

VDI energie + umwelt

ZUKUNFT GESTALTEN: SMART • EFFIZIENT • NACHHALTIG

VDI energie + umwelt 1-2 | 2024



ABWASSER

Grauwasser recyceln
lohnt sich

SPECIAL

Mehr Tempo beim
Smart Meter Rollout

FINANZIERUNG

Tokenisierung von
Photovoltaik und Wind

Aus BWK und UmweltMagazin wird: VDI energie + umwelt

Schön,
dass Sie
uns lesen



Zukunft gestalten: smart, effizient und nachhaltig.

Mit diesem visionären Claim präsentiert sich VDI energie + umwelt, der Nachfolgetitel der traditionsreichen Fachzeitschriften BWK Energie und UmweltMagazin, bei dem Klima und Umwelt stets im Fokus stehen. Wir zeigen auf, mit welchen technisch und wirtschaftlich machbaren Lösungen die Energietransformation in Unternehmen erfolgreich gelingt. Wie Dekarbonisierung, Mobilitätswende und die Transformation zu einer Kreislaufwirtschaft gemeistert werden können. Und wie sich die Wettbewerbsfähigkeit in Unternehmen durch Digitalisierung als Hebel für Ressourceneffizienz und Dezentralisierung steigern lässt.



Technikwissen für Ingenieur*innen

vdi-energie-umwelt.de

Energie und Umwelt: gemeinsam smarter

Eine sichere Energieversorgung und eine nachhaltige Basis für unsere Industriegesellschaft sind die dominierenden und herausfordernden Themen unsere Zeit. Mit unserer Fachzeitschrift VDI energie + umwelt bieten wir eine neue Informationsquelle an, die nutzbare Lösungen aufzeigt. Wir sind die erste Fachzeitschrift am Markt, die Energie- und Umweltthemen so konsequent in einer Zeitschrift miteinander verbindet. Damit führen wir unsere langjährige Expertise aus den Vorgängerobjekten zusammen.

Denn die Zeitschrift ist neu, aber sie hat starke Wurzeln: das UmweltMagazin und die BWK Energie. Beides renommierte Fachzeitschriften mit einer langen Historie. Das UmweltMagazin erscheint seit 1971, die BWK Energie schon seit 1949 (wenn auch nicht immer unter diesem Namen). Wir haben aber erkannt, dass jetzt nicht die Zeit für ein Jubiläum ist – auch wenn 75 Jahre eine stolze Zahl sind –, sondern, dass die bisher getrennten Themen inzwischen so nahe zusammen gerückt sind, dass wir sie in einem Titel vereinen müssen: Die VDI energie + umwelt soll Ihnen einen umfassenden Einblick in die Welt der Energietransformation, der Digitalisierung und der Nachhaltigkeit bieten.

VDI energie + umwelt legt einen klaren Fokus auf technisch und wirtschaftlich umsetzbare Lösungen, die Unternehmen dabei unterstützen, die Herausforderungen der Energiewende erfolgreich zu bewältigen. Unsere Fachbeiträge zeigen auf, wie die Digitalisierung als Hebel für Ressourceneffizienz und Dezentralisierung genutzt werden kann, um die Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig zu steigern. Dabei behalten wir stets europäische Normen und die EU-Taxonomie im Blick.

In der Zeitschrift finden Sie Fachaufsätze aus Wissenschaft und Forschung,

die entscheidenden Input zur technischen Machbarkeit zukünftiger Techniken liefern und eine Brücke zwischen Theorie und Praxis schlagen. Fokussiert auf die Energietransformation vergessen wir die Umweltaspekte nicht, insbesondere Wasser, Abfall und Kreislaufwirtschaft, sowie die damit verbundenen neuen Geschäftsmodelle.

„VDI energie
+ umwelt:
ihr Begleiter auf
dem Weg durch
die Energie-
transformation,
Digitalisierung und
Nachhaltigkeit.
Neu, aber mit
tiefgehenden
Wurzeln.“

Der Überblick, den wir bieten wollen, richtet sich an kaufmännische und technische Entscheiderinnen und Entscheider gleichermaßen – objektiv und undogmatisch. Wir beleuchten Lösungen zur erfolgreichen Energietransformation, das Management einer sicheren und wirtschaftlichen Energieversorgung sowie die Chancen, die sich Unternehmen durch den Wandel in der Energieerzeugung und -versorgung eröffnen.

Unsere Themenpalette umfasst den Stand der Technik in Wissenschaft und Forschung, die Roadmap der technischen Entwicklung, Impulse für Rückbau, sichere und nachhaltige Lösungen, Pfandsysteme, Kreislaufwirtschaft und vieles mehr.

Für die fachliche Expertise steht uns auch weiterhin der Beirat zur Seite, der den Weg der Neuausrichtung mit uns geht. Dies freut uns sehr und ist eine Bestätigung, dass wir einen richtigen und notwendigen Schritt gegangen sind.

Wir laden Sie ein, mit uns auf eine Reise durch die Welt der Energietransformation und Umweltverantwortung zu gehen. Die neue Marke erstreckt sich über alle Kanäle. Herzstück ist diese Fachzeitschrift, die sechsmal im Jahr erscheint, begleitet von einem zweiwöchentlichen Newsletter mit aktuellen Techniknachrichten. Online finden Sie TechNews auf unserer neuen Homepage www.vdi-energie-umwelt.de.

Ihr Zusatznutzen als E-Paper-User: Sie erhalten durch die Fusion der Fachzeitschriften BWK Energie und UmweltMagazin auch Zugriff auf die Expertise der Bestandsarchive zehn Jahre zurück. Und wir freuen uns auf den Dialog mit Ihnen über unseren neuen LinkedIn-Auftritt. Möge VDI energie + umwelt für Sie zu einer unverzichtbaren Informationsquelle und einem Wegweiser werden. ■



**Elke
von Rekowski**

Chefredakteurin
der VDI energie + umwelt

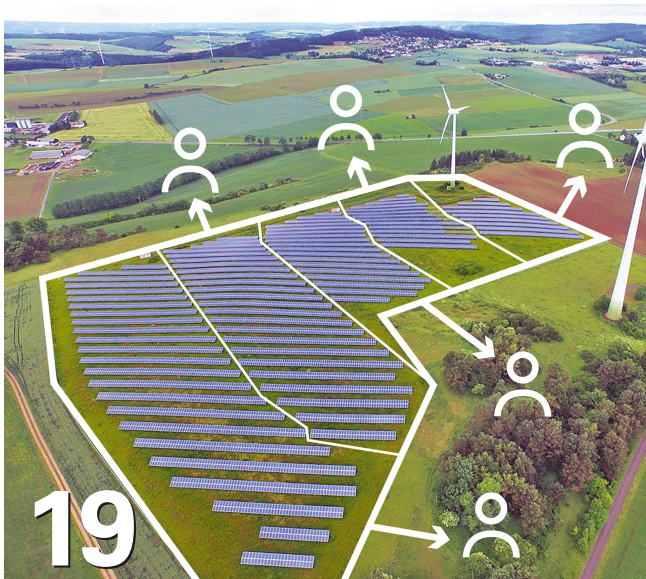
Foto: privat



Udo Schnell

Redaktionsleiter
der VDI Fachmedien

Foto: Frank Vinken/dwb



Im rheinland-pfälzischen Ralingen errichtet ein Photovoltaik-Projektierer einen 65 ha großen Solarpark. Das „Bürgerkraftwerk“ getaufte Projekt eröffnet Anwohnerinnen und Anwohnern die Chance, nachhaltig erzeugten Grünstrom direkt vor Ort zu beziehen. *Foto: WI Energy*



Ein neues Gebäude in Baden-Württemberg fängt Regenwasser vollständig auf und nutzt es zur Begrünung und WC-Spülung. Das Besondere: Fast die Hälfte des Wassers verdunstet wie im natürlichen Gelände vor der Bebauung. *Foto: Mall*

Standpunkt

- 3** Energie und Umwelt: gemeinsam smarter
Elke von Rekowski und Udo Schnell

Special: E-world energy & water

- 6** Energiewende im Fokus
E-world energy & water 2024
- 8** Marktrollen in der Energiewirtschaft aufbauen und optimieren
Businessprozesse outsourcen und MaKo-Abläufe automatisieren
- 11** Mehr Tempo beim Smart Meter Rollout
Herausforderungen identifizieren und meistern
- 14** Wie Batteriespeicher das Stromnetz flexibler machen
Netzdienlicher Einsatz von Speichern
- 17** Kraftstoff der Zukunft
Wie der Ausbau von Wasserstoff gelingen kann
- 19** Bürgerkraftwerk produziert Sonnenstrom
WI Energy kündigt Photovoltaik-Großprojekt in Ralingen an
- 21** Engpassmanagement flexibel gestalten
Dezentrale Erzeugungs- und Verbrauchseinheiten intelligent nutzen

UmweltForum

- 24** Aktuelles
- 26** OBERFLÄCHENBEHANDLUNG
*Oberflächen trocken polieren
Metalloberflächen umweltfreundlich behandeln*
- 28** CO₂-UMWANDLUNG
*Mikroben recyceln Kohlenstoffdioxid
Kohlenstoffdioxid biotechnologisch nutzen*
- 31** ABWASSER
*Grauwasser recyceln lohnt sich
Trinkwasserressourcen schonen*
- 34** WASSERWIRTSCHAFT
*Robust in Zeiten des Klimawandels informieren
Branchentreff wat 2023*
- 36** FACHKRÄFTE
*Talentschmieden für junge Leute
Europa- und Weltmeisterschaften der Berufe*
- 38** REGENWASSER
*Verdunstung optimiert
Starkregenvorsorge, Regenwasser und lokale Wasserbilanz*

EnergieForum

- 40** Aktuelles
- 42** WÄRMEVERSORGUNG
*Energy Performance Gap
Sanierungsmaßnahmen bei Mehrfamilienhäusern*
- 46** KLIMASCHUTZ
*Dekarbonisierung stärker vorantreiben
Kann sich die Energiewirtschaft bis 2030 neu erfinden?*
- 48** WASSERSTOFF
*Innovative Nutzung von Biomüll
Grüner Wasserstoff wird zur Säule des Klimaschutzes*
- 50** CO₂-EMISSIONEN
*Einsatz von Aluminium in der Automobilindustrie
Eine norwegische Technologie als Gamechanger*
- 52** FINANZIERUNG
*Tokenisierung von Photovoltaik und Wind
Finanzierung von Erneuerbare-Energien-Anlagen*
- 55** PHOTOVOLTAIK
*CO₂-Bilanz auf dem Prüfstand
Wie der Einsatz von Photovoltaik für einen grüneren Fußabdruck der Industrie sorgt*



55

Wirtschaftszweige mit hohem Emissionsausstoß sind in besonderem Maß gefordert, nachweisliche Maßnahmen umzusetzen, um Vorgaben und Ziele in Bezug auf ihre Nachhaltigkeitsbilanz zu erfüllen. Der Einsatz von Photovoltaik-Technologie kann dabei helfen. Foto: Trina Solar

Aus Forschung & Entwicklung

64 WASSERSTOFF
Referenzfabrik.H2 zur Fertigung von Stacks
Industrielle Massenproduktion von Wasserstoffsystemen

Rubriken

- 10** Impressum
- 57** Vorschau
- 58** Organschaften
- 62** Aus den Unternehmen
- 63** Produkte
- 66** Literatur



Eine klimaneutrale Energieversorgung muss Hand in Hand mit Energieeffizienz, einem effizienten Umgang mit Ressourcen, Umweltschutz sowie dem Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen gehen. Nur so haben der blaue Planet und auch Unternehmen eine nachhaltige Zukunft. Klima- und Umweltschutz gehören zusammen. In der neuen **VDI energie + umwelt** zeigen wir auf, mit welchen technisch und wirtschaftlich machbaren Lösungen dies in Unternehmen gelingen kann.

Foto: PantherMedia/SergeyNivens

 /zennernews

 /zenner_news

 /company/zennernews



DIE SMART CITY

JETZT AKTIV GESTALTEN!



Ganz einfach. Mit IoT von ZENNER.

NEUE GESCHÄFTSMODELLE

Mit der Erfahrung aus mehr als 350 IoT-Projekten ist ZENNER der richtige Partner an Ihrer Seite. Wir bieten Ihnen von der Messtechnik und Sensorik über die Telekommunikations-Infrastruktur und Datendienste bis zur fertigen Applikation durchgängige IoT-Komplettlösungen aus einer Hand. So realisieren Sie neue Geschäftsmodelle und echte Mehrwerte in den Bereichen Smart Metering, Smart Energy und Smart City.

www.zenner.de


E-world
energy & water
Halle 2, Stand 2C114

ZENNER



Die E-world energy & water gilt als die Leitmesse der europäischen Energiewirtschaft. Foto: Armin Huber/Messe Essen

E-world energy & water 2024

Energiewende im Fokus

Lösungen für die Umsetzung der Energiewende und eine klimafreundliche Zukunft stehen im Mittelpunkt der E-world energy & water 2024 vom 20. bis 22. Februar in der Messe Essen. Die Digitalisierung der Energiewirtschaft bildet einen wichtigen Schwerpunkt.

Nachdem die E-world im vergangenen Jahr im Mai stattfand, öffnet die Leitmesse der europäischen Energiewirtschaft nun wieder im Februar ihre Tore. „Wir freuen uns, mit der E-world 2024 zum gewohnten Termin zurückzukehren und die Energiewirtschaft wieder zum Jahresauftakt in Essen zusammenzubringen. Der hervorragende Buchungsstand zeigt deutlich, welche bedeutende Relevanz die Messe für die Branche hat. Hier werden Lösungen für die Umsetzung der Energiewende und eine klimafreundliche Zukunft besprochen“, sagt Stefanie Hamm, Geschäftsführerin der E-world GmbH.

Auf der E-world präsentieren sich Aussteller aus allen Bereichen der Energiewirtschaft: Energiedienstleistungen,

Informationstechnologie, Energiehandel, -erzeugung oder -versorgung werden ebenso thematisiert wie Mobilität, Energieeffizienz, Marketing und Vertrieb, Transport und Netze sowie Speicher.

Hamm gibt sich zuversichtlich, dass die E-world 2024 nahtlos an die im vergangenen Jahr gesetzte Bestmarke von 820 Ausstellern aus 27 Nationen anknüpfen wird. Bereits im September waren 90 % der Fläche des Jahres 2023 gebucht.

Mehr Platz für Hydrogen Solutions

Über Wasserstoff wird aktuell in der Branche viel diskutiert. Das starke Interesse an dem Thema führt dazu, dass die Sonderfläche Hydrogen Solutions für die E-world 2024 auf die doppelte Größe ausgedehnt wird. Insgesamt 1 500 m² ste-

hen Unternehmen und Institutionen nun zur Verfügung, um ihre Lösungen rund um diesen wichtigen Energieträger zu zeigen. Aus Platzgründen rückt die Fläche von Halle 2 in Halle 5.

Neuer Innovationsbereich

Komplett überarbeitet wurde der Innovationsbereich. Er positioniert sich 2024 in Halle 4; die Aussteller zeigen dort viele kreative Ideen für die klimafreundliche Zukunft der Energie- und Wasserversorgung.

Bayern Innovativ und die Wirtschaftsförderung Land Brandenburg GmbH präsentieren sich in diesem Rahmen mit Gemeinschaftsständen. Darüber hinaus sind Schweden und Japan mit Länder-Gemeinschaftsständen vertreten und verdeutlichen damit den länderübergrei-

fenden, internationalen Charakter der Branchenschau.

Noch mehr in den Fokus rückt in diesem Jahr auch die Fachkräftegewinnung. Mit dem Karriereforum bietet die E-world schon seit 2005 eine Plattform, auf der junge Nachwuchskräfte, Studierende, Schülerinnen und Schüler mit Unternehmen zusammenfinden.

„CEO meets Student“ beim Career Day

„Dieses Recruiting-Event machen wir 2024 noch attraktiver und bauen es zu einem umfassenden Career Day aus“, verrät Hamm. „Damit reagieren wir auf ein zentrales Bedürfnis der Branche, die für die Herausforderungen der Energiewende dringend Nachwuchs- und Fachkräfte benötigt. Beim Career Day am 22. Februar 2024 erhalten Firmen so die Gelegenheit, gezielt Jobsuchende anzusprechen.“

Großkreuz stellt einige der Neuheiten vor: „Alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer können sich auf ein umfangreiches Liveprogramm mit spannenden Diskussionsrunden, informativen Vorträgen, Live-Podcast-Aufzeichnungen und die Premiere des Formats 'CEO meets Student' freuen.“ Dort können Studierende selbst auf der Bühne stehen und mit einer Persönlichkeit aus dem Top-Management der Energiebranche über ein aktuelles Thema diskutieren.

Vier Fachforen

Zentraler Bestandteil des E-World-Programms sind die vier offenen Fachforen, auf denen an allen drei Messetagen breit gefächerte Beiträge präsentiert und

diskutiert werden. Sie befinden sich direkt in den Messehallen und sind in die umliegenden Ausstellungsbereiche eingebettet.

Die Digitalisierung der Energiewirtschaft bildet einen wichtigen Schwerpunkt des Change Forums. Hier geht es unter anderem um den Stand der Digitalisierung der Energienetze sowie nötige IT-Sicherheitsmaßnahmen.

Im Future Forum wird diskutiert und aufgezeigt, wie der europäische Energiemarkt künftig aussieht und was die Branche von den nordischen Ländern für eine nachhaltige Energieversorgung lernen kann.

Das im gleichnamigen Ausstellungsbereich eingebettete Hydrogen Solutions Forum greift verschiedenste Aspekte des Übergangs zu einer Wasserstoffwirtschaft auf. Es werden sowohl wegweisende Projekte vorgestellt als auch politische und regulatorische Rahmenbedingungen und Entscheidungen diskutiert.

Wie lässt sich die Integration von Speichern im Energiesystem realisieren? Was sind Lösungsansätze in der Wärmeplanung? Wie gelingt die Finanzierung der energiewirtschaftlichen Transformation? Diese und weitere Fragestellungen werden auf dem New Energy Systems Forum beleuchtet.

Führungstreffen Energie am Vortag der Messe

Am Vortag der Messe (19. Februar) findet unter dem Titel „Perspektiven für die Energiewelt von morgen“ traditionell das Führungstreffen Energie statt.

Im Fokus stehen dabei neben dem Status quo und den nächsten Schritten der Energiewende in Deutschland und

Europa auch die zukünftige Wärmeversorgung vor dem Hintergrund des Gebäudeenergiegesetzes, die Verkehrswende, die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands hinsichtlich der Strompreise und die dringend anstehende Digitalisierung der Netzinfrastruktur.

Unter anderem werden Stefan Wenzel, Parlamentarischer Staatssekretär MdB beim Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), Oliver Kricher, Minister für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen, sowie Klaus Müller, Präsident der Bundesnetzagentur (BNetzA), sprechen.

Glasfaserforum in sechster Auflage

Am 20. Februar, dem ersten Messenachmittag, folgt das Glasfaserforum. Inhaltliche Partner sind der Bundesverband Breitbandkommunikation (Breko), die Micus Strategieberatung sowie die Conenergy als Mitveranstalter der E-World.

Das Glasfaserforum geht im Jahr 2024 in die sechste Auflage und hat sich als fester Bestandteil in der Glasfaserbranche etabliert. In Vorträgen und mit einem Panel werden insbesondere die Themen innovative Ausbaumodelle und Nachhaltigkeit des Glasfasernetzes in Deutschland die inhaltlichen Schwerpunkte bilden. ■

www.e-world-essen.com



**Hans-Christoph
Neidlein**

Fachjournalist Energie

HC.Neidlein@t-online.de

Foto: Fotostudio Neukölln

STARTEN SIE MIT UNS IN DIE WASSERSTOFFTECHNOLOGIE

Für den Einstieg in die Welt des Wasserstoffs bieten wir Ihnen unsere Seminarreihe „Basiskompetenzen zur Wasserstofftechnologie“ an. Bereiten Sie sich auf die Veränderungen im Energiemarkt vor und erweitern Sie Ihre Fachkenntnisse. Experten aus der Praxis vermitteln Ihnen an 2,5 Tagen vertieftes Wissen zum Thema Wasserstoff als zusätzliche und zukünftige Energieform.

Treffen Sie uns auf der E-world vom 20.–22.02.2024.

Erfahren Sie mehr und besuchen Sie uns auf dem Landesgemeinschaftsstand NRW (Halle 3, Nr. 3R120)

KWS Energy Knowledge eG

Deilbachtal 199, 45257 Essen, Deutschland
Telefon: +49 201 8489-0
Telefax: +49 201 8489-123

Kompetent Weiterentwicklung Sichern

www.kws-eg.com
info@kws-eg.com

Zertifiziert nach DIN EN ISO 9001:2015



H₂
HYDROGEN





Foto: PantherMedia/arvydele.gmail.com

Businessprozesse outsourcen und MaKo-Abläufe automatisieren

Marktrollen in der Energiewirtschaft aufbauen und optimieren

Grundzuständige Messstellenbetreiber stehen in der Pflicht, die umfangreichen Vorgaben und Regularien kennen, einhalten und umsetzen zu müssen. Dasselbe gilt für wettbewerbliche Messstellenbetreiber, die diese neue Marktrolle erst aufbauen wollen. Beide sind gut beraten, für die Umsetzung einen Software-Dienstleister mit dem entsprechenden Know-how zu wählen.

Durch Software-as-a-Service (SaaS) beziehungsweise Business Process Outsourcing (BPO) erhalten Unternehmen den Vorteil eines hohen Automatisierungsgrads, der insbesondere die Prozesse der Energiewirtschaft stark vereinfacht. Idealerweise werden Software und BPO aus einer Hand bezogen.

Marktrollen in der Energiewirtschaft sind von Regularien, definierten Prozessen und zahlreichen Vorgaben betroffen. Die internen Abläufe müssen den regulierten Prozessen mit Marktpartnern entsprechen, sodass die regulierten Prozesse treu eingehalten werden. Einen ersten dieser regu-

lierten Prozessschritte stellt zum Beispiel die Übernahme des Messstellenbetriebs von einem anderen Betreiber dar. Die Bundesnetzagentur (BNetzA) stellt hier die Vorgaben zu Arbeitsschritten und rechtlichen Grundlagen sowie zu der technischen Ausführung der Marktkommunikation (MaKo), die in bestimmten Datenformaten und über allgemeingültige Codes zu erfolgen hat, die von allen anderen Marktpartnern verstanden werden. Diese muss die Software umsetzen. Im Betrieb muss dann die regelkonforme Übermittlung von Informationen wie Messwerten oder Stammdatenänderungen an Marktpartner, wie Lieferanten oder Netzbetreiber, innerhalb bestimmter Fris-

ten sichergestellt werden. Das Messstellenbetriebsgesetz (MsbG) bestimmt als regulatorisches Dach diese Vorgaben, die Beschlusskammern 6 und 7 der BNetzA haben in umfassenden Richtlinien dargelegt, wie diese in der Praxis umzusetzen sind.

Die operative Abwicklung des Messstellenbetriebs basiert meist auf dem lizenzierten System eines Software-Dienstleisters. Das bedeutet, dass der Aufbau und die Umsetzung der Marktrolle auch von der Leistungsfähigkeit des jeweiligen Dienstleisters abhängig sind.

Unternehmen, die die Rolle des Messstellenbetreibers aufbauen wollen, sollten sich deswegen frühzeitig mit ihren Anfor-

derungen und Umsetzungsmöglichkeiten auseinandersetzen. In der Abstimmung mit dem Software-Dienstleister müssen zum Beispiel ein klarer Anforderungskatalog, ein verbindlicher Zeitplan und ein Projektmanagement vereinbart werden. Die internen Prozesse wie Disposition mit Montageplanung, Hardwarebeschaffung und Vertrieb sind an die regulierten Anforderungen anzupassen. Außerdem muss eruiert werden, wie sich die Software des Dienstleisters in die eigene IT-Landschaft einbinden lässt.

Grundzuständige Messstellenbetreiber (gMSB) oder wettbewerbliche (wMSB), die schon länger am Markt sind, sollten kontinuierlich ihre eigenen Prozesse und Systeme hinterfragen, um zum Beispiel einen höheren Automatisierungsgrad zu erreichen, mit dem sie ihre Arbeiten effizient und Systemkosten gering halten.

Automatisierung mit SaaS erschließt Effizienzpotenziale

Für Unternehmen, die den Messstellenbetrieb aufnehmen, bietet sich dafür der Einsatz einer cloudbasierten Software an; Messstellenbetreiber sollten den Umstieg auf eine solche Lösung in Erwägung ziehen. Denn mit einer cloudbasierte SaaS-Lösung kann in der Umsetzung der MaKo ein hohes Automatisierungspotenzial erschlossen werden: Die Lösung ist skalierbar und kann wachsende Datenmengen oder eine höhere Useranzahl abbilden sowie Aufgaben ohne Performance-Einbußen in hoher Zahl automatisiert abwickeln. Zusätzlich wird sie stets an anstehende neue regulatorische und auch Nutzeranforderungen angepasst. SaaS ist auf die Integration und Anbindung an andere Systeme ausgelegt, was die durchgängige Automatisierung der Geschäftsprozesse möglich werden lässt: Die Lösung „MakoFlow“ der Mako365 GmbH wird zum Beispiel mit einem API-first-Ansatz entwickelt. Hinzu kommen die hohe Verfügbarkeit von cloudbasierten SaaS-Lösungen ohne eigene Server vor Ort sowie hohe Sicherheitsstandards – hier werden zum Beispiel Datenhaltungs- und Anonymisierungsvorgaben aus dem MsbG umgesetzt. Die Automatisierung kann die Betriebskosten weiter reduzieren: So können die plattformweite Pflege von Marktpartnerinformationen übernommen, Marktpartner angelegt, Kontaktdaten gepflegt oder Zertifikate aktualisiert werden.

Einheitliches Datenmodell als Grundlage

Ein einheitliches Datenmodell, das die Komplexität des Smart Meterings abbildet, ist für eine effiziente Automatisierung eine grundlegende Voraussetzung. Es erleichtert die Integration verschiedener Datenquellen und Anwendungen, Daten können nahtlos zwischen Systemen ausgetauscht und Prozesse automatisiert werden. Auch die Resultate automatisierter Prozesse werden verlässlicher, weil inkonsistente Daten nicht mehr zu Fehlern führen. Eine einheitliche Datenstruktur erleichtert darüber hinaus Analyse und Berichtswesen und ermöglicht die Skalierung. Wichtig ist, dass die Datenstruktur und darin abgebildete Datensätze auch für nicht-technische User verständlich sind. MakoFlow bietet für gängige Analysen eine integrierte Explorationsübersicht an. Über die existierende Web-Schnittstelle ist außerdem eine Anbindung an gängige BI-Systeme möglich.

Prozesse von Kernaufgaben automatisieren

Eine userorientierte Softwarelösung erlaubt es gMSB und wMSB, einen hohen Automatisierungsgrad bei verschiedenen Kernaufgaben zu erreichen: Sie verringert zum Beispiel die Komplexität des Wechselprozesses, indem repetitive und zeitaufwendige Aufgaben wie das Einholen und Prüfen von Informationen automatisiert werden. Ein funktionales Tool kann hier die Wechselterminbestätigung direkt aus einem per API integrierten Field Service Management System übernehmen, sodass alle nötigen Inputdaten im Datenmodell vorhanden sind.

Weiteres Automatisierungspotenzial hält der Bereich des Energiedatenmanagements bereit: Bei fehlenden oder fehlerhaften Energiedaten ist eine Ersatzwertbildung nötig; der Ersatzwert wird durch statistische Methoden oder durch Vergleich mit ähnlichen Verbrauchseinheiten ermittelt. Dieser Prozess kann durch Automatisierung und den Einsatz von maschinellem Lernen wesentlich präziser erfolgen.

Auch die Plausibilisierung ist eine Notwendigkeit, die dazu dient, die Richtigkeit der erfassten Energiedaten zu überprüfen. Bei der automatisierten Plausibilisierung mit entsprechender Software können Algorithmen eingesetzt werden,

um Auffälligkeiten schnell zu erkennen. So kann eine plötzliche Änderung im Energieverbrauch auf einen Fehler in den Messdaten oder auf eine Änderung in der Nutzung hinweisen. Durch Automatisierung kann die Plausibilisierung kontinuierlich und in Echtzeit durchgeführt werden, was die Datenqualität erheblich verbessert. Auch die Dokumentationsprozesse lassen sich durch eine automatische Versionierung automatisieren.

Im Bereich des Gerätemonitorings kann die Automatisierung dazu beitragen, die durch Smart Metering erzeugten großen Datenmengen zuverlässig zu sammeln und an die relevanten Parteien zu übertragen. Die Plattform sollte darauf ausgelegt sein, Daten von verschiedenen Head-end-Systemen in einem spartenübergreifenden Data Lake verfügbar zu machen. Intelligente Messsysteme können dann über ein integriertes Gateway-Administration-System (GWA) verwaltet werden, was das Aktualisieren von Firmware oder das Durchführen von Diagnostests erleichtert. All das kann automatisiert werden, um die Effizienz zu steigern und die Fehleranfälligkeit zu reduzieren.

Automatisierte Algorithmen können darüber hinaus kontinuierlich die von den Smart Metern gesendeten Daten überwachen und auf potenzielle Probleme hinweisen, um Fehler frühzeitig zu erkennen. Die Daten können automatisch analysiert und in Berichte umgewandelt werden. Dies erleichtert die Überwachung des Energieverbrauchs und hilft Messstellenbetreibern, bessere Entscheidungen zu treffen.

Niedrigschwellig umzusetzen ist eine Automatisierung im Bereich von Sperr- und Entsperrprozessen: Sobald eine Sperraufforderung per MaKo empfangen wird, kann diese automatisiert geprüft und freigegeben werden. Dadurch kann ebenfalls automatisiert ein Auftrag in einem angeschlossenen Workforce Management System erzeugt werden. Sobald über dieses der Auftrag als erledigt zurückgemeldet wird, kann dies entsprechend im Gerätemanagement vermerkt werden und eine automatische Abrechnung über die MaKo an den Auftraggeber erfolgen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass SaaS-Anwendungen Messstellenbetreibern eine flexible, skalierbare und kosteneffiziente Möglichkeit bieten, ihr Geschäft zu automatisieren und zu optimieren. Auch für Unternehmen, die die Marktrolle aufbauen wollen, ist ein sol-

cher Ansatz sinnvoll. Dabei gilt: Je flexibler die Software-Architektur aufgebaut ist, desto leichter und schneller lassen sich weitere Features und Anforderungen umsetzen. Wichtig ist, dass andere Systeme leicht über API-Schnittstellen angedockt werden können.

Businessprozesse outsourcen

Mit einer softwarebasierten Prozessautomation können Messstellenbetreiber definierte Prozessabläufe schneller und zuverlässiger abwickeln und das Aufkommen manueller Aufgaben reduzieren. Dabei kann ein Dienstleister die komplette Prozessabwicklung mit allen MaKo-Aufgaben eines Messstellenbetreibers im Rahmen von BPO übernehmen – auch direkt beim Aufbau der neuen Marktrolle. Hier profitieren Unterneh-

men von dem Branchen-Know-how ihres Partners und können sich beraten lassen.

Mit BPO senken Messstellenbetreiber ihren Aufwand, ihre Kosten und ihren Ressourcenbedarf – der zeit- und kostenintensive Aufbau von eigenem Personal entfällt: Denn einerseits verursacht es Aufwand, detailliertes Fach- und Prozess-Know-how im eigenen Haus aufzubauen und immer auf dem aktuellen Stand zu halten und andererseits sind Fachkräfte nur schwer zu bekommen. Hinzu kommt, dass die erforderlichen Marktprozesse in der Regel nicht Teil des eigentlichen Unternehmensscopes sind. Kommen Software und BPO-Leistungen vom selben Anbieter, entstehen Vorteile, da die Mitarbeitenden mit der Softwarelösung zu 100 % vertraut sind und alle Prozesskenntnisse und Erfahrungen in das Tool einfließen.

Fazit

Mit SaaS und BPO können gMSB sowie wMSB ihre MaKo sicher und effizient aufstellen und Prozesse der Energiewirtschaft wie Energiedatenmanagement, Geräteüberwachung und Sperrprozesse automatisieren beziehungsweise vereinfachen. Vorgegebene Prozessabläufe werden schneller und zuverlässiger abgewickelt, manuelle Aufwände sinken und Zeit und Ressourcen werden gespart. ■



Joachim Lang

Geschäftsführer
der Mako365 GmbH

joachim.lang@mako365.com

Foto: Mako365

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

Redaktionelle Mitarbeit: Hans-Christoph Neidlein

Dipl.-Phys.-Ing. Udo Schnell

Redaktionsleitung VDI Fachmedien

Telefon: +49 211 6103-104

uschnell@vdi-fachmedien.de

Sandra Schüttler, Redaktionsassistenz

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

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Wagner, FFE, München

Lennart Schleicher, Vorsitzender VNU,

Frankfurt am Main

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

Geschäftsführer KTB GmbH, Gladbeck

Martin Ittershagen, Pressesprecher Umwelt-

bundesamt, Dessau

Claudia Nauta, Produktmanagerin DGO,

Frankfurt am Main

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

schaftlicher Direktor Institut für Energie- und

Umweltechnik 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 Media Sales

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 Eitville

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 elektroni-

sehen Systemen. Für unverlangt eingesandte

Manuskripte kann keine Gewähr übernommen

werden.

Weitere Informationen:

vdi-energie-umwelt.de



Grafik: PantherMedia/GekaSkr (YAYMicro)

Herausforderungen identifizieren und meistern

Mehr Tempo beim Smart Meter Rollout

Mit dem Gesetz zum Neustart der Digitalisierung der Energiewende [1] und weiteren Gesetzesänderungen möchte die Bundesregierung geeignete Rahmenbedingungen schaffen, damit die Anzahl der Smart Meter in Deutschland von heute etwa einer Million in den nächsten Jahren auf etwa 16 bis 18 Millionen [2] ansteigen kann. Wo liegen aktuell die Herausforderungen bei der Beschleunigung des Rollouts? Der Beitrag gibt einen Einblick in Gespräche mit beteiligten Partnern aus dem Verbundprojekt unIT-e².

In unserem zunehmend aus erneuerbaren, volatilen Quellen gespeisten Stromnetz nimmt die Integration von kleinteiligen Flexibilitäten eine zentrale Rolle ein. Intelligente Messsysteme (iMSys), auch Smart Meter genannt, sind die digitale Basistechnologie, um dies zu ermöglichen. Durch ihre

Funktionalitäten wie die Übermittlung von Mess- und Steuersignalen über Smart Meter Gateways (SMGW) können nicht nur kleinteilige Flexibilitäten ins Energiesystem integriert und so die Stromnetze entlastet werden, sondern es ergeben sich darüber hinaus auch Möglichkeiten für Erzeuger, Verbraucher und Prosumer, am

zukünftigen Energiemarkt aktiv teilzunehmen. So können Nutzende eines mit einem Smart Meter ausgestatteten Anschlusses in Zukunft beispielsweise die Flexibilität ihrer Wallboxen oder Wärmepumpen bereitstellen, um das Stromnetz zu entlasten und um ihren Verbrauch an die volatile Stromerzeugung aus Wind-



Smart Meter Rollout: Prozesskette, Herausforderungen und aktuelle Entwicklungen. Grafik FfE

und Sonnenenergie anzupassen. Dabei können zum Beispiel alle Energiekundinnen und -kunden durch dynamischere Stromtarife ab dem Jahr 2025 finanziell profitieren.

Mit dem Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende (GDEW) [3] wurde 2016 die rechtliche Grundlage für den flächendeckenden Rollout hochsicherer Smart Meter geschaffen. Das Voranschreiten des Rollouts ist seitdem weit hinter den damals gesteckten Zielen zurückgeblieben. 2023 brachte die Bundesregierung daher das Gesetz zum Neustart der Digitalisierung der Energiewende (GNDEW) [1] auf den Weg, um „die erforderliche digitale Infrastruktur für ein weitgehend klimaneutrales Energiesystem bereitzustellen“ [4].

GNDEW vereinfacht die Implementierung neuer Tarifierungsfälle

Neue energiewirtschaftliche Anwendungen erfordern neue Funktionalitäten der Smart Meter Gateways. Möchte ein Gerätehersteller eine neue Funktionalität ermöglichen, so muss er dazu standardisierte Tarifierungsfälle (TAF) implementieren. Außerdem müssen Softwarelösungen für den Betrieb und die Administration der Smart Meter konform zu den intelligenten Messsystemen entwickelt werden. Schließlich muss das Gerät durch das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) Rezertifiziert werden.

Das GNDEW sieht einen agilen Rollout vor, bei dem die Geräte zuerst

verbaut und später bei Bedarf durch Software-Updates um neue Funktionalitäten erweitert werden. Die Regelung, nach der bislang Geräte von drei voneinander unabhängigen Herstellern zertifiziert werden mussten, entfällt. Durch den Entfall der Drei-Hersteller-Regel wird die Implementierung neuer TAF und weiterer Funktionen durch die Hersteller zwar deutlich vereinfacht, dennoch bringt die sich häufig ändernde Regulatorik stets viel Entwicklungs- und Zertifizierungsaufwand für Geräte und Software mit sich. „Bei so vielen Akteuren kann man nichts alleine machen – die Abstimmung bei Änderungen ist ein Bottleneck“, so ein Interviewpartner.

Beispielsweise müssen ab 2025 allen Verbrauchern dynamische Stromtarife angeboten werden. Solche Tarife können mit TAF5 durch die Implementierung ereignisvariabler Tarife umgesetzt werden [5]. „Insgesamt beträgt die Umsetzungszeit etwa sechs bis acht Monate“, so ein Interviewpartner.

Das Eichrecht wird den Rollout massiv verändern

Smart Meter und ihre Funktionalitäten müssen durch das BSI zertifiziert werden. Außerdem müssen die Geräte auch geeicht werden. Aktuell sieht das Eichrecht eine Zertifizierung der SMGWs und einzelner Bauteile durch die Landeseichdirektionen vor. Das verursacht erheblichen Aufwand. Um dem entgegenzuwirken, wird derzeit ein Gesetz zur Änderung des Eichrechts diskutiert. Nach dem aktuellen

Gesetzentwurf [2; 6] sollen die eichrechtlichen Vorschriften zu Software-Updates vereinfacht und die Eichung für Smart Meter entfristet werden. Die Vereinfachung des Eichrechts „wird den Rollout massiv verändern“, so ein Interviewpartner.

Sobald Probleme auftreten, wird der Messstellenbetrieb unwirtschaftlich

Die Wirtschaftlichkeit des Messstellenbetriebs ist eine Herausforderung für die Messstellenbetreiber. Das GNDEW schreibt für den Messstellenbetrieb Preisobergrenzen vor. Beispielsweise sind die Kosten, die von Verbraucherinnen und Verbrauchern mit einem Jahresstromverbrauch von 6 000 bis 10 000 kWh zu entrichten sind, auf 20 €/a brutto gedeckelt. Dazu können dem Netzbetreiber in diesem Fall bis zu 80 €/a brutto in Rechnung gestellt werden. Der Gesamtbetrag von 100 €/a brutto bleibt hierbei unverändert gegenüber dem GDEW von 2016.

Von der Herstellung der Geräte und ihrer Komponenten über den Transport bis zur Montage unterliegt die gesamte Lieferkette der Smart Meter strengen Sicherheitsvorschriften. Die Montage darf nur durch speziell geschulte Elektrofachkräfte durchgeführt werden. Bei der Installation von etwa 16 bis 18 Millionen Geräten wird daher der Fachkräftemangel in Deutschland eine Rolle spielen. Die Vereinfachung der sicheren Lieferkette, die das GNDEW vorsieht, soll für eine erhöhte Massengeschäftstauglichkeit der



Zeitstrahl: Gesetz zum Neustart der Digitalisierung der Energiewende (GNDEW). Grafik: FfE

Rollout-Prozesse sorgen und könnte so einer möglichen Verlangsamung durch Personalengpässe entgegenwirken.

Die Übertragung von Mess- und Steuersignalen erfolgt heute überwiegend über das Mobilfunknetz. Die Geräte werden in der Regel im Keller des Anschlussnutzers installiert. Schon bei der Inbetriebnahme der Geräte kann daher ein unzureichender Mobilfunkempfang für Fehlerfälle sorgen, die zusätzlichen manuellen Aufwand des Fachpersonals oder sogar einen Abbruch der Installation erfordern. „Sobald Probleme auftreten, wird der Messstellenbetrieb unwirtschaftlich“, so ein Interviewpartner.

Um diesem Problem zu begegnen, nutzen einige Messstellenbetreiber auch Breitband-Powerline-Communication zur Datenübermittlung über geringe Entfernungen. Weitere Alternativen wie die Nutzung eines eigenen Glasfasernetzes oder der hauseigenen Internetanbindung sind zwar möglich, werden jedoch aufgrund unverhältnismäßig hohen Aufwands oder mangelnder Zuverlässigkeit in der Praxis nicht angewandt. Vielversprechend ist hier auch das 450-MHz-Funknetz, das derzeit speziell für Anwendungen der Energie- und Wasserversorgung deutschlandweit errichtet wird. Es soll eine bessere Durchdringung bis in die Keller hinein erreichen und außerdem im Falle eines Stromausfalls durch Batterien und Generatoren stabil gehalten werden können. Durch den verbesserten Mobilfunkempfang am Installationsort können so künftig Probleme bei der Inbetriebnahme vermieden werden. Die Wirtschaftlichkeit des Messstellenbetriebs bleibt dennoch eine Herausforderung. „Die Kosten sind gestiegen, aber die Preisobergrenzen bleiben aus Sicht des Messstellenbetreibers unverändert“, so ein Interviewpartner.

Fazit

Smart Meter sind eine grundlegende Infrastruktur in einem zunehmend klimafreundlichen, dezentralen Energiesystem.

Sie ermöglichen nicht nur den netzdienlichen Einsatz kleinteiliger Flexibilitäten, sondern bieten auch Endkundinnen und -kunden die Möglichkeit, künftig aktiv am Energiemarkt teilzunehmen und davon auch finanziell zu profitieren. Die Bundesregierung möchte mit dem GNDEW Rahmenbedingungen schaffen, unter denen der Smart Meter Rollout an Tempo gewinnen kann. In unseren Gesprächen mit Akteuren, die den Smart Meter Rollout umsetzen, konnten wir einige Herausforderungen identifizieren, die den Rollout nach wie vor bremsen können. Als wichtigste Punkte wurden Fachkräftemangel und technische Herausforderungen bei der Installation neuer Geräte, die Wirtschaftlichkeit des Messstellenbetriebs sowie hoher Entwicklungsaufwand durch sich häufig ändernde Anforderungen und Regulatorik genannt. Mit dem GNDEW soll Herausforderungen bei der Installation der Geräte durch eine verbesserte massengeschäftstaugliche Logistik und 1:n-Metering begegnet werden. Auch der Entfall der Drei-Hersteller-Regel ist ein wichtiger Schritt, um die Entwicklungsdauer neuer Funktionalitäten zu verringern. Zur Sicherstellung der Wirtschaftlichkeit des Messstellenbetriebs sehen unsere Gesprächspartner aktuell noch Diskussionsbedarf. ■

H I N W E I S

Die dargestellten Inhalte entstanden im Projekt unT-e². Das Forschungsprojekt wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert (Förderkennzeichen: 01MV21UN11 (FfE e. V.)). Träger des auf drei Jahre angelegten Verbundprojekts ist das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR).

L i t e r a t u r

- [1] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK): Gesetz zum Neustart der Digitalisierung der Energiewende (GNDEW), BGBl. 2023 I Nr. 133 vom 26.5.2023, Ausfertigungsdatum 22.5.2023, <https://www.recht.bund.de/bgbl/1/2023/133/VO.html>, zuletzt abgerufen am 29.11.2023.
- [2] Bundesrat: Vierte Verordnung zur Änderung der Mess- und Eichverordnung. Drucksache 392/23 vom 17.8.2023,

<https://www.bundesrat.de/drs.html?id=392-23>, zuletzt abgerufen am 29.11.2023.

- [3] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi): Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2016 Teil I Nr. 43, S. 2 043, ausgegeben zu Bonn am 1.9.2016, https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&start=//%5b@attr_id=%27bgbl116s2034.pdf%27%5d, zuletzt abgerufen am 29.11.2023.
- [4] Bundesrat: Entwurf eines Gesetzes zum Neustart der Digitalisierung der Energiewende. Drucksache 23/23 vom 20.1.2023, <https://dserver.bundestag.de/brd/2023/0023-23.pdf>, zuletzt abgerufen am 29.11.2023.
- [5] BMWK, Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI): Stufenmodell zur Weiterentwicklung der Standards für die Digitalisierung der Energiewende (Version: 2.1). <https://www.bsi.bund.de/dok/smgw-roadmap-prozess>, zuletzt abgerufen am 29.11.2023.
- [6] Bundesrat: Entwurf eines Dritten Gesetzes zur Änderung des Mess- und Eichgesetzes. Drucksache 386/23 vom 18.8.2023, <https://dserver.bundestag.de/brd/2023/0386-23.pdf>, zuletzt abgerufen am 29.11.2023.



M.Sc.
Severin Sylla

Wissenschaftlicher Mitarbeiter bei der Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V. (FfE)

ssylla@ffe.de

Foto: Enno Kapitza



M.Sc.
Elisabeth Springmann

Wissenschaftliche Mitarbeiterin bei der Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V. (FfE)

espringmann@ffe.de

Foto: Enno Kapitza



Dr.-Ing.
Simon Köppl

Leiter Reallabore und Elektromobilität bei der Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V. (FfE)

skooppl@ffe.de

Foto: Enno Kapitza



Batteriegroßspeicher – Beispielprojekt Kyon Energy. Foto: Kyon Energy

Netzdienlicher Einsatz von Speichern

Wie Batteriespeicher das Stromnetz flexibler machen

Um die Energiewende erfolgreich zu meistern, muss die Flexibilität in den Stromnetzen dringend erhöht werden. Dafür müssen marktorientierte Speicher netzdienlich eingesetzt und bestehende Hürden abgebaut werden.

Bis 2030 sollen 80 % des deutschen Strombedarfs aus erneuerbaren Energiequellen bezogen werden. Die Energiewende stellt das Stromnetz vor akute Herausforderungen, denn ohne die Erhöhung der Flexibilität kann die Stabilität nicht garantiert werden. Insbesondere die hohe Volatilität der erneuerbaren Energien (EE) ist ein großes Problem, denn abhängig von Wetterbedingungen kann nicht zu jeder Tageszeit konstant Grund-

laststrom geliefert werden. Es müssen also Maßnahmen ergriffen werden, um wesentlich flexibler auf die schwankende Produktion aus erneuerbaren Energien reagieren zu können. Dabei spielen Batteriespeicher eine Schlüsselrolle.

Anwendungsfälle von Batteriespeichern

Gegenwärtig decken Batteriespeicher in erster Linie im Folgenden ausgeführte Anwendungsfälle ab:

Regelenergie

Batteriespeicher gleichen Schwankungen der Netzfrequenz aus, um eine stabile Frequenz von 50 Hz aufrechtzuerhalten. Sie liefern Strom, um Strommangel kurzfristig auszugleichen (positive Regelenergie) oder reduzieren ihre Einspeisung kurzfristig, wenn das Stromangebot die Nachfrage übersteigt (negative Regelenergie). Batteriespeicher können Regelenergie äußerst effektiv und wirtschaftlich bereitstellen, was sich unter anderem

in sinkenden Preisen für Primärregelleistung/Frequency Containment Reserve (FCR) zeigt. Dies führt zu niedrigeren Netzentgelten, von denen die Endverbraucherinnen und -verbraucher profitieren.

Intraday-Trading

Batteriespeicher sind im Handel auf dem kurzfristigen Strommarkt aktiv, um Über- oder Unterangebot auszugleichen und extremen Preisschwankungen entgegenzuwirken. Das ist besonders wichtig, da die Preisvolatilität im europäischen Stromverbundsystem in den letzten Jahren stark zugenommen hat. Ohne den Ausbau von Speichern wird diese Volatilität voraussichtlich weiter steigen, was negative Auswirkungen auf Verbraucherinnen und Verbraucher haben könnte, die nur begrenzt auf Marktsignale reagieren können.

Engpassmanagement

Batteriespeicher können eine entscheidende Rolle bei der Vermeidung oder Behebung von Überlastungen im Stromnetz spielen. Sie können schnell, präzise und kosteneffizient Energie einspeisen oder entnehmen, um die Stromflüsse im Netz zu steuern. Auf diese Weise wird die Abschaltung von EE-Quellen wie Windkraftanlagen minimiert und der weiterhin nötige Netzausbau wird im Ergebnis reduziert. Gleichzeitig tragen sie zur Senkung der Kosten für Redispatch bei. Hierdurch leisten sie einen Beitrag, um die Netzentgelte zu reduzieren oder den ansonsten drohenden Anstieg der Netzentgelte abzumildern.

Hoher Ausbaubedarf

Der Markt für Batteriespeicher in Deutschland ist sehr dynamisch und wächst stark. Das Potenzial ist noch nicht ansatzweise ausgeschöpft. Um die Zielsetzung von 80 % erneuerbaren Energien zu erreichen, schätzt das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE den Bedarf an installierter Leistung durch Speicher in 2030 auf 104 GWh¹⁾. Dabei ist die Annahme, dass ein erheblicher Anteil davon durch Batteriegroßspeicher abgedeckt werden kann. Stand September 2023 ist aber mit 1,3 GWh²⁾ erst ein Bruchteil davon realisiert. Es sind erhebliche Anstrengungen erforderlich, um sich dem Ausbauziel anzunähern.

Netzdienlicher Einsatz bietet großes Potenzial

Speicher werden derzeit überwiegend rein marktbasierend eingesetzt. Sie fallen grundsätzlich nicht unter die Netzanschlusspflicht für erneuerbare Erzeugungsanlagen (§ 8 EEG). Speicher erhalten aufgrund der Konkurrenzsituation mit EE-Anlagen selten problemlos einen Netzanschluss. Das führt zu finanziellen Unsicherheiten, die Investitionen verhindern.

Mit einem rein netzdienlichen Einsatz von Speichern können einige der größten Probleme im Netz reduziert und dadurch allgemein die Netzkosten gesenkt werden. Netzdienlichkeit bedeutet hier, dass die Anlagen zur Glättung von Schwankungen in der Stromerzeugung und -nachfrage beitragen, Spannung und Frequenz im Netz stabil halten, Engpässe vermeiden und den Netzausbau reduzieren.

Hürden für den Ausbau

Leider begrenzt aber der rechtliche und regulatorische Rahmen die Möglichkeiten zur netzdienlichen Nutzung von Speichern erheblich. Es gibt keine etablierte Regelung für die Vergütung von Redispatch-Dienstleistungen durch Batteriespeicher und die gesetzlich vorgeschriebenen Verfahren für einen kostenbasierten Redispatch für Batteriespeicher sind nicht umsetzbar. Andererseits dürfen Netzbetreiber selbst keine Gewinne aus dem Speicherbetrieb erzielen und können folglich keine Eigentümer von Anlagen sein, die zumindest teilweise auf dem Markt tätig sind. Der ausschließlich netzdienliche Einsatz ist wirtschaftlich nicht realisierbar. Dadurch bleiben wichtige Netzdienstleistungen wie Blindleistungsregelung, Schwarzstartfähigkeit, Momentanreserve und schnelle Reaktion auf unerwartete Bedarfsspitzen ungenutzt.

Marktdienliche Speicher netzdienlich nutzen

Eine denkbare Lösung ist die netzdienliche Nutzung von marktbasierenden Speichern, bei der sowohl Erträge am Markt als auch die Unterstützung des Stromnetzes realisiert werden können. So könnten die Errichtung und der Betrieb von netzdienlichen Speicheranlagen vom Markt durchgeführt und die Nutzung durch den

F U ß N O T E N

- ¹⁾ <https://www.ise.fraunhofer.de/de/leitthemen/stationaere-batteriespeicher/grossspeicher.html>
²⁾ <https://battery-charts.rwth-aachen.de/>

KRÄFTE bündeln.

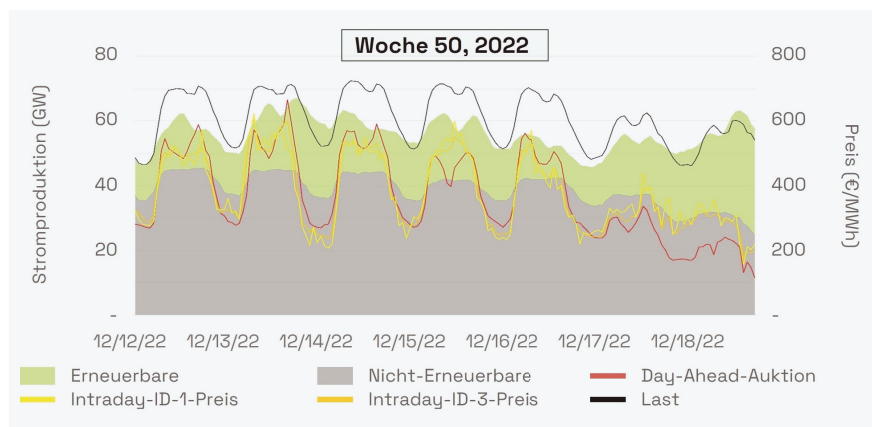
Erleben Sie das neue Universum von Energie. Software. Services.

Auf der **E-world**

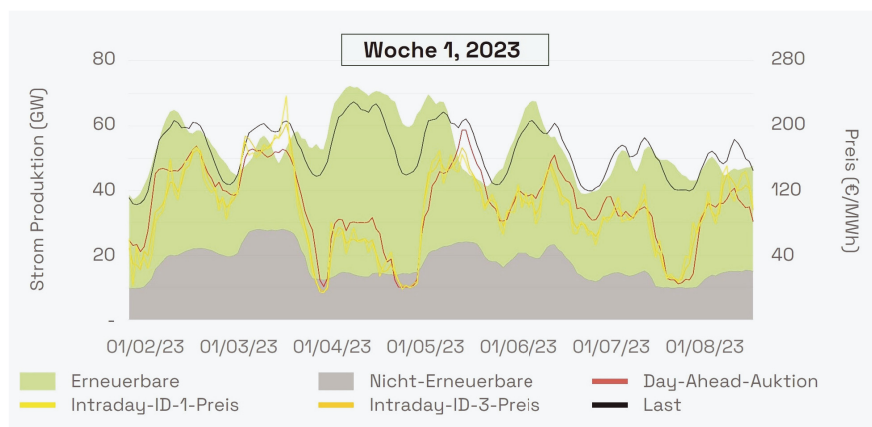
20. - 22.02.2024, Halle 1 | Stand 100



JOULES



Preisspitzen und Schwankungen im Markt und im Netz in Knappheitsphasen erneuerbarer Energien (eigene Darstellung; Quellen: Fraunhofer ISE, www.energy-charts.info).



Volatile Erzeugung und Schwankungen im Markt und im Netz in EE-dominierten Phasen (eigene Darstellung; Quellen: Fraunhofer ISE, www.energy-charts.info).

Netzbetreiber anhand einer Entgeltregelung oder vollständig marktbasierend vorgenommen werden. Es muss dabei durch regulatorische Änderungen sichergestellt werden, dass die aus der Nutzung von Batteriespeichern resultierenden Einsparungen beim Engpassmanagement auch beim Netzbetreiber bilanzwirksam werden, sodass ein Anreiz zur Nutzung der marktbasierten Speicher besteht. Um die Hürde der fehlenden Anreize für Netzbetreiber zum Zugriff auf Speicherflexibilität zu überwinden, bedarf es demnach einer Anpassung der Anreizregulierung. Hier muss sichergestellt werden, dass sich Kosteneinsparungen bedingt durch die Nutzung von Speichern für Engpassmanagement im Vergleich zur Abregelung Erneuerbarer beim Netzbetreiber im Unternehmensgewinn positiv niederschlagen. Die Anreizregulierung ist ein sehr statisches Regelwerk, wodurch Anpassungen eher langfristig umgesetzt werden wür-

den. Zudem werden aktuell die Kompetenzen zwischen Bundesnetzagentur und Bundesregierung neu geordnet, weswegen die aktuell bestehende Anreizregulierungsverordnung Ende 2028 auslaufen und durch Festlegungen der Bundesnetzagentur ersetzt werden soll. Dieser Umbruch erschwert die Arbeit an der Anreizregulierung zusätzlich.

Schnelle und transparente Lösungen

Um in absehbarer Zukunft die Behinderung der Netzkapazitäten durch den Einsatz von Speichern zu überwinden, ist es notwendig, ein Betriebskonzept für die netzdienliche Nutzung von Speichern zwischen Speicherbetreibern und Netzbetreibern zu entwickeln. Dieses Konzept sollte sicherstellen, dass die Speicher so betrieben werden, dass sie dem Netz nutzen. Gleichzeitig müssen gesetzliche Rege-

lungen festgelegt werden, die klären, wer für die Verantwortlichkeiten, die Kosten, die Zeitpläne und die Kompensationen für mögliche Einnahmeausfälle zuständig ist.

Vorschlag „SpeicherNAV“

Um schnell transparente und klare Regelungen für den Netzanschluss und den markt- und netzdienlichen Einsatz von Speichern umzusetzen, schlägt Kyon Energy eine Energiespeicheranlagen-Netzanschlussverordnung (SpeicherNAV)³⁾ vor. Genau wie die Kraftwerks-Netzanschlussverordnung (KraftNAV), die technischen Anforderungen für den Anschluss von Kraftwerken an das Höchstspannungsnetz und deren Betrieb regelt, könnte eine SpeicherNAV die Besonderheiten von Speichern beim Netzanschluss regeln und Hürden beseitigen. Unser Vorschlag ist eine Regelung für den Netzanschluss von Energiespeicheranlagen mit mindestens 10 kV Spannung. Er bietet gleichzeitig Lösungsansätze für die Definition von netzdienlichen Betriebskonzepten und deren fairer Kostentragung. Speicher, die netzdienlich agieren, sollten wie EE-Anlagen einen beschleunigten und bevorzugten Netzanschluss erhalten.

Fazit

Batteriespeicher haben das Potenzial, bei einem netzdienlichen Einsatz wichtige Systemaufgaben innerhalb des Stromnetzes zu übernehmen, einige der größten Herausforderungen im Netz zu reduzieren und dadurch allgemein Netzkosten zu senken. Damit dieses Potenzial umfassend gehoben werden kann, müssen nun die richtigen rechtlich-regulatorischen Rahmenbedingungen geschaffen werden. ■

F U ß N O T E

³⁾ <https://www.kyon-energy.de/blog/konzeptpapier-energiespeicheranlagen-netzanschlussverordnung-speichernav>



Benedikt Deuchert

Head of Business Development & Regulatory Affairs bei Kyon Energy

benedikt.deuchert@kyon-energy.com

Foto: Kyon Energy

Wie der Ausbau von Wasserstoff gelingen kann

Kraftstoff der Zukunft

Wasserstoff birgt ein enormes Potenzial als zukünftige Brennstoffquelle, die den Grundstein für eine nachhaltige Energiezukunft legen kann. Es ist jedoch wichtig zu erkennen, dass die Verwirklichung dieses Potenzials einen umfassenden Ausbau der Infrastruktur erfordert.

Mit der Aktualisierung der Nationalen Wasserstoffstrategie (NWS) 2020 [1] hat Deutschland seine Entschlossenheit auf dem ehrgeizigen Weg der Dekarbonisierung erneut bekräftigt. Die NWS wird nicht nur die nationale Energiewende vorantreiben, sondern auch einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der europäischen Klimaziele leisten. In Zeiten wachsender globaler Herausforderungen im Zusammenhang mit dem Klimawandel und der Reduzierung von Treibhausgas-Emissionen wird die strategische Bedeutung von Wasserstoff als wertvoller Rohstoff für eine nachhaltige Zukunft klar erkannt.

Deutschland formuliert das Ziel, bis 2045 Klimaneutralität zu erreichen. Wasserstoff spielt dabei eine zentrale Rolle, da er die Basis für traditionell emissionsstarke Sektoren wie Verkehr und Logistik, Industrie und Wärmeversorgung bilden kann. Die NWS sieht vor, die Wasserstoffproduktion auf grünen Wasserstoff aus erneuerbaren Quellen umzustellen und gleichzeitig Technologien für die Speicherung, den Transport und die Anwendung von Wasserstoff zu entwickeln und umzusetzen. Dabei kann die Nutzung von Wasserstoff als sauberer Energieträger auch dazu beitragen, grenzüberschreitende CO₂-Reduktionsziele zu erreichen und einen integralen Bestandteil einer europäischen Wasserstoffwirtschaft zu schaffen.

Das „Farbspektrum“ von Wasserstoff

Wasserstoff ist ein unsichtbares Gas, das im Überfluss vorhanden ist und ein breites Anwendungsspektrum hat – von der Strom- und Wärmeerzeugung über den Einsatz als Antriebsenergie für



Grafik: PantherMedia/Khunkorn Laowisit

Brennstoffzellen bis hin zum Kraftstoff für Fahrzeuge. Er kommt jedoch selten in reiner Form vor und muss daher unter Einsatz von Energie aus einem Ausgangsstoff (zum Beispiel Wasser, Erdgas, Erdöl) gewonnen werden. Die verschiedenen Farben, nach denen er benannt ist, geben Aufschluss über das Herstellungsverfahren und die damit verbundenen Umweltauswirkungen.

Grauer Wasserstoff ist die gebräuchlichste Form und wird aus fossilen Energieträgern durch „Reformierung“ hergestellt, unter anderem durch Methandampfreformierung und autotherme Reformierungstechnologien. Dabei entsteht jedoch CO₂ als Abfallprodukt, sodass er nicht klimaneutral ist. Hervorzuheben sind blauer und grüner Wasserstoff, die jeweils eine andere Rolle bei der Energiewende spielen [2].

Blauer Wasserstoff wird ebenfalls aus fossilen Brennstoffen durch Reformierung oder partielle Oxidation hergestellt, wobei Kohlenstoffemissionen entstehen. Diese Emissionen werden mithilfe von Carbon

Capture and Storage (CCS) aufgefangen und unterirdisch gespeichert. Honeywells Technologie zur Kohlenstoffabscheidung kann zum Beispiel in bestehenden Anlagen nachgerüstet oder als Teil einer neuen Anlage installiert werden. Auf diese Weise sorgt blauer Wasserstoff für eine unmittelbare Verringerung der CO₂-Emissionen im Vergleich zu herkömmlichen fossilen Brennstoffen und dient als zuverlässiger, skalierbarer und sofort einsatzbereiter Wegbereiter der Wasserstoffwirtschaft, während grüner Wasserstoff aufgestockt wird. Bei Tausenden von Kraftwerken und Industrieanlagen auf der ganzen Welt ist das Potenzial für erhebliche Emissionssenkungen enorm. Die Tatsache, dass blauer Wasserstoff die bestehende Erdgasinfrastruktur nutzen kann, wird seine Markteinführung beschleunigen.

Grüner Wasserstoff hingegen wird durch Elektrolyse unter Verwendung erneuerbarer Energiequellen wie Sonnen- oder Windenergie hergestellt. Grüner Wasserstoff ist das langfristige Ziel für eine nachhaltige Wasserstoffwirtschaft, da

er die größten Auswirkungen auf die Umwelt hat. Honeywells Programm für grünen Wasserstoff hat beispielsweise katalysatorbeschichtete Membranen (Catalyst Coated Membrane, CCM) für die Gasverarbeitungs-, Raffinerie-, Stahl- und petrochemische Industrie sowie neuartige Membranen für Batterie- und Energieanwendungen entwickelt und hergestellt. Die Herstellung von grünem Wasserstoff ist jedoch derzeit teuer und erfordert weitere technologische Fortschritte und Investitionen in erneuerbare Energien. Erneuerbare Energien wiederum würden zunächst für eine Fülle anderer, dringenderer Anwendungen benötigt, während der Bedarf an kohlenstoffarmen Wasserstoffmolekülen steigt.

Insgesamt spielen sowohl blauer als auch grüner Wasserstoff eine entscheidende Rolle für die Energiezukunft. Blauer Wasserstoff erweist sich als eine wichtige und skalierbare Lösung, um die Massenproduktion von Wasserstoff zu beschleunigen.

Herausforderungen von Wasserstoff als Rohstoff

Aufgrund seiner geringen Dichte und hohen Flüchtigkeit gibt es viele Herausforderungen bei der Steigerung der Produktion, aber auch bei Speicherung und Transport von Wasserstoff [3]. Dieses vielseitige Element hat die kleinste Molekülgröße und kann durch einige Materialien diffundieren, was zur Wasserstoffversprödung oder zu Lecks führen kann.

Herkömmliche Rohre und Tanksysteme sind beispielsweise nicht immer für den Transport von Wasserstoff in großen Mengen geeignet. Dies liegt daran, dass Wasserstoffmoleküle in Metalle eindringen können, was zu Materialermüdung und Versprödung führen kann. Dies erfordert die Entwicklung neuer Rohrsysteme und Tanksysteme, um die Integrität der Infrastruktur zu gewährleisten. In vielen Fällen stellt man jedoch fest, dass Materialien und Systeme für Wasserstoff wiederverwendet werden können, wenn man bedenkt, dass in einigen Teilen Europas Stadtgas (wasserstoffreiches Gas, das durch Vergasung von Holz oder Kohle gewonnen wird) lange vor Erdgas verwendet wurde. Viele dieser Rohrleitungssysteme sind heute noch in Gebrauch.

Internationale Zusammenarbeit und Normung sind in diesem Zusammenhang von großer Bedeutung für den Aufbau

eines sicheren und effizienten grenzüberschreitenden Wasserstoffnetzes. Insgesamt ist ein multidisziplinärer Ansatz erforderlich, bei dem Technologieentwicklung, Sicherheitsstandards und rechtliche Rahmenbedingungen eng miteinander verknüpft sind.

Beschleunigung der Wasserstoffwirtschaft

In einer kohlenstofffreien Welt könnte die Nachfrage nach Wasserstoff um mehr als das Zehnfache steigen. Daher ist es wichtig, Lösungen einzusetzen, die bereits entlang der gesamten Wasserstoff-Wertschöpfungskette verfügbar sind. In den Bereichen Produktion und Umwandlung, Übertragung und Speicherung sowie Verteilung und Nutzung hilft Honeywell Betreibern und OEMs, sicherer und rentabler zu arbeiten. Die entwickelten Lösungen reichen von der Reformierung von Erdgas bis zur Elektrolyse von Wasser unter Verwendung erneuerbarer Energiequellen.

Darüber hinaus befasst sich Honeywells LOHC-Lösung (Liquid Organic Hydrogen Carrier) mit einer der größten Herausforderungen der Wasserstoffindustrie: der effizienten und sicheren Speicherung und dem Transport von Wasserstoff. Die Lösung basiert auf einer bewährten Technologie, bei der Wasserstoff an organische Träger gebunden wird, die als Trägerflüssigkeiten fungieren. Diese Kohlenwasserstoff-Flüssigkeiten sind mit der bestehenden Kohlenwasserstoff-Infrastruktur kompatibel. Dies ermöglicht eine dichte Speicherung von Wasserstoff bei Raumtemperatur und Umgebungsdruck, was die Sicherheit und den Transport erleichtert. Die Trägerflüssigkeiten sind in der Lage, den Wasserstoff je nach Bedarf zu binden und wieder abzugeben, was die Flexibilität bei der Nutzung erhöht. Durch die Anwendung jahrzehntelanger Erfahrung mit diesen Technologien kann Honeywell als ursprünglicher Erfinder eines entscheidenden Teils des Prozesses die wirtschaftliche Nutzung von LOHC als Energieträger im Vergleich zu anderen Methoden ermöglichen.

Fazit

Die Herausforderungen liegen nicht nur in der Steigerung der Wasserstoffproduktion, sondern auch in der Entwicklung einer sicheren, effizienten und zuverlässigen

Transport- und Speicherinfrastruktur. Bereits auf dem Markt befindliche Lösungen zeigen, dass Fortschritte in der Technologie dazu beitragen können, die Speicherung und den Transport von Wasserstoff sicherer und praktikabler zu machen.

Die Entwicklung einer solchen Infrastruktur erfordert jedoch auch internationale Zusammenarbeit, Normen und rechtliche Rahmenbedingungen, um einen reibungslosen grenzüberschreitenden Wasserstoffhandel zu gewährleisten. Der Weg zu einer weit verbreiteten Nutzung von Wasserstoff ist zwar nicht ganz einfach, aber er ist eine Investition in eine grünere, sauberere und kohlenstoffarme Zukunft. Die Bemühungen vieler Unternehmen zeigen, dass Innovationen in der Wasserstofftechnologie einen wesentlichen Beitrag zur Verwirklichung dieser Vision leisten können. ■

Literatur

- [1] Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK): Markthochlauf für Wasserstoff beschleunigen – Bundeskabinett beschließt Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie. Pressemitteilung vom 26. Juni 2023, <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2023/07/20230726-markthochlauf-fuer-wasserstoff-beschleunigen.html>, zuletzt abgerufen am 7.11.2023.
- [2] S&P Global: Blue hydrogen serves as low-carbon bridge to green hydrogen future, experts say. Artikel vom 27. August 2021, <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/latest-news-headlines/blue-hydrogen-serves-as-low-carbon-bridge-to-green-hydrogen-future-experts-say-66321776>, zuletzt abgerufen am 7.11.2023.
- [3] Allens Linklaters: The next frontier: challenges and developments in the transport of hydrogen in bulk. Artikel vom 27. April 2022, <https://www.allens.com.au/insights-news/insights/2022/04/challenges-and-developments-in-the-transport-of-hydrogen-in-bulk/#:~:text=This%20is%20because%20hydrogen%20is,the%20smallest%20amount%20of%20air>, zuletzt abgerufen am 7.11.2023.



Willie Coetzee

Direktor bei Honeywell Sustainable Technology Solutions Europe

willie.coetzee@honeywell.com

Foto: Honeywell

WI Energy kündigt Photovoltaik-Großprojekt in Ralingen an

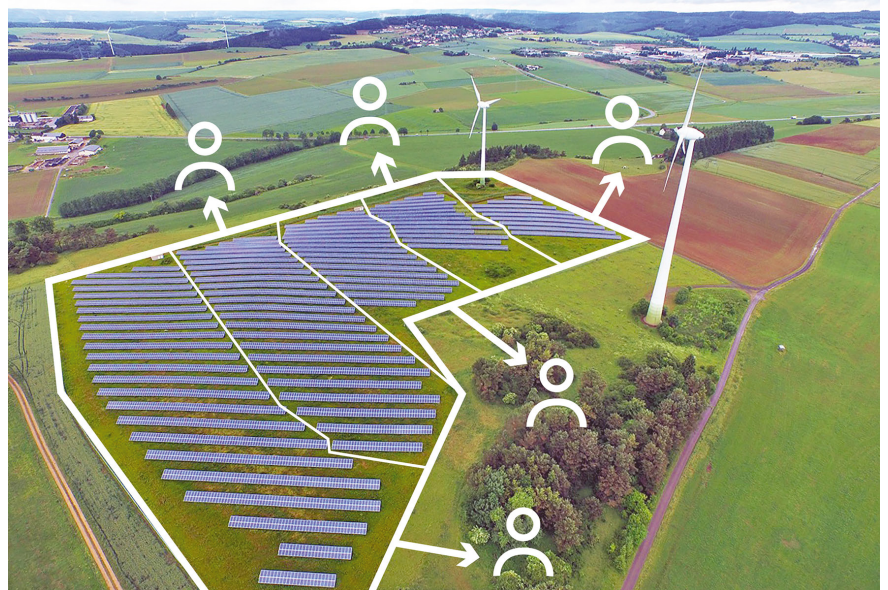
Bürgerkraftwerk produziert Sonnenstrom

WI Energy treibt die Energiewende im Südwesten Deutschlands voran: Im rheinland-pfälzischen Ralingen errichtet der Photovoltaik-Projektierer einen 65 Hektar großen Solarpark. Das „Bürgerkraftwerk“ getaufte Projekt erbringt eine Leistung von mindestens 75 Megawatt und eröffnet Anwohnerinnen und Anwohnern die Chance, nachhaltig erzeugten Grünstrom direkt vor Ort zu beziehen. Wer die Möglichkeit nutzt, gestaltet den energetischen Strukturwandel aktiv mit.

Die Vision hinter diesem Projekt: zum einen Freiflächen für umweltfreundliche Energieerzeugung nutzen, zum anderen die regionale Gemeinschaft fördern. Freiflächenbesitzende profitieren über die Pacht ihres Solarbereichs von dieser sauberen Energieerzeugung und leisten darüber hinaus einen Beitrag zur Klimawende. Interessierte Bürgerinnen und Bürger der Region ziehen ihren Nutzen in Form grüner Stromtarife daraus. Ein Vorverkaufsrecht sichert Investitionsbegeisterten eine direkte Investition in die Photovoltaik (PV)-Anlage. Die Gemeinde selbst kann im Rahmen einer Projektgesellschaft zu einem bestimmten Anteil am Solarpark partizipieren.

Gut geplante Weichenstellung

Viele ungenutzte Freiflächen können mehr als nur brachliegen; ob ein Areal jedoch als Grund für eine Solaranlage tatsächlich in Frage kommt, hängt von zahlreichen Faktoren ab. Die Nutzung solcher Potenzialflächen für ein Solarparkprojekt stellt bereits in der Planungs- und Konzeptionsphase eine spannende Herausforderung dar. Die öffentliche Ausweisung solcher Flächen als Potenzialflächen in einem deutschlandweiten Wettbe-



Kaufen Interessierte eigene Module aus einem zugewiesenen Anlagenbereich, greift das Modell Realeigentum. Foto: WI Energy

werb ruft zahlreiche große Entwickler und Konzerne auf den Plan.

Die Gemeinde Ralingen beugte unfundierten Anfragen vor: Sie gab eine eigene Untersuchung in Auftrag, deren Ziel darin lag, eindeutig Potenzialflächen herauszuarbeiten. Für Solarpark-Bewerber legte sie klare Vorgaben fest. Die Wahl fiel schließlich auf WI Energy. Das Trierer Unternehmen betreibt bereits in Ralingen-Kersch eine 6 ha große Anlage.

Bedarfserfüllung erntet Zuspruch

WI Energy hebt das strukturierte Vorgehen der Gemeinde hervor, denn der vorgelegte Potenzialplan verhinderte Wildwuchs und erlaubte eine koordinierte Flächenakquise. Das erlaubte einen holistischen Ansatz unter Berücksichtigung von Gemeindevorgaben. Jahrelange Erfahrung lehrte das Team, dass der Zuspruch

regionaler Ortsgemeinden für ein Projekt steigt, wenn eine Planungseinheit Flächen vorab als Potenzialflächen bewertet. Vorauswahl der Flächen und sorgfältige raumordnerische Vorprüfung sparen signifikant bürokratische Verfahrenszeit und erleichtern die weitere Arbeit sowohl für die Entwicklung als auch für Planungsbüros. Da es sich im Fall Ralingen um ein solidarisches Pilotprojekt der Gemeinde handelt, stößt es auf ausgesprochen hohe Akzeptanz.

Gemeinsam mehr erreichen

Die Umsetzung des innovativen Bürgerkraftwerks in Ralingen baut auf der Gesamtpotenzialfläche von rund 80 Flächeneigentümerinnen und -eigentümern auf, deren Mitwirkung und Zusammenführung die WI Energy und der Gemeinderat Ralingen gemeinsam in Angriff nehmen.

Pro Hektar bekommen alle Grundstückbesitzenden den gleichen Pachtzins. Die Flächensicherung wird von der Gemeinde und WI Energy gemeinsam umgesetzt. Nach Abschluss aller formellen Prozesse steht das gepachtete Land für Bau und Betrieb des neuen Solarparks zur Verfügung. Ein reizvoller