Implementierung eines Informationssicherheits-Managementsystems (ISMS).

## Unabhängige Prüfungen schaffen Sicherheit

Um neben der physischen Funktionalität auch die Cybersicherheit von Windenergieanlagen zu gewährleisten, sind regelmäßige Überprüfungen durch Sachverständige ratsam. Betreiber erfahren so beispielsweise, wo ihr ISMS seinen Zweck optimal erfüllt und wo es Nachbesserungsbedarf gibt. Dafür sind die Expertinnen und Experten vor Ort und unterstützen Betreiber dabei, Risiken frühzeitig zu erkennen und gegenzusteuern, wenn die Cybersicherheit der Anlage gefährdet ist. Unabhängige Stellen wie TÜV Süd bieten Zertifizierungen und wiederkehrende Prüfungen. Zertifiziert werden zum Beispiel ISMS nach ISO 27001, kritische Infrastrukturen nach § 11 Abs. 1b EnWG oder Systeme zur Angriffserkennung nach § 11 Abs. 1f EnWG.

## Einen Schritt voraus sein

Die dynamische Weiterentwicklung der Techniken für Cyberangriffe verlangt von Betreibern und Sachverständigen die digitale Sicherheit beständig im Blick zu haben. Sowohl Regelwerke als auch Sicherheitsmaßnahmen müssen mit der hohen Dynamik bei Cyberbedrohungen schritthalten – ihnen im Idealfall einen Schritt voraus sein. Eine umfassende fachliche Expertise, beständige Weiterbildung und eine kontinuierliche Anpassung von Prüfleistungen sind hier die Grundvoraussetzung. ■

### Sandro Schmidt



Project Manager  
Energie und Systeme/  
Offshore Windenergie  
bei der TÜV Süd Industrie  
Service GmbH

[sandro.schmidt@tuvsud.com](mailto:sandro.schmidt@tuvsud.com)

Foto: TÜV Süd

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

Fachkräfte effizienter einsetzen

# Mit smarten Algorithmen Service-Einsätze optimieren

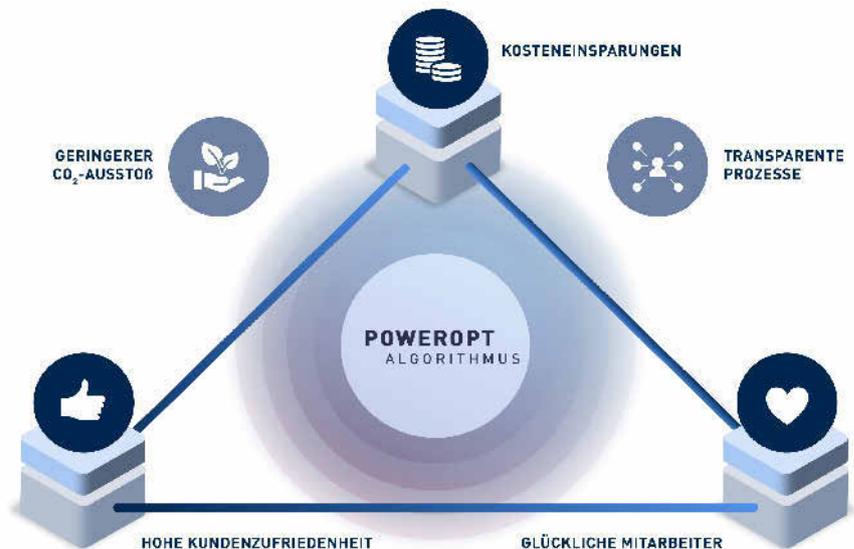
Vom Energieversorger über den Ladesäulenbetreiber bis zum Installationsbetrieb: Überall fehlen Technikerinnen und Techniker. Der Fachkräftemangel zwingt Unternehmen dazu, die vorhandenen Kapazitäten so effizient wie möglich einzusetzen. Ein modernes Field Service Management kann dabei helfen, mit unveränderter Personaldecke bis zu 25 Prozent mehr Aufträge zu erledigen.

**T**echnisches Personal dringend gesucht: Anfang des Jahres wies allein die Jobbörse Stepstone rund 14 500 Jobangebote für Servicetechnikerinnen und -techniker aus. Für den ebenfalls stark vom Fachkräftemangel betroffenen Bereich der Pflegekräfte waren es nur halb so viele (7 300). Der Mangel an Technikerinnen und Technikern bringt weitreichende Folgen mit sich. Wartungen werden aufgeschoben, Neuprojekte verzögern sich, Anlagen laufen nicht und das Arbeitspensum für die immer weniger werdenden Fachkräfte steigt und steigt. So wird es schwer, die Energiewende zu bewältigen. Was lässt sich tun?

Wenn Recruiting-Maßnahmen immer weniger Erfolg haben, weil der Arbeitsmarkt leer gefegt ist, kann die Strategie nur lauten, die vorhandenen Kapazitäten so gut wie möglich einzusetzen. Es gilt, alle Register zu ziehen, um eine effiziente Auslastung und beschleunigte Auftragsbearbeitung zu erreichen – ohne die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zu überlasten.

## Was effiziente Einsätze verhindert

Gewachsene Strukturen und veraltete Tools verhindern vielerorts einen klugen Ressourceneinsatz: Die Disponentinnen und Disponenten planen Aufträge, War-



Bei der Einsatz- und Tourenplanung tariert ein smarter Algorithmus das Spannungsfeld zwischen Bedürfnissen von Kundinnen und Kunden, Mitarbeitenden und Kosteneffekten aus. Grafik: Solvares Group

tungen und Termine immer noch mit Excel, Outlook und Google Maps oder aus dem ERP heraus. Die Disposition selbst ist schon ein zeitraubender Prozess und liefert im Ergebnis mehr schlechte als rechte Einsatzpläne. Außerdem fällt eine flexible Reaktion auf spontane Änderungen im Tagesverlauf schwer. Die Technikereinsätze sind oft noch papierlastig. In der Kommunikation zwischen Innen- und Außendienst und mit den Kundinnen und Kunden hapert es ebenfalls. So bremsen

sich die Unternehmen, die Deutschlands Energietransformation vorantreiben sollen, selbst aus.

Der Schlüssel zu effizienteren Technikerinnen und Technikern und damit zu einer Beschleunigung der Energiewende liegt daher in einer optimierten Einsatzplanung und Auftragsbearbeitung. Anders ausgedrückt: in einem modernen Field Service Management (Außendienststeuerung), das Effizienz, Geschwindigkeit und Qualität erhöht.



**Eine Field-Service-App** unterstützt Techniker und Technikerinnen bei ihren Einsätzen.  
Foto: Solvares Group



**In einer modernen Einsatz- und Tourenplanung** haben die Disponenten und Disponentinnen alle Aufträge sowie Technikerinnen und Techniker auf der digitalen Planntafel (Gantt-Chart) und in der Karte im Blick.  
Foto: Solvares Group

## Der Weg führt über das Field Service Management

Konkret empfehlen sich drei Ansatzpunkte, um die Planung und Auftragsdurchführung schneller und besser zu machen:

### Die Disposition professionalisieren

Excel, Outlook, Maps, Stift und Papier sind keine geeigneten Planungs-Tools. Sie werden der Komplexität im technischen Außendienst nicht gerecht. So wie die Technikerinnen und Techniker passendes Werkzeug in ihrem Werkzeugkasten brauchen, so benötigen die Disponentinnen und Disponenten ein geeignetes Tool. Auch eine Disposition aus dem ERP- oder Wartungsprogramm heraus ist oft nicht ausreichend, da die Auftragsplanung und Disposition in diesen Systemen meist nur eine Randfunktion ist.

Moderne Systeme für die Einsatz- und Tourenplanung verfügen über smarte Algorithmen, die sämtliche Faktoren

der Planung berücksichtigen. Sie stellen sicher, dass stets der passende Techniker beziehungsweise die passende Technikerin zur gewünschten Zeit am erforderlichen Ort ist. Mit entsprechenden Programmen erstellt der Innendienst automatisch den optimalen Tourenplan für das gesamte Team, wesentlich schneller als bei einer manuellen Disposition. Das Ergebnis ist eine fehlerfreie, effiziente, genau auf die Ziele der Organisation ausgerichtete Tagesplanung.

### Eine dynamische Tourenoptimierung nutzen

Mit Funktionen zur laufenden Tourenoptimierung können Betriebe die Effizienz der Einsatzplanung zusätzlich steigern. Gerade wenn das Auftragsgeschehen sehr dynamisch ist, sind diese Lösungen ein großes Plus.

Der initiale Tourenplan wird im Laufe des Tages unweigerlich zur Makulatur: Mitarbeitende fallen aus, Kundinnen und

Kunden sagen Termine ab, eine Störung tritt auf, ein Auftrag dauert länger als erwartet – die unplanbaren Variablen sind schier unendlich. Mit einer dynamischen Tourenoptimierung können die Disponentinnen und Disponenten darauf viel schneller und flexibler reagieren, als wenn sie selbst überlegen müssen, wie sie mit der neuen Situation umgehen. Der Algorithmus kann in Echtzeit auf plötzliche Änderungen reagieren. Er re-optimiert die Einsätze beziehungsweise Touren unter Beachtung aller Varianten innerhalb von Sekunden.

### Mobile Unterstützung

Auch die Technikerinnen und Techniker brauchen die richtigen digitalen Tools. Mehr und mehr Unternehmen setzen daher auf mobile Lösungen, die den technischen Service im Einsatz begleiten. Meist handelt es sich dabei um eine Technik- oder Field-Service-App. Sie ist zum einen praktisch, weil sich mit ihr die Verbindung zum Innendienst und zum führenden System herstellen lässt, also zum Beispiel zur Tourenplanung und zur Servicehistorie der Aufträge. Zum anderen enthalten Field-Service-Apps viele Funktionen für die Auftragsbearbeitung.

Die Mitarbeitenden können Checklisten und Formulare sowie vorgefertigte Serviceberichte nutzen, ihre Arbeit dokumentieren und alles direkt ins System einspielen. Weitere Features können Funktionen zur Materiallogistik, zur Zeiterfassung oder für die digitale Kundenunterschrift sein. Auch Möglichkeiten zur Selbstdisposition aus einem Auftragspool heraus sind beliebt.

### Bis zu 25 Prozent mehr in der Praxis

Eine bessere Disposition, optimierte Touren und die mobile Unterstützung sind wie Katalysatoren für das Field Service Management. Sowohl die Arbeit der Disponentinnen und Disponenten als auch der Technikerinnen und Techniker wird effizienter und produktiver, Umsetzungsgeschwindigkeit und Servicequalität steigen. Welche Effekte möglich sind, zeigen Beispiele aus der Praxis:

Brunata-Metrona ist längst kein klassischer Ablesedienst mehr, sondern hat sich zum umfassenden Immobiliendienstleister entwickelt. Um seine 100 000 Aufträge pro Jahr im Montagebereich zu bewälti-



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

gen, hat das Unternehmen aus Hürth bei Köln vor zwei Jahren die Disposition umgestellt: von einer Planung, die auf „Kopfwissen“, Google Maps und Outlook basierte auf eine professionelle Tourenplanung mit dem Tool „FLS Visitour“. Außerdem wurden die Monteurinnen und Monteure über eine Field-Service-App angebunden. Das Resultat:

- Der Planungsaufwand ist um 95 % gesunken.
- Die Monteurinnen und Monteure erledigen pro Tag 25 % mehr Aufträge.
- Sie sind pünktlich zu Hause und weniger gestresst.

Beispiele aus anderen Ländern zeigen, dass die Ergebnisse auch unter anderen Rahmenbedingungen reproduzierbar sind.

So hat Homeserve, Großbritanniens zweitgrößter Boiler-Installateur, dieselbe Erfahrung gemacht: Die Auftragsbearbeitung ließ sich durch Echtzeit-Tourenoptimierung und mobile App um 25 % beschleunigen. Bei Wolf Heiztechnik aus Österreich, Systemanbieter von Heizungs- und Klimasystemen, hat sich der zeitliche

Aufwand für die Disposition um 50 % reduziert. Geas Energiewacht, niederländischer Raumklima- und Energieanlagenexperte, kann seinen Kundinnen und Kunden nun kürzere Terminzeitfenster anbieten und spart zusätzlich rund 15 % an Fahrkilometern.

### Intelligenter arbeiten, nicht härter

Solche Ergebnisse sind möglich, weil moderne Algorithmen viel schneller und weniger fehleranfällig planen als Disponentinnen und Disponenten ohne entsprechende Werkzeuge. Außerdem helfen sie dabei, die Touren laufend dem Tagesgeschehen anzupassen. Eine smarte Planung und Re-Optimierung holen aus den vorhandenen Mitteln zusätzliche Kapazitäten heraus, die in dieser Höhe kaum über den Arbeitsmarkt zu gewinnen sind.

Mit Behelfslösungen wie Excel oder mit Programmen, die lediglich eine grobe Optimierung bieten, verschwenden Un-

ternehmen wertvolle Ressourcen. Die Praxis zeigt: In der Professionalisierung des Field Service Managements steckt das Potenzial, bis zu 25 % mehr Leistung und Geschwindigkeit freizuschalten, ohne einen einzige Stelle mehr zu besetzen. Ein großer Hebel für das Unternehmen, die Kundschaft und zur Bewältigung der Energiewende. ■



**Hannes Heckner**

Field Service Management  
Experte der Solvares Group

[hannes.heckner@  
solvares.com](mailto:hannes.heckner@solvares.com)

Foto: Solvares Group

17. – 20. September 2024

# SECURE YOUR BUSINESS



**JETZT TICKET  
SICHERN!**

Die Leitmesse für Sicherheit

50 years



security  
essen

[www.security-essen.de](http://www.security-essen.de)

MESSE  
ESSEN



## Smart Meter Rollout

# Entwicklungen im intelligenten Messwesen

Die Digitalisierung der Energiewende schreitet voran. Ein wichtiger Baustein dafür ist der flächendeckende Einbau intelligenter Messsysteme. Durch die gesetzlichen Vorgaben und die Finalisierung des § 14 a Energiewirtschaftsgesetz werden die Pflichteinbaufälle deutlich steigen.

Voraussichtlich rund 23 Millionen Messstellen sind bis zum Jahr 2030 verpflichtend mit intelligenten Messsystemen (iMSys) auszustatten. Dabei geht es nicht nur um die Installation an sich, sondern um die Funktionssicherheit von Systemen und Prozessen, insbesondere bei der ERP-Anbindung sowie dem Steuern und Schalten in der Niederspannung. Innerhalb der Voltaris-Anwendergemeinschaft Messsystem arbeiten rund 40 Netzbetreiber und Stadtwerke bei der Umsetzung des intelligenten Messwesens zusammen.

Laut gesetzlichem Rollout-Fahrplan sollen bis Ende 2025 mindestens 20 % der Messstellen mit iMSys ausgestattet sein. Intelligente Messsysteme bestehen aus einem digitalen Stromzähler (Smart Meter) und dem zugehörigen Smart Meter Gateway (SMGW), dem Kommunikationsmodul zur Übertragung der Messwerte. Bis Ende 2028 soll der Anteil der iMSys auf 50 % und bis Ende 2030 auf mindestens 95 % erhöht werden. Dies betrifft Verbraucher mit einem Jahresverbrauch zwischen 6 000 und 100 000 kWh, einschließlich bestimmter Einbaufälle gemäß § 14a Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) und Erzeuger mit einer installierten Leistung von 7 bis 100 kW. Doch aufgrund neuer Rahmenbedingungen wie dem Schalten und Steuern in der Niederspannung wird es voraussichtlich noch mehr Pflichteinbaufälle geben als ursprünglich angenommen. Schätzungen zufolge müssen bis zum Jahr 2030 etwa 30 bis 40 % der insgesamt etwa 53 Millionen Messstellen in Deutschland – also rund 23 Millionen Messstellen – mit intelligenten Messsysteme-



Den Stadtwerke-Kunden bietet Voltaris Montage-Schulungen und Workshops an, um Fehler bei der Installation intelligenter Messsysteme (iMSys) zu vermeiden. Foto: Voltaris

men ausgestattet werden. Dies ist auf den Zubau von EEG-Anlagen und steuerbaren Verbrauchseinrichtungen zurückzuführen.

## Status quo des Smart Meter Rollouts

Der Rollout nimmt weiter Fahrt auf, da die gesetzlichen Vorgaben dazu führen, dass Stadtwerke, die bisher zögerten oder noch keinen Dienstleister gefunden hatten, nun aktiv werden, um die gesetzlichen Anforderungen zu erfüllen. Innerhalb der Voltaris-Anwendergemeinschaft Messsystem wurden bisher mehr als 7 000 iMSys installiert.

Die Prozessautomatisierung geht bei Voltaris gut voran. Die ERP-Systeme der

Stadtwerke-Kunden wurden größtenteils produktiv an das Gateway-Administrations- und Messdatenmanagement (MDM)-System angebunden, die weiteren befinden sich in der Umsetzung und werden bis Ende dieses Jahres angebunden sein. Die Prozesse bei der Stammdatenübermittlung laufen stabil und auch der Messdatenversand erfolgt beständig und zuverlässig. Um Fallstricke in der Prozessbearbeitung zu erkennen und künftig zu vermeiden, findet ein engmaschiger Austausch mit den Stadtwerken der Anwendergemeinschaft statt.

## Gerätetechnik und Montage

Die Gerätetechnik ist ausgereift und hat sich bewährt. Zukünftig werden die



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

Gateways der zweiten Generation eine leistungsstarke Basis für weitere Anwendungsfälle bieten.

Im Bereich der Montage und des Mobilfunkempfangs besteht jedoch noch Verbesserungspotenzial. Durch die Verzögerung des Rollout-Starts konnten die Servicetechnikerinnen und -techniker bisher nur wenig Erfahrungen sammeln. Voltaris stellt den Stadtwerken Anwendungshilfen wie Video-Tutorials und Prozess-Handbücher zur Verfügung und bietet Schulungen und Workshops an, um Fehler bei der Installation zu vermeiden. Hauptprobleme sind der ausreichende Mobilfunkempfang und der richtige Antennenstandort, um eine zuverlässige Verbindung des Smart Meter Gateways zu den Backendsystemen herzustellen. Daher testet Voltaris auch alternative WAN-Technologien wie Breitband-Powerline und 450 MHz. Zu beiden Alternativen gibt es bereits Pilotprojekte mit Stadtwerke-Kunden.

## Die einzelnen Schritte des Rollouts

Nach der Festlegung der individuellen Rollout-Strategie durch das Stadtwerk und die Ertüchtigung der IT-Systeme folgt die systemtechnische Anbindung an die Voltaris-Systeme, unter anderem an das Gateway-Administrations- und MDM-System. Ein weiterer wichtiger Schritt ist die vorausschauende und auf die Rollout-Strategie abgestimmte Gerätebeschaffung von Basiszählern, SMGW und Zubehör. Nach den notwendigen Schulungen des Montageteams zur Inbetriebnahme der iMSys und zur Einhaltung der Sicherer Lieferkette der SMGW kann der operative Rollout starten. Hier empfiehlt es sich, mit wenigen Anlagen zu beginnen und dabei einfache Anwendungsfälle vorzuziehen, beispielsweise in einem Einfamilienhaus bei einem reinen Verbraucher ohne steuerbare Verbrauchseinrichtung, bevor komplexere Einbauten folgen wie EEG-Anlagen und Anlagen nach §14a EnWG. Mit zunehmendem Erkenntnisgewinn kann dann der Hochlauf der Einbauten intelligenter Messsysteme forciert werden.

## Was es bei der Mehrzähleranbindung zu beachten gilt

Das SMGW ist von Anfang an für den 1:n-Betrieb konzipiert worden. Die Anbindung mehrerer Zähler an ein SMGW



**Rund 40 Netzbetreiber und Stadtwerke** arbeiten innerhalb der Voltaris-Anwendergemeinschaft Messsystem beim Rollout zusammen. Foto: Voltaris

ist grundsätzlich möglich und stellt kein Problem dar. Es gibt jedoch Einschränkungen bezüglich der kabelgebundenen und funkbasierten Anbindung. Über Kabel können etwa acht bis zehn Zähler angebunden werden, während per Funk bis zu 50 Zähler möglich sind. Aktuell sind jedoch nur bestimmte Tarifanwendungsfälle per Funk umsetzbar, nämlich TAF 1 (Datensparsame Tarife) und TAF 7 (Zählerstandgangmessung). Zu beachten ist, dass zwar die SMGW den 1:n-Betrieb per Funk unterstützen, die Zähler-Standardmodelle jedoch nicht. Um eine Mehrzähleranbindung per Wireless M-Bus vorzunehmen, werden spezielle Basiszähler mit Wireless-M-Bus-Funkmodul benötigt. Kabelgebundene Mehrzählerlokationen sind mit fast allen gängigen Basiszählermodellen realisierbar.

Derzeit prüft Voltaris in den eigenen Prüfräumen und im Netzgebiet der Pfalzwerke Netz AG unter realen Bedingungen bei Endkundinnen und -kunden verschiedene 1:n-Teststellungen, sowohl drahtgebunden als auch per Funk. Ziel ist es, den Stadtwerke-Partnern eine praxiserprobte funkbasierte 1:n-Lösung zur Verfügung stellen zu können, mit der diese den Rollout effizienter und wirtschaftlicher gestalten können, zum Beispiel bei der Ausstattung größerer Liegenschaften mit mehreren Messstellen.

## Geschäftsmodelle beim Smart Metering

Stadtwerke können ihre Marktposition durch attraktive Angebote wie Kunden-

portale zur Visualisierung von Energieverbrauchsdaten ausbauen. Insbesondere netzdienliche Mehrwerte der iMSys stehen dabei im Fokus der Entwicklungen: Die Erhebung und Übermittlung von Netzzustandsdaten (TAF 10) zum Steuern der Stromnetze und das Schalten und Steuern von Anlagen in der Niederspannung. Voltaris wird die eigene Systemlandschaft um ein System für aktive externe Marktteilnehmer (aEMT) erweitern und bietet den Stadtwerke-Kunden dann die volle Funktionalität des aEMT an.

Damit können verschiedene Szenarien abgebildet werden: die Infrastruktur zum Schalten und Steuern im Stromnetz, die Bereitstellung von Netzzustandsdaten nach TAF 10 und Submetering als White-Label-Lösung. Die automatisierte Auslesung und Abrechnung von Heizkosten als Dienstleistung für die Wohnungswirtschaft kann zukünftig auch ein attraktives neues Geschäftsfeld für Stadtwerke sein. ■

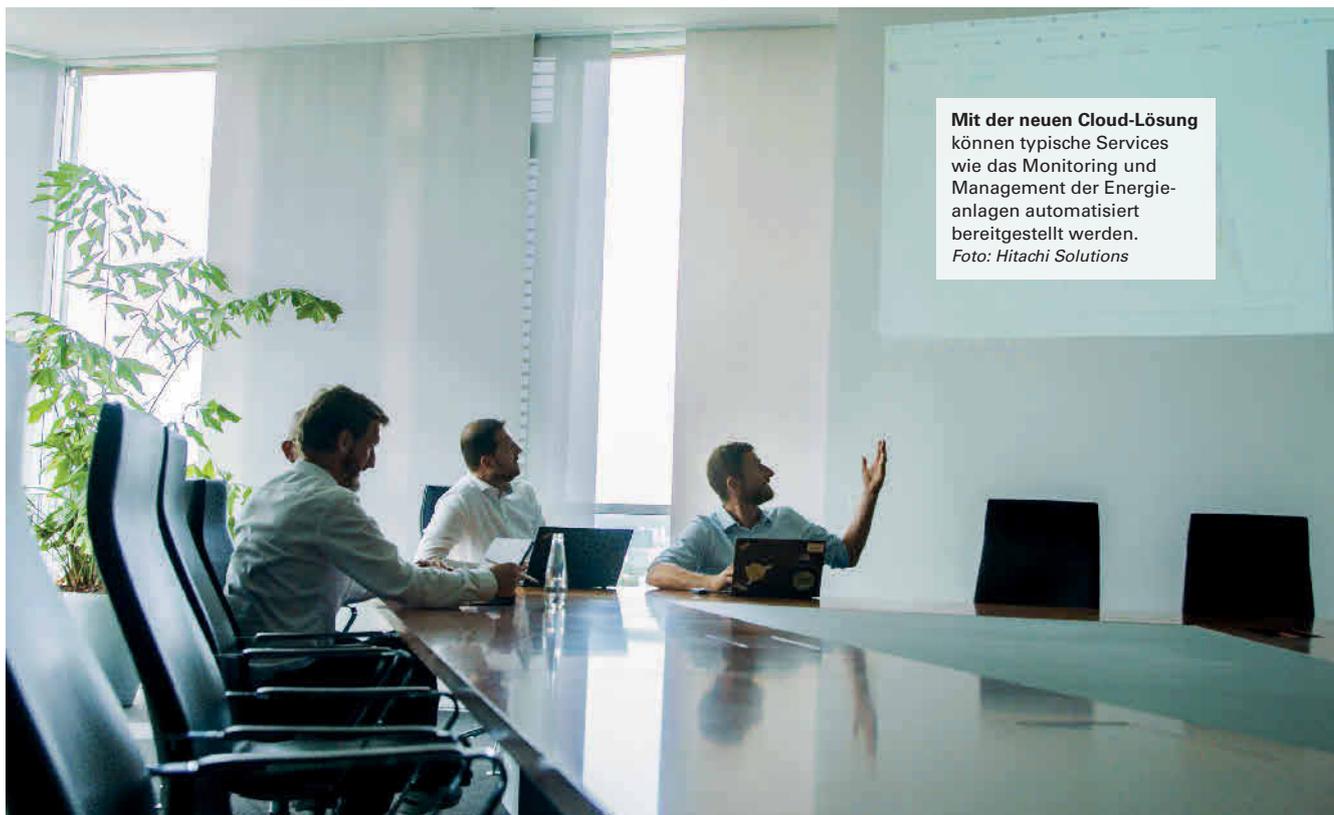
Dr.-Ing.  
**Stephan Röhrenbeck**



Teamleiter Produktentwicklung und Projektmanagement bei der Voltaris GmbH

stephan.roehrenbeck@voltaris.de

Foto: VOLTARIS



**Mit der neuen Cloud-Lösung** können typische Services wie das Monitoring und Management der Energieanlagen automatisiert bereitgestellt werden.  
Foto: Hitachi Solutions

Potenziale von IoT und KI beim Wechsel in die Cloud erschließen

# Zukunftssichere Lösungen entwickeln

Das Zusammenspiel von Internet of Things und Künstlicher Intelligenz in der Cloud birgt für Energieversorger ein enormes Potenzial für Prozessautomatisierung und die Entwicklung innovativer Geschäftsmodelle. Stehen Unternehmen vor dem Schritt, eine Softwarelösung in die Cloud zu verlagern, lohnt es sich, im Vorfeld die Möglichkeiten hinsichtlich der angestrebten Geschäftsziele zu analysieren. So lässt sich bei der Implementierung der Mehrwert weiter steigern und eine zukunftssichere Lösung entwickeln.

**D**er weltweit tätige Dienstleister für erneuerbare Energien Iqony hat diese Gelegenheit beim Wechsel von einer On-Premise-Anwendung zu einer

Cloudlösung erkannt und beauftragte Hitachi Solutions, sie bei der Evaluierung ihrer Möglichkeiten und der konkreten Umsetzung zu unterstützen. Bis dahin bot das Unternehmen seinen Kunden eine selbst entwickelte lokale Lösung für die

prädiktive Wartung und Überwachung von Solaranlagen an. Um die Plattform bei zunehmenden Datenvolumen besser skalieren zu können und die heutigen Möglichkeiten von Internet of Things (IoT) und Künstlicher Intelligenz (KI) zu nut-



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

zen, erwoh Iqony, das System mit Unterstützung von Hitachi Solutions vollständig in einer Cloud-Architektur aufzusetzen.

## Holistischer Blick für die beste Lösung

Iqony strebte mit dem Übergang in die Cloud an, sein bisher dezentral organisiertes Server- und Datenmanagement effizienter zu gestalten und die Vorteile von IoT, Big Data und KI-basierter Datenanalyse zu nutzen. Um eine saubere und nutzerorientierte Implementierung von Beginn an zu gewährleisten, prüfte ein Expertenteam von Hitachi Solutions und Iqony zunächst gemeinsam in Workshops die angestrebte Lösung und Rahmenbedingungen bei Iqony.

Aufgrund ihres ganzheitlichen Beratungsansatzes für solche digitalen Transformationsprojekte analysierte und bewertete das Beratungsteam von Hitachi Solutions zunächst die Geschäftsziele, den aktuellen Stand der komplexen Legacy-Architektur sowie die von Iqony bereits vorkonzipierte Referenzlösung im Detail. Das Team untersuchte hinsichtlich möglicher Anpassungen, Konflikte sowie Sicherheits- und Governance-Fragen. Zudem wurden Aspekte wie die Integration von IoT-Technologien und einer Autorisierungs-Engine sowie die zukünftige Arbeit mit Big Data einschließlich Datenkonsolidierung und einer Ursache-Wirkungs-Analyse (Root Cause Analysis), Erkennung von Anomalien und Alarmen berücksichtigt.

Unter Berücksichtigung der Geschäftsziele und des Wunsches nach einer schnellen Implementierung schlug Hitachi Solutions den Wechsel in die Cloud im

Rahmen einer Grundarchitektur vor, die dem „Minimum Viable Product“ (MVP)-Ansatz folgt und auch den technischen und funktionalen Anforderungen zukünftiger Erweiterungen standhält. Der MVP-Ansatz ermöglicht es Unternehmen, zunächst mit einer auf bestimmte Kernfunktionen fokussierten Anwendung den zeitlichen und finanziellen Aufwand zu minimieren, bevor sie sich für den Ausbau der Lösung entscheiden.

Die Zusammenarbeit startete mit der Sammlung von dezentral verteilten Daten, die anschließend zusammengeführt und standardisiert wurden, um eine solide Basis für das gemeinsame Projekt zu bilden. Die Ergebnisse wurden in einer Machbarkeitsstudie zusammengefasst und auf dieser Grundlage wurde die MVP-Lösung entwickelt. Das Team erstellte daraufhin einen Projektplan, um einen nahtlosen Übergang in die Cloud sicherzustellen und den Implementierungsprozess der Software zu begleiten. Schließlich konnte die Software in den Produktionsbetrieb integriert werden.

## KI-basierte Datenanalyse schafft Mehrwert

Die dadurch mögliche zentralisierte prädiktive Wartung bietet einen erheblichen Mehrwert für die Zukunft, indem sie Elemente wie KI-gestützte Ursachenanalyse sowie Anomalie- und Alarmerkennung einbezieht. Auf Basis von Milliarden von Datenpunkten liefern diese Funktionen Echtzeit-Einblicke zum Anlagenstatus und ermöglichen den Betreibern ein proaktives Handeln. Dadurch können korrigierende Maßnahmen frühzeitig geplant werden, um Ausfallzeiten

und damit verbundene Kosten zu minimieren.

Mithilfe von Dashboards können die relevanten KPIs abgerufen und für Berichte visualisiert werden, was den Service-Aufwand vereinfacht und reduziert, sowie die Prozesse insgesamt beschleunigt. Mit dieser innovativen Lösung können potenzielle Fehlerquellen bereits weitgehend eliminiert werden, bevor ein Fehler auftreten kann.

## Bewährte Lösungen für unkomplizierte Einbindung aller Beteiligten

In der Vergangenheit hatte Iqony bei der Entwicklung ihres Service-Angebots bereits auf Microsoft-Produkte gesetzt und war daher mit der von Hitachi Solutions favorisierten Microsoft-Welt vertraut. Die Wahl der technologischen Grundlage der neuen Cloud-Architektur fiel aufgrund seiner umfangreichen Dienste auf Microsoft Azure. Mit der Implementierung einer MVP-Version konnte Iqony mit einem grundlegenden Funktionsumfang starten und von dort aus schrittweise erweitern und optimieren. Nach dem Start wurden weitere Detailentwicklungen vorgenommen, unter anderem mit dem Ausbau von Funktionen für die Root-Cause-Analyse.

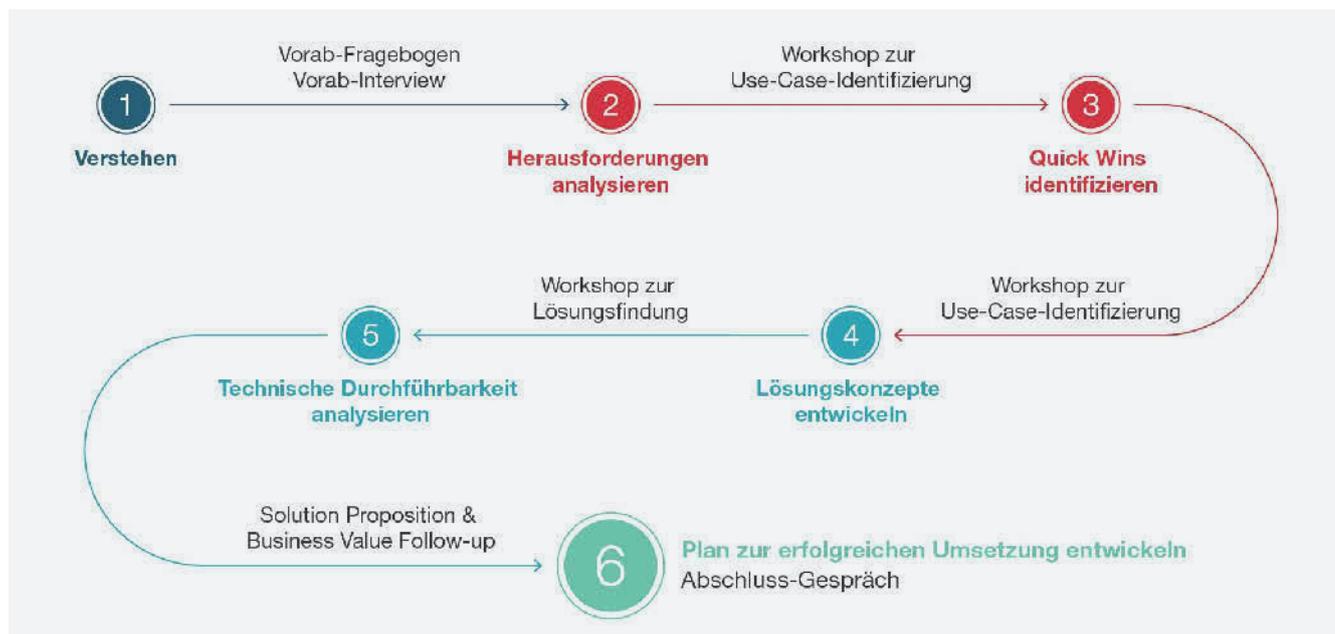
Eine weitere große Herausforderung beim Umzug der selbst entwickelten Anwendung in die Cloud bestand darin, dass eine Vielzahl von Stakeholdern weltweit Zugang auf die neue Plattform benötigte. Dazu gehörten Eigentümer, Betreiber und Manager von Anlagen, sowie Investoren, die Leistungskennzahlen abrufen wollten. Das Team von Hitachi Solutions fand

# Die **ENERGIE- WENDE** nicht verschlafen.

**kraftwerk**  
Energie. Software. Services.

Wir sind das Betriebssystem der Energiewende –  
mit effizienten Prozessen zur exzellenten Wertschöpfung.

[www.kraftwerk.io](http://www.kraftwerk.io)



Mit ihrem ganzheitlichen Beratungsansatz – von der Problemstellung bis zum iterativen Produktentwicklungsprozess – wurde Iqony durch Hitachi Solutions begleitet, um den größtmöglichen Mehrwert aus dem Projekt zu ziehen. Grafik: Hitachi Solutions



Für Betreiber von Solarparks- und -anlagen bietet Iqony diverse Dienstleistungen, von der Planung und Realisierung, über den technischen Betrieb, bis hin zum Monitoring und Management von Anlagen. Foto: PantherMedia/njproductions

auch hierfür eine Lösung und entwickelte auf Basis der Microsoft-Azure-Cloud eine Lösung, die in der Lage war, die komplexen Anforderungen an Authentifizierung und Autorisierung zu erfüllen und den Zugriff, sowie verschiedene Berechtigungen zu verwalten.

## Nutzerzentrierte Digitalisierung bringt den größten Nutzen

Mit der neuen Cloud-Lösung können nun typische Dienste wie das Monitoring und Management der Energieanlagen au-

tomatisiert bereitgestellt werden. Kosten- und zeitintensive Softwareinstallationen und Updates vor Ort sind damit überflüssig. Zudem verfügt Iqony jetzt über eine Plattformarchitektur, die jederzeit an die Geschäftsziele und das Serviceangebot des Unternehmens angepasst werden kann. Über eine Vielzahl von Schnittstellen können zukünftig auch ergänzende Drittanbieterlösungen integriert werden. Die Cloud-Lösung bleibt technologisch stets auf dem neuesten Stand und kann bei wechselnden und steigenden Anforderungen an Speicherbedarf und Leistung skaliert werden.

Die Entscheidung zwischen einer On-Premise- oder einer Cloud-Lösung ist immer an die speziellen Anforderungen des jeweiligen Unternehmens gebunden. Genau aus diesem Grund war es für Hitachi Solutions bei diesem Projekt von höchster Priorität, zunächst die individuellen Wünsche und Zielsetzungen von Iqony zu verstehen und zu bewerten und darauf basierend eine Lösung zu entwickeln. Iqony entschied sich für eine Cloud-basierte Lösung, um neben der Skalierbarkeit auch aktuelle Trends wie Big Data und KI nutzen und ihre Geschäftsprozesse automatisieren und vereinfachen zu können. Für die Experten von Hitachi Solutions stand dabei nicht nur die Nutzung dieser „neuen“ Technologien im Vordergrund, sondern auch, dass die Anwendung durch ihre einfache Bedienbarkeit und Übersichtlichkeit, sowie den permanenten weltweiten Zugriff, einen echten Mehrwert bietet und Verständnis und Akzeptanz bei ihren Nutzern schafft. ■



**Oliver Höllriegel**

Head of Data & AI Germany bei Hitachi Solutions Europe

ohoellriegel@hitachisolutions.com

Foto: Hitachi Solutions



## Standardisierte Software-Plattform für den Energiesektor federt Fachkräftebedarf ab

Der Fachkräftemangel bremst viele Unternehmen aus, beeinträchtigt die Qualität und erhöht die Arbeitskosten. Zudem werden auch essenzielle Aufgaben wie regelmäßige System-Updates durch fehlende Mitarbeitende schwerer erfüllbar. Die Zenon-Plattform von Copa-Data soll nun die Einführung von Standards im Energiesektor trotz dünner Personaldecke vereinfachen. Diese Standards ermöglichen automatisierte Prozesse und sollen Rollouts und Wartungen sowie die Integration von Systemen vereinfachen. Die neue Plattform nutzt modulare, leicht wiederverwendbare Off-the-Shelf-Lösungen, verspricht der Anbieter. Dazu zählen Lösungen zum Betrieb und zur Steuerung von Produktions- und Infrastrukturanlagen im Energie- und Industriesektor. Standardisierte Anwendungen sollen den Bedarf an spezialisierten Fachkräften für proprietäre Anwendungen bei einem Energieerzeuger verringern.

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



**Abwärmestrom von Rechenzentren** ist unterbrechungsfrei und stellt daher eine sehr zuverlässige Quelle sauberer Energie dar. Foto: Danfoss

## Effiziente Nutzung der Abwärme von Rechenzentren

Hewlett Packard Enterprise (HPE) und Danfoss arbeiten zusammen an einem Wärmerückgewinnungsmodul. Es soll Unternehmen helfen, überschüssige Wärme zu nutzen und nachhaltigere IT-Einrichtungen zu schaffen. HPEs modulares Rechenzentrum (MDC) in Containern hat eine hohe Dichte (kW/Rack) und benötigt wenig Platz. Es nutzt direkte Flüssigkeitskühlung, die den Energieverbrauch um 20 % senkt. Danfoss stellt die Module zur Wärmerückgewinnung bereit, die überschüssige Wärme auffangen und als erneuerbare Wärme nutzen. Speziell ausgelegte Kompressoren steigern die Kühleffizienz laut Anbieter um bis zu 30 %. Hintergrund: Die Integration von Technologien rund um Künstliche Intelligenz (KI) erhöht den Energiebedarf enorm. Die KI-Branche wird laut Internationaler Energieagentur bis 2026 das Zehnfache des Strombedarfs von 2023 verbrauchen. Um diesen Bedarf zu decken, setzen IT-Führungskräfte auf energieeffiziente Funktionen und bessere Kühlsysteme. In der EU fallen nach Schätzungen von HPE jährlich etwa 2 860 TWh überschüssige Wärme an, vergleichbar mit dem Energiebedarf für Wärme und Warmwasser in Wohn- und Dienstleistungsgebäuden. Die Abwärme aus Rechenzentren ist eine verlässliche Quelle sauberer Energie.

[www.hpe.com](http://www.hpe.com), [www.danfoss.com](http://www.danfoss.com)

### KURZ NOTIERT

**Smart Meter Rollout.** Ab 2025 werden Smart Meter Pflicht, wenn ein Haushalt jährlich mehr als 6000 kWh Strom verbraucht oder Photovoltaik-Anlagen mit über 7 kW Leistung installiert sind. Bis 2032 müssen alle Zähler in Deutschland digital oder intelligent sein. In einer Studie hat PwC Deutschland 51 Messstellenbetreiber befragt. 20 % haben demnach den Rollout noch nicht gestartet.

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

**Echtzeit-Simulation.** In der „Beyond“-Simulation des Instituts für Bauphysik der TU Graz können Anwenderinnen und Anwender in einer virtuellen Umgebung die Eigenschaften eines Gebäudes ändern und die Auswirkungen simulieren. So zeigt die Simulation unter anderem den Materialeinsatz beim Dämmen einer Wand und die entstehenden Kosten. Durch das Feedback sollen Lösungsansätze leichter bewertbar werden. Beyond kombiniert Virtual Reality, Maschinelles Lernen und physikalische Simulation, um die Auswirkungen von Planungseingriffen in Echtzeit zu visualisieren. IoT-Plattformen und Sensornetze ermöglichen die Echtzeitkommunikation zwischen dem Gebäude und den Nutzerinnen und Nutzern.

[www.tugraz.at](http://www.tugraz.at)

**Dynamische Stromtarife.** Die Thüringer Mess- und Zählerwesen Service GmbH (TMZ) hat erfolgreich die Übertragung dynamischer Stromtarife über das Smart Meter Gateway bis zum Endkunden durchgeführt. Dies markiert den ersten Live-Test eines zentralen Bausteins des Systems „dynamische Tarife mit TAF 5“. Die TAF-5-Lösung übermittelt Spotmarktpreise direkt an den Energiekunden, der seine Stromkosten besser managen kann.

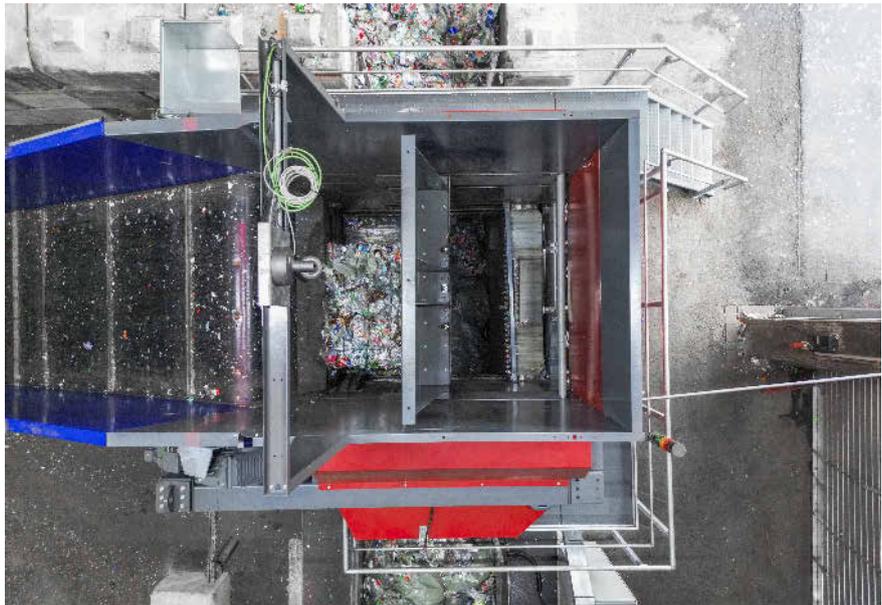
[www.tzm-gmbh.de](http://www.tzm-gmbh.de)

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

## Polycarbonate im Kreis

Um den Bedarf nachhaltig hergestellter Polycarbonate zu decken, rief die Exolon-Gruppe, München, das Projekt „Closing the loop“ ins Leben: Kunden des Herstellers von Polycarbonat-Platten erhalten beim Kauf von Neumaterial den Recyclingpartner für Verschnitt und Altmaterial genannt: die Pekutherm Kunststoffe GmbH aus Geisenheim, Hessen. Sie sammelt das Material, reinigt und schreddert es, granuliert es auf die gewünschte Korngröße und liefert es so nach Tielit in Belgien, wo die Exolon Group es Granulaten aus fossil hergestelltem Polycarbonat zumischt. Ein Beispiel: Der Plattentyp ECO enthält mindestens 40 % Mahlgut aus recyceltem Material.

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



Der entscheidende Schnitt findet in der Mitte der Maschine statt. Mithilfe einer KI vermisst sie jeden Ballen, auch um die Ausrichtung der Drähte zu erkennen. Der Draht wird dort abgetrennt, aufgewickelt und abgeführt. Die losen Ballen fallen auf das Förderband hinunter. Foto: Stadler Anlagenbau

## Mit KI schnell entdrahten

Digitalisierung und Künstliche Intelligenz (KI) werden auch in der Recyclingwirtschaft wichtiger. Die Firma Stadler Anlagenbau mit Hauptsitz in Altshausen, Baden-Württemberg, setzt sie beispielsweise in dem neuen Ballenentdrahter WireX ein. Mit ihm ist es in der Branche erstmals möglich, kreuzverdrahtete Ballen in einem Durchgang zu entdrahten. Dazu nutzt die Maschine speziell entwickelte Drahterkennungs- und Ballenmesssysteme, die mithilfe von KI ermitteln, ob der Ballen einfach oder kreuzverdrahtet ist. Danach werden die Ballen präzise so positioniert, dass zwei Schneideeinheiten mit mehreren integrierten Messern Kreuzverdrahtungen in einem Schritt durchtrennen können. Dies automatisiert und beschleunigt den Entdrahtungsvorgang. Mit ihm lassen sich pro Stunde bis zu 60 einzeln verdrahtete und bis zu 30 kreuzverdrahtete Ballen entdrahten. Der neue WireX hat die Entwicklungs- und Validierungsprozesse des Unternehmens durchlaufen und wurde in dessen Testzentrum in Krško, Slowenien, getestet. Darüber hinaus wird er gerade letzten Tests unter realen Einsatzbedingungen in der Recyclinganlage eines Kunden unterzogen.

[w-stadler.de/wirex](http://w-stadler.de/wirex)



Der Prozess von re.solution: von geschredderten Alttextilien über das Hydrolysat zu kristallisierten Monomeren. Foto: re.solution/Karl Hammer

## Preiswürdig Polyester recyceln

Der Sieger des Gründerpreises 2024 der Chemie- und Prozesstechnikmesse Achema heißt re.solution. Das Start-up aus Aachen recycelt polyesterhaltige Textilien mit erneuerbarer Energie und geringem Wasser- und Chemikalienverbrauch. Mit ihrer Innovation und dem Businessplan setzt sich das Aachener Gründungsteam gegen neun weitere Finalisten durch. In ihrem Verfahren werden die Esterbindungen der polyesterhaltigen Textilien hydrolysiert. Sie brechen dabei auf, der Kunststoff depolymerisiert. Das Start-up isoliert die Polyesterbausteine Ethylenglykol und Terephthalsäure mittels Elektrochemie. Aus diesen Bausteinen lassen sich wieder Polyester-moleküle herstellen. Dieses Textilrecycling lässt sich auch bei Mischfasern anwenden. Baumwollfasern etwa sind in der Hydrolyse inert, während andere Faserstoffe depolymerisieren und abgetrennt werden. Das Verfahren erwies sich in Pilotversuchen als robust gegen Verunreinigungen. Weil die eingesetzten Chemikalien recycelt werden und aufgrund der hohen Produktqualität, verspricht der Prozess wettbewerbsfähig gegenüber fossil-basiertem Polyester zu sein. Das Start-up sucht jetzt Partner und Investoren für das Up-Scaling.

[www.linkedin.com/company/resolution-recycling](http://www.linkedin.com/company/resolution-recycling)

# Dauerhaft effizient pumpen

Der Maschinenbauunternehmen Wilo aus Dortmund hat auf der Umweltleitmesse Ifat die Pumpe Actun Zetos vorgestellt. Es ist für das Unternehmen die universelle Lösung für effiziente Rohwasserentnahme für die kommunale Wasserversorgung, die Landwirtschaft oder den Bergbau. Von allen Pumpen nach DIN EN ISO 898 zu „Pumpen und Pumpenaggregate für Flüssigkeiten“ hat sie mit bis zu 86 % den höchsten Pumpenwirkungsgrad aller Pumpen dieser Bauart. Damit verspricht sie beim Einsatz mit einem Permanentmagnetmotor einen kostengünstigen Betrieb für fast jeden Prozess. Die Hydraulik besteht aus korrosionsbeständigem Edelstahl-Feinguss – genauer aus der austenitischen Stahlsorte 1.4408 (ASTM A 351). Dies und das robuste Design garantieren bei anhaltend hohem Wirkungsgrad eine lange Lebensdauer. Auch unter schwierigen Bedingungen wie einem Sandgehalt von bis zu 150 g/m<sup>3</sup> arbeitet sie in dem hohen Wirkungsgrad. Wilo hat für die Pumpe 2016 die ACS-Zulassung für die Trinkwassernutzung erhalten. ACS steht für „Attestation de conformité sanitaire“, ein 1999 von Frankreich eingeführtes und EU-weit akzeptiertes Konzept. Die Pumpe lässt sich zudem einfach montieren, warten und deinstallieren. [www.wilo.com](http://www.wilo.com)



Eine Actun-Zetos-K8-Pumpe, 6,125 m lang, in einer Tiefbrunnenstation eingebracht. Grafik: Wilo

## Recyceltes Benzol aus Kunststoff

Der Chemiekonzern BASF, Ludwigshafen, integriert mehr chemisch recycelte, kreislaufbasierte Rohstoffe in seine Produktionsprozesse. In diesem Sinne hat der Konzern eine Partnerschaft mit der Encina Development Group aus The Woodlands in Texas, USA, abgeschlossen. Dies amerikanische Unternehmen stellt mit einer eigens entwickelten Technik mittels Katalysatoren recycelte Chemikalien aus Kunststoffabfällen mit hohem Ertrag und in hoher Qualität her. Encina liefert BASF künftig aus Kunststoffabfällen gewonnenes Benzol. Dies Benzol ist „ISCC Plus“-zertifiziert, erfüllt damit die Nachhaltigkeitsanforderungen des „International Sustainability & Carbon Certification“-Systems des Kölnern Zertifizierers ISCC System für die Kreislaufwirtschaft. Die BASF integriert das Benzol in ihr „Cycled“-Produktportfolio. Für das Unternehmen ist das ein weiterer Schritt, im Übergang von fossilbasierten zu nicht-fossilen und kreislauffähigeren Chemikalien. Es erhöht dadurch den Anteil an recycelten Rohstoffen, um Kunden etwa in den Verpackungs-, Textil- und Automobilbranchen mehr kreislauffähige Produkte anbieten zu können. Der BASF-Ansatz zu mehr Kreislauf umfasst die zunehmende Verwendung von recycelten und erneuerbaren Rohstoffen, die Gestaltung neuer Materialkreisläufe und die Schaffung neuer Geschäftsmodelle. Die Zusammenarbeit mit Encina ist ein Beispiel hierfür. [www.basf.com](http://www.basf.com), [www.encia.com](http://www.encia.com)

### KURZ NOTIERT

Der Maschinenbauer Doppstadt Umwelttechnik in Velbert, Nordrhein-Westfalen, hat seine Geschäftsführung mit **Hannes Fischer** verstärkt. Er ist dort seit Juni für das Entwickeln und Konstruieren der Aufbereitungslösungen des Unternehmens zuständig. [www.doppstadt.de](http://www.doppstadt.de)

**Ingo Hannemann** ist neuer Vorstandsvorsitzender der German Water Partnership (GWP). Der technische Geschäftsführer von Hamburg Wasser löst **Gunda Röstel**, kaufmännische Geschäftsführerin der Stadtentwässerung Dresden und Prokuristin von Gelsenwasser, ab. Die Initiative GWP stärkt global die Wettbewerbsposition von Deutschlands Wirtschaft und Forschung im Wassersektor. [germanwaterpartnership.de](http://germanwaterpartnership.de)

**Lara Kufferath** trat im Juli 2024 als Geschäftsführerin der GKD Group die Nachfolge ihres Vaters **Stephan Kufferath** und ihres Onkels **Ingo Kufferath** an. Sie leitet die Metall- und Drahtweberei mit Hauptsitz in Düren, Nordrhein-Westfalen, jetzt gemeinsam mit **Daniel Holstein**, technischer Vorstand, und **Ilonka von Bodmann**, Finanzvorstand. [www.gkd-group.com](http://www.gkd-group.com)

**Thomas Glatz** erweitert die Geschäftsführung des Kreislaufdienstleisters Interzero. Seit März leitet er in enger Abstimmung mit Geschäftsführer **Martin Ulke** Interzeros Geschäfte in Österreich. [www.interzero.de](http://www.interzero.de)

**Nicholas Cumins** ist seit Anfang Juli Geschäftsführer von Bentley Systems, einen US-amerikanischen Infrastruktur-Engineering-Software-Unternehmen. Cumins trat damit die Nachfolge von **Greg Bentley**, dem ältesten der fünf Brüder, die das Unternehmen 1984 gegründet haben, an. <https://de.bentley.com>



Die Dekontaminationsanlage für teerhaltigen Straßenaufbruch. Der Aufbruch wird links zugeführt, im Drehrohrfenster hinter der schwarzen Verschalung bei Unterdruck pyrolysiert und die Schadstoffe werden in der Dekontaminationseinheit vorne hinter der silbernen Verschalung zerstört. Foto: Fraunhofer Umsicht

## Alte Straßenbeläge entsorgen

# Straßenaufbruch dekontaminieren

Gesundheitsschädlichen teerhaltigen Straßenaufbruch zu deponieren, ist teuer.

Wertvolle mineralische Ressourcen gehen dabei verloren. Groß ist daher der Bedarf an Recyclingkapazitäten. Im Fraunhofer-Projekt „Inno-Teer“ haben Fachleute nun ein neuartiges Aufbereitungsverfahren entwickelt, das sich gerade im Demonstrationsmaßstab bewährt.

In der Bundesrepublik Deutschland wurden teer- und pechhaltige Bindemittel bis in die 1980er-Jahre im Straßenbau eingesetzt. Aufgrund ihrer gesundheitsschädlichen und mitunter krebserregenden Bestandteile, den polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK), hat die EU deren Einsatz von 1984 an verboten.

Beim Rückbau von Straßen aus der Zeit vor dem Verbot fallen jährlich

deutschlandweit mehr als 3 Mio. t an Straßenaufbruch an. Er enthält sehr viel PAK – von 200 bis 4 000 mg/kg.

Seit Anfang 2018 ist der Wiedereinsatz dieses Materials gemäß des „Allgemeinen Rundschreibens Straßenbau Nr. 16/2015“ im Straßenbau wie Bundesfernstraßen und Autobahnen auf Beschluss des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur von 2015 nicht mehr zulässig, liegt der PAK-Gehalt über

dem Richtwert von 25 mg/kg. Die jeweiligen Grenzwerte für den Wiedereinsatz variieren in den Bundesländern zwischen 25 und 1 000 mg/kg.

Aktuell wird Straßenaufbruch entweder für ein niederwertiges Recycling ins Ausland exportiert oder in Deutschland deponiert. Hierdurch entstehend sowohl hohe Transport- als auch hohe Deponierungskosten. Dies hat auch zur Folge, dass hochwertige Sekundärrohstoffe

dem Stoffkreislauf entzogen werden und vollständig verloren gehen.

## Dekontaminieren

Eine Alternative zur Deponierung ist die thermische Behandlung. Aktuell existieren dafür nur zwei Behandlungsanlagen in Europa – beide in den Niederlanden. Dort wird Straßenaufbruch bei Temperaturen von von 850 bis 1000 °C verbrannt. Die hohe Temperatur kann sich allerdings nachteilig auf die Schlag- und Druckfestigkeit der Gesteinskörnung auswirken. In der Folge kann das Material nicht oder nur eingeschränkt für die oberen Tragschichten im Straßenbau oder anderen Hochbauanwendungen eingesetzt werden.

Somit ist der Bedarf an alternativen Behandlungsmethoden sehr groß. Derzeit werden in Deutschland mehrere Anlagenprojekte für das Recycling von PAK-haltigem Straßenaufbruch entwickelt.

Gleichzeitig haben mehrere Fraunhofer-Institute 2022 das Projekt „Inno-Teer“ gestartet. Mit Fraunhofer-Eigenmitteln wurde ein schonendes Dekontaminationsverfahren im Niedertemperaturbereich entwickelt, das PAK-haltige Bindemittel schonend entfernt, ohne die Druckfestigkeit des Gesteins zu beeinträchtigen. Hierdurch wird der Wiedereinsatz in hochwertigen Anwendungen ermöglicht, was die Wirtschaftlichkeit verbessert und Ressourcen schont.

Gleichzeitig bleiben aufgrund der niedrigen Temperatur die werkstofflichen Eigenschaften der Mineralik wie Druckfestigkeit, Zertrümmerungswiderstand und Partikelgröße erhalten. So kann das rückgewonnene Material als Sekundärrohstoff für hochwertige Anwendungen wie als Binder- und Deckschichten im Straßenbau genutzt und zum Beispiel direkt in einem Asphalt-Mischwerk wieder eingesetzt werden.

## Niedrige Temperaturen

Das von Fraunhofer entwickelte und patentierte Verfahren arbeitet bei Temperaturen von rund 400 °C. Es kombiniert eine Pyrolyse mit einer kontrollierten Oxidationsstufe im Unterdruck.

Vorversuche haben gezeigt, dass eine herkömmliche Pyrolyse in Stickstoffatmosphäre bei Umgebungsdruck nur einen geringen Einfluss auf den PAK-Gehalt hat. Wird der Druck im Reaktor auf etwa



**Teer unterschiedlich weit aufbereitet:** Links ist das Rohmaterial – unbehandelte teerhaltiger Straßenaufbruch – zu sehen, in der Mitte mit dem Fraunhofer-Verfahren dekontaminiertes Material und rechts Pyrolyseöl aus dem Dekontaminationsprozess. Foto: Fraunhofer Umsicht

500 mbar abgesenkt, verringert sich der PAK-Gehalt deutlich auf rund 100 mg/kg. Dies resultiert aus den durch den Unterdruck herabgesetzten Siedepunkt der enthaltenen PAK.

Um den Richtwert von 25 mg/kg zu unterschreiten, wird zusätzlich kontrolliert ein Oxidationsmittel wie Luft gepulst hinzugeben. Durch das zusätzliche „Cracking“ wird der Richtwert unterschritten und bei weiterer Erhöhung der Verweilzeit sinkt der PAK-Gehalt bis unter die Nachweisgrenze von 1 mg/kg.

## Stufe 1: Pyrolyse

Zuerst wird der PAK-haltige Straßenaufbruch über ein Becherwerk mit Materialschleuse in einen gasdichten Pyrolyse-Drehrohrofen transportiert. Das Material wird in sauerstofffreier Atmosphäre auf etwa 400 °C erhitzt. Die hierfür benötigte Wärme wird extern über einen außen

liegenden Mantel eingebracht, der mit heißem Rauchgas umströmt wird.

Beim Anfahren wird dies über die Verbrennung von Erdgas bereitgestellt, nach dem Erreichen des erforderlichen Temperaturniveaus wird das Erdgas durch Produktgas aus der Dekontamination ersetzt. In dieser ersten Verfahrensstufe werden kurzkettige PAK-Verbindungen mit niedrigerem Siedepunkt aus dem Straßenaufbruch zersetzt oder in die Gasphase überführt. Die Temperaturen liegen dabei unterhalb des Punktes des Quarzsprungs. Die Festigkeit des Gesteinsmaterial bleibt damit unbeeinträchtigt. Die Rotation des Reaktors stellt dabei eine ausreichende Durchmischung des Förderguts sicher.

## Stufe 2: Oxidieren

Für die vollständige Dekontamination wird das heiße Gestein anschließend aus dem Drehrohrofen in eine zweite Reaktorkammer, die Mischereinheit, überführt. Durch den darin herrschenden Unterdruck von etwa 500 mbar wird der Siedepunkt der PAK-Verbindungen weiter herabgesetzt, sodass sich bei gleichbleibender Reaktortemperatur nun langkettige Kohlenwasserstoffen zersetzen.

Durch die gezielte Zugabe von Oxidationsmitteln wie Luft in dieser Reaktionszone wird sichergestellt, dass das Gestein nun vollständig dekontaminiert wird.

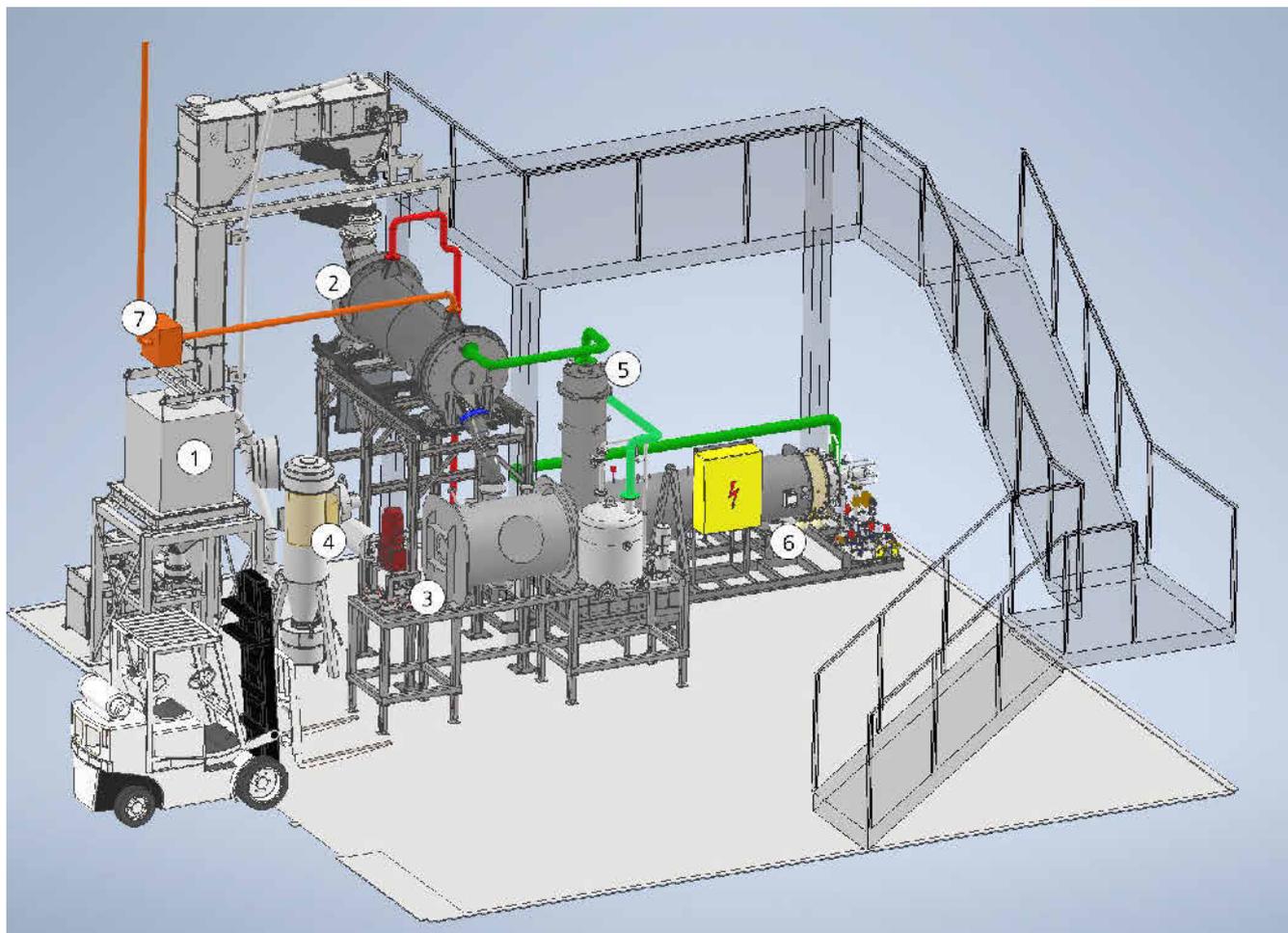
Anschließend wird das heiße Material über eine Schleuse ausgetragen und kann nach dem Abkühlen als Sekundärrohstoff wiederverwertet oder direkt in einem Mischwerksprozess weiterverarbeitet werden.

## Heißgas für die Beheizung

Die bei der Dekontamination entstehenden Dämpfe werden danach von

### INNO-TEER

Das mit Fraunhofer-Eigenmitteln finanzierte Projekt „Inno-Teer“ startete am 1. April 2022 mit einem Projektvolumen von 3,5 Mio. €. Neben dem Aufbau der Demonstrationsanlage für die thermische Behandlung bei Fraunhofer Umsicht in Oberhausen beschäftigen sich weitere drei Fraunhofer-Institute mit dem Projekt: mit der Transportlogistik für Straßenaufbruch in Deutschland, mit einer Sortiertechnik zur Vorselektion und Separation von PAK-belastetem Material und der Ökobilanzierung des Gesamtprozesses.



Die Dekontaminationsanlage für teerhaltigen Straßenaufbruch in einer Konstruktionsansicht. 1=Zufuhrsystem, 2=Drehrohrofen, 3= Dekontaminationseinheit, 4=Entstaubung, 5=Kühler, 6=Brennkammer, 7=Rauchgasstrecke. Grafik: Fraunhofer Umsicht

Staubpartikeln gereinigt und in ein Kühlsystem weitergeleitet. Hier werden die kondensierbaren Bestandteile des Dampfes als Flüssigphase abgetrennt.

Ebenfalls besteht in der Demonstrationsanlage die Möglichkeit, den Prozessdampf direkt als Energieträger über die Brennkammer in das System einzuspeisen. Anschließend wird das verbleibende Gas in einer Hochtemperatur-Brennkammer bei etwa 1 200 °C mit einer Verweilzeit von rund 3 s abgefackelt.

Dieser Schritt dient neben der Bereitstellung des Heißgases für die Beheizung der Anlage auch als zusätzliche Sicherheitsstufe. Etwaige vorhandene Reststoffe, die in der vorherigen Behandlungsstufen nur in die Gasphase übergegangen sind und nicht vollständig zersetzt wurden, werden in dieser Stufe verbrannt. Das verbleibende Abgas kann über einen Kamin an die Umgebungsluft abgegeben werden.

Eine Demonstrationsanlage mit einer Kapazität von 500 kg Straßenaufbruch

pro Stunde ist am Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik Umsicht in Oberhausen seit April 2024 in Betrieb. Dort wird der Langzeitbetrieb des Verfahrens erprobt. Die Versuchskampagnen dienen dazu, den Prozess weiter zu verbessern und für die industrielle Anwendung vorzubereiten.

Langzeitdaten zum Emissionsverhalten sollen gesammelt werden, um auf genehmigungsrechtliche Fragestellungen und Umweltverträglichkeitsprüfungen bei Realisierungsprojekten vorbereitet zu sein.

### Industrialisierung

Die Grenzebach Maschinenbau GmbH mit Hauptsitz in Hamlar in Oberbayern hat die von Fraunhofer patentierte Technik lizenziert und plant das Upscaling der Anlagentechnik. Die Projektierung einer ersten industriellen Anlage mit dem Fraunhofer-Verfahren ist für Ende 2024 beim Eurovia Asphaltmisch- und Recyclingwerk Oberhausen in Nordrhein-West-

falen geplant. Vorgespräche mit Genehmigungsbehörden laufen.

Gemeinsam mit Fraunhofer wollen beiden Unternehmen im Verlauf der Zusammenarbeit auch ermitteln, für welche weiteren Anwendungsbereiche und Einsatzstoffe das Verfahren Vorteile bringen könnte. Aussichtsreich sind andere teer- oder PAK-haltige Einsatzstoffe wie teerhaltige Dachbahnen aus Altbeständen oder Ölsande. ■

Dr. Thomas Fehn

Gruppenleitung  
Chemisches Recycling  
und Downstreamprozesse  
am Fraunhofer-Institut für  
Umwelt-, Sicherheits- und  
Energietechnik Umsicht

thomas.fehn@  
umsicht.fraunhofer.de

Foto: Fraunhofer Umsicht







rung wird geprüft, ob die Entwässerung exponierter Gebäudeteile normgerecht nach dem aktuellen Stand der Technik ausgeführt wurde und ob Schutzvorrichtungen verbaut wurden. Das kann Rückwirkungen auf die beteiligten Planungs- und Ausführungsbetriebe haben.

Zum zweiten geeignete bauliche Maßnahmen treffen: Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) in Bonn informiert auf seiner Homepage zur „Naturgefahr Starkregen“. Die dort empfohlenen Maßnahmen, wie wasserdichte Türen und Fenster oder Schwellen vor Lichtschächten, Kellertreppen und Souterraineingängen, schützen gegen Überflutung. Sie bannen aber nicht die Gefahr des Rückstaus aus dem Kanal. Daher empfiehlt das BBK zusätzlich den Einbau einer Rückstausicherung.

Bevor die unterschiedlichen Verfahren der Rückstausicherung betrachtet werden, muss vor Ort festgestellt werden, ob und falls ja, in welchem Teil des Entwässerungssystems eine Rückstaugefahr besteht. Hat die Straße, in der der weiterführende Kanal liegt, ein Längsgefälle oder liegen Gebäudeteile und Regenspeicher unterhalb des Straßenniveaus, ist besondere Aufmerksamkeit gefordert. Anschauliche Darstellungen dazu enthält der „Ratgeber Überflutungs- und Rückstauschutz“.

Die maßgebende Rückstauenebene legen Betreiber der öffentlichen Abwasseranlagen in den Entwässerungssatzungen fest. Ansonsten gilt laut DIN 1989-100 die Straßenoberkante über der Anschlussstelle des Grundstücks oder die Bordsteinkante als Rückstauenebene.

## Technische Option wählen

Der wirksamste Schutz gegen Rückstau ist, Ablaufstellen im Entwässerungssystem unterhalb der Rückstauenebene zu vermeiden. Dann braucht es keine zusätzliche Maßnahme. Ist dies nicht möglich, sind für die gefährdeten Teile eines Gebäudes Schutzmaßnahmen nötig, die in zwei Gruppen unterteilt werden:

1. Rückstauverschlüsse, die den Rückfluss aus dem Kanal verhindern, indem ein Klappen- oder Schiebermechanismus den betroffenen Zweig der Abwassersammelleitung verschließt;
2. Hebeanlagen, die Abwässer, die unterhalb der Rückstauenebene anfallen, in einem Sammelbehälter auffangen und von dort per Pumpe mit nachgeordnete-



Ein unterirdischer Regenspeicher wird vorbereitet. Hier wird das Dichtungsband in der Fuge des Betonbehälters eingelegt. Nach Verschrauben mit dem konischen Oberteil und Fertigstellen sämtlicher Einbauten kann der Kran des Lieferfahrzeugs den Speicher direkt in die Baugrube versetzen. Foto: Mall

ter Rückstauschleife über die Rückstauenebene in den Kanal fördern.

Beide Systeme arbeiten automatisch, sobald die Rückstausituation eintritt. Diese Grundvoraussetzung muss jede Rückstausicherung erfüllen. Manuell betriebene Systeme sind nicht zulässig. Die DIN 1986-100 zu Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke gibt vor, in welchem Anwendungsfall welche der Schutzmaßnahmen verwendet werden muss. Hebeanlagen sind im Vergleich zu Rückstauverschlüssen sicherer, jedoch teurer, sowie aufwendiger bei Bau, Betrieb und Wartung.

## Regenspeicher unterirdisch

Bei der Planung ist darauf zu achten, dass nur Ablaufstellen, die sich unterhalb der Rückstauenebene befinden, an die Rückstausicherung angeschlossen werden dürfen. Alle Ablaufstellen oberhalb der Rückstauenebene müssen im freien Gefälle hinter der Rückstausicherung in den Kanal geführt werden. Andernfalls würde nach dem physikalischen Prinzip kommunizierender Gefäße im Rückstaufall bei geschlossener Rückstausicherung das Abwasser der Ablaufstellen über der Rückstauenebene bewirken, dass Abwasser aus den darunter liegenden Ablaufstellen in das Gebäude drückt.

Bei unterirdischen Regenspeichern außerhalb von Gebäuden ist wichtig, Leerrohre vom Speicher in den Gebäudekeller gemäß DIN 1989-100 grundsätzlich bei Wanddurchführungen mit Dichteinsätzen zu versehen. Das verhindert den Eintritt von Grundwasser aus dem Erdreich und von im Speicher angestautem Wasser in das Innere des Gebäudes. Leerrohre zum

Gebäude liegen eigentlich sicher oberhalb des maximalen Wasserspiegels. Trotzdem kann es in besonderen Fällen zur kompletten Füllung eines Speichers kommen. Bei Kanalanschluss des Speicherüberlaufs ist gemäß DIN EN 16941-1 für Vor-Ort-Anlagen für Nicht-Trinkwasser zudem generell ein Geruchverschluss notwendig.

Sollte die Sohle des Überlaufrohrs unterhalb der Rückstauenebene des Kanals liegen, zusätzlich ein Rückstauverschluss. Wenn dieser schließt, der Regenwasserzulauf von den Sammelflächen aber weiter anhält, baut sich im Speicher sowie in den Sammel- und Verteilleitungen ein zusätzlicher Rückstau auf. Niedrig gelegene Regenwasserabläufe, undichte Fallrohre oder die sich hebende Speicherabdeckung können eine Entlastung bewirken und das Gelände überfluten. Das darf nicht zu Sach- und Gebäudeschäden führen, auch nicht bei Nachbarn, und ist bei großen Liegenschaften gegebenenfalls in einen Überflutungsnachweis gemäß DIN 1986-100 einzubeziehen.

Für unterirdische Regenspeicher, in DIN 1986-100 Tabelle 4 „Erdspeicher“ genannt, gelten bei der Auswahl der Schutzmaßnahmen gegen Rückstau dennoch vereinfachte Regeln. Auf die Forderung nach einer teuren Hebeanlage mit Rückstauschleife, die den Abfluss in jedem Fall gewährleisten würde, wird verzichtet – möglicherweise wegen der Verhältnismäßigkeit. Was kann passieren, außer der oben genannten Überflutung des Grundstücks bei anhaltendem Regen? Grundsätzlich besteht bei Kanalarückstau die Möglichkeit einer Fehlfunktion der Verschlüsse, beispielsweise wenn feste Stoffe den Schließmechanismus blockieren. Die Kontamination des Speicherinhalts durch

Abwasser vom Kanal lässt sich jedoch durch Reinigen und Neubefüllen des Speichers leicht beheben.

Das Potenzial an Störstoffen ist bei Rückstau aus dem Mischkanal größer, auch der Grad der Kontamination des Speicherinhalts im Falle von Fehlfunktionen. Der Regelgeber verlangt dann hochwertigere Rückstauverschlüsse als bei Anschluss an einen Regenkanal. Die einzelnen Typen von Rückstauverschlüssen und deren Verwendungszweck beschreibt DIN EN 13564-1.

## Regenspeicherüberlauf

Liegt der Überlauf unterhalb der Rückstauenebene, fordern die in diesem Punkt gleich lautenden Normen DIN 1989-100 und 1986-100 beim Ableiten von Regenwasser aus unterirdischen Speichern in den Mischwasserkanal einen der folgenden Rückstauverschluss-Typen:

- Typ 2: Rückstauverschlüsse für die Verwendung in horizontalen Leitungen mit zwei selbsttätigen Verschlusselementen und einem Notverschluss (der mit einem der beiden selbsttätigen Verschlüsse kombiniert werden kann);
- Typ 3: Rückstauverschlüsse für die Verwendung in horizontalen Leitungen mit einem durch Fremdenergie meist elektrisch oder pneumatisch betriebenen selbsttätigen Verschlusselement und einem vom diesem Verschluss unabhängigen Notverschluss;
- Typ 5: Rückstauverschlüsse, die in Ablaufgarnituren oder Bodenabläufen eingebaut sind, mit zwei selbsttätigen Verschlusselementen und einem Notverschluss (der mit einem der beiden selbsttätigen Verschlüsse kombiniert werden kann).

Dabei ist zu beachten, dass die Typen 3 und 5 Fremdenergie benötigen und deshalb weniger verwendet werden.

Liegt der Überlauf unterhalb der Rückstauenebene, fordern die in diesem Punkt gleich lautenden Normen DIN 1989-100 und 1986-100 beim Ableiten von Regenwasser aus unterirdischen Speichern in den Regenwasserkanal einen der folgenden Rückstauverschluss-Typen:

- Typ 0: Rückstauverschlüsse für die Verwendung in horizontalen Leitungen mit einem einzelnen selbsttätigen Verschlusselement;
- Typ 1: Rückstauverschlüsse für die Verwendung in horizontalen Leitungen mit einem selbsttätigen Verschlussele-



**Ein unterirdischer Regenspeicher** nach Einbau: Der Blick geht von unten in Richtung geöffneter Abdeckung und Filterkasten, der zur Reinigung entnommen wird. Der schwarze Filterwannen-Zulauf ist links zu sehen, der Überlauf befindet sich nach rechts auf gleicher Höhe. Hier ist kein Geruchverschluss notwendig, da nicht in den Kanal entwässert wird. Foto: Mall



**Der Konus für einen unterirdischen Regenspeicher** beim Einbau im Gelände. Zu sehen sind auch die vormontierte schwarze Filterwanne und der Überlauf inklusive Geruchverschluss und Rückstauverschluss, da in den Kanal entwässert wird. Foto: Mall



**Ein Speicher** zur gedrosselten Ableitung oberhalb der Rückstauenebene ist ein Element des kommunalen Starkregen-Risikomanagements. Die Pumpe „Jano T“ von Mall entleert nach jedem Regenereignis das Rückhaltevolumen oben. Das Nutzvolumen unten wird davon unabhängig vom Regencenter im Gebäude gefördert. Foto: Mall

ment und einem zusätzlichen (manuellen) Notverschluss (der mit dem selbsttätigen Verschluss kombiniert werden kann);

- Typ 2: Rückstauverschlüsse für die Verwendung in horizontalen Leitungen mit zwei selbsttätigen Verschlusselementen und einem Notverschluss (der mit einem der beiden selbsttätigen Verschlüsse kombiniert werden kann).

In all diesen Fällen gilt: Bei Anschluss des Regenspeicherüberlaufs an den Regen- und den Mischwasserkanal, können die genannten Rückstauverschlüsse in den Regenspeicher integriert oder in einem separaten Schacht angeordnet werden.

## Kommunale Prävention

Derzeit werden in Deutschland nach Angaben des Statistischen Bundesamts (Destatis) Tag für Tag mehr als 50 ha Fläche für Verkehrswege und Siedlungsflächen sowie Gewerbe und Industrie neu belegt. Selbst wenn der versiegelte Flächenanteil prozentual zurückgeht, erhöht die Vergrößerung der Einzugsgebiete die Gefahr von Rückstau in bestehenden Kanälen weiter.

Kommunen erstellen daher zunehmend Hochwasser- und Starkregen-Gefahrenkarten als Grundlage für weitere Maßnahmen wie die Schaffung kommunaler Rückhalteflächen an exponierten Stellen. Gezielte städtebauliche Anpassungen im Sinne einer blau-grünen Infrastruktur sollen die Gefährdungslage entschärfen. Sie beziehen konsequenterweise auch private Flächen ein, wie die im September 2014 initiierte „Gründachstrategie Hamburg“.

Finanzielle Zuschüsse oder Auflagen für Grundstückseigentümer zur Retention von Oberflächenwasser und, falls die Versickerung nicht möglich ist, dessen gedrosselte Abgabe in den Kanal, haben dasselbe Ziel. Dazu sind seit mehr als 20 Jahren Retentionszisternen im Einsatz, die als Rückhalteeinrichtungen für Regenwasser dienen und zugleich dessen Nutzung ermöglichen. So werden flächendeckend enorme Rückhaltevolumina für Extremniederschläge geschaffen und damit die Gefahr eines Rückstaus in den Kanälen verringert. Die Maßnahmen sind bekannt, die Produkte vorhanden. Bis derartige Elemente eines zukunftsfähigen Entwässerungssystems in der Fläche Wirkung zeigen, dauert es jedoch Jahrzehnte – ein Wettlauf mit dem Klimawandel. ■



Dipl.-Ing.  
**Klaus W. König**

Freier Journalist

mail@klauswkoenig.com

Foto: König



Das Kellern von Trauben ist das Herz der Weinherstellung. Neben dem köstlichen Wein fallen bei der weiteren Verarbeitung auch komplexe Abwässer an, die vor allem die Aufreinigungsleistung kleinerer kommunaler Kläranlagen übersteigt.  
Foto: PantherMedia/Elmar Gubisch

**Biobasiertes Flockungsmittel**

# Komplexe Abwässer einfach reinigen

Zwei Fraunhofer-Institute haben ein neues Flockungsmittel auf Basis agroindustrieller Abfallströme entwickelt. Es kann Abwässer aus der Lebensmittelverarbeitung ebenso erfolgreich reinigen wie synthetische Flockungsmittel. Der Clou: Durch die Zugabe eines Enzyms polymerisieren Phenole und sedimentieren im Folgenden.

**W**ein und Olivenöl sind im deutschen Sprachraum der Inbegriff für den mediterranen Lebensstil. Was nicht immer bedacht wird: In beiden Lebensmitteln steckt neben gutem Geschmack eine Menge Arbeit und der Herstellungsprozess resultiert in Abwässern, die gar nicht nach „Dolce Vita“ klingen. Das gilt natürlich auch für die Weinproduktion hierzulande.

Vorwiegend während der Erntezeit entstehen Abwässer, die Säuren, organische Stoffe, so auch aromatische Verbindungen wie Phenole, sowie Partikel,

Kolloide und Trübstoffe, die Kläranlagen vor Herausforderungen stellen. Aromatische Verbindungen können beispielsweise für Mikroorganismen im Belebungsbecken toxisch sein. Gerade kleinere Kläranlagen stoßen dabei an ihre Grenzen, vor allem wenn man bedenkt, dass bei der Herstellung von 1 l Olivenöl 1 000 l Abwasser entstehen<sup>1)</sup>. Verlängerte Belüftungszeiten und der daraus resultierende erhöhte Energieaufwand sind die Folge.

Flockungsmittel sind typische Vorklärungsmittel. Mit ihnen lassen sich Abwässer effektiv und lokal am Ort der Entstehung aufreinigen, um die kommunale Klärung zu entlasten. Sie bewirken, dass Schwebstoffe, Kolloide und andere In-

haltsstoffe größere Flocken bilden, die zu Boden sinken und so abgetrennt werden können.

Für diese Mittel kommen meist fossilbasierte Polymere oder anorganische Metallsalze zum Einsatz, die nicht biologisch abbaubar sind. Ein weiterer Nachteil ist, dass der resultierende Schlamm nur noch thermisch verwertet werden kann. Wertvolle Inhaltsstoffe wie Nährstoffe gehen dabei verloren.

**F U ß N O T E**

<sup>1)</sup> [www.chemie.de/news/143952/herstellung-von-olivenoel-erzeugt-giftiges-abwasser.html](http://www.chemie.de/news/143952/herstellung-von-olivenoel-erzeugt-giftiges-abwasser.html)

## Flockungsmittel aus Abfall

Zwei Fraunhofer-Institute, das für Angewandte Polymerforschung IAP in Potsdam und das für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB in Stuttgart, haben hier angesetzt und ein Flockungsmittel entwickelt, das Abwasser mit komplexen Inhaltsstoffen effektiv reinigt und vermutlich biologisch abbaubar ist, da es biologischen Ursprungs ist. Sie bedienen sich des vollständig biologisch abbaubaren Chitosans, einem Biopolymer aus Zuckermolekülen und Aminogruppen.

Diese „Polyaminosaccharid“ kann aus Chitin, der strukturellen Komponente in Krebstierschalen, Insektenhäuten und Pilzzellwänden, gewonnen werden. Es wird chemisch zu Chitosan umgesetzt. Diese Deacetylierung sorgt dafür, dass beim Chitosan mehr freie Aminogruppen vorhanden sind, weshalb Chitosan in wässrigen Lösungen gut löslich ist.

Und Chitosan ist keine exotische Substanz: Mit Chitosan-basierten Chemikalien werden beispielsweise Schwimmbäder und Teiche gereinigt. Und durch die Zunahme an Pilz- und Insektenzüchtungen in Deutschland ist der Rohstoff Chitin bald lokal in großen Mengen kostengünstig verfügbar, was ein Plus an Nachhaltigkeit und Versorgungssicherheit bedeutet.

## Enzym hilft Flockung

Um dieses Flockungsmittel auf komplexe Abwässer anzupassen, haben Fachleute beider Fraunhofer-Institute Chitosan mit dem Enzym Laccase kombiniert. Dieses Enzym kommt in mehreren Pflanzen, Pilzen und Bakterien vor und hat in der Natur zwei Funktionen: Es hilft, aromatische Monomere zu Lignin zu verknüpfen beziehungsweise Lignin in diese Ausgangsstoffe zu zerlegen. Dies geschieht durch den katalytischen Einbau des Luftsauerstoffs in die Struktur des Aromaten.

Neben seinen natürlichen Zielmolekülen kann die Laccase auch weitere Substrate oxidieren. Eine Vielzahl von phenolischen Substanzen kann auf diesem Wege oxidiert werden – und dies macht das Enzym für verschiedene industrielle Anwendungen interessant. Im Falle der phenolischen Substanzen in den Abwässern führt die Oxidation dazu, dass diese kleinen Moleküle polymerisieren und sich dann als Polyphenole ausflocken lassen. Die Fraunhofer-Fachleute nennen dieses biobasierte Flockungsmittel „LaChiPur“.



**Rotweinabwasser** wurde im Labor mit Laccase-funktionalisiertem Chitosan gereinigt. Mit dem Chitosan flocken Schwebstoffe und andere Inhaltsstoffe aus, durch das Enzym werden phenolische Verbindungen oxidiert und flocken anschließend als schwerlösliche Polyphenole aus. Die gelbbraunen Flocken setzen sich am Boden des Becherglases ab. Foto: Fraunhofer IGB

## Natur wirkt

LaChiPur zeigt für saisonale agroindustrielle Abwässer eine Flockungsleistung, die mit metallsalzhaltigen Koagulations- oder fossil-basierten Flockungsmitteln vergleichbar ist: Die Testergebnisse zeigten Eliminationsleistungen von jeweils 92 und 94 % bezüglich Trockensubstanz und Trübung bei der Behandlung von Olivenmühlenabwasser. Die Kombination mit Laccase ermöglicht eine synergistische Wirkung. Das Enzym oxidiert phenolische Substanzen und bewirkt eine Polymerisierung dieser, die bereits partiell durch die Enzymaktivität ausfallen. Der Chitosananteil dient der Flockung und kann dann Trübstoffe wie auch Polyphenole sedimentieren. Beispielsweise wies diese Kombination Phenol-Abbauratens von bis zu 82 % bei der Aufreinigung von Rotweinabwässern auf.

Aufgrund dieser Eigenschaften ist es zudem für die Reinigung bestimmter Textilabwässer oder den Einsatz zur Spurenstoffeliminierung in der Trinkwasseraufbereitung interessant. Die Farbstoffe, mit denen Textilien gefärbt werden, haben zum Teil ebenfalls phenolische Strukturen und eignen sich daher auch zu einem Abbau mit dem LaChiPur.

Ein weiterer Vorteil des Produkts besteht darin, dass sich Klärschlamm durch den Verzicht auf konventionelle Flockungsmittel besser vergären lassen. Dies erhöht die Biogausbeute.

## Ausblick

Die Fraunhofer-Institute suchen jetzt den Kontakt zur Praxis. Sie freuen sich über eine Nachricht, um das neue Verfahren gemeinsam mit Partnern aus der Industrie zu verbessern und zu skalieren. Fallen in einem Unternehmen komplexe Abwässer oder Prozesswässer an, bieten sie an, diese versuchsweise im Labor mit LaChiPur zu behandeln und das Flockungsmittel bei Bedarf anzupassen. ■

Dr.-Ing.  
**Thomas Hahn**

Innovationsfeld  
Industrielle Biotechnologie  
im Fraunhofer-Institut  
für Grenzflächen- und  
Bioverfahrenstechnik IGB

thomas.hahn@  
igb.fraunhofer.de

Foto: Fraunhofer IGB



M.Sc.  
**Diego Eufrazio Lucio**

Innovationsfeld  
Wassertechnologien,  
Wertstoffrückgewinnung &  
Scale-up im Fraunhofer IGB

diego.eufrazio.lucio@  
igb.fraunhofer.de

Foto: Fraunhofer IGB



Unternehmen auf dem Weg in die Kreislaufwirtschaft

# Zerkleinern und jetzt auch verpacken

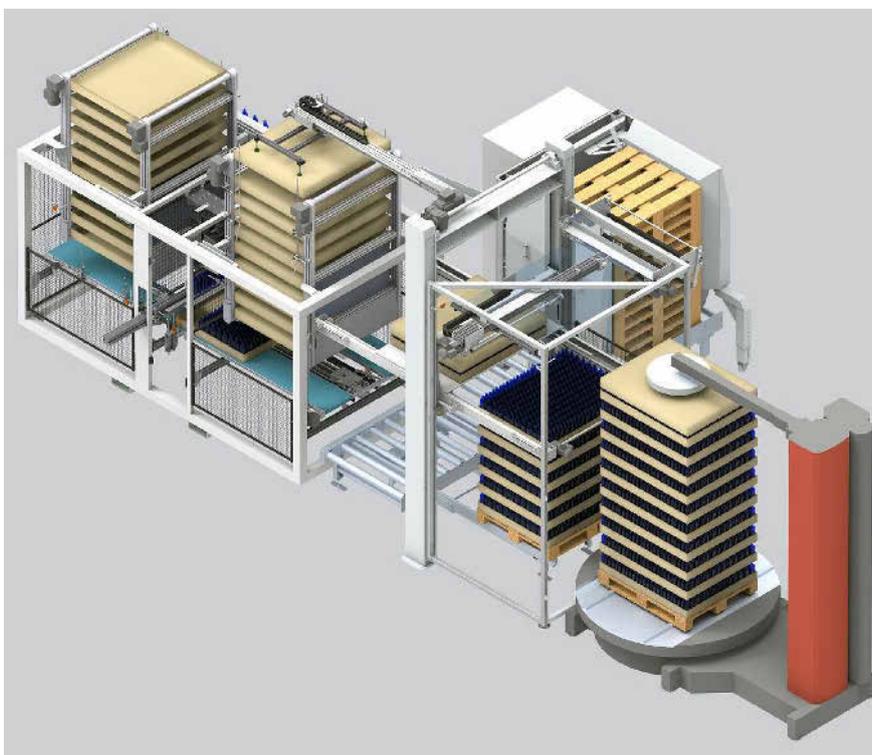
Ein Maschinenbauer in Unterfranken begibt sich auf den Weg, ein Komplettanbieter für Kunststoffverarbeiter zu werden. Dessen Maschinen, die bislang Abfälle und Produktionsreste zerkleinern, verpacken jetzt auch Kunststoffhohlkörper wie blasgeformte Flaschen, Kanister und Tanks. Für das Unternehmen ist das ein Schritt in Richtung Kreislaufwirtschaft.

**A**ls Hersteller leistungsstarker Schneidmühlen zum Zerkleinern von Produktionsresten und Abfällen ist das Unternehmen Getecha in Aschaffenburg, Unterfranken, eine feste Größe in der Kunststoff- und Recyclingtechnik. Inzwischen stattet das Unternehmen seine Kunden aber auch mit Systemlösungen aus, die weitere Etappen im Lebenszyklus polymerer Produkte erfassen. Ein anschauliches Beispiel hierfür ist die Realisierung von Verpackungs- und Verschlussanlagen für blasgeformte Flaschen und Kanister.

Ein Leitgedanke bei der Umsetzung von Kreislaufsystemen in der Kunststofftechnik ist das möglichst lückenlose Product-Lifecycle-Management, kurz PLM. Das gilt nicht zuletzt auch für Behälter, die im Extrusionsblasformen hergestellt werden.

Das für seine Trichter- und Einzugs-mühlen bekannte Unternehmen hat sein Angebot daher um Anlagen ergänzt, die mit dem automatisierten Verschließen und Verpacken blasgeformter Flaschen, Kanister und Tanks weitere Etappen im Lebenszyklus dieser Hohlkörper-Produkte abdecken. „Mit dieser Programmerweiterung setzen wir unseren Weg zum Komplettanbieter automatisierter Systemlösungen für die Kunststoffverarbeiter fort“, sagt Christine Rosenberger, Geschäftsführerin von Getecha.

Konkret stattet das Unternehmen Anwender der Blasformtechnik nun nicht mehr nur mit Mühlen zum Zuführen und Zerkleinern kleiner und großer Kunststoffbehälter und Quetschbutzen aus,



**Bis zu 6000 blasgeformte Flaschen** können in den hochautomatisierten Anlagen des Aschaffener Unternehmens Getecha stündlich chargiert und verpackt werden. *Grafik: Getecha*

sondern auch mit halb- und vollautomatischen Anlagen zum Verschließen, Chargieren, Stapeln und Folienverschweißen der Fertigprodukte.

## Pipetten, Fässer zerkleinern

Zu jenen Mühlen, die bei Anwendern der Blasformverfahren sehr gefragt sind, gehören die Modelle der RotoSchneider-Serie. Wo kleine Pipetten, Ausschussflaschen und Butzen mit Volumen von

bis zu 250 ml fertigungsintegriert (inline) oder produktionsnah (offline) zu zerkleinern sind, kommen häufig die kompakten Beistellmühlen vom Typ GRS 180/300 zum Einsatz. Diese verfügen über offene Drei- oder Vier-Messerrotoren und nehmen das zu zerkleinernde Material sehr gut auf.

„Für Sauberraum-Anwendungen liefern wir diese Mühlen auch mit Schleusen-zuführung“, betont Rosenberger. Solen hingegen Kanister und Tanks mit



ZUKUNFT GESTALTEN: SMART • EFFIZIENT • NACHHALTIG

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

Volumen von bis zu 30 l bearbeitet werden, so entscheiden sich viele Blasformtechniker für Trichtermühlen der Baureihen RS 2400, RS 30000 oder RS 38000. Sie sind auf hohe Effizienz ausgelegt und ziehen trotz kleiner Rotordurchmesser selbst große Behälter zuverlässig ein.

Für das zügige Aufnehmen und schnelle Zerkleinern voluminöser Teile werden diese werkseitig mit supertangentialen Mahlgehäusen und Segmentrotoren mit versetzten Messerreihen ausgestattet. Während dann eine RS 2404-B mit 3x2 Messern, einem Rotorschneidkreis von 240 mm und einem 5,5-kW-Antrieb einen Stundendurchsatz von bis zu 160 kg erzielt, zerkleinert eine RS 38060-B bis zu 600 kg Material stündlich. Sie arbeitet ebenfalls mit 3x2 Messern, hat aber einen Schneidkreis von 380 mm und einen Antrieb mit 22 kW.

Wo in der Blasformtechnik das Aufkommen an Ausschuss oder Resten besonders hoch ist, sind es dann die Großmühlen der Serie RS 8000, die den Prozessschritt des Zerkleinerns mit einem Schneidkreis von 800 mm abdecken. Sie zerkleinern Tanks und Fässer mit bis zu 220 l Volumen hochqualitativ und energiesparend mit Durchsatzleistungen von bis zu 3000 kg/h. „Je nach Branche und Umgebung legen wir diese Zentralmühlen auch als Sauberraum-Modelle, in Edelstahl-Ausführung oder als Nassmühlen aus – beispielsweise für den Einsatz in Pharma- und Lebensmittel-Produktionen. Abgesehen davon wird nahezu jede unserer Schneidmühlen kundenspezifisch konfiguriert und mit Zubehörkomponenten auf den konkreten Einsatzfall abgestimmt“, berichtet Rosenberger.

## Flaschen dicht zuschrauben

Die gleichen Maßstäbe hinsichtlich der kundenspezifischen Anpassung setzt das Unternehmen seit vielen Jahren bei der Projektierung der Zu- und Abführtechnik sowie der Abluft- und BigBag-Anlagen um. Speziell mit Blick auf die Ansprüche der Hersteller von Kunststoffbehältern hat das Unternehmen sein Portfolio nun aber auch um Verschließ- und Verpackungsanlagen für die Blasformtechnik ergänzt. Für Anwender beispielsweise, die Behälter verschließen müssen, verwirklicht Getecha maßgeschneiderte Kappenschraub-Automaten.

Zu wessen Angebot hingegen das Verpacken fertiger Flaschen und Kanister



**Blick in Getechas Kanisterverpackungsanlage:** Die Kanister werden lagenweise eingeschweißt. Die überstehende Folie wird abgeschnitten, anschließend schrumpft die Folie bei bis zu 200 °C. Foto: Getecha

gehört, den stattdessen das Unternehmen mit Chargier- und Folienschweißlinien aus. „Auf diese Weise stellen wir unseren Kunden nun Anlagenlösungen für weitere Etappen bei der Produktion von Hohlkörper-Produkten bereit. Zugleich unterstützen wir damit die Umsetzung moderner Kreislaufsysteme in der Kunststofftechnik, die der Idee des Product-Lifecycle-Management folgen“, sagt Rosenberger.

Die Kappenschraub-Stationen sind so flexibel ausgelegt, dass sie sich zur Applikation noch leerer Kanister eignen – etwa aus Gründen des Staubschutzes – oder zum drehmomentgenauen und dichten Verschließen gefüllter Kanister. Inklusiv Zuführtechnik beanspruchen sie eine Stellfläche von nur 2000 x 3500 mm und eignen sich für Kanister mit wechselnden Höhen von 300 bis 600 mm und Breiten von 150 bis 300 mm.

Je nach Anforderung realisiert sie Getecha in vollautomatisierter Ausführung oder für Handbetrieb sowie mit automatischer oder manueller Rezepturvorgwahl. Bei einer Zykluszeit von etwa 13 s pro Kappe verschließt ein solcher Automat bis zu 330 Behälter stündlich.

## Palettieren & einschweißen

Für das Chargieren und Verpacken blasgeformter Flaschen können die Anlagen mit unterschiedlichem Automatisierungsgrad bereitgestellt werden. Im einfachsten Fall als Ladentisch zum manuellen Verpacken kleiner Losgrößen oder als Halbautomat oder als vollautomatisierte Systemlösung. Standardmäßig legt das Unternehmen diese Anlagen für runde, eckige und ovale Flaschen mit Volumen von 100 ml bis 2,0 l sowie für Stundenleistungen von bis zu 6000 Flaschen aus.

Vollautomatisiert umfasst eine solche Linie das reihenweise Versetzen und Chargieren der Flaschen, das Vereinzeln und Vorlegen der Paletten, die Zuführung der Trays, das Falten und Kleben der Trays, das Auflegen von Lagen- oder Stapelfolien (und Deckeln) sowie das Folienstrecken und Etikettieren der Stapel. „Eine solche Anlage ermöglicht die Realisierung individueller Packmuster und lässt sich in das BDE-System des Anwenders einbinden. Außerdem integrieren wir auf Wunsch die weiterführende Fördertechnik – etwa zur Materialpufferung“, sagt Rosenberger.

Ganz ähnlich verhält es sich mit den Folienanlagen zum Einschweißen von Hohlkörpern. Sie bieten bereits in der Standardversion ein hohes Maß an Wirtschaftlichkeit und Flexibilität, eignen sich für Kanister mit Volumen von bis zu 50 l und bewältigen bis zu 1200 Kanister pro Stunde. Auch hierbei werden alle nötigen Prozessschritte wie Aufstapeln und Etikettieren vollautomatisiert abgearbeitet, wobei die Programmierung der Kanisterorientierung und die Einhaltung spezieller Packmuster möglich ist. Der Output mehrerer Blasformmaschinen mit unterschiedlichen Packmustern und Behältergrößen lässt sich auf einer solchen Chargier- und Schrumpftunnelanlage zusammenführen. „Darüber hinaus können wir die Technologie unserer Schraubautomaten einbinden, sodass das integrierte Aufsetzen von Kappen und das winkel- und drehmomentgesteuerte Aufschrauben von Verschlüssen möglich ist“, ergänzt Rosenberger.

Wie bereits bei den Zerkleinerungslinien deckt das Unternehmen auch bei den Verschließ- und Verpackungsanlagen für die Blasformtechnik das gesamte Leistungsspektrum von der Entwicklung bis zur Inbetriebnahme beim Kunden ab. ■

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



**Julius Moselweiß**

Freier Fachjournalist

[kiefer@kiefermedia.eu](mailto:kiefer@kiefermedia.eu)

Foto: privat

## PFAS-kontaminiertes Grundwasser reinigen

# Umweltfreundlicher Abbau von PFAS

Ein Industriepark in der Schweiz setzt auf eine innovative Technik, um Grundwasser, das mit den langlebigen per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS) belastet ist, zu reinigen. Mittels einer Aufkonzentrierung und einem piezoelektrischen Katalysator, den ein Spin-off der ETH Zürich entwickelt hat, lassen sich mehr als 99 Prozent aller PFAS zerstören.

**P**FAAS sind Industriechemikalien, die aufgrund ihrer unübertroffenen Leistung in diversen Produkten und Prozessen eingesetzt werden. Die extrem langlebigen Chemikalien können sich jedoch über das Wasser rasch in der Umwelt verbreiten und stellen aufgrund ihrer Bioakkumulation ein hohes gesundheitliches Risiko dar.

Dieser Problematik begegnen Unternehmen und Gesetzgeber mit bedeutsamen Anstrengungen für die Beseitigung bestehender und die Verhinderung zukünftiger Kontamination.

Ein typisches Beispiel dafür findet sich bei einem Industriepark in der Schweiz. Der Boden sowie das Grundwasser auf dem Gelände sind dort durch einstige Feuerwehrlösungen mit PFAS-haltigem Löschschaum belastet. Um eine Kontamination lokaler Gewässer zu verhindern, wurde eine hydraulische Barriere errichtet. Zudem wird das mit bis zu 1 500 ng/l PFAS belastete Grundwasser abgepumpt und mittels Adsorption an Aktivkohle gereinigt. Da dieser Ansatz mit Blick auf die anfallenden PFAS-kontaminierten Sekundärabfälle langfristig nicht zufriedenstellend ist, sucht der Industrieparkbetreiber nach Alternativlösungen.

Hieraus entstand eine Zusammenarbeit mit Oxyle, einem 2020 von der Ingenieurin Dr. Fajer Mushtaq und dem Ingenieur Dr. Silvan Staufert gegründeten Spin-off der ETH Zürich. Oxyle mit Sitz in Schlieren, einem Vorort von Zürich, kommer-



**Der Piezokatalysator** aus der Schweiz wird in Form von etwa 5 mm großen Zylindern hergestellt. Dies stellt einen tiefen Druckverlust im Reaktorbett, sowie eine einfache Handhabung sicher. Foto: Daniel Kunz/Adliswil

zialisiert Lösungen für das Entfernen organischer Mikroverunreinigungen mit einem neuartigen Destruktionsverfahren. Im Gegensatz zu den etablierten, Adsorptions-basierten Methoden werden hierbei PFAS sowie Pestizide, Medikamente und andere Schadstoffe katalytisch abgebaut. Dies hilft, beispielsweise PFAS-kontaminierte Sekundärabfälle zu vermeiden.

## Piezoeffekt gegen PFAS

Das Herzstück des Prozesses bildet ein piezoelektrischer Katalysator. Das nanoporöse Material bietet eine hohe Oberfläche für die Adsorption organischer Mikroverunreinigungen wie PFAS. Unter Nutzung des piezoelektrischen Effekts werden mechanische Einflüsse wie die Bewegung von fließendem Wasser in elektrische Potenziale umgewandelt. Dies wiederum löst Reduktions- und Oxidationsreaktionen aus und die adsorbierten Verunreinigungen werden schrittweise in ihre mineralischen Bestandteile aufgelöst. Ein Beispiel: Der Piezoeffekt zerlegt Perfluorsulfonsäuren, typische PFAS, in Fluorid-Ionen ( $F^-$ ), Sulfat-Ionen ( $SO_4^{2-}$ ) und Kohlendioxid ( $CO_2$ ).

Dieses Verfahren bietet zwei Hauptvorteile gegenüber anderen Destruktionsmethoden wie der Elektrooxidation oder chemisch-thermischen Verfahren wie der superkritischen Wasseroxidation und der hydrothermalen Alkalibehandlung:

Zum Ersten lassen sich Piezokatalysatoren durch in der Wasserbehandlung bewährte Techniken wie turbulente Strömung oder Belüftung aktivieren. Damit kann beim Anlagenbau auf etablierte Bauteile bewährter Hersteller zurückgegriffen werden, was eine technische Implementation stark beschleunigt. Daraus resultiert zudem ein niedriger Energieverbrauch



ZUKUNFT GESTALTEN: SMART • EFFIZIENT • NACHHALTIG  
Alle Rechte vorbehalten. Dieses Dokument ist ausschließlich für die interne Verwendung bestimmt. Weitergabe und kommerzielle Verwendung sind nicht gestattet.

von unter 1 kWh/m<sup>3</sup>, der zehn- bis 15-mal tiefer liegt als beim nächstbesten Verfahren, der Elektrooxidation. Auch die Betriebskosten werden dadurch auf ein akzeptables Niveau verringert.

## Der Reaktor

In einem Wirbelbettreaktor werden die etwa 5 mm großen Katalysatorpartikel durch den Aufstrom des Wassers aktiviert. Die Maximierung der Energieeffizienz des Prozesses erfordert eine akkurate Kontrolle der Fluidynamik durch eine speziell optimierte Reaktorgeometrie.

Da die Skalierung des Strömungsverhaltens komplex ist, nutzt Oxyle dafür zurzeit einen Scale-Out-Ansatz. Das heißt, die Optimierung der Strömung wird in einer Reaktorkartusche mit fixen Dimensionen durchgeführt. Die gewünschte Flussrate wird durch Parallelbetrieb mehrerer Kartuschen erzielt, die benötigte Verweilzeit durch Serienschaltung erreicht. Die benötigte Kontaktzeit hängt von der Art und Konzentration der PFAS sowie der Ablaufwerte ab und liegt in der Praxis oft zwischen 30 und 60 Minuten.

Die geschickte Integration dieses Schrittes in einen Wasserbehandlungsprozess bietet weiteres Potenzial zur Verringerung der Investitionsausgaben und Betriebskosten. Techniken zur fünf- bis 50-fachen Aufkonzentrierung von PFAS verringern nicht nur den zu behandelnden Volumenstrom und dementsprechend die benötigte Anlagengröße, sondern erhöhen gleichzeitig auch die Energieeffizienz von Oxyle's Destruktionstechnik, da der Energiebedarf nur logarithmisch mit der Konzentration skaliert.

Für das Aufkonzentrieren bieten sich zwei Ansätze an, deren Eignung von der Wassermatrix, also der Konzentration von im Wasser gelösten mineralischen und organischen Stoffen, abhängt. Da sind einmal klassische membranbasierte Filtrationstechniken, die zuverlässig eine bis zu zehnfache Aufkonzentrierung von PFAS und Matrix erzielen.

Wasserströme mit geeigneter organischer Matrix werden bevorzugt mit der selektiveren Schaumfraktionierung behandelt, sodass die Matrix nicht mit aufkonzentriert wird. Dieser Ansatz nutzt die Tendenz von PFAS, sich an Luft-Wasser-Grenzflächen anzureichern, aus, indem Luft im Gegenstrom ins Wasser eingeblasen und der bis zu 50-fach aufkonzentrierte Schaum abgeschöpft wird.



Einer der Versuchscontainer von Oxyle, in dem erfolgreich per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen zerstört wurden. Foto: Oxyle

## Überwachung in Echtzeit

Komplettiert wird die Prozesslösung durch Oxyle's Online-Überwachungstechnik. Bis heute basiert die Überprüfung des Behandlungserfolges für die PFAS-Entfernung auf aufwendigen Laboranalysen. Die Daten hinken also dem Prozess immer ein bis zwei Wochen hinterher. Mit Blick auf die in der Realität schwankenden Eingangskonzentrationen bedeutet dies eine große Zeit- und Energieverschwendung, da Anlagen immer unter der Annahme der maximal möglichen Konzentrationen betrieben werden müssen.

Um dieses Problem zu entschärfen, verfolgt Oxyle einen auf Maschinellem Lernen (ML) basierten Ansatz, der eine Bestätigung des PFAS-Abbaus mittels einer speziellen Kombination von Sensoren ermöglicht. Die verbesserte Datenlage erlaubt nun, die Behandlungsintensität an die aktuellen Bedürfnisse anzupassen und somit Energie einzusparen.

## Erfolge im Industriepark

Bei dem bereits erwähnten Industriepark in der Schweiz hat Oxyle erstmals die Aufkonzentration mittels Schaumfraktionierung, Destruktion und Online-Überwachung erfolgreich kombiniert und demonstriert. So konnte die anfängliche PFAS-Konzentration von etwa 750 ng/l auf rund 7 500 ng/l aufkonzentriert werden. Der aufkonzentrierte Strom wurde anschließend in Oxyle's Piezokatalysator behandelt und die Ablaufwerte lagen unter 50 ng/l. Dies bedeutet, mehr als 99 %

der PFAS wurden zerstört. Dabei wurden sowohl langkettige als auch mittel- und kurzkettige PFAS erfolgreich abgebaut.

Der Behandlungserfolg wurde durch das Online-Monitoring mit einer Sicherheit von 93 % korrekt vorausgesagt, ein Wert, der durch zusätzliche Daten noch deutlich gesteigert werden kann. Zudem konnte der Energieverbrauch des Prozesses unter 1 kWh/m<sup>3</sup> in der Praxis bestätigt werden.

Als nächsten Schritt testet Oxyle mit dem Industrieparkbetreiber die Langzeitstabilität des Prozesses über sechs Monate, um die Betriebsparameter zu verbessern, Betriebskosten akkurat zu erfassen und die Langzeitstabilität des Prozesses zu verifizieren. Dafür hat Oxyle eine 1-Modul-Anlage entwickelt, die etwa 10 % des im Industriepark anfallenden Wasserstroms behandeln und effizient auf den vollen Maßstab skaliert werden kann. ■



Dr. Tobias C. Keller

Produktleiter bei Oxyle  
tobias.keller@oxyle.ch

Foto: Daniel Kunz/Adliswil



Dr. Silvan Staufert

Mitbegründer und Technischer Leiter bei Oxyle  
silvan.staufert@oxyle.ch

Foto: Daniel Kunz/Adliswil

## PFAS-Alternativen

# Regendicht ohne Fluor

Schweizer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zeigen, dass sich Textilien auch ohne fluorhaltige Substanzen wasserabweisend beschichten lassen. Sie benutzen dafür ein besonderes Polymer, das aus Silizium und Sauerstoff besteht und Methylgruppen enthält.

Dank einer modernen Plasmatechnik dringen diese Substanzen tief in Textilfasern ein.

Erste Schweizer Textilhersteller zeigen sich sehr interessiert.

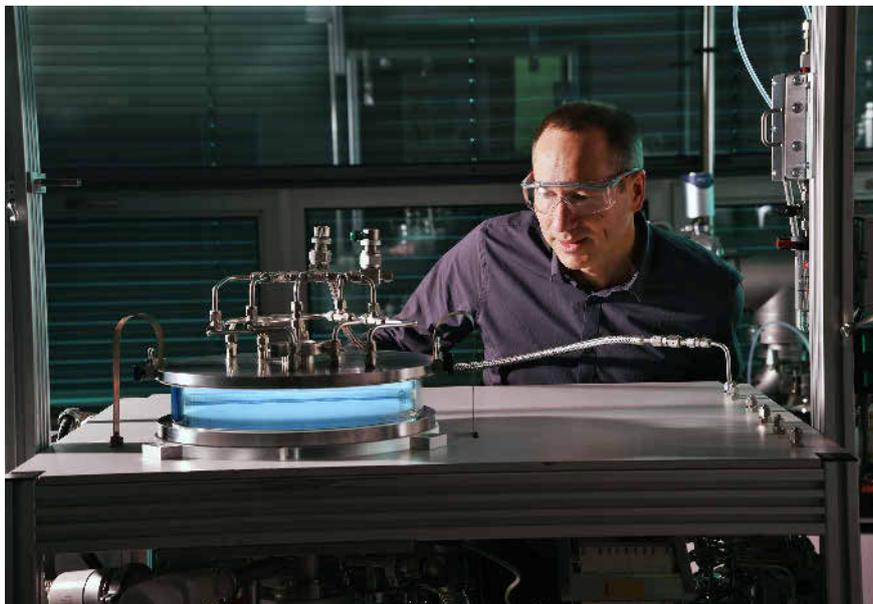
**R**egenjacken, Badehosen oder Polsterstoffe: Textilien mit wasserabweisenden Eigenschaften benötigen eine chemische Imprägnierung. fluorhaltige PFAS-Chemikalien sind zwar wirkungsvoll, schaden aber der Gesundheit und reichern sich in der Umwelt an.

Forschende der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt, kurz Empa, mit Hauptsitz in Dübendorf, entwickeln nun ein Verfahren mit alternativen Substanzen, um umweltfreundliche wasserabweisende Textilfasern zu erzeugen. Erste Analysen zeigen: Die neuen Fasern weisen Wasser stärker ab und trocknen schneller als die der herkömmlichen Produkte.

Soll eine Badehose nach dem Schwimmen ihre Form behalten und schnell trocknen, muss sie zwei Eigenschaften kombinieren: Sie muss elastisch sein und darf sich nicht mit Wasser vollsaugen. Eine derartige wasserabweisende Wirkung lässt sich in der Textilindustrie durch das Behandeln der Textilien mit Chemikalien erreichen, die das elastische Kleidungsstück mit sogenannten hydrophoben Eigenschaften ausstatten.

## Blick zurück

In den 1970er-Jahren wurden hierfür synthetische Fluorverbindungen verwendet. Dazu zählen Polytetrafluorethen (PTFE), auch als Teflon bekannt, das aus langkettigen  $\text{CF}_2$ -Gruppen besteht, sowie perfluorierte Tenside wie Perfluorsulfonsäuren und Perfluorcarbonsäuren, die stabile



**Dirk Hegemann**, Physiker und Materialwissenschaftler an der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa), entwickelt Plasma-Beschichtungsverfahren für umweltfreundliche Textilbeschichtung am Standort St. Gallen. Foto: Empa

Kohlenstoff-Fluor-Bindungen und reaktive Endgruppen aufweisen. Aufgrund dieser Endgruppen können diese Verbindungen an Materialoberflächen angebunden werden. Doch diese und andere Fluor-Kohlenstoff-Verbindungen, heute poly- und perfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) genannt, reichern sich in der Umwelt an und schaden der Gesundheit.

Empa-Forschende entwickeln daher mit Schweizer Textilunternehmen umweltfreundliche Verfahren, mit denen sämtliche Fasern wasserabweisend ausgerüstet werden können. Im Advanced-Fibers-Labor der Empa in St. Gallen werden hierfür hochvernetzte Siloxane einge-

setzt. Diese Substanzen erzeugen äußerst dünne glasartige Schichten und sind – anders als fluorhaltige PFAS – gesundheitlich und ökologisch unbedenklich.

Die Entwicklung des Plasmabeschichtungsverfahrens, um die Fasern gleichmäßig in einem Rolle-zu-Rolle-Prozess hydrophobieren zu können, wurde durch die Innosuisse, die Schweizer Agentur für Innovationsförderung mit rund 350 000 CHF gefördert.

## Der Clou: ein neues Polymer

Anstelle von Kohlenstoff-Fluor-Verbindungen werden Methylgruppen ( $-\text{CH}_3$ ),

gebunden an Silizium, als hydrophobe Gruppen verwendet. Das Silizium bildet mit Sauerstoff ein irreguläres, glasartiges Netzwerk, das zum einen fest an die Faseroberfläche anbindet und zum anderen eine dauerhaft hydrophobe Oberfläche ermöglicht.

Für die Faserbeschichtung werden die Siloxane in einem reaktiven Argon-Gas – dem Plasma – bei niedrigen Temperaturen zerstäubt und aktiviert. Dabei entstehen Si-O-haltige Fragmente, die tief in die Faserstruktur diffundieren, auf der Faseroberfläche chemisch anbinden und dort vernetzen. An der Oberfläche sind die sich bildenden Schichten mit Methylgruppen dekoriert, weshalb sehr dünne, wenige Nanometer dicke Lagen ausreichen, um den starken hydrophoben Effekt zu erzielen.

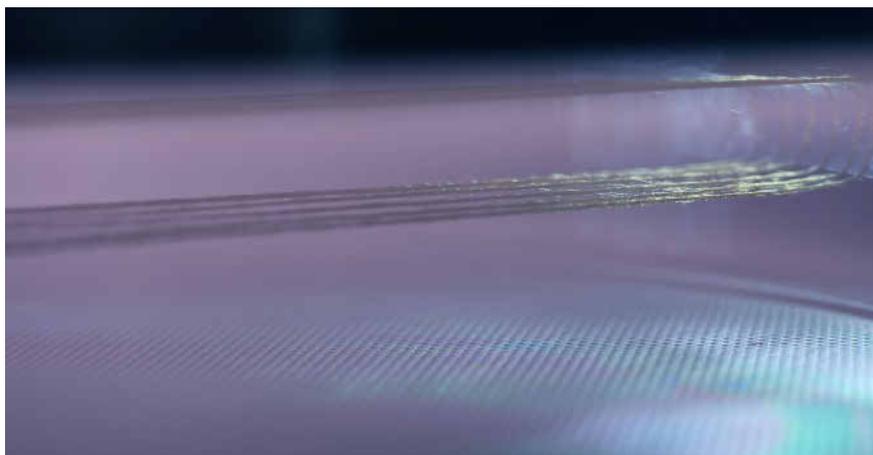
Auf diese Weise werden alle Textilfasern mit einer feinen wasserabweisenden Hülle umschlossen. Derart beschichtete Fäden lassen sich danach zu wasserabweisenden Textilien jeglicher Art verarbeiten, etwa zu Kleidungsstücken oder technischen Textilien wie Polyesterstoffen.

Der Vorteil gegenüber herkömmlichen nasschemischen Verfahren ist, dass selbst bei komplex strukturierten Textilien die lückenlose Verteilung der hydrophoben Substanzen bis in alle Windungen der verschlungenen Fasern gewährleistet wird. Dies ist zentral, denn schon eine winzige benetzbare Stelle würde genügen, damit Wasser in die Tiefe etwa einer Badehose eindringt und so das schnelle Trocknen des Kleidungsstücks behindert.

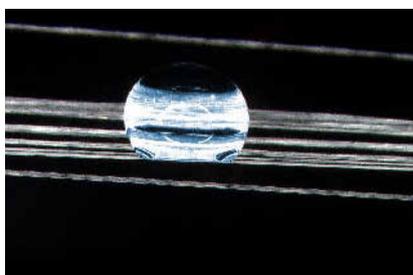
Den Forschenden ist sogar gelungen, selbst anspruchsvollere, elastische Fasern mit dem neuen Verfahren dauerhaft zu imprägnieren. Dies ist bisher nicht möglich gewesen, weil die verwendeten Hydrophobiermittel nicht fest an die Oberfläche der elastischen Fasern anbinden und dadurch abgetragen oder ausgewaschen werden.

## Industrie ist interessiert

In ersten Laboranalysen schneiden Textilien aus den neuen Fasern mit umweltfreundlicher Beschichtung bereits leicht besser ab als herkömmliche PFAS-beschichtete Stoffe: Sie saugen weniger Wasser auf und trocknen schneller. So richtig ins Gewicht fallen die wunderbaren Eigenschaften der fluorfreien Beschichtung aber erst nach mehrmaligem Waschen der Textilien:



In der Plasmaanlage werden Siloxane zu einer Wolke zerstäubt, die Textilfasern Nanometer-fein einhüllen und in diese eindringen kann. Foto: Empa



Wo Wasser nicht benetzen kann: Selbst gedehnte Fasern lassen einen Wassertropfen abperlen – hier in einer 20-fachen Vergrößerung auf einer 300 % gedehnten elastischen Faser. Foto: Cilander/Empa



Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme: Textilfasern (blau koloriert) und anspruchsvolle elastische Fasern (rot gefärbt) sind mit dem Plasmaverfahren gleichmäßig mit Siloxanen wasserabweisend ausgerüstet. Foto: Empa

Während die herkömmliche PFAS-Imprägnierung bei dehnbaren Textilien bereits deutlich leidet, bleibt die fluorfreie Faser auf hohem Niveau. Es zeigt sich, dass sie bei gleicher Beanspruchung doppelt so wasserabweisend ist und zudem deutlich schneller trocknet.

Das Empa-Team skaliert nun das fluorfreie Laborverfahren zu leistungsfähigen und wirtschaftlich tragfähigen industriellen Prozessen. Das Interesse ist groß. Die Schweizer Textilunternehmen Lothos KLG aus Lampenberg, beag Bäumlín & Ernst AG aus Wattwil und AG Cilander aus Herisau haben das Projekt gemeinsam mit der Empa durchgeführt.

„Eine gelungene Zusammenarbeit, die Materialien, Fasertechnologie und Plasma-beschichtung kombiniert und zu einer innovativen, nachhaltigen und effektiven Lösung führt“, sagt etwa Dominik Pregger, Geschäftsleiter bei Lothos. Bernd Schäfer, Geschäftsführer von beag fügt an: „Die Technologie ist umweltfreundlich und verfügt gleichzeitig über ein interessantes wirtschaftliches Potenzial.“

## SILOXANE

Siloxane sind organische Verbindungen, die funktionelle Gruppen aus zwei Siliziumatomen, gebunden an ein Sauerstoffatom, enthalten, kurz: Si-O-Si. Dies ist auch die grundlegende Struktur der wasserabweisenden Siloxane, die die Empa-Forschenden nutzen. In der Plasmaschicht werden diese zudem quervernetzt, was zu einer hohen Stabilität und einer glasähnlichen Struktur führt. Die hydrophoben Eigenschaften dieser Siloxane rühren vom organischen Anteil, den oberflächennahen –Si-CH<sub>3</sub>-Gruppen.



**Dirk Hegemann**

Gruppenleiter Plasma & Coating, Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa)

dirk.hegemann@empa.ch

Foto: privat



## Kapazitätsbasierte Netzentgelte

Eine Studie der Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie IEG zeigt, dass kapazitätsbasierte Netzentgelte die Stromkosten für Verbraucherinnen und Verbraucher sowie den notwendigen Netzausbau reduzieren können. Die Studie beleuchtet das Zusammenspiel von dynamischen Stromtarifen und kapazitätsbasierten Netzentgelten. Demnach steigt die Bereitschaft der Haushalte, dynamische Stromtarife zu wählen, durch kapazitätsbasierte Netzentgelte von 67 auf 74 %. Zudem könnten Netzgesellschaften die Ausbaurkosten im ländlichen Raum um 37 % senken, da sich durch kapazitätsbasierte Entgelte die Spitzenlasten vermindern lassen. Mit Energiemanagementsystemen und Smart Metern könnten Haushalte, die flexible Technologien nutzen, ihre Stromkosten weiter reduzieren. [www.ieg.fraunhofer.de](http://www.ieg.fraunhofer.de)



**Startschuss Projekt Phoenix** (v.l.n.r.): Dr. Enis Askar (BAM), Dr. Daniel Chatterjee (RRPS), Jürgen Rausch (Fuchs), Dr. Kurt Schratlbauer (Bosch AG), Tomas Bartkowski (RRPS), Junio Reis de Souza (Projekträger Jülich), Dr. Maximilian Prager (TUM), Tobias Griebel (Mahle). Foto: RRPS

## Wasserstoff-Motor für Blockheizkraftwerke

Rolls-Royce entwickelt im Rahmen des Projekts „Phoenix“ zusammen mit Partnern Wasserstoffverbrennungsmotoren für Blockheizkraftwerke (BHKW). Ziel ist es, mit Wasserstoffmotoren die gleiche elektrische und thermische Energie wie mit aktuellen Erdgas-BHKW (bis 2,5 MW) zu erzeugen. Das Projekt wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) mit knapp 5 Mio. € gefördert und soll den CO<sub>2</sub>-neutralen Betrieb von Energieanlagen ermöglichen. Dr. Jörg Stratmann, CEO von Rolls-Royce Power Systems, betont die Bedeutung von Verbrennungsmotoren für eine zuverlässige Energieversorgung während der Energiewende und sieht in nachhaltigen Kraftstoffen wie Wasserstoff eine klimafreundliche Lösung. Im Phoenix-Projekt soll die Technologie für effizientere Wasserstoffmotoren der nächsten Generation entwickelt werden. Bisher hat Rolls-Royce bereits einen Gasmotor für den Wasserstoffbetrieb weiterentwickelt, arbeitet jedoch nun an einem wesentlich effizienteren Modell. Im Projekt werden notwendige Komponenten wie das Einblasesystem, die Kolbengruppe, das Zündsystem und ein spezieller Schmierstoff für Wasserstoffmotoren entwickelt. Die Partner des Konsortiums sind Rolls-Royce, die TU München, der Mahle Konzern, Fuchs Lubricants Germany, die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) sowie die Robert Bosch AG. Das Projekt ist auf drei Jahre angelegt und soll bis dahin ein einsatzbereites Technologiekonzept für Prototypen hervorbringen. [www.rolls-royce.com](http://www.rolls-royce.com)



**Das Projektteam** VDI-Zertifizierungen freut sich über den gelungenen Start. Foto: VDI

## VDI-Zertifizierungen am Start

VDI-Zertifizierungen ist mit ihrem ersten Angebot, der VDI-Zertifizierung für Energieberaterinnen und -berater, gestartet. VDI-Zertifizierungen ist von nun an die offizielle Zertifizierungsstelle des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) für Personen und ergänzt das Angebot des VDI um Prüfungen und Zertifizierungen. Die Zertifizierung im Bereich Wohngebäude wird demnächst noch um VDI-zertifizierte Energieberaterinnen und -berater für Nicht-Wohngebäude ergänzt. Darüber hinaus werden auch Zertifizierungen im Bereich Wärmepumpe für Wohngebäude angeboten. [www.vdi-zertifizierungen.de](http://www.vdi-zertifizierungen.de)

## 2,5-MWh-Netzspeicher federt Lastspitze ab

IBC Solar hat in Weinsfeld im Eifelkreis Bitburg-Prüm einen Solarpark mit angeschlossenem Batteriespeicher in Betrieb genommen. Das Projekt erhielt den Zuschlag der Innovationsausschreibung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und umfasst eine installierte Leistung von 2,5 MW(peak) sowie einen Batteriespeicher mit 2,5 MWh. Auf einer Fläche von 2,5 ha, die zuvor für Intensivlandwirtschaft genutzt wurde, erzeugt der Solarpark nun im Einklang mit dem Naturschutzgebiet Energie. Die Photovoltaik-Anlage, ergänzt durch einen Tesvolt-Batteriespeicher (TPS-E 2496 kWh), nutzt die gesamte Fläche zur Stromerzeugung und kann Lastspitzen zur Mittagszeit verschieben. Der Speicher ist ein verlustarmes DC-gekoppeltes System, das an einen 30-kV-Netzanschlusspunkt angeschlossen ist und alle Anforderungen der Mittelspannungsrichtlinie erfüllt. Durch die Speicherlösung soll der Solarpark eine besonders hohe Wirtschaftlichkeit erhalten, da die Anlage durchgehend Strom produzieren kann und bei Lastspitzen nicht abgeschaltet werden muss. [www.abc-solar.de](http://www.abc-solar.de)



Erste Windenergieanlage im Offshore-Windpark Borkum Riffgrund 3. Foto: Ørsted

## Erste WEA in Borkum Riffgrund 3 installiert

Die erste Windenergieanlage (WEA) im Offshore-Windpark Borkum Riffgrund 3 wurde erfolgreich installiert. Mit einer installierten Kapazität von 913 MW wird dieser nach Inbetriebnahme der größte Windpark Deutschlands sein. Das Offshore-Wind-Projekt ist weltweit das erste, das ohne Subventionen realisiert wurde. Dies wurde durch langfristige Stromabnahmeverträge von Ørsted mit Industrie- und Technologiekunden möglich. Ørsted und Nuveen Infrastructure sind zu gleichen Teilen Eigentümer des Windparks. Das Projekt folgt auf die Einspeisung des ersten Stroms aus dem Offshore-Windpark Gode Wind 3, der parallel zu Borkum Riffgrund 3 errichtet wird. Zusammen werden diese beiden Windparks die installierte Gesamtkapazität von Ørsted in Deutschland fast verdoppeln. Die Inbetriebnahme von Borkum Riffgrund 3, der als erster Offshore-Windpark von Ørsted ohne eine Offshore-Umspannstation (OSS) errichtet wird, ist für 2025 geplant. Stattdessen soll es eine Direktverbindung der WEA mittels 66-kV-Anschlusskabeln zur Offshore-Konverterplattform von TenneT geben. [www.orsted.de](http://www.orsted.de)

### KURZ NOTIERT

**Photovoltaik.** Die Dachflächen von Mehrparteienhäusern und gemeinschaftlich genutzten Gewerbegebäuden bleiben oft ungenutzt für Photovoltaik (PV), da Eigentümerinnen und Eigentümer sowie Betreiber die rechtliche Lage als zu kompliziert empfinden. Das Faktenblatt „Gemeinschaftliche Nutzung von PV-Strom in Ein- und Mehrparteiengebäuden“ des Photovoltaik-Netzwerks Baden-Württemberg bietet nun verständliche Informationen zu den relevanten Verordnungen. Die Themenseite „Photovoltaik auf Mehrparteienhäusern“ des Netzwerks bietet zudem weitere Infomaterialien und Publikationen zum Thema. [www.photovoltalk-bw.de](http://www.photovoltalk-bw.de)

**Netzausbau.** Der Bundesverband Erneuerbare Energie (BEE) fordert anstelle der Abregelung von Wind- und Solarstrom aufgrund stockenden Netzausbaus flexibel steuerbare Kraftwerke, um den Ausgleich zu gewährleisten. Dafür stünden bereits zigtausend Bioenergie- und Wasserkraftanlagen zur Verfügung. Auch Speicher und Sektorenkopplungsanlagen könnten schnell hinzugefügt werden, wenn entsprechende Anreize geschaffen würden. [www.bee-ev.de](http://www.bee-ev.de)

**Solartreibstoff.** Das Schweizer Unternehmen Synhelion hat im Brainergy Park Jülich die erste industrielle Anlage eröffnet, in der synthetische Treibstoffe mithilfe von Solarwärme produziert werden. Die Anlage besteht aus einem 20 m hohen Solarturm und einem Spiegelfeld. Im Solarturm befinden sich ein Solarstrahlungsempfänger, ein thermochemischer Reaktor und ein thermischer Energiespeicher für eine kosteneffiziente Produktion rund um die Uhr. Die Anlage soll nach ihrem Start mehrere Tausend Liter Treibstoff pro Jahr produzieren. [www.brainergy-park.de](http://www.brainergy-park.de)



## Intelligente Dialogsysteme für die Energiebranche

# Smarter Kundenservice dank Conversational AI

Mit neuen Technologien und Marktveränderungen kommen neue Energieversorger und -dienstleister auf den Markt, die häufig innovative Geschäftsmodelle mit sich bringen.

Der Konkurrenzdruck unter den Energieversorgungsunternehmen steigt.

Nie war ein Anbietervergleich einfacher als heute, die Kundschaft so schnell wechselbereit.

Zudem wandeln sich herkömmliche Endverbraucherinnen und -verbraucher dank Photovoltaik-Anlagen zu Prosumern.

**N**icht wenige steuern ihren Energiehaushalt schon selbst über ein Energiemanagementsystem, etwa per App. Die Ansprüche an den Energieanbieter ändern sich: Die Bandbreite reicht von bestinformaten bis stark verunsicherten Endverbraucherinnen und -verbrauchern.

Energiedienstleister und Energieversorgungsunternehmen (EVU) müssen sich selbst auch an die rasanten Markt- und Branchenentwicklungen anpassen und diese sogar mitbestimmen können. Gesetzliche Vorgaben wirken sich direkt auf ihr eigenes Geschäftsmodell aus, politische Entwicklungen beeinflussen den Preis für Strom oder Gas, oder das Angebot der Energiequellen. Darüber müssen sie ihre Kundschaft umgehend informieren können und Antworten auf ihre Fragen haben.

Damit steigt der Anspruch an den Kundenservice. KI-gestützte Dialogsysteme, auch „Conversational Artificial Intelligence (AI)“ genannt, können hier wertvolle Dienste erweisen. Sie ermöglichen automatisierte Dialoge in natürlicher Sprache über Chat- und Sprachbots und sind, richtig eingesetzt, ein wahrer Effizienzbooster für den Kundenservice, weil sie immer wiederkehrende Anfragen schnell und zuverlässig übernehmen und die Mitarbeitenden entlasten können.



Foto: PantherMedia/Khunkorn Laowisit

## Conversational AI – was ist das überhaupt?

Es handelt sich um einen Bereich der Künstlichen Intelligenz (KI), der die natürliche Sprache versteht und menschenähnlich darauf antwortet. Durch Textanalyse, Sprachsynthese und -erkennung kann eine Business-Logik einen menschlichen Dialog umsetzen. Conversational AI lässt sich sowohl als Chatbot in Messenger-Diensten wie WhatsApp, als auch als Voicebot einbinden.

Dabei kommen Technologien wie die natürliche Sprachverarbeitung Natural Language Processing (NLP) und Maschinelles Lernen (ML) zum Einsatz. Es liegen komplexe Dialogsysteme zugrunde,

die auf einer entsprechenden Conversational-AI-Plattform entwickelt und definiert werden. So kann ein digitaler Servicekanal als Kundendienst-Anwendung, oder gar ein virtueller Assistent entstehen. Die Ausführung kann bei Chatbots in schriftlicher Form geschehen, bei Sprachbots wie Alexa, Siri und Co auch per Stimmausgabe oder über das Telefon erfolgen.

Der Dialog bleibt aber immer durch das Unternehmen steuerbar, denn die Conversational-AI-Plattform ermöglicht eine kontrollierte Umsetzung je nach Anforderung und der Business Logik des Unternehmens. Die Quellen der im Dialog verwendeten Informationen sind also jederzeit nachvollziehbar.



Anders als die früheren Chatbot-Entwicklungen kann die Conversational AI ohne Programmierkenntnisse aufgesetzt werden. Der modulare Aufbau erlaubt das Hinzufügen und Erweitern von Funktionen oder Modulen über die Plattform.

## Einsatzszenarien der Conversational AI

### Wiederkehrende Fragen

Ob Fragen zu Produkten oder Dienstleistungen, zu Tarifen oder zur Rechnung – viele Fragen wiederholen sich zwangsläufig. Die Mitarbeitenden des Kundenservice müssen für solche Fragen bei persönlicher Beantwortung viel Zeit aufwenden, während der KI-Bot die Antwort automatisiert ausgeben kann. Dafür lernt der Bot die Serviceprozesse und die damit verbundenen Informationen für die entsprechenden Anfragen. Solche repetitiven Aufgaben erledigt der Bot schneller und einfacher als der Mensch, der damit wertvolle Zeit für komplexere Fragen gewinnt. Ein weiterer, wesentlicher Vorteil des virtuellen Assistenten: Sogar bei Terminvereinbarungen per SMS, bei denen die Kundinnen und Kunden nur zu- oder absagen müssen, kann die Conversational AI unterstützen.

### Kundensupport und Informationsdienst

Bei Störungen, etwa einem Heizungsdefekt oder einem großflächigen Stromausfall, kann der Bot Fragen beantworten und sogar beratend agieren. Er kann Betroffenen per automatisierter Ansage nötige Informationen liefern, denn er erkennt anhand der Postleitzahl, wer etwa von einer Großstörung betroffen ist. Die Hilfesuchenden profitieren von der schnellen Unterstützung. Ist die Störung behoben, kann der Bot auch Informationen über die volle Funktionsfähigkeit weitergeben.

### Ablesedienst Zählerstand

Alljährlich benötigen die Energieversorger die Zählerstände aller Energieverbräucher ihrer Verbraucherinnen und Verbraucher. Erfolgt die Erfassung automatisiert, profitieren die EVU von integrierten Plausibilitätsprüfungen und Validierungen. Das hebt die Datenqualität und führt für die Verbraucherinnen und Verbraucher zu einer präzisen Abrechnung.

### Vertragsanpassungen

Wer Anpassungen an seinem Vertrag vornehmen will, etwa eine Tarifänderung, die Änderung der Bankverbindung oder der Adresse, kümmert sich vermutlich nach Feierabend oder am Wochenende darum – vermeintlich außerhalb der gängigen Bürozeiten, zu denen der Kundenservice tätig ist. Hier lohnt sich der Einsatz von Chat- und Voicebot enorm: Dank ihm richten die EVU ihre Servicemöglichkeiten nach den Bedürfnissen ihrer Kundinnen und Kunden aus.

### Kundenorientierte Kommunikation

Wer eine gepflegte Kundendatenbank führt, kennt seine Kundschaft genau. Die beste Voraussetzung, um den Service noch kundenorientierter auszurichten und individualisierte Angebote zu versenden. Diese Art aktiver Kommunikation kann die Conversational AI besonders einfach übernehmen. Sind auch Verbrauchsdaten eingebunden, kann der Bot sogar besser geeignete Tarife vorschlagen. Conversational AI kann den Service über verschiedene Kanäle wie Telefon und Messenger-Dienste anbieten und so zum Omnichannel-Erlebnis, vor allem für jüngere, technikaffine Generationen, beitragen.

### Feedback und Marktforschung

In den komplexen Dialogsystemen der Conversational AI können EVU auch Abfragen zum Kundenfeedback einbinden. Ebenso ist das Sammeln von Marktforschungsdaten durch interaktive Befragungen möglich. So entstehen wertvolle Einsichten, die das Produkt- und Serviceangebot weiter verbessern können.

## Praxisbeispiele von Chat- und Voicebots in der Energiewirtschaft

Bereits seit 2020 erfasst „Leon“ schnell und effizient die Zählerstände aller Gaskundinnen und -kunden des Netzbetreibers Braunschweiger Netz GmbH (BS|Netz). Die Kundinnen und Kunden nennen Leon ihren Zählerstand direkt während des Telefondialogs, den sie ohne Wartezeit und Warteschleife führen können. Bereits während des Gesprächs findet eine Plausibilitätsprüfung statt, die den Nachbearbeitungsaufwand deutlich

reduziert. Sieben von zehn Anliegen im Kundenservice übernimmt der virtuelle Agent bei E.on. Im Monat finden im Kundenservice rund 100 000 Konversationen statt, die Entlastung durch den Bot ist also erheblich. Das Contact Center wird dadurch wesentlich leistungsfähiger.

## Mehr Effizienz, besserer Service

Der KI-Einsatz im Kundenservice bei EVU ist also schon heute gelebte Praxis und kein Zukunftsszenario mehr. Chatbots auf Plattformen sind schon seit 2016 Realität, haben sich über die Zeit aber von einer reinen Kommunikationsschnittstelle hin zu einer kompletten Konversations-Oberfläche (Conversational Interface) entwickelt. Das kommt bei Kundinnen und Kunden gut an. So unterstreicht der aktuelle Trendmonitor Deutschland<sup>1)</sup> des Marktforschungsinstituts Nordlight Research: Jeder/Jede dritte Befragte begrüßt ausdrücklich den Einsatz von intelligenten Chatbots im Kundenservice.

Es geht nicht darum, dass die KI menschliche Mitarbeitende ersetzen soll – sie bekommen so aber Raum für die komplexen Anliegen. Wichtig ist die Interaktion und die Möglichkeit, jederzeit in den Kontakt mit realen Personen wechseln zu können. Sprachassistenten sorgen aber für einen kundenorientierten Service ohne Wartezeit, eine schnellere Bearbeitung von Anfragen durch effizientere Prozesse und eine Entlastung des Personals durch die Übernahme von wiederkehrenden Aufgaben.

Sowohl die Qualität des Kundenservice als auch die Effizienzsteigerung von Prozessen können für EVU die entscheidende Differenzierung gegenüber dem Wettbewerb darstellen. ■

### F U B N O T E

<sup>1)</sup> <https://trendmonitor-deutschland.de/einsatz-ki-chatbots-im-kundenservice>.



Iryna Sorokovska

AI Consultant  
bei der Telekom MMS

[iryna.sorokovska@telekom.de](mailto:iryna.sorokovska@telekom.de)

Foto: Telekom MMS



Grafik: iStock.com/su tim

## Zukunftsorientierte Energieversorgung

# Praxisnahe Transformationspläne für Industrieunternehmen

Die deutschen Klimaziele erfordern im Industriesektor neben Energieeinsparungen und einer Steigerung der Energieeffizienz auch eine möglichst vollständige energetische Transformation der individuellen Produktionsstandorte. Um diese Transformation strukturiert in Angriff zu nehmen, helfen Transformationspläne.

**D**as Ziel eines Transformationsplans ist die Erarbeitung von Konzepten, die dem Unternehmen aufzeigen, welche Kombinationen an Einzelmaßnahmen für die Transformation hin zu einem Treibhausgas (THG)-neutralen Standort zielführend sein können. Dieser Beitrag skizziert die Vorgehensweise der Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH (FfE) bei der Erstellung eines solchen Transformationsplans und fasst relevante Erkenntnisse aus bisherigen Projekten zusammen.

Die interne Expertise des Unternehmens ist aufgrund der Kenntnisse über Unternehmen, Prozesse und Anlagen von grundlegender Bedeutung für die Erstellung

eines Transformationsplans, häufig fehlen jedoch Personal und Zeit, um die Transformation allein zu stemmen. Um die finanzielle Hürde zur Erschließung externer Expertise und personeller Ressourcen zu senken, wird die Erstellung eines Transformationsplans staatlich über das Modul 5 des Förderprogramms Energieeffizienz in der Wirtschaft (EEW) mit 40 bis maximal 70 % gefördert, wobei hier einige Vorgaben bezüglich Form und Inhalt zu berücksichtigen sind. Die Anforderungen sind in [1] zusammengefasst.

## Vorgehen und Praxistipps

Die FfE hat bereits mehrere geförderte Transformationspläne für Unternehmen

unterschiedlichster Branchen erfolgreich abgeschlossen. Obwohl jeder Transformationsplan individuell ist, hat sich der Ansatz der FfE, der teilweise über die Mindestanforderungen des EEW hinausgeht, um einen möglichst praxisnahen Leitfaden für die Transformation zu erhalten, in diesen Projekten bewährt. Das FfE-Vorgehen ist in **Bild 1** ersichtlich und wird nachfolgend vorgestellt.

## Erfassung des Ist-Zustands

Nachdem die übergreifenden Ziele zur Emissionsminderung festgelegt wurden, ist die Erfassung des Ist-Zustands die Basis für einen Transformationsplan. Hierzu werden in einem Vor-Ort-Termin

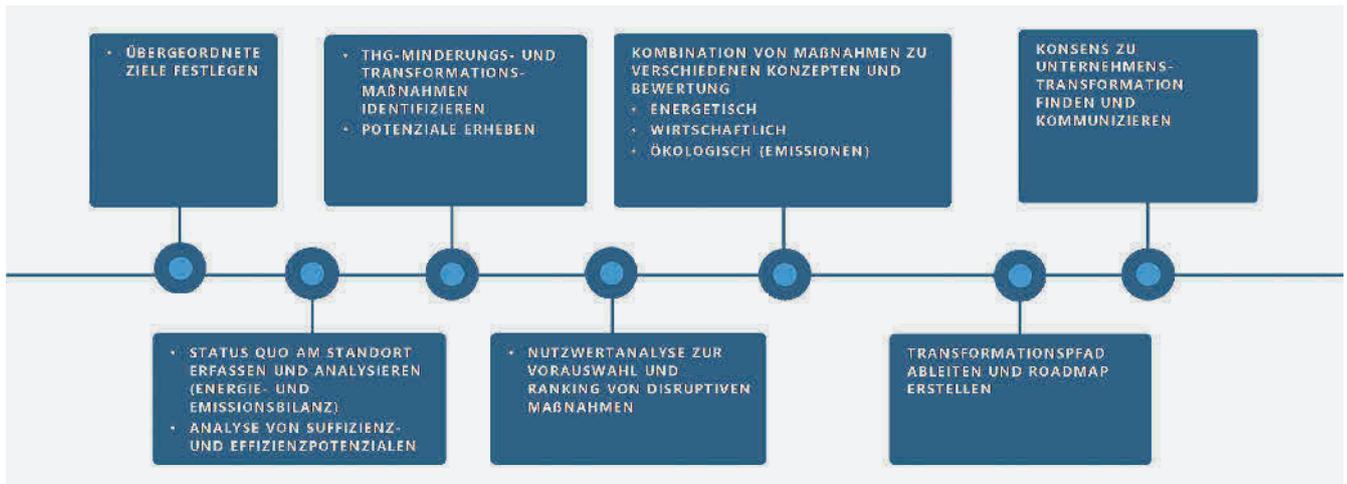


Bild 1 Schematisches Vorgehen zur Erstellung eines Transformationsplans. Grafik: FfE

alle relevanten (energietechnischen) Prozesse im Detail durchgesprochen und betrachtet. Dadurch können einerseits Suffizienz- und Effizienzpotenziale identifiziert, andererseits aber auch die lokalen Gegebenheiten im Projekt berücksichtigt werden. Der energetische Ist-Zustand wird mittels einer Energieträgeraufteilung dargestellt und bildet die Grundlage für eine Emissionsbilanz auf Anlagen- beziehungsweise Prozessebene.

### Nutzwertanalyse

Anschließend findet ein Workshop zur Auswahl und Bewertung von disruptiven Transformationsmaßnahmen per Nutzwertanalyse (NWA) statt. Dabei ist es entscheidend, alle relevanten Stakeholder innerhalb des Unternehmens einzubeziehen, denn für eine erfolgreiche Transformation müssen alle Akteurinnen und Akteure zusammenarbeiten. Dazu gehören neben den Bereichen Energiemanagement, Nachhaltigkeit und Geschäftsführung auch Instandhaltung, Produktions- und Werksleitung oder die Finanzabteilung. So werden Maßnahmenideen aus unterschiedlichen Perspektiven gesammelt und ihre Vor- und Nachteile aus verschiedenen Blickwinkeln bewertet. Im ersten, divergierenden Schritt werden zunächst alle Ideen zu Maßnahmen, durch die der zukünftige Energiebedarf THG-neutral gedeckt werden könnte, gesammelt, ohne Optionen auszuschließen. Wenn sinnvoll, können Maßnahmen auch direkt kombiniert werden, zum Beispiel eine Abwärmenutzung mehrerer Quellen in Kombination mit einem thermischen Speicher und einem Nahwärmenetz.

### Bewertungskriterien identifizieren

Bevor die gesammelten Maßnahmen bewertet werden können, ist es notwendig, Bewertungskriterien zu identifizieren und zum Beispiel nach dem „Simos“-Verfahren (Erwartungswertmethode zur Kriteriengewichtung) zu gewichten. Für die Bewertung der Maßnahmen anhand der identifizierten Kriterien gibt es verschiedene Möglichkeiten. Am praxistauglichsten haben sich Bepunktungssysteme (Bewertung jeder Maßnahme mit 1 bis 5 Punkten je Kriterium) und Ranking-Systeme (Maßnahmen werden in absteigender Reihenfolge je Kriterium sortiert) erwiesen. Die Gesamtbewertung einer Maßnahme setzt sich aus der Bepunktung je Kriterium und der Gewichtung des jeweiligen Kriteriums zusammen. Damit ist die NWA abgeschlossen.

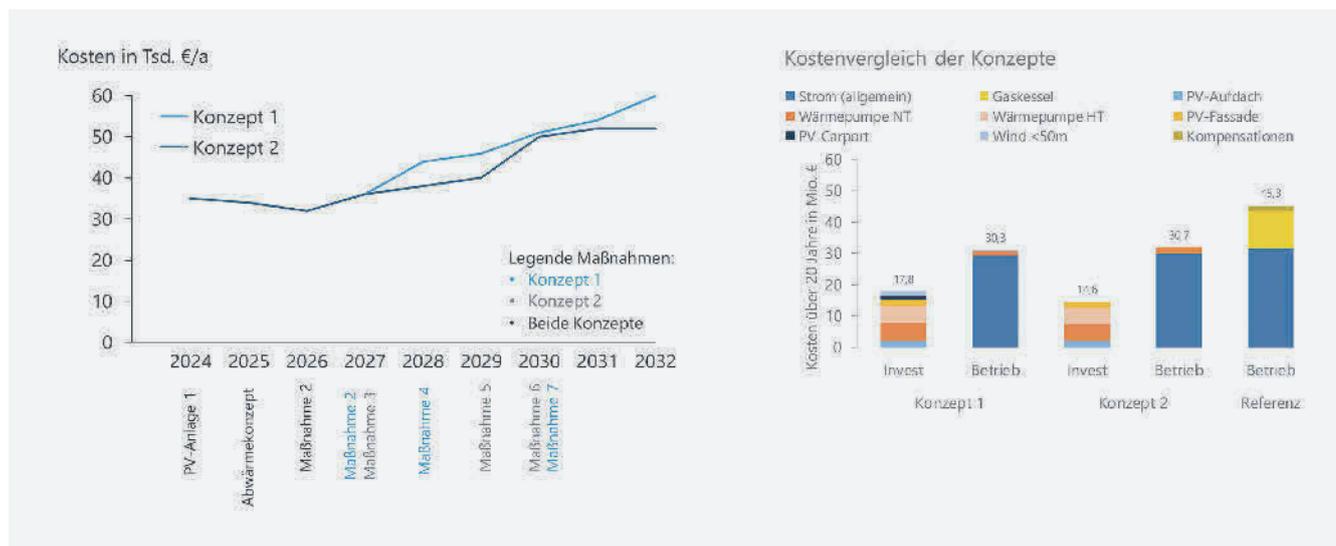
### Konzepte erarbeiten, bewerten und vergleichen

Im Nachgang werden die Ergebnisse der NWA ausgewertet und schlüssige Gesamtkonzepte erarbeitet. Die Maßnahmen, die in die Konzepte einfließen, basieren neben der NWA-Bewertung zusätzlich auf der Praxiserfahrung und dem Know-how der energietechnischen Beraterinnen und Berater. Gleichzeitig werden die erstellten Konzepte nochmals mit dem Unternehmen diskutiert. So werden für das Unternehmen möglichst praktisch umsetzbare Konzepte verglichen.

Die ausgewählten Konzepte werden im nächsten Schritt energetisch und ökonomisch bewertet. Hierbei werden bereits mögliche Umsetzungszeitpunkte der Maß-

nahmen(-kombinationen) berücksichtigt. Optimalerweise findet ein Abgleich der Verbrauchs- und Erzeugungslastgänge in stündlicher Auflösung statt. Ergänzend können zukünftige Verbrauchsreduktionen durch Effizienzmaßnahmen berücksichtigt werden. Im Rahmen der energetischen Bewertung werden auch die Dimensionierungen der einzelnen Technologien (zum Beispiel Wärmepumpe oder Photovoltaik (PV)-Anlage) abgeschätzt, weitere technische Anlagendaten (beispielsweise Wirkungsgrad oder minimale Teillast) definiert sowie die resultierenden Verbräuche der verschiedenen Energieträger berechnet oder die Erzeugung abgebildet. Als Ergebnis liegen die Energiebedarfe je Technologie, Energieträger und Zeiteinheit vor, sowie die mögliche Eigenerzeugung, mithilfe derer die zukünftigen Verbräuche gedeckt werden können.

Auf dieser Basis findet die ökonomische Bewertung statt. Hierbei werden alle relevanten Kosten über die Lebensdauer abgebildet. Da die Wirtschaftlichkeit in der Regel eine wichtige Entscheidungsgrundlage darstellt, wird auf eine gute Nachvollziehbarkeit und Dokumentation der Annahmen und des Vorgehens Wert gelegt. Die Wirtschaftlichkeitsbewertung umfasst neben Investitionen auch die jährlichen fixen und variablen Betriebskosten sowie sonstige Kosten oder Erlöse, sofern vorhanden. Da die Transformation eines Unternehmens häufig über mehrere Jahre hinweg stattfindet, verwendet die FfE entsprechende Energieträger-Preiszeitreihen. Zudem können die Investitionen für eine realitätsnahe Abschätzung der jährlichen beziehungsweise der Gesamtkosten über zum Beispiel die Annui-



**Bild 2** Beispielhafte Ergebnisse der wirtschaftlichen Bewertung der Konzepte. Grafik: FfE

tätenmethode bewertet werden. Hierbei werden die Investitionen abgezinst und die Kosten über die Abschreibungsdauer gleichmäßig verteilt. Das Ergebnis liegt in Form von Kosten je Einzelmaßnahme und je Gesamtkonzept vor. Beispielhafte Ergebnisse sind in **Bild 2** gezeigt.

Ebenfalls aufbauend auf der energetischen Bewertung erfolgt auch die Quantifizierung der THG-Emissionen. Die Darstellung der Konzeptemissionen pro Jahr stellt ein Kernergebnis dar und ist in **Bild 3** beispielhaft dargestellt.

Für die Konzeptberechnung wird ein an der FfE intern entwickeltes Tool verwendet. In diesem sind verschiedenste Maßnahmen (zum Beispiel diverse Wärmepumpentypen, PV-Anlagen) inklusive Standardparametern hinterlegt, die bei der

energetischen Bewertung in stundenscharfer Auflösung miteinander kombiniert werden können. Auch eine wirtschaftliche Bewertung der einzelnen Maßnahmen erfolgt anhand hinterlegter Preiszeitreihen und der Annuitätenmethode. Ergänzend wird eine Quantifizierung der Emissionen in dem Tool durchgeführt.

Alle Annahmen, Methoden und Ergebnisse werden abschließend im Unternehmen präsentiert und gemeinsam diskutiert.

### Umsetzungsroadmap ausarbeiten

Basierend auf den Ergebnissen des Konzeptvergleichs (energetisch, ökonomisch und ökologisch) wird durch das Unternehmen entschieden, für welches

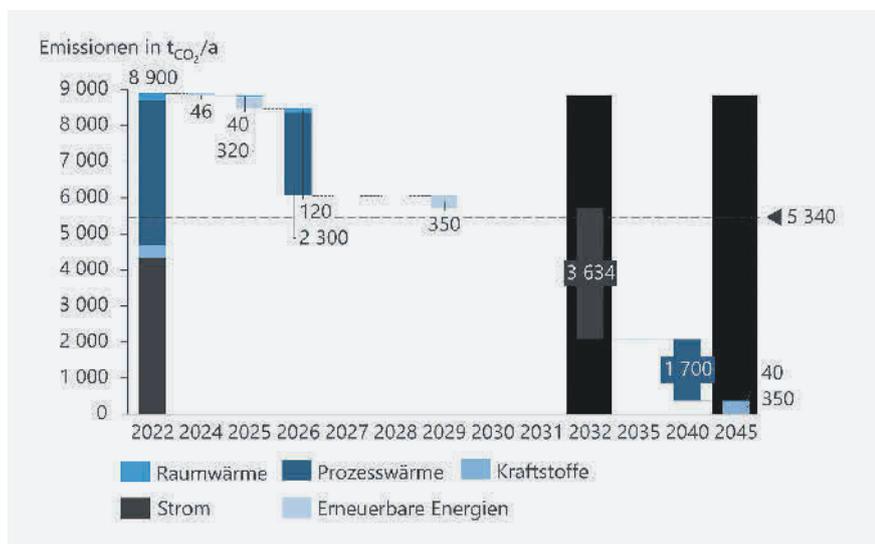
der Konzepte eine Umsetzungsroadmap ausgearbeitet werden soll. Die Roadmap dient als übersichtliche Synthese des Transformationsplans, die einen Schwerpunkt auf der zeitlichen Abfolge der Maßnahmenumsetzung hat. Auch bei der Terminierung der einzelnen Maßnahmen sollte ein enger Austausch mit dem Unternehmen stattfinden, da dadurch Personalkapazitäten, finanzielle Mittel und weitere relevante Aspekte besser geplant werden können. In **Bild 4** sind beispielhafte Ergebnisse einer Roadmap visualisiert.

Sobald die Ergebnisse final vorliegen, werden sie in einem Abschlussbericht aufbereitet, der durch den Fördermittelgeber geprüft wird. Wichtig ist eine verständliche Darstellung der Vorgehensweise sowie der Ergebnisse. Der fertige Transformationsplan enthält keine planerischen Leistungen, sondern dient gemeinsam mit der Roadmap als Leitfaden für die nötigen vertiefenden Aufgaben bei der Umsetzung.

### Ergebnisse

Aus den abgeschlossenen und aktuellen Transformationsplänen der FfE haben sich, trotz der sehr unterschiedlichen Unternehmen, einige sich wiederholende Erkenntnisse ergeben.

- Erneuerbare Energien rechnen sich häufig aufgrund der im Vergleich zum Netzstrombezug geringeren Stromgestehungskosten.
- Betriebskosten dominieren gegenüber Investitionskosten: Wird bei der ökonomischen Bewertung der gesamte Betrachtungszeitraum herangezogen,



**Bild 3** Beispielhaftes Ergebnis für eine Emissionsbilanz. Grafik: FfE

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

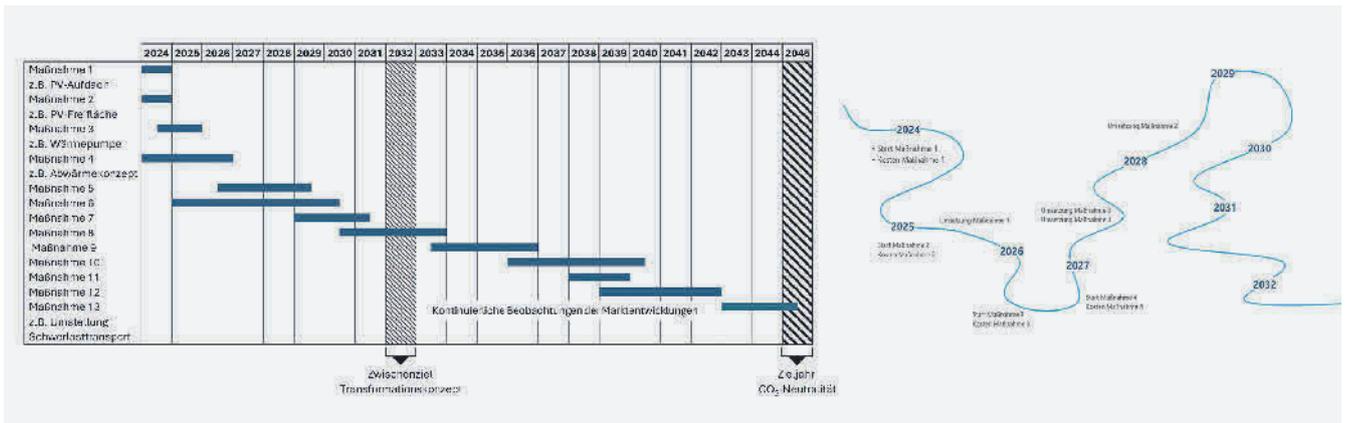


Bild 4 Beispielhafte Darstellungen einer Roadmap. Grafik: FFE

überwiegen in der Regel die Betriebskosten die Investitionskosten deutlich.

- **Wärmeseitiger Fokus:** Häufig liegt der Fokus der Transformation in Unternehmen im Bereich der Raum- und Prozesswärme, da hier eine Transformation zum Teil deutlich schwieriger zu realisieren ist als im Strombereich.
- In den meisten Transformationsplänen spielen Wasserstoff und synthetische Brennstoffe eine eher untergeordnete Rolle. Dies liegt vor allem an den Unsicherheiten bezüglich der zeitlichen Verfügbarkeit, der erwartbaren Mengen und der im Vergleich zu anderen Energieträgern potenziell hohen Kosten. Jedoch können diese Energieträger mittel- und langfristig eine Möglichkeit zu Erzeugung von Hochtemperatur-Prozesswärme sein.
- Eine wirtschaftlich sinnvolle Nutzung vorhandener Abwärme ist essenziell.
- **Nicht-technischer Mehrwert:** Durch den moderierten Workshop können interne Diskussionen der verschiedenen Abteilungen zusammen mit neutralem Input von außen belebt und Blockaden aufgebrochen werden. Zudem erfahren die verschiedenen Gruppen, welche Auswahlkriterien für Kolleginnen und Kollegen wichtig sind und werden bei der anschließenden Bewertung aufgefordert, neue Perspektiven anzunehmen.

## Herausforderungen

Neben den oben aufgeführten Erkenntnissen sind einige Herausforderungen wiederholt aufgetreten.

- **Datenverfügbarkeit und -qualität:** Die Verfügbarkeit und Aufbereitung von energietechnischen Daten variiert stark zwischen Unternehmen. Für Transfor-

mationspläne sind Daten oft nicht in der nötigen Tiefe (Anlagen-/ Prozess-ebene) und zeitlichen Auflösung (stündliche Werte) vorhanden, sodass zum Beispiel auf synthetische Lastgänge zurückgegriffen werden muss.

- **Technologieverfügbarkeit:** Die nötigen Technologien für eine erfolgreiche Transformation sind nicht in allen Bereichen für alle Unternehmen bereits auf dem Markt vorhanden. Ein wiederkehrendes Beispiel ist der Ersatz von erdgasbefuerter Hochtemperatur-Prozesswärme, wenn eine Elektrifizierung prozessbedingt ausscheidet. Hier müssen mögliche Optionen aufgezeigt werden, aber finale Entscheidungen können erst später getroffen werden.
- **Langfristige Perspektive:** Bei einem Blick in die Zukunft bis 2045 gibt es viele Unsicherheiten, wie zum Beispiel zukünftige Technologieentwicklungen, Investitionen, (Energie-)Preise oder auch marktliche und politische Rahmenbedingungen. Diese Faktoren sind jedoch für die Bewertung und Umsetzbarkeit von Transformationsplänen essenziell. Daher ist eine regelmäßige Prüfung beziehungsweise Aktualisierung des erstellten Transformationsplans sowie der Inputdaten notwendig.

## Fazit

Die Erstellung von Transformationsplänen ist mit einigen Herausforderungen verbunden. Die beschriebene Methodik ermöglicht es, durch ein strukturiertes Vorgehen und eine enge Zusammenarbeit mit dem Unternehmen eine erste Roadmap zu entwickeln, die als Orientierung für den Weg zu einer zukunftsorientierten Energieversorgung des Unternehmens dient und eine breite Akzeptanz für das Thema

im Unternehmen schafft. Durch die wiederholte Anwendung dieser Methodik konnten wichtige Erkenntnisse gewonnen werden, die den bekannten Herausforderungen entgegenwirken und eine effiziente Projektabwicklung unter Berücksichtigung der vielfältigen individuellen Standort-eigenschaften ermöglichen. ■

## Literatur

- [1] Projektträger VDI/VDE Innovation + Technik GmbH: Anlage „Modul 5 – Transformationsplan“ zum EEW-Merkblatt. Informationsblatt, Version 3.0 (Stand 15.2.2024), [https://www.wettbewerb-energieeffizienz.de/WENEFF/Redaktion/DE/PDF-Anlagen-FW/PDF-Anlagen-Transf/informationsblatt-transformationsPLAN-rili24.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=19](https://www.wettbewerb-energieeffizienz.de/WENEFF/Redaktion/DE/PDF-Anlagen-FW/PDF-Anlagen-Transf/informationsblatt-transformationsPLAN-rili24.pdf?__blob=publicationFile&v=19), zuletzt abgerufen am 28.5.2024.

M.Sc.  
**Katharina Gruber**



Senior Project Engineer bei der Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH (FFE GmbH)

[kgruber@ffe.de](mailto:kgruber@ffe.de)

Foto: Enno Kapitza

M.Sc.  
**Ryan Harper**



Senior Research Consultant bei der FFE GmbH

[rharper@ffe.de](mailto:rharper@ffe.de)

Foto: Enno Kapitza

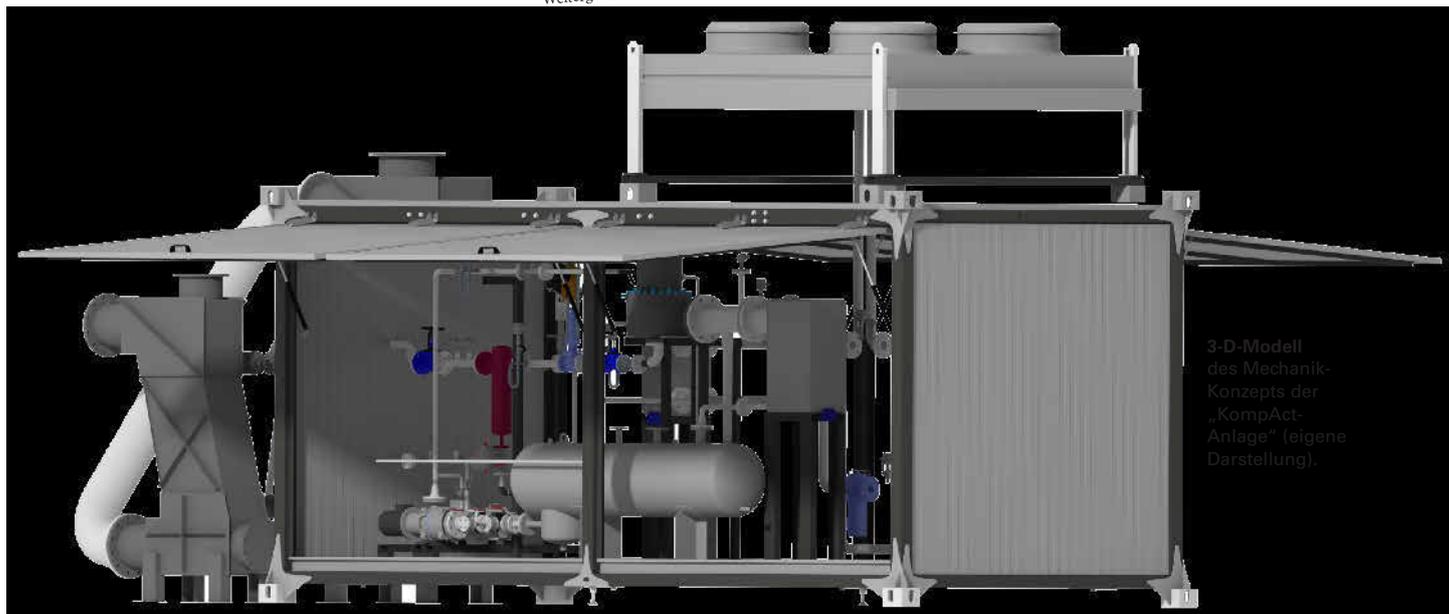
Dr.-Ing.  
**Anna Gruber**



Geschäftsführerin der FFE GmbH

[agruber@ffe.de](mailto:agruber@ffe.de)

Foto: Enno Kapitza



3-D-Modell  
des Mechanik-  
Konzepts der  
„KompAct-  
Anlage“ (eigene  
Darstellung).

Ergebnisse des Verbundprojekts KompAct

# Kompakte und wirtschaftliche Abwärmeverstromung mit Wasserdampf

Jeder energetische Umwandlungsprozess ist verlustbehaftet und auch in einer Welt ohne fossile Energieträger fallen weiterhin Abwärmeströme in allen Industriezweigen an. Die sinnvolle Nutzung dieser Quellen stellt einen wichtigen Baustein der Energiewende dar. Für verschiedene Leistungen und Temperaturen haben sich unterschiedliche Technologien etabliert, ein flächendeckender Einsatz scheitert aber häufig an der Wirtschaftlichkeit, der Kompaktheit und der Zuverlässigkeit der Anlagen. Das Forschungsprojekt „KompAct“ widmete sich der techno-ökonomischen Optimierung einer nachhaltigen Anlagentechnologie zur Verstromung von industrieller Hochtemperatur-Abwärme mit Wasser in einem dezentralen Rankine Cycle. Die Ergebnisse des Verbundprojekts werden im Folgenden vorgestellt.

**E**twa die Hälfte der aufgewendeten Primärenergie weltweit geht in Form von theoretisch nutzbarer Abwärme verloren, der größte Teil, rund 63 %, bei Temperaturen

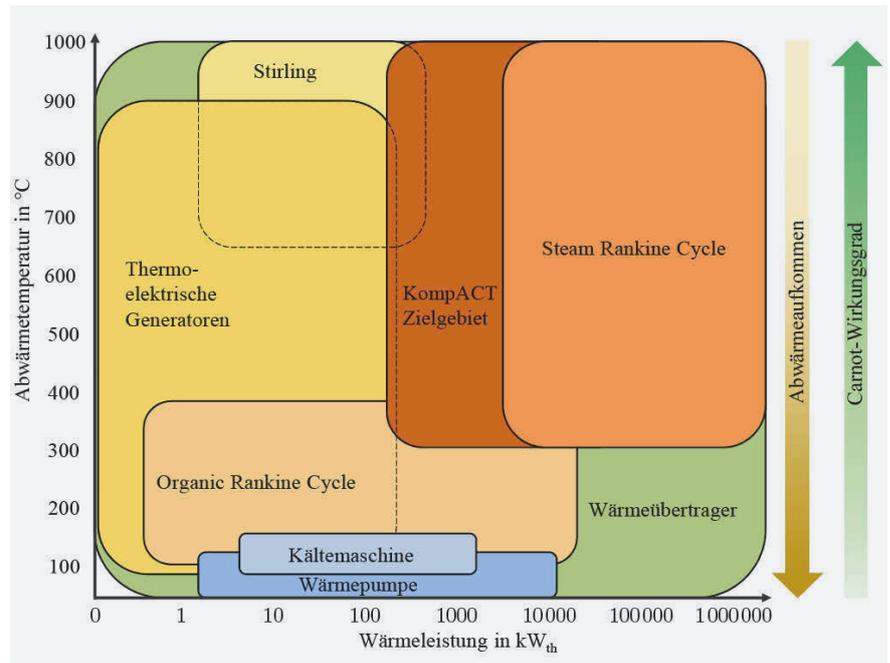
von unter 100 °C, etwa 16 % im Temperaturbereich zwischen 100 und 300 °C und rund 21 % bei über 300 °C [1]. Gegenläufig dazu steigt der Anteil von Abwärme, der bei der Energiewandlung in nutzbare Arbeit umgewandelt werden kann mit

der Temperatur der Wärmequelle. Beschrieben wir dies mit dem Carnot-Wirkungsgrad, der den thermodynamisch maximal umwandelbaren Energieanteil (das heißt die Exergie) einer Wärmequelle definiert.

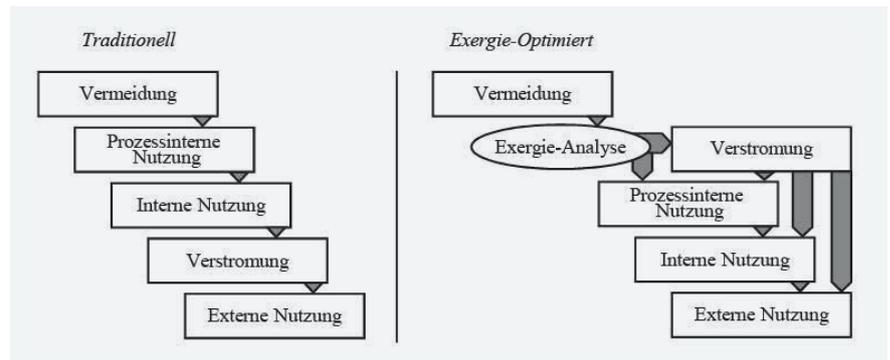
## Was tun mit Abwärme?

Für verschiedene Leistungen der Abwärmequellen und -temperaturen haben sich jeweils unterschiedliche Technologien zur weiteren Nutzung etabliert, die in **Bild 1** eingeordnet werden. Mithilfe von Wärmeübertragern lassen sich beinahe alle Wärmeströme auf ein sekundäres Wärmeträgermedium übertragen. Im kleineren und mittleren Leistungsbereich bei niedrigen Temperaturen können Abwärmeströme in linksläufigen Kreisprozessen von Kältemaschinen, Wärmetransformatoren oder Wärmepumpen sinnvoll genutzt werden [2]. Bei sehr hohen Temperaturen und bei kleineren Leistungen bieten sich zur Energieumwandlung Stirling-Motoren an [2], bei denen Gase als Arbeitsmittel eingesetzt werden. In diesem Bereich haben auch thermoelektrische Generatoren, bei denen eine Umwandlung von thermischer Energie zu elektrischem Strom direkt gelingt, ein Anwendungspotenzial [3; 4]. Der rechtsläufige Kreisprozess eines Rankine Cycles mit Wasser als Arbeitsmittel im Steam Rankine Cycle (SRC) in der zentralen Kraftwerkstechnik mit großen Leistungen bei hohen Temperaturen seine Vorteile aus. Der Organic Rankine Cycle (ORC) hingegen bietet mit einer Vielzahl an möglichen organischen Arbeitsmedien im Kreislauf Vorteile bei niedrigen und mittleren Temperaturen und Leistungen, da die Stoffeigenschaften auf die Abwärmequelle abgestimmt werden können [5].

Bisherige Ansätze zur Einschätzung von Möglichkeiten der Abwärmenutzung wurden in der klassischen Abwärmekaskade eingeordnet, die in **Bild 2** im linken Teil dargestellt ist. Kann die Abwärme nicht vermieden werden, soll sie erst prozessintern, anschließend betriebsintern genutzt und bei Ausbleiben dieser Optionen verstromt oder extern genutzt werden [6]. Der aus dem Forschungsprojekt vorgeschlagene Ansatz für die Umwandlung von thermischer Energie in Strom bewertet die Abwärmequelle hingegen zunächst nach den beschriebenen möglichen Technologien in Bezug auf Leistung und Temperaturniveau. Vor allem bei hohen Temperaturen wird statt der eindimensionalen Betrachtung eine exergetische Bewertung der jeweiligen Situation vorgeschlagen, wobei die nächstmöglichen Schritte der Kaskade berücksichtigt werden, um die Abwärmequelle möglichst sinnvoll auszunutzen. Wird zum Beispiel



**Bild 1** Übersicht über verfügbare Technologien zur Nutzung von Abwärme in Abhängigkeit von Temperatur und Wärmeleistung inklusive KompAct-Zielgebiet (eigene Darstellung).



**Bild 2** Traditionelle (links) und optimierte Abwärmekaskade (rechts) zur Entscheidungsfindung bei Hochtemperatur-Abwärmenutzung (eigene Darstellung).

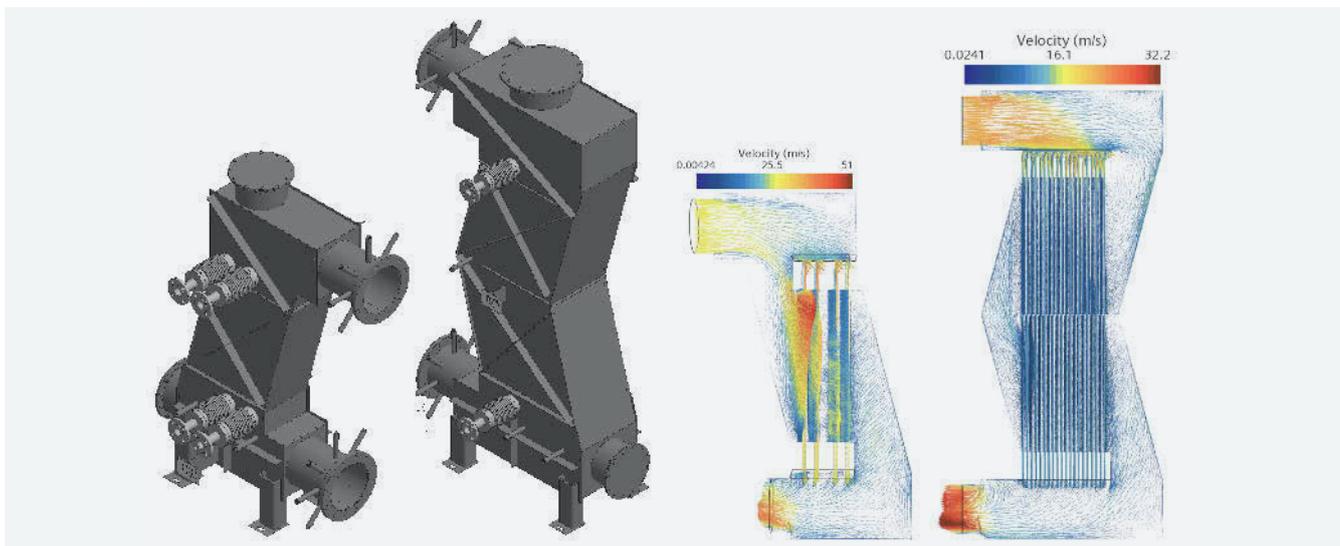
die Abwärme aus einem Druckguss-Ofen zunächst in einem SRC teilweise in Strom gewandelt, kann die übrige Leistung der Wärmesenke variabel zur Bereitstellung von Prozessdampf, für betriebsinterne Heizzwecke oder in Wärmenetzen verwendet werden. Diese Art der Kraft-Wärme-Kopplung bietet eine maximale Ausnutzung der Abwärmequellen bei höchsten Gesamt-Wirkungsgraden. Die optimierte Abwärmekaskade ist in **Bild 2** im rechten Teil dargestellt.

Voraussetzung für einen Einsatz von allen Technologien zur Umwandlung von Abwärme in der Industrie sind effiziente und robuste Prozesse, die anwendungsspezifisch leicht integriert werden können. Ein Verfahren zur Umwandlung von Abwärme in Strom mit einem neuar-

tigen Steam-Rankine-Prozess mit Mikro-Dampfturbine wurde im Laufe des Verbundprojekts entwickelt und erprobt. Eine neuartige Anlagentechnologie mit einem besonders kompakten Dampferzeuger, einer optimierten Dampfturbine und einer zugehörigen Systemarchitektur wird im Folgenden beschrieben.

## Ausgangssituation und Projektziele

Im Forschungsprojekt KompAct – Kompakte Abwärmeverstromung auf Basis des Clausius-Rankine-Prinzips mit Mikro-Dampfturbine – wurde Wasser als Arbeitsmittel im SRC ausgewählt, da es bei hohen Temperaturen vergleichbare thermodynamische Wirkungsgrade



**Bild 3** Konstruktionszeichnung des realisierten Prototyps bestehend aus Überhitzer (jeweils links) und Vorwärmer/Verdampfer (jeweils rechts); Ergebnisse der Strömungssimulation in den Apparaten (eigene Darstellung).

wie organische Arbeitsmittel erreicht, aber im Gegensatz zu diesen leicht verfügbar, thermisch stabil, nicht brennbar, toxisch oder krebserregend ist [7]. Gleichzeitig ergeben sich mit dem Arbeitsmittel Wasser Herausforderungen im Apparatedesign, die im Projekt adressiert wurden. Entwicklungsbasis für das Projekt KompAct war die MicroRankine-Pilotanlage [8], die in einem vorherigen Vorhaben von der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm (TH Nürnberg) aufgebaut wurde und auf dem Betriebsgelände der Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg (SUN) mit der Abwärme eines Klärgasmotors betrieben werden kann. Mit diesem Technologie-Demonstrator konnten die Eignung des Verfahrens zur Umwandlung von thermischer Energie aus dem Abgas eines Motors in Strom und die Robustheit der Anlagentechnik über mehr als 8000 h Betriebsdauer erfolgreich nachgewiesen werden. Eine Wirtschaftlichkeitsrechnung zeigt allerdings, dass mit der marktverfügbaren Anlagentechnologie eine kommerzielle Nutzung nur bedingt möglich ist.

Im Folgevorhaben KompAct war es deshalb das Ziel, die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens gegenüber dem Stand der Technik durch eine techno-ökonomische Optimierung von Schlüsselkomponenten und Systemarchitektur zu verbessern und so die Amortisationsdauer zu halbieren. Der bevorzugte Einsatzbereich für dieses System ist die Verstromung von Abwärme von motorischen Kraftwerken oder Festoxidbrennstoffzellen (Solid Oxide Fuel Cell, SOFC), Rauchgaswärme aus dezentralen Feuerungsanlagen (Biomasse), sowie Abwärme aus thermischen Prozessen in der Industrie im Bereich 200 bis 2000 kW(th.) und Temperaturen oberhalb 400 °C.

Da die Nutzung von Abwärme aus Industrieprozessen und Motoren für jede Anwendung andere Randbedingungen vorgibt (Wärme- beziehungsweise Massenstrom, Temperaturniveau, Medium usw.), ist die Standardisierung von Schlüsselkomponenten schwierig. In der Regel ist es notwendig, für jede Anwendung eine spezifische Lösung auszulegen, die auch den jeweiligen Anforderungen an die Wirtschaftlichkeit entspricht. Dazu war die Entwicklung eines Baukastensystems für die Hauptkomponenten im Fokus.

Das Forschungsprojekt KompAct startete unter Leitung der TH Nürnberg am 1. Dezember 2019, um ein technisch-wirtschaftlich optimiertes, kompaktes, skalierbares und wartungsarmes Anlagenkonzept zu entwickeln, das die betriebswirtschaftlichen Ziele für den industriellen Betrieb erfüllt. Das Projekt wurde in einem Konsortium mit fünf Unternehmen und einer weiteren Hochschule bearbeitet: der Aprovis Energy Systems GmbH, der CTWe GmbH, der Deprag Schulz GmbH u. Co. KG, der Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden, der TheSys GmbH und der UAS Messtechnik GmbH.

Das Projekt wurde in einem Konsortium mit fünf Unternehmen und einer weiteren Hochschule bearbeitet: der Aprovis Energy Systems GmbH, der CTWe GmbH, der Deprag Schulz GmbH u. Co. KG, der Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden, der TheSys GmbH und der UAS Messtechnik GmbH.

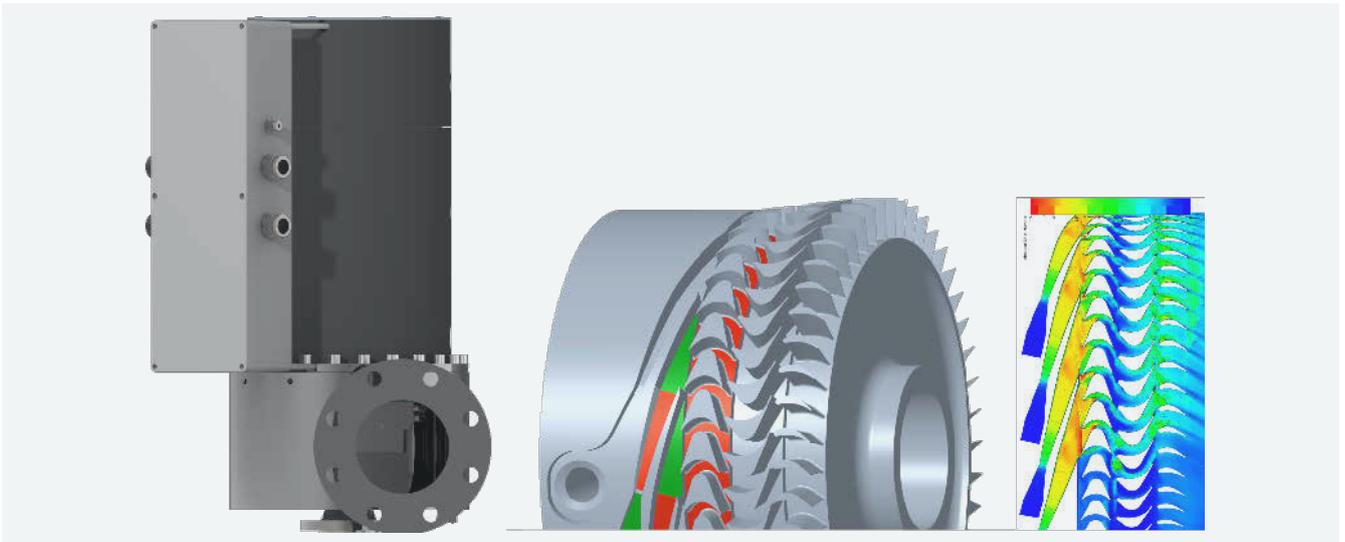
## Dampferzeuger

Als Dampferzeuger kommen bei SRC-Anlagen Dampfkessel und Durchlaufver-

dampfer zum Einsatz, wobei Zwangsdurchlaufverdampfer durch ihr geringes Bauvolumen besonders kosteneffizient dargestellt werden können.

Im Hauptentwicklungsbereich Dampferzeuger wurden verschiedene Bauarten von Verdampfern mithilfe einer Nutzwertanalyse im Hinblick auf ihre Eignung für unterschiedlichste Kundenanforderungen und insbesondere auf ihre betriebswirtschaftliche Profitabilität gegenübergestellt [9]. Eine neuartige Verdampferbauform auf Basis eines Doppelwand-Rundrohr-Designs zeigte sich vor allem im unteren Leistungsbereich als besonders vorteilhaft. Mithilfe von 3-D-CAD-Entwürfen und CFD-Simulationen wurde ein Konzeptprototyp mit Doppelwand-Rundrohren entwickelt, aufgebaut und auf einem Verdampferprüfstand hinsichtlich Leistung und Druckverlust vermessen. Mit den Messdaten konnten das Simulationsmodell abgeglichen und für einen anwendungsnahen Betrieb des Verdampfers geeignete Betriebsstrategien untersucht werden.

Als Resultat wurde ein Full-Scale-Prototyp mit Doppelwand-Rundrohren ausgelegt, gefertigt und in der MicroRankine-Versuchsanlage der TH Nürnberg installiert und praxisnah getestet. **Bild 3** zeigt die Konstruktion der realisierten Apparate und Ergebnisse einer Abgas-Strömungssimulation. Die Vorwärmung und Verdampfung des Wassers wurden in einem Apparat untergebracht, die Überhitzung des Wasserdampfes in einem zweiten, separaten Apparat, der mit dem ersten in Reihe geschaltet wird.



**Bild 4** 3-D-Zeichnung der Turbinen-Generatoreinheit mit Magnetlagerung (links), CAD-Geometrie der finalen, axialen Curtis-Turbine (mittig) und Machzahlverteilungen aus der CFD-Strömungssimulation (rechts; eigene Darstellung).

Als Ergebnis dieser Entwicklungen liegt nun ein Baukasten verschiedener Bauformen von Verdampfern für SRC-Anlagen in dezentralen Anwendungen unterschiedlicher Leistungsstufen vor, die zu einer anwendungsspezifischen und kosteneffizienten Lösung beitragen. Mit dem im Vorhaben KompAct entwickelten und getesteten Zwangsdurchlaufverdampfer im Doppelwand-Rundrohr-Design wurden im Vergleich zum vorherigen Großwasser-raumkessel der Bauraum und Materialeinsatz um etwa 70 % reduziert. Durch die Reduzierung des Wasser-/Dampfvolmens bei der Umstellung auf den Zwangsdurchlaufverdampfer konnte dieser im Vergleich zum bisherigen konventionellen Dampfkessel in einer niedrigeren Sicherheitskategorie eingestuft werden, was den Aufwand für Sicherheitsüberprüfungen senkt und damit Inbetriebnahme- und Betriebskosten verringert.

## Dampfturbine

Zur Entspannung des Dampfes kommen bei SRC-Anlagen vorrangig Dampfturbinen und Kolbenmaschinen zum Einsatz, wobei Dampfturbinen wegen eines möglichen ölfreien Betriebs, geringen Reibungsverlusten und hohen volumetrischen Leistungsdichten vorteilhaft in der Anwendung sind.

Daher fokussierte sich im Vorhaben KompAct ein zweiter Schwerpunkt auf die Entwicklung eines Baukastens für Mikro-Dampfturbinen-Generatoren. Aus einer Marktanalyse wurden in der Konzeptphase die Randbedingungen defi-

niert. Verschiedene Expanderkonzepte wurden durch Analysen der Thermodynamik, Fluidmechanik und unter mechanischen Gesichtspunkten miteinander verglichen [10]. Das Ergebnis dieser Untersuchung ist eine zweikrängige Curtisturbine, die anschließend über CFD-Simulationen, Werkstoffauswahl, Konstruktion und FEM-Berechnungen in eine Turbinen-Generatoreinheit überführt wurde. **Bild 4** zeigt die 3-D-Konstruktion der Turbinen-Generatoreinheit, sowie Ergebnisse der CFD-Simulationen der Dampfströmung in Lavaldüsen, Laufrädern und Leitrad. Neben einer magnetgelagerten Variante wurde auch eine Variante mit Wasser-Gleitfilm-lagerung entwickelt. Als Ergebnis der Untersuchungen wurde ein Prototyp einer Turbinen-Generator-Einheit mit einer elektrischen Leistung von 40 kW ausgelegt und aufgebaut, die für SRC-Anlagen in dezentralen Anwendungen optimiert ist. Mit der KompAct-Mikro-Dampfturbine konnten Kosteneinsparung von 30 bis 60 % gegenüber der Referenz-Turbine (Stand der Technik [8]) nachgewiesen werden.

## Systemarchitektur

Die Systemarchitektur bei dezentralen SRC-Anlagen besteht aus einem geschlossenen Kreislauf mit dem Arbeitsmittel Wasser, den Schlüsselkomponenten Verdampfer, Dampfturbine, Kondensator und Speisepumpe mit Verrohrung und Nebenaggregaten sowie einer Regelungseinheit, die für den sicheren und effi-

zienten Betrieb der Anlage sorgt. Die Systemarchitektur entscheidet über das Bauvolumen der Anlage und das Anwendungsgebiet und trägt maßgeblich zur Wirtschaftlichkeit bei. Daher wurde in einem dritten Arbeitspaket die Systemarchitektur nach Gesichtspunkten von Bauvolumen, Anlagendynamik und Gesamteffizienz optimiert.

Um die KompAct-Turbine und den KompAct-Dampferzeuger in das Gesamtsystem zu integrieren, wurden im Hauptentwicklungsbereich Systemarchitektur eine Risikobewertung durchgeführt, ein Regelungs- und Sicherheitskonzept entworfen und die Nebenaggregate ausgewählt. Im Vergleich zum Stand der Technik der MicroRankine-Anlage [8] konnten Armaturen und Messeinrichtungen eingespart und die Betriebsparameter des Dampfes auf Seiten der Wärmequelle und -senke für verschiedene Anwendungsfälle thermo-ökonomisch optimiert werden. Ergebnis der EMSR- und Mechanik-Planung ist ein kompaktes und wirtschaftliches Design für verschiedene Leistungsklassen. Für die elektrische Nennleistung von 40 kW wurde ein 3-D-Modell einer Anlage mit KompAct-Systemarchitektur erstellt. Die neuen Dampferzeuger-Apparate, die entwickelte Turbine, ein angepasstes Pumpenkonzept, eine optimierte und zertifizierte Rückspeiseeinheit sowie die neue Steuerung in einer Sicherheits-SPS wurden in der MicroRankine-Versuchsanlage integriert. **Bild 5** zeigt das vereinfachte Verfahrensfließbild der KompAct-Anlage mit den wichtigsten Messstellen.

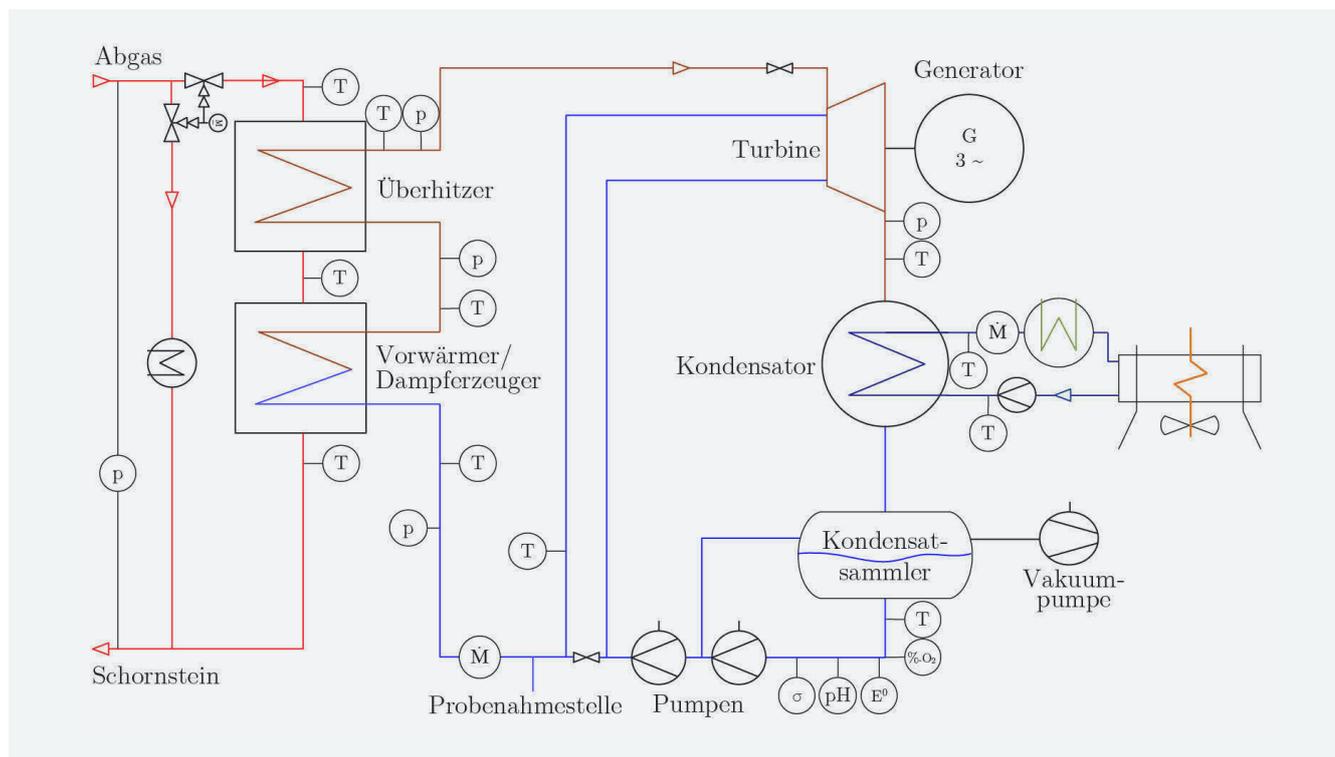


Bild 5 Vereinfachtes Verfahrensfliessbild der KompAct-Anlage mit den wichtigsten Apparaten und Messstellen (eigene Darstellung).

Für einen ausgewählten Abwärme-Anwendungsfall mit 250 kW(th.) Abwärme bei 450 °C konnte die Amortisationsdauer einer SRC-Anlage mit KompAct-Technologie gegenüber dem Stand der Technik halbiert werden. Da einige Systemkomponenten nicht reduzierbare Fixkosten mit sich bringen, verbessert sich die Wirtschaftlichkeit von KompAct-SRC-Anlagen mit steigenden Abwärmeleistungen.

Um weiteres Potenzial zur Kosteneinsparung durch den Einsatz von unlegierten Stählen anstelle von Edelstählen im Wasserkreislauf zu heben, wurde ein Korrosionsschutzsystem mit Alkalisierung und Konservierung des Wasser-Dampftraumes entwickelt und im Dauerbetrieb getestet.

Abwärme fällt häufig nicht in konstanter Menge und Temperatur an, sondern kann sehr großen Schwankungen unterliegen. Verdampfer, die trotz stark schwankender Abwärmemengen und Arbeitsmassenströme sicher betrieben werden sollen, benötigen für einen sicheren Betrieb ein geeignetes Regelungskonzept. Im Vorhaben wurde ein modellbasiertes Regelungsverfahren für KompAct-SRC-Anlagen entwickelt und erprobt, das in der Lage ist, die Anlage auch bei dynamischer Betriebsweise durch modellprädiktive Regelung stets in einem sicheren und effizienten Betriebsfenster zu halten.

## Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen des Förderprojekts KompAct wurde ein neues Anlagenkonzept zur Verstromung von bisher ungenutzter industrieller Hochtemperatur-Abwärme im Bereich von 200 bis 2 000 kW(th.) und Temperaturen ab 400 °C anwendungsnah untersucht und in drei Handlungsfeldern anhand von techno-ökonomischen Kriterien optimiert. Zielsetzung des Vorhabens war die Reduzierung der Amortisationsdauer durch Verbesserungen bei den Schlüsselkomponenten Expander und Dampferzeuger im Zusammenspiel mit einer skalierbaren, reproduzierbaren und bauraumoptimalen Systemarchitektur.

In den Hauptentwicklungsbereichen des Projekts wurden während der Projektlaufzeit ein neuer Zwangsdurchlaufdampferzeuger mit 70 % reduziertem Volumen und Masse, eine neue Turbinen-Generatoreinheit mit bis zu 60 % Kosteneinsparung sowie eine gegenüber der Referenzanlage optimierte Systemarchitektur, die zu einer Halbierung der Amortisationszeit im Anwendungsfall mit der kleinsten Leistung führt, entwickelt. Höhere Leistungen bringen wirtschaftlich vorteilhaftere Situationen mit sich. Die optimierten Apparate und Nebenggregate

wurden in der MicroRankine-Versuchsanlage der TH Nürnberg integriert.

Als Ergebnis des Vorhabens liegen wichtige Erkenntnisse darüber vor, wie das SRC-Verfahren genutzt werden kann, um Hochtemperatur-Abwärme aus Industrieprozessen oder Motoren wirtschaftlich in elektrischen Strom und Heizwärme umzuwandeln, um damit das Potenzial von ungenutzter Abwärme heben und so einen Beitrag zur Kopplung der Sektoren Strom und Wärme leisten zu können. In zukünftigen Projekten sollen an der TH Nürnberg weiterführende Optimierungen hinsichtlich des Einsatzgebietes mit dynamischen Betriebsweisen und einer Erweiterung des Verfahrens um einen Dampfspeicher untersucht werden. ■

## DANKSAGUNG

Die Autoren bedanken sich für die freundliche Förderung des Verbundprojekts „KompAct – Kompakte Abwärmeverstromung auf Basis des Clausius-Rankine-Prinzips mit Mikro-Dampfturbine“ (Eigenschreibweise KompAct) – durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz im 7. Energieforschungsprogramm aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages. Die Abwärme und der Platz für die Versuchsanlage wurden von der Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg zur Verfügung gestellt, bei der sich die Autoren ebenfalls herzlich bedanken.

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

## Literatur

- [1] Forman, C. et al.: Estimating the global waste heat potential. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 57 (2016), pp. 1568-1579, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.192>.
- [2] Dehli, M.: Energieeffizienz in Industrie, Dienstleistung und Gewerbe: Energietechnische Optimierungskonzepte für Unternehmen. Wiesbaden/Heidelberg: Springer Vieweg, 2020.
- [3] König, J. et al.: Thermoelektrik: Strom aus Abwärme. BINE-Themeninfo I/2016, FIZ Karlsruhe GmbH, 2016.
- [4] Enescu, D.: Thermoelectric Energy Harvesting: Basic Principles and Applications. *Green Energy Advances*, IntechOpen, 2019, <https://doi.org/10.5772/intechopen.83495>.
- [5] Macchi, E.; Astolfi, M. (Hrsg.): Organic Rankine cycle (ORC) power systems: Technologies and applications. Woodhead Publishing, 2017, <https://doi.org/10.1016/C2014-0-04239-6>.
- [6] Kühn, A.: Abwärme – Rahmenbedingungen, Technische Potentiale und Betriebliche Risiken, Abwärme – Ein Unerschlossenes Potenzial der Wärmewende? Deutsche Ener-

gie-Agentur (dena), Workshop, Henningsdorf, 2020.

- [7] Raab, F.; Klein, H.; Opferkuch, F.: Steam Rankine Cycle instead of Organic Rankine Cycle for Distributed Waste Heat Recovery – Pros and Cons. Konferenzbeitrag, 6th International Seminar on ORC Power Systems, 2021, <https://doi.org/10.14459/2021mp1633019>.
- [8] Raab, F.; Klein, H.; Opferkuch, F.: A Steam Rankine Cycle Pilot Plant for Distributed Waste Heat Recovery. Konferenzbeitrag, 9th Heat Powered Cycles Conference, 2022, S. 516-523, <https://doi.org/10.5281/zenodo.7234548>.
- [9] Ambros, P.; Raab, D.; Keite, M.; Raab, F.; Opferkuch, F.: Compact and High Efficient Rankine-Evaporator following Economical Targets. Konferenzbeitrag, 6th International Seminar on ORC Power Systems, 2021, <https://doi.org/10.14459/2021mp1633120>.
- [10] Streit, P.; Weiß, A. P.: Parameterized, numerical design of a two-wheel Curtis steam turbine for small scale WHR. Konferenzbeitrag, 20th Conference on Power System Engineering, Matec Web Conf. 345, 2021, <https://doi.org/10.1051/mateconf/202134500031>.

Dr.-Ing.  
**Peter Ambros**

TheSys GmbH

**Daniel Büschelberger**

CTWe GmbH

**Andreas Hastreiter**

UAS Messtechnik GmbH

Prof. Dr.-Ing.  
**Harald Klein**

Technische Universität München

**Daniel Raab**

Aprovis Energy Systems GmbH

**Rüdiger Scharf**

Deprag Schulz GmbH u. Co. KG

Prof. Dr.-Ing.  
**Andreas P. Weiß**

OTH Amberg-Weiden

**Florian Raab**



Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm, Forschungsgruppe für Dezentrale Energie-wandlung und Speicherung

[florian.raab@th-nuernberg.de](mailto:florian.raab@th-nuernberg.de)

Foto: TH Nürnberg

Prof. Dr.-Ing.

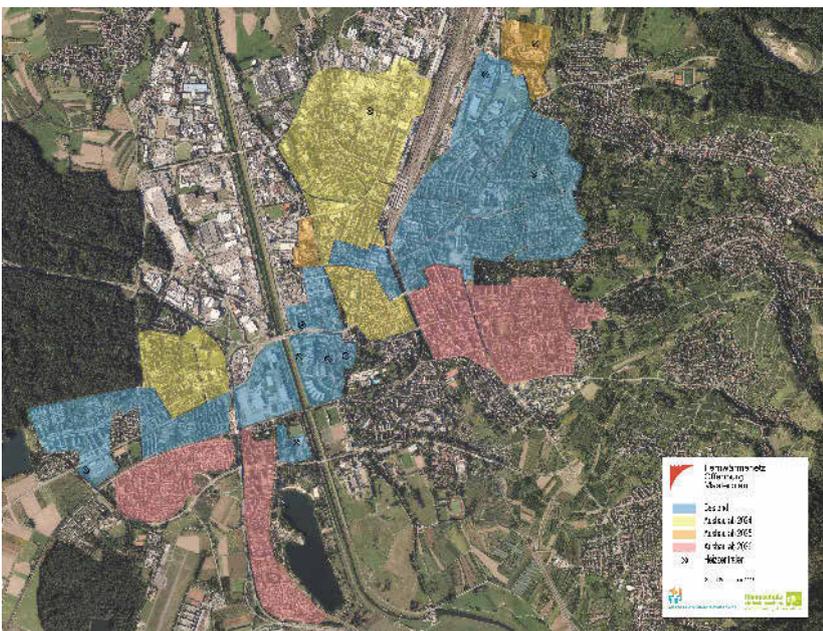
**Frank Opferkuch**



Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm, Forschungsgruppe für Dezentrale Energie-wandlung und Speicherung

Foto: TH Nürnberg

# Vorschau 9/10-2024



Kommunale Wärmeplanung in der Praxis. Foto: Wärmeversorgung Offenburg (WVO)

## IT-Sicherheit

Die wachsende Zahl von Diebstählen und der Vandalismus an Windkraft- und Solar-Anlagen erfordern Lösungen. Eine Maßnahmen zur Sicherung dieser Anlagen ist die Videoüberwachung.

## Aufbereitung

Neben der Verarbeitung des Schmutzwassers, verwertet der Abwasserverband Hall in Tirol mithilfe eines eigenen Sammelsystems das Altspesiefett der Region.

## Wärmenetze

In Offenburg koppelt ein neues Wärmekraftwerk industrielle Abwärme aus und speist sie in das eigene Fernwärmenetz ein. Das Projekt zeigt, wie kommunale Wärmeplanung erfolgreich und langfristig realisiert werden kann.

## VDI-Handlungsempfehlung: Modellbasierte Bestimmung hitzegefährdeter Siedlungsräume

Der Klimawandel hat weitreichende Folgen. Eine der Auswirkungen, die den Menschen am stärksten betrifft, ist die zunehmende Hitzebelastung durch höhere Temperaturen sowie häufiger auftretende und länger anhaltende Hitzewellen, verbunden mit der vor allem nachts auftretenden Überwärmung in dicht bebauten Gebieten. Dies stellt Städte, Kommunen, Landkreise und Verbandsgebiete vor die Herausforderung, Strategien zur Anpassung an den Klimawandel und zur Reduktion der städtischen Überwärmung zu entwickeln, darunter Hitzeaktionspläne und Klimaschutz-Masterpläne.

Bei der Planung spielen Analysen der thermischen Verhältnisse eine wichtige Rolle. Häufig sind die Akteure hierfür auf externe Expertise, zum Beispiel von Fachbüros, Forschungseinrichtungen oder Universitäten angewiesen. In der Praxis zeigt sich jedoch das Problem, dass die Ausschreibungen für die gewünschten Leistungen nicht immer eindeutig formuliert sind. Dies kann einerseits zu einem Klärungsbedarf mit der ausschreibenden Stelle und andererseits zu Leistungen führen, die an der eigentlichen Zielstellung vorbeigehen.

Die VDI-Handlungsempfehlung „Modellbasierte Bestimmung hitzegefährdeter Siedlungsräume“ führt auf, welche Informationen eine Ausschreibung enthalten sollte, darunter Ziele, Methoden, Eingangsdaten sowie Darstellungs- und Berichtsformate. Damit soll sichergestellt werden, dass die Gutachten die gewünschten

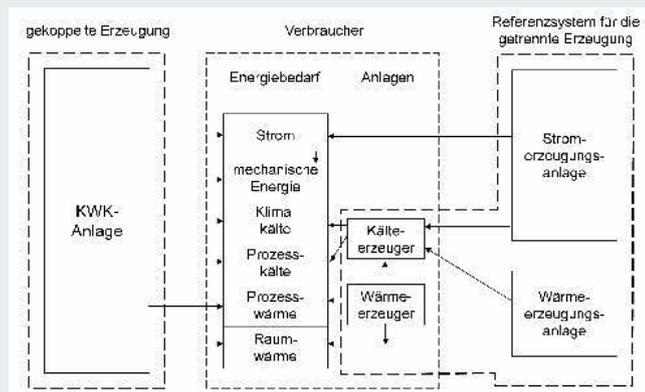
Informationen liefern können. Des Weiteren erläutert die Handlungsempfehlung, wie ein Stadtklimagutachten qualitativ geprüft werden kann und liefert Hintergrundwissen zu verwendeten Begriffen.

Für die Bearbeitung der unterschiedlichen Fragestellungen stehen Messmethoden, Messverfahren, numerische Modelle und statistische Verfahren zur Verfügung, die je nach Zielformulierung und zeitlichem sowie finanziellem Rahmen gewählt und entsprechend angepasst werden müssen. Die VDI-Handlungsempfehlung bezieht sich ausschließlich auf den Einsatz numerischer Modelle, die in den vergangenen Jahren vermehrt für Stadtklimauntersuchungen entwickelt und eingesetzt wurden. Handlungsempfehlungen für den Einsatz dieser Modelle für stadtklimatische Fragestellungen lagen bisher nicht vor. Deshalb werden auch Hinweise zur notwendigen räumlichen und zeitlichen Auflösung der Modelle für einzelne Planungsinstrumente und zu den Möglichkeiten und Grenzen der Modellierungen bei der Berechnung einzelner Klimaparameter gegeben. Methoden zur Quantifizierung von Hitze werden empfohlen. Die Handlungsempfehlung beschäftigt sich ausschließlich mit dem Thema Hitze; nicht betrachtet werden beispielsweise die Kälte- und Luftbelastung, Lärm oder Windlast.

Die VDI-Handlungsempfehlung ist im April 2024 erschienen. Ansprechpersonen im VDI sind Dr. Julia Nickel-Kuhn und Dr. Ge Cheng.

krdl@vdi.de

## VDI 4608 Blatt 2



**Bilanzgrenzen** für Referenzsysteme der getrennten Erzeugung, KWK-Anlage und Verbraucher. Grafik: VDI 4608 Blatt 2

Der Begriff der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) steht für alle Verfahren, bei denen in einer Energieanlage aus den zugeführten Energien gleichzeitig mehrere Zielenergien erzeugt werden. Die gekoppelte Erzeugung, Wandlung oder Umformung zweier oder mehrerer Zielenergien unterschiedlicher Wertigkeit kann sowohl zu Primärenergieeinsparungen als auch zur Reduktion von Emissionen und Anlagenkosten führen. Dies setzt aber voraus, dass die erzeugten Zielenergien auch tatsächlich genutzt werden. Erst die gleichzeitige Beachtung der Erzeuger- und Abnehmersituation lässt Schlüsse

auf die Effizienz der gekoppelten Erzeugung oder Umwandlung zu. Daher werden in dieser Richtlinie sowohl zeitpunkt- als auch zeitraumbezogene Allokationen von Brennstoffen, Kosten und Emissionen behandelt.

Ziel der Richtlinie VDI 4608 Blatt 2 „Energiesysteme: Kraft-Wärme-Kopplung – Allokation und Bewertung“, die an die Grundlagen und Beispiele in VDI 4608 Blatt 1 anschließt, ist die Beurteilung der Effizienz der gekoppelten Erzeugung oder Umwandlung unterschiedlicher Zielenergien und die Darlegung unterschiedlicher Methoden zur Allokation. Anhand dreier ausgewählter Systeme zur gekoppelten Erzeugung der Zielenergien Strom und Wärme werden die Anwendung der Allokationsmethoden und die daraus resultierenden Ergebnisse und Schlussfolgerungen dargestellt. Neben den in der bisherigen VDI 4608 Blatt 2:2008-07 beschriebenen Allokationsmethoden ist insbesondere die „Finnische Methode“ ergänzt. Alle Methoden sind bezüglich ihrer praktischen Anwendbarkeit überprüft.

Zielgruppen der Richtlinien sind Anlagenplaner, -hersteller und -betreiber, Energieversorgungsunternehmen, Überwachungsbehörden und -institute, Gutachterinnen und Gutachter, Energieberaterinnen und -berater, Kommunen, Politik sowie auf diesem Gebiet tätige Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Die VDI 4608 Blatt 2 (Entwurf) ist im Juni 2024 erscheinen und kann bei DIN Media ([www.dinmedia.de](http://www.dinmedia.de)) bestellt werden. VDI-Mitglieder erhalten 10 % Preisvorteil auf alle VDI-Richtlinien. Fachlicher Ansprechpartner im VDI ist Dr.-Ing. Uwe Delfs, VDI-GEU. [delfs@vdi.de](mailto:delfs@vdi.de)

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

## Neuer Entwurf der VDI 2290 veröffentlicht

Zum 1. Mai 2024 wurde ein neuer Entwurf der Richtlinie VDI 2290 „Emissionsminderung – Kennwerte für dichte Flanschverbindungen“ veröffentlicht. Im Gegensatz zur Richtlinie vom Juni 2012 sind im Anwendungsbereich des Entwurfs auch Flanschverbindungen im Kraftnebenanschluss enthalten. Darüber hinaus wird ein Drei-Säulen-Modell vorgestellt, das gleichwertige Wege zum Nachweis der Dichtheit aufzeigt. Zum einen ist dies ein rechnerischer Dichtheitsnachweis auf Basis experimentell ermittelter Dichtungskennwerte, zum anderen der Nachweis durch einen typbasierten Bauteilversuch. Als dritter Weg zum Dichtheitsnachweis wird die in-

dividuelle Einzelprüfung an einer realen Flanschverbindung vorgestellt. Weitere Inhalte der Richtlinie sind Hinweise zur Montage, Qualitätssicherung und Prüfung von Flanschverbindungen sowie Vorgaben für Prüfung und Wartung. Im Anhang des Richtlinienentwurfs sind Muster der verschiedenen Bauteilversuche sowie Berechnungsbeispiele enthalten. Der Richtlinienentwurf kann zum Preis von 117,70 € als PDF-Datei beziehungsweise 130,90 € als Druckversion bei DIN Media erworben werden. Alternativ kann der Entwurf kostenfrei in den Auslegestellen für VDI-Richtlinien eingesehen werden. Einwendungen zum Richtlinienentwurf können über das



Foto: Christoph Sager

Richtlinien-Einspruchsportal eingereicht werden. Die Einspruchsfrist endet am 31. August 2024. Ansprechpartner im VDI ist Dr.-Ing. Christoph Sager, VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss. [www.vdi.de/2290](http://www.vdi.de/2290)

## Technische Regelsetzung unterstützt den Markthochlauf von Wasserstofftechnologien

Technische Regeln und Normen spielen eine entscheidende Rolle für den Markthochlauf von Wasserstofftechnologien. Durch die Festlegung einheitlicher Standards wird eine grundlegende Basis für die Entwicklung, Produktion und Anwendung von Wasserstofftechnologien geschaffen. Diese Standards ermöglichen es, die Interoperabilität zwischen verschiedenen Komponenten und Systemen sicherzustellen, was wiederum die

Markteinführung beschleunigt und die Kosten senkt. Darüber hinaus fördern sie das Vertrauen der Verbraucherinnen und Verbraucher sowie Investoren, da sie die Sicherheit, Qualität und Zuverlässigkeit der Produkte und Dienstleistungen gewährleisten. Insgesamt tragen Standardisierung und Normung dazu bei, die Akzeptanz von Wasserstofftechnologien zu steigern und den Übergang zu einer nachhaltigen Energiezukunft voranzutreiben.

Zur Vervollständigung der Normenlandschaft wurde mit mehr als 600 Expertinnen und Experten aus allen Bereichen der Wertschöpfungskette an der Normungsroadmap Wasserstofftechnologien gearbeitet. Die Roadmap definiert aufbauend auf dem aktuellen Bestand einen Handlungsrahmen für die technische Regelsetzung, der den Markthochlauf für Wasserstofftechnologien aktiv unterstützt und dazu beiträgt, eine entsprechende Qualitäts-

infrastruktur für Wasserstofftechnologien aufzubauen.

Am 25. Juli 2024 hat die Veröffentlichungsveranstaltung zur Roadmap stattgefunden. Nach spannenden Keynotes vom BMWK und der Leitung des Steuerungskreises wurden die bisherigen Ergebnisse präsentiert. Weiter Informationen zum Gemeinschaftsprojekt befinden sich unter: [www.din.de/de/forschung-und-innovation/themen/wasserstoff/normungsroadmap-wasserstoff](http://www.din.de/de/forschung-und-innovation/themen/wasserstoff/normungsroadmap-wasserstoff).

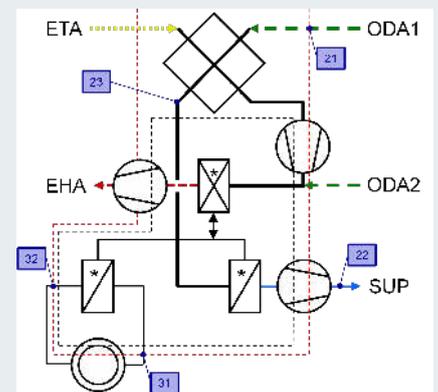
## VDI 4650 Blatt 3

Die Bedeutung von multifunktionalen Lüftungsgeräten mit Wärmepumpen für die Beheizung von Gebäuden mit niedrigem Energiebedarf steigt seit Jahren beständig an. Der Marktrelevanz wird mit einem eigenen Blatt der Richtlinienreihe VDI 4650 Rechnung getragen. Durch diese Richtlinie wird eine Vergleichbarkeit der Jahresarbeitszahlen (JAZ) mit Wärmepumpenanlagen aus Blatt 1 und Blatt 2 angestrebt.

Blatt 3 „Berechnung der Jahresarbeitszahl von Wärmepumpenanlagen – Grundlagen und allgemeine Begriffe multifunktionaler Lüftungsgeräte mit Wärmepumpen“ beschreibt die multifunktionalen Lüftungsgeräte mit Wärmepumpen, die entweder durch

luft- oder wasserbasierte Verteilsysteme Nutzwärme für Wohngebäude zur Verfügung stellen. Sie stellt die Systemgrundlage für noch folgende Blätter dar, in denen für die in Blatt 3 beschriebenen Systeme zukünftig konkrete Ermittlungen von JAZ vorgenommen werden. Die Richtlinienreihe richtet sich an alle in den Bereichen Planung, Errichtung, Betrieb und Nutzung von multifunktionalen Lüftungsgeräten mit Wärmepumpen.

Die VDI-Richtlinie 4650 Blatt 3 ist im Juli 2024 erschienen und kann bei DIN Media ([www.dinmedia.de](http://www.dinmedia.de)) bestellt werden. VDI-Mitglieder erhalten 10 % Preisvorteil. Fachlicher Ansprechpartner im VDI ist Dr.-Ing. Uwe Delfs, VDI-GEU. [delfs@vdi.de](mailto:delfs@vdi.de)



Zu-/Abluftgerät mit Wärmerückgewinnung und mit Abluft-Wärmepumpe. Grafik: VDI 4640 Blatt 3

## Vorgestellt: VNU-Mitglied

Tobias Mack ist seit 2022 Nachhaltigkeitsmanager der satis&fy AG und vertritt die Firma im VNU. Zuvor verantwortete er zehn Jahre im Projektmanagement der AG die Umsetzung von Veranstaltungen.

Nachhaltigkeit in der Eventbranche ist vor allem eine Frage der Organisation. Mit dem Servicemodell „One-Stop-Solution“ schafft satis&fy die optimalen Voraussetzungen für eine nachhaltige Eventumsetzung. Durch die frühzeitige Integration aller Gewerke kann die Planung schnell auf Ressourcen und Expertisen zurückgreifen. Dieser Prozess und die ganzheitliche Bera-

tung von Beginn an, tragen dazu bei, den ökologischen Fußabdruck der jeweiligen Produktion zu verringern. Seit Ende 2022 ist satis&fy erfolgreich validiert und ins EMAS-Register eingetragen. Damit geht das Unternehmen einen weiteren wichtigen Schritt in Richtung Nachhaltigkeit und stellt Weichen innerhalb der Branche.

Die satis&fy AG ist mit mehr als 30 Jahren Erfahrung ein ganzheitlicher Dienstleister für Live- und Markenerlebnisse. Das Unternehmen ist spezialisiert



**Tobias Mack**  
ist seit 2022 Nachhaltigkeitsmanager der satis&fy AG.  
Foto: satis&fy

auf die technische und räumliche Inszenierung von Erlebniswelten, Ausstellungen, Events, Tourneen und virtuellen Welten. Mit über 500 Mitarbeitenden und elf Niederlassungen unter anderem in Deutschland, den Niederlanden, und den USA zählt satis&fy zu den international etabliertesten Anbietern der Branche.

## Einladung: VNU-Umweltgutachtertag

In den letzten 25 Jahren hat sich der VNU-Umweltgutachtertag (UGT) als Fachveranstaltung für Umweltbegutachtungen, Audits und Beratungen im Bereich Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement etabliert. In diesem Jahr findet der UGT am 17. September 2024 im Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) in Bonn statt.

Einen Schwerpunkt der Veranstaltung bilden aktuelle und geplante regulatorische Entwicklungen rund um EMAS.

So wird Annika Kettenburg vom BMUV über die Einführung einer Umweltmanagementpflicht für genehmigungspflichtige Industrieanlagen im Rahmen der IED-Novelle, die Managementpflichten nach der Kunststoffgranulat-Verordnung sowie die Prüfung der Nachhaltigkeitsberichterstattung nach der CSRD referieren. Dr. Burkhard Huckestein vom Umweltbundesamt wird zum Klimamanagement sprechen und unter anderem systematische Ansätze vorstellen, die Unternehmen im Umgang mit den gestiegenen Anforderun-

gen an den Klimaschutz und die Klimaanpassung unterstützen können.

Mark Hoffmann von der Deutschen Akkreditierungs- und Zulassungsgesellschaft für Umweltgutachter mbH (DAU) steht den Teilnehmenden erneut für einen Austausch zur Zulassung und Aufsicht zur Verfügung.

Bereits im Vorfeld können Teilnehmende des Events ihre Fragen in der VNU-Geschäftsstelle einreichen.

Rechtsanwältin Dr. Dana Pohl-Schmeißer wird ein Update zum Umweltrecht, unter anderem im Immissi-

onsschutz- und Abfallrecht geben. Mario Lodigiani von der Geschäftsstelle des Umweltgutachterausschusses (UGA) wird über News aus dem Ausschuss berichten. Dazu gehören der Stand zur Ausarbeitung eines Konzepts zur Förderung des Berufsbilds der Umweltgutachterinnen und -gutachter, eine neue Webinar-Reihe und das Diskussionspapier zur Rechtsverbindlichkeit von Umweltaussagen und EMAS.

Weitere Informationen sowie die Anmeldung zum UGT befinden sich auf der VNU-Homepage.

## VNU-Ressort Water Risk: zehnjähriges Bestehen

Das Ressort Water Risk traf sich am 5. Juni 2024 zu einer virtuellen Veranstaltung. Fachlich eng begleitet wird das Ressort unter der Leitung von Bettina Heimer seit seiner Gründung vor zehn Jahren durch Prof. Markus Berger. Er hielt auch den ersten Vortrag des Tages zum World Water Footprint, der im Auftrag der Weltbank ermittelt wird. Auf Basis der ISO 14046 wird der Footprint als Produkt des „Wasserverbrauchs (Water Shoesize)“ mit Gewichtungsfaktoren ermittelt. Der globale Fußabdruck wird über mehrere Sektoren hinweg in einem

Modell errechnet, das mit einer Auflösung von fünf Bogenminuten (etwa 10 x 10 km) und im Zeitraum 1990 bis 2019 die gesamte Erdoberfläche abbildet. Erste Forschungsergebnisse belegen, dass weltweit der Pflanzenanbau, insbesondere Öl-Pflanzen und die Tierhaltung den größten Wasserverbrauch verursachen.

Einen spannenden Praxiseinblick in das Abwassermanagement als Geschäftszweck gab anschließend Jochen Krüger, Geschäftsführer der AWS GmbH. Die Tochter der Gelsenwasser AG betreibt für Industriekunden die Abwasserauf-

bereitung und den Betrieb von Klär- und Filteranlagen.

Daniel Weiß vom Consultingunternehmen Afry stellte schließlich einen der zwölf veröffentlichten Standards der Efrag für die EU-CSR-D-Berichterstattung vor, der sich mit der Ressource Wasser befasst (ESRS E3 water and marine resources).

Alle Vortragsunterlagen des Events stellt der VNU den Teilnehmenden und Mitgliedern zur Verfügung. Das nächste Online-Meeting des Ressorts ist für den 11. Oktober 2024 geplant.

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

## Partnerschaft für Digitalisierung

Digimondo und envelio kooperieren. Sie wollen an einer schnelleren und tiefen Digitalisierung der Energienetze arbeiten, um die auf lokaler Ebene stattfindende Energiewende zu beschleunigen. Digimondo stellt mit der IoT-Plattform „niox“ strukturierte Echtzeit-Betriebsdaten aus dem Feld zur Verfügung. Envelio will diese und weitere Daten nutzen, um ein vollständiges digitales Abbild der Netze zu erstellen, um so Netzbetreiber mit der „Intelligent Grid Platform“ bei der Automatisierung von Prozessen rund um Netzplanung und -betrieb zu unterstützen. Die Schnittstelle zwischen beiden Systemen wurde bereits entwickelt. „Gemeinsam sorgen wir dafür, dass aus Stromnetzen Smart Grids werden“, so Digimondo-Geschäftsführer Christopher Rath. Erste Projekte sind bereits gestartet.

[www.digimondo.com](http://www.digimondo.com), [www.envelio.com](http://www.envelio.com)



**BASF und Vattenfall** wollen die 15-MW-Vestas-Turbine „V236“ für ihr Offshore-Windparkprojekt „Nordlicht“ in der deutschen Nordsee einsetzen. Foto: Vestas Wind Systems

## Vattenfall und BASF ordern Windturbinen

Vattenfall und BASF haben Liefer- und Serviceverträge über 112 Windturbinen des Typs „V236-15.0 MW“ mit dem dänischen Windturbinenhersteller Vestas unterzeichnet. Der Turbinentyp V236 mit einer Nennleistung von 15 MW pro Turbine gilt derzeit als die leistungsstärkste Offshore-Turbine auf dem Markt. Die hochmodernen Anlagen sollen in den Offshore-Windprojekten Nordlicht 1 und 2 zum Einsatz kommen, 68 Windturbinen für Nordlicht 1 und 44 Windturbinen für Nordlicht 2. Die Unternehmen unterstreichen zudem ihre Ambitionen, ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu reduzieren. Ein Teil der Turmelemente wird aus emissionsarmem Stahl hergestellt. Dadurch soll sich der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck der Türme deutlich reduzieren. Das Windparkgebiet Nordlicht befindet sich 85 km nördlich der Insel Borkum in der deutschen Nordsee und besteht aus zwei separaten Standorten: Nordlicht 1 mit einer Leistung von rund 980 MW und Nordlicht 2 mit etwa 630 MW. Nach der vollständigen Inbetriebnahme, voraussichtlich im Jahr 2028, soll die Stromproduktion zusammen rund 6 TWh/a betragen.

[www.basf.com](http://www.basf.com), [www.vattenfall.de](http://www.vattenfall.de)

## PERSÖNLICHES

Dr. **Thomas Becker** ist Nachfolger von **Jörg Kamphaus** als kaufmännischer Geschäftsführer der Thyssengas GmbH. Kamphaus, der bereits seit 2004 in verschiedenen Management-Positionen bei Thyssengas tätig ist, übergab seine Aufgaben Mitte des Jahres an Becker, aktuell Geschäftsführer der Trading Hub Europe GmbH. Die künftige Thyssengas-Geschäftsführung besteht somit ab dem 1. Juli 2024 aus Becker und Dr. **Thomas Gößmann**, Vorsitzender der Geschäftsführung.

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

Der Vorstand der RWE AG hat zum Jahresstart 2024 das Führungsteam der RWE Supply & Trading erweitert. Zum 1. Januar 2024 trat **Jacob Meins** als Chief Commercial Officer (Origination) in die Geschäftsführung des Unternehmens ein. Mit Meins übernimmt ein langjähriger RWE-Manager die Verantwortung für die Geschäftsbereiche Gas Portfolio Management, Gas Origination und LNG sowie Energy Transition Investments, Biofuels und Dry Bulk & Structured Origination. **Andree Stracke**, Chief Executive Officer der Gesellschaft, hat sich entschieden, Ende Februar 2024 seine Karriere bei RWE nach 24 Jahren zu beenden. Seine Nachfolge als Vorsitzender der Geschäftsführung hat zum 1. März 2024 **Peter Krembel** übernommen, bisher Chief Commercial Officer (Trading). Er bleibt auch in seiner neuen Funktion als CEO für das Handelsgeschäft verantwortlich. [www.rwe.com](http://www.rwe.com)

Der Aufsichtsrat des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) hat Prof. **Jan S. Hesthaven** Anfang des Jahres zum Präsidenten gewählt. Zum Vizepräsidenten Finanzen, Personal und Infrastruktur wählte er Dr. **Stefan Schwartze**. Der KIT-Senat hat das Votum bestätigt.

[www.kit.edu](http://www.kit.edu)



## Lieferung von grünem Wasserstoff

Die Unternehmen TotalEnergies und Air Products haben eine 15-Jahres-Vereinbarung unterzeichnet. Sie sieht die jährliche Lieferung von 70 000 t grünem Wasserstoff in Europa ab dem Jahr 2030 vor. Im Rahmen der Vereinbarung wird Air Products die Raffinerien von TotalEnergies in Nordeuropa mit grünem Wasserstoff aus seinem globalen Versorgungsnetz beliefern. Dieser Wasserstoff soll dabei helfen, jährlich rund 700 000 t CO<sub>2</sub>-Emissionen zu vermeiden. TotalEnergies hat sich zum Ziel gesetzt, Treibhausgas (THG)-Emissionen aus dem von dem Unternehmen betriebenen Öl- und Gasgeschäft (Scope 1+2) bis 2030 um netto 40 % gegenüber dem Stand von 2015 zu senken.

[www.airproducts.com](http://www.airproducts.com),  
[www.totalenergies.com](http://www.totalenergies.com)



Sven Becker, der vor Kurzem in seiner Funktion als Sprecher der Geschäftsführung der Stadtwerke-Kooperation bestätigt worden ist, und Dr. Oliver Runte, Geschäftsführer der Trianel GmbH.  
Foto: Trianel

## Trianel weiter auf Wachstumskurs

Die von insgesamt 53 Stadtwerken sowie niederländischen, österreichischen und schweizerischen Energieunternehmen getragene Stadtwerke-Kooperation Trianel konnte ihren Gewinn im Jahr 2023 erneut kräftig steigern. Der Vorsteuergewinn des Aachener Unternehmens stieg um über 49 % auf 99 Mio. €. Als Jahresüberschuss bleiben davon fast 69 Mio. € übrig, die zu 90 % an die Gesellschafter ausgeschüttet werden sollen. „Unser Ziel ist es, unser Geschäftsmodell mit dem Fokus auf den Energiehandel, Origination und Energieservices sowie auf die Entwicklung von erneuerbaren Energien konsequent auszubauen. Das heißt für uns, die Marktintegration der Erneuerbaren durch Dienstleistungen und Handelsstrategien voranzutreiben und gleichzeitig den Ausbau der Erneuerbaren und von Flexibilitätsoptionen gemeinsam mit Stadtwerken zu ermöglichen“, so Dr. Oliver Runte, Geschäftsführer der Trianel GmbH. Mit seinem Geschäftsmodell sieht sich Trianel für die Zukunft gut gerüstet: „Wir bewältigen die volatile und weiterhin nervöse Marktsituation nicht nur für uns gut, sondern unterstützen auch unsere Partner und Kunden dabei, professionell und umsichtig mit den volatilen Marktsituationen umgehen zu können“, so Sven Becker, Sprecher der Trianel-Geschäftsführung. Trianel handelt mit Strom und Gas, entwickelt Erneuerbaren-Projekte und vermarktet Strom aus erneuerbaren und konventionellen Erzeugungsanlagen für Stadtwerke und für Industriekunden. Durch die Projektentwicklungstochter Trianel Energieprojekte GmbH & Co. KG sind 2023 113 MW Wind- und Solarprojekte realisiert worden. „Unser Fokus auf erneuerbare Energien und Flexibilitätsoptionen ist eine wesentliche Säule unserer Wachstumsstrategie und trägt ebenso zu dem sehr guten Ergebnis bei“, betont Becker.

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



Axel Lorenz, Siemens Digital Industries, Mariana Vaz Sigoli, Siemens-Wasserstoff-Kompetenzzentrum, Jan Grimbrandt, Boson Energy und Liran Dor, Boson Energy (v.l.n.r.). Foto: Siemens

## Siemens und Boson Energy wollen Energiewende beschleunigen

Boson Energy und die Siemens AG haben eine Absichtserklärung unterzeichnet, um die Zusammenarbeit im Bereich Technologie, die nicht wiederverwertbare Abfälle in saubere Energie umwandelt, zu erleichtern. Die Kooperation zielt darauf ab, die nachhaltige, lokale Energiesicherheit zu fördern und eine wasserstoffbasierte Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge zu ermöglichen, ohne dabei die Netzstabilität zu gefährden oder Verbraucherpreise zu beeinflussen.

[www.siemens.com](http://www.siemens.com), [www.bosonenergy.com](http://www.bosonenergy.com)

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



**Sicharge D** eignet sich für unterschiedliche Anwendungsfälle öffentlichen Schnellladens.  
 Foto: Siemens

## Dynamisches Laden von bis zu vier Fahrzeugen gleichzeitig

Siemens Smart Infrastructure stellt für IEC-Märkte eine weitere Variante der Schnellladelösung Sicharge D mit einer maximalen Leistung von 400 kW vor. Sicharge D wurde für heutige und zukünftige Ladeanforderungen von Elektrofahrzeugen entwickelt und erfüllt die relevanten Standards, Protokolle und Normen. Darüber hinaus können laut Hersteller mit dem Sicharge D Dispenser bis zu vier Fahrzeuge gleichzeitig über einen einzigen Netzanschluss geladen werden, was die Ladezeiten optimiert und Betreibern von Ladestationen finanzielle und räumliche Vorteile bietet. Dabei bietet Sicharge D eine kontinuierliche, stabile Ausgangsleistung von 400 kW bei einer Umgebungstemperatur von 40 °C. Außerdem gewährleistet die Schnellladelösung das barrierefreie Laden von E-Fahrzeugen und entspricht der deutschen Norm DIN 180403. [www.siemens.com/smart-infrastructure](http://www.siemens.com/smart-infrastructure)

## Energieautarker Schutz für Wind- und Solarparks

Die Überwachungslösung ProSolar des Sicherheitsunternehmens LivEye schützt mit Überwachungskameras, Künstlicher Intelligenz (KI) und durchgängig besetzter Leitstelle definierte Risikozonen rund um die Uhr – laut Hersteller, ohne von Stromanschlüssen abhängig zu sein. Solarpanels und eine Brennstoffzelle versorgen das umweltfreundliche System mit Energie. Drei Solarpanels und eine Brennstoffzelle versorgen das ProSolar mit Energie. Der 6,5 m hohe, mit zwei PTZ-Kameras ausgestattete Videoturm deckt einen Radius von 200 m ab.erspähnen die Kameras Verdächtiges, bewertet die KI-gestützte Analysesoftware Bewegungsmuster. Irrelevantes wie beispielsweise Tiere oder Blätter filtert sie heraus. Bei Fahrzeugen und Menschen löst sie einen Alarm in der Leitstelle aus. Das geschulte Personal in der 24/7-Leitstelle in Deutschland reagiert schnell analog auf Kundenwunsch, zum Beispiel mit einer Lautsprecher-Ansprache oder Benachrichtigung der Polizei. [www.liveye.com](http://www.liveye.com)

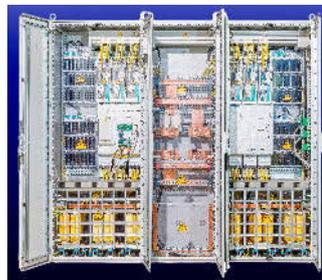


**Die Funktion „Smart by Day“** erweitert die Kapazität der Kameras – damit liefern sie auch tagsüber Einblick.  
 Foto: LivEye

## Modulare Umrichterlösungen für die Wasserstoffherzeugung

CG Drives & Automation, Anbieter innovativer Lösungen zur Energieumwandlung, hat unter der Marke Emotron neue modulare Umrichtermodule eingeführt. Sie zeichnen sich laut Hersteller durch sehr geringe Netzberschwingungen und große Anpassungsfähigkeit aus und wurden unter anderem für die Wasserstoffproduktion und Brennstoffzellenanwendungen entwickelt. Die Emotron-„Active Front End“-Umrichter (AFE), ein Markenzeichen der Emotron-Technologie, können große Spannungsschwankungen kompensieren und machen eine Leistungsfaktorkorrektur überflüssig. Die AFE-Frequenzumrichter fungieren als AC/DC-Gleichrichter und regeln Gleichstromlasten in Anlagen zur Wasserstoffproduktion. In Verbindung mit der Emotron-DCU (DC/DC-Konverter), die Spannung und Strom regelt, erhalten Anwender eine Komplettlösung, die die Effizienz der Wasserstoffproduktion erhöht, so das Unternehmen.

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



**Modulares Design** für maßgeschneiderte Lösungen. Foto: Emotron

Freuen sich über den Start der Energy Unit: Andreas Müller (links) und Markus Schramm von der Alois Müller GmbH.  
 Foto: Alois Müller



## Modulare Heizzentralen für große Wohnanlagen

Dank modularer Heizzentralen auf Wärmepumpenbasis können ab sofort auch große Wohnanlagen und Gewerbeimmobilien regenerativ mit Warmwasser und Heizenergie versorgt werden. Möglich macht es „Energy Unit“, eine neue Systemlösung, die Vaillant gemeinsam mit dem mittelständischen Energie- und Gebäudetechnik-Spezialisten Alois Müller entwickelt hat. Dank einer Kaskadenschaltung lassen sich selbst große Wohnimmobilien mit bis zu 30 Wohneinheiten und einer Heizlast von bis zu 65 kW über die neue Energy Unit Wärmepumpe versorgen, so die Unternehmen. Diese kann monoenergetisch oder als Gas-Hybridvariante betrieben werden. Die gesamte Anlagentechnik, der Pufferspeicher und die Regelung der Heizkreise sind bereits anschlussfertig in der Einheit zusammengefasst und werden vor Ort montiert.

[www.alois-mueller.com](http://www.alois-mueller.com), [www.vaillant.de](http://www.vaillant.de)

## Energiespeicher

# Mit Flüssigmetall Wärme 100-mal besser leiten

Die industrielle Produktion verbraucht mehr als 20 Prozent des gesamten Energiebedarfs in Deutschland. Dafür werden bisher noch zu 90 Prozent fossile Quellen genutzt.

Mit dem Ziel, in diesen Prozessen erneuerbare Energien besser einzusetzen, arbeiten Forschende des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) an einem weltweit einzigartigen Hochtemperatur-Wärmespeicher mit Flüssigmetalltechnologie.

**W**eltweit werden derzeit Hochtemperatur-Wärmespeicher entwickelt, um Unternehmen, die ressourcenintensiv produzieren, Wärme unabhängig von den Schwankungen bei der Energie aus erneuerbaren Quellen bereitzustellen. Für diese Speicher wird Strom zunächst in Wärme umgewandelt und gespeichert. Genutzt wird die Wärme anschließend nach Bedarf, zum Beispiel, wenn der Strom teurer ist und Herstellungsprozesse weiterlaufen müssen. Für viele Unternehmen gilt dabei das Prinzip: je höher die gespeicherte Temperatur, desto besser. Denn so lässt sich die Menge an zusätzlicher Energie verringern, die benötigt würde, um die gewünschte Produktionstemperatur zu erreichen.

In Pilotanlagen werden beispielsweise Flüssigsalze genutzt, die Temperaturen von rund 550 °C speichern können. Um noch höhere Temperaturen zu erreichen, kommen bislang Gase zum Einsatz: Mit Strom bis auf rund 700 °C aufgeheizt, transportieren sie ihre Wärme zu einem Speichermaterial wie Stahl, Vulkanstein oder Schlacke. „Das heiße Gas gibt die Wärme jedoch nicht besonders effizient an das Speichermaterial ab“, sagt Dr. Klarissa Niedermeier vom Institut für Thermische Energietechnik und Sicherheit des KIT.

## Flüssigmetalle transportieren Wärme hervorragend

Mit ihrem Team arbeitet sie an einer neuartigen Lösung für den hohen Temperaturbereich: einem Wärmespeicher, in dem Blei-Bismut eingesetzt wird. „Die Wärmeleitfähigkeit dieser Flüssigmetallmischung ist bis zu 100-mal höher als die anderer Wärmeträger, die für Speicher eingesetzt werden“, so Niedermeier.

Der Hochtemperatur-Wärmespeicher wird in einem Kreislauf getestet: In einem Stahltank sickert das aufgeheizte Blei-Bismut zwischen etwa 2 mm kleinen Keramikkügelchen hindurch, an die es die Hitze abgibt. Wird die Wärme wieder benötigt, wird das dann „kalte“ Flüssigmetall erneut durch die Kügelchen geführt und heizt sich an ihnen auf.

In Simulationen am Karlsruher Flüssigmetalllabor des KIT (Karlsruhe Liquid Metal Laboratory, Kalla) haben Niedermeier und ihr Team gezeigt: Die Nutzung von Flüssigmetall kann das Laden und Entladen des Speichers effizienter machen, insbesondere, wenn eine sehr kompakte Schüttung verwendet wird.



**Wärmespeicher im Labormaßstab:** Auf dem Foto sind die Keramikkügelchen zu sehen, die die Wärme speichern. Foto: Kalla/KIT

## Effiziente Lösung, um Ökostrom-Überproduktion zu speichern

„Wenn das Flüssigmetall mit Strom aus erneuerbaren Energien erhitzt wird, haben die Firmen eine effiziente Lösung, um die Fluktuationen des Stromangebots aus erneuerbaren Quellen abzufedern und die saubere Energie einfach, kostengünstig, schnell und zu Temperaturen zu speichern, die so nah wie möglich an denen der Industrieprozesse sind“, so die Forscherin. Das Verfahren habe ein riesiges Potenzial für die Defossilisierung der Industrie. Denn derzeit werden in Deutschland 400 TWh Wärmemenge im Jahr durch Industrieprozesse erzeugt, 90 % davon mit fossilen Energiequellen.

Dass Flüssigmetalle bisher kaum für den Einsatz in Wärmespeichern in Erwägung gezogen wurden, hat laut Niedermeier vor allem logistische Gründe: Weltweit gebe es nur wenige Kreisläufe, um solche Speichermethoden zu testen. Das Kalla-Labor am KIT verfügt über einen großen Kreislauf mit Blei-Bismut, der unter anderem für neue Projekte im Bereich der erneuerbaren Energien genutzt wird. ■

[www.kit.edu](http://www.kit.edu)

## Wärme- und Energiewende

# Zollverein soll klimaneutral werden

Das Unesco-Welterbe Zollverein soll ab 2030 klimaneutral sein. Um dieses ambitionierte Ziel zu erreichen, hat die Stiftung Zollverein die Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermie IEG gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP beauftragt, eine Machbarkeitsstudie für die klimaneutrale Wärme- und Energieversorgung des Areals zu erstellen.

**D**as Fraunhofer-Team untersucht Möglichkeiten, den Wärme- und Energieverbrauch des Unesco-Welterbes Zollverein durch Optimierung von Gebäuden und ihrer technischen Ausrüstung zu reduzieren, die Effizienz der Energieversorgung zu steigern und gleichzeitig mehr lokale erneuerbare Energien, zum Beispiel über Wärmepumpen, einzubinden.

1928 begann der Neubau einer kompletten, als Zentralförderanlage konzipierten Schachtanlage. Die heutige Kokerei Zollverein entstand zwischen 1957 und 1961. Nach der Stilllegung des Industriekomplexes arbeitete das Land NRW an der Umnutzung des Geländes als Industrie- und Kulturdenkmal, seit 2008 liegt diese Aufgabe bei der Stiftung Zollverein. Das Unesco-Welterbe Zollverein zieht heute jährlich bis zu 1,6 Millionen Besucherinnen und Besucher an. Mehr als 150 Unternehmen haben sich angesiedelt.

## Ewigkeitsnutzen aus Ewigkeitslasten

Die besonderen Bedingungen, die das Unesco-Welterbe Zollverein bietet, sollen in der Machbarkeitsstudie berücksichtigt werden. René Verhoeven, Projektleiter beim Fraunhofer IEG und Operational Manager des Competence Centers Bergbaufolgenutzung: „Wir wollen alle vorhandenen über- und untertägigen Energiepotenziale nutzen. So könnte etwa die Temperatur des Grubenwassers, die bei 28 bis 35 °C liegt, für die Wärmeversorgung eingesetzt werden. Hier denken wir vor allem an Kombinationen mit Wärmepumpenanlagen. Damit können wir den ehemaligen Kohlebergbau zum Wärmebergbau transformieren.“ Das Fraunhofer IEG ist mit seinem Know-how etwa in den Bereichen Grubenwasser, Energie- und Wärmespeicherung, Großwärmepumpen, Sektorenkopplung sowie Berg- und Wasserrecht für diese Aufgabe nach eigenen Angaben gut aufgestellt.

Das Fraunhofer IBP bringt seinerseits langjährige Erfahrungen bei der Entwicklung digitaler Modelle von komplexen Gebäudestrukturen, der energetischen Bewertung von Gebäuden, der Ent-



Unesco-Welterbe Zollverein. Foto: PantherMedia/Joerg Hackemann

wicklung von kostenoptimierten Sanierungsstrategien sowie der Nutzung von Photovoltaik und/oder Solarthermie in denkmalgeschützten Ensembles ein. Hierbei sind Fragen der baulichen Integration von Sanierungsmaßnahmen, Schutz des überlieferten Erscheinungsbilds sowie abgestimmte Lösungen zur Vermeidung potenzieller Schäden durch ein verändertes Innenraumklima zu berücksichtigen.

Die Expertinnen und Experten der beteiligten Fraunhofer-Institute analysieren am Standort vorliegende Rahmenbedingungen wie das Grubenwasser und dessen chemische Zusammensetzung, den Energiebedarf und die erforderliche thermische Leistung der Liegenschaften sowie der benachbarten Bergwerksstrukturen. Dabei schließen sie das Wasserhaltungskonzept der RAG AG mit ein.

## Ein Unesco-Welterbe klimaneutral betreiben

Prof. Dr. Hans-Peter Noll, Vorstandsvorsitzender der Stiftung Zollverein: „Das Unesco-Welterbe Zollverein ist ein einzigartiger Ort der Transformation. Als Zukunftsstandort und Reallabor möchten wir ein modernes und nachhaltiges Welterbe weiterentwickeln und damit als Leuchtturm für die Region und andere Welterbestätten stehen. Deshalb stellen wir uns der Herausforderung, einen historischen und denkmalgeschützten ehemaligen Industriekomplex klimaneutral zu betreiben. Mit Fraunhofer IEG und Fraunhofer IBP haben wir geeignete Partner gefunden, um die Potenziale auf dem Standort zu identifizieren und in konkrete Handlungsschritte zu überführen. Unser Dank gilt insbesondere dem NRW-Landesministerium für Heimat, Kommunales, Bau und Digitalisierung für die Unterstützung dieses Modellprojekts.“

Derzeit finden eine Bestandsaufnahme und Analyse der Gebäude auf dem weitläufigen fast 100 ha großen Areal statt. Im Oktober 2024 sollen die Empfehlungen der Fraunhofer-Expertinnen und -Experten vorliegen. ■

[www.ieg.fraunhofer.de](http://www.ieg.fraunhofer.de), [www.ibp.fraunhofer.de](http://www.ibp.fraunhofer.de)



Foto: Haufe

## Energiesparen für Immobilien-eigentümer und Verwalter

Georg Hopfensperger, Claudia Finsterlin: *Energiesparen für Immobilieneigentümer und Verwalter*. 264 Seiten, Softcover, 39,99 €. Freiburg: Haufe, 2023. ISBN: 978-3-648-16806-6.

Noch nie waren die Themen Energieeinsparung und Klimaschutz so brisant wie heute. Eigentümerinnen und Eigentümer stehen vor der Herausforderung, ihre Immobilie energieeffizient zu sanieren und zu modernisieren, die zum Teil hohen Kosten aufzubringen und zugleich die gesetzlichen Vorgaben zu erfüllen.

Dieses Buch gibt einen fundierten Überblick über mögliche Energieeinsparpotenziale und wertvolle Tipps für die Umsetzung energetischer Maßnahmen an Immobilien. Es erläutert, wie eine verbesserte Wärmedämmung, der Einsatz erneuerbarer Energien, der Austausch von Heizungen oder Photovoltaik rechtlich durchsetzbar sind und auf Mieterinnen und Mieter umgelegt werden können. Außerdem bietet es Informationen zu Fördermitteln und Steuervorteilen. Mit zahlreichen Musteranschreiben und Formularen.



Foto: Erich Schmidt Verlag

## EnWG

Maximilian Emanuel Elspas, Nils Graßmann, Winfried Raabich (Hrsg.): *EnWG*. 3 075 Seiten, Hardcover, 268,00 €. Berlin: Erich Schmidt Verlag, 2023. ISBN: 978-3-503-20966-8.

Das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) hat sich innerhalb von zwei Jahrzehnten von einem ursprünglich sehr überschaubaren und daher wenig kommentierungsbedürftigen Ordnungsrahmen hin zum Grundpfeiler einer der komplexesten und dynamischsten Rechtsmaterien fortentwickelt.

Der Berliner Kommentar EnWG bietet eine übersichtliche und praxisorientierte Gesamtkommentierung der Regelungen des Energiewirtschaftsrechts. Besonders hervorzuheben sind die neben der Einzelkommentierung aller EnWG-Vorschriften integrierten Kommentierungen der auf Basis des EnWG erlassenen Rechtsverordnungen.

Eingang in die Neuauflage fanden unter anderem die Umsetzung des EU-Clean-Energy-Packages, die Auswirkungen der EnWG-Novelle 2021, das sogenannte „Osterpaket“, sowie die umfangreichen Maßnahmen des Jahres 2022 zur Bewältigung der durch den russischen Angriffskrieg auf die Ukraine ausgelösten Energiekrise.



Foto: VDE Verlag

## Lexikon der Elektromobilität

Rolf Rüdiger Cichowski: *Lexikon der Elektromobilität*. 630 Seiten, Softcover, 42,00 €. Berlin/Offenbach: VDE Verlag, 2023. ISBN: 978-3-8007-6057-2.

Die deutschen Autobauer sind dabei ihre Modellpalette umzustellen, die Zulassungszahlen für E-Autos steigen kontinuierlich. Die Hersteller elektrotechnischer Geräte für die Ladeinfrastruktur können die starke Nachfrage, zum Beispiel nach Wallboxen, nur mit hohen Anstrengungen bedienen. Das Elektrohandwerk muss ebenfalls diesen neuen und zunehmenden Markt bedienen und dabei möglichst umfassend die Kunden beraten und die Anlagen fachgerecht errichten können.

Um der Elektrofachkraft bei Planung und Errichtung zu assistieren, verfolgt das Werk den Ansatz, die für die Elektroinstallation relevanten Begriffe in einem Lexikon zusammenzufassen. Die Struktur ist dabei so gewählt, dass jedem Stichwort eine Begriffsdefinition, Verweis auf weitere Begriffe, Erläuterungen, Anforderungen aus den anerkannten Regeln der Technik, praktische Hinweise, Normenverweise nebst Literaturhinweisen folgen.



Foto: Carl Hanser Verlag

## Strömungsmaschinen

Herbert Sigloch: *Strömungsmaschinen*. 452 Seiten, Softcover, 44,99 €. München: Carl Hanser Verlag, 2023. ISBN: 978-3-446-47677-6.

Mithilfe von Pumpen (Turbo-Arbeitsmaschinen) werden Flüssigkeiten oder Gase transportiert. Turbinen (Turbo-Kraftmaschinen) wandeln die zugeführte Energie (Wasserkraft, Energie von Brennstoffen) in elektrische Energie (zum Beispiel im Wasser- oder Dampfturbinenkraftwerk) oder mechanische Fortbewegungsenergie (zum Beispiel bei Flugzeugturbinen) um.

In diesem Buch werden die physikalischen und thermodynamischen Grundlagen, dieser Maschinen, ihre Wirkungsweise sowie Berechnung ausführlich mit zahlreichen anwendungsbezogenen Praxisbeispielen erläutert. Sie werden nach fluidspezifischen Eigenschaften unterschieden in:

- hydraulische Strömungsmaschinen (Strömungsmaschinen für inkompressible Fluide),
- thermische Strömungsmaschinen (Strömungsmaschinen für kompressible Fluide).

Auf [plus.hanser-fachbuch.de](https://plus.hanser-fachbuch.de) ist digitales Zusatzmaterial zum Titel abrufbar.



**VDI energie + umwelt**

ZUKUNFT GESTALTEN: SMART • EFFIZIENT • NACHHALTIG

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

**VDI**  
Fachmedien

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

Für nur  
67,20 EUR  
inkl. MwSt.

NEU: Nachfolgetitel von BWK und UmweltMagazin



Sie wollen jederzeit und überall Zugriff haben auf VDI energie + umwelt, um immer über die technisch und wirtschaftlich machbaren Lösungen informiert zu sein, damit die nachhaltige Energietransformation in Ihrem Unternehmen erfolgreich ist? Dann sichern Sie sich jetzt zusätzlich zu den 6 VDI energie + umwelt-Printausgaben pro Jahr auch Ihr Abo-Upgrade E-Paper: 67,20 EUR inkl. MwSt..

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



**Technikwissen für Ingenieur\*innen - jetzt bestellen:**

[ingenieur.de/abo-vdienergieumwelt](https://ingenieur.de/abo-vdienergieumwelt)



**IDEAL FÜR IHRE  
ERFOLGREICHE JOBSUCHE:**

- Direkter Kontakt zu Unternehmen
- Gespräche mit Entscheidenden
- Karriereberatung und -vorträge
- Job Board

Wir machen Ingenieurkarrieren.  
Vor Ort. Und Online.

**VDI nachrichten Recruiting Tag und Recruiting Tag Online, Deutschlands führende Karrieremesse für Ingenieur\*innen und IT-Ingenieur\*innen.**

Für alle wechselwilligen Fach- und Führungskräfte, Professionals und Young Professionals ein Muss. Knüpfen Sie Kontakte zu renommierten Unternehmen und sprechen Sie mit Entscheidenden aus den Fachabteilungen. Serviceangebote wie Karriereberatung und -vorträge unterstützen Sie bei Ihrem Wechselwunsch.



**Jetzt informieren und kostenfrei teilnehmen: [www.ingenieur.de/recruitingtag](http://www.ingenieur.de/recruitingtag)**

**Mehr Informationen?**

Ana Mihaleva, Telefon: +49 211 6188-374

Franziska Opitz, Telefon: +49 211 6188-377

[recruiting@vdi-nachrichten.com](mailto:recruiting@vdi-nachrichten.com)

**VDI nachrichten**  
recruiting tag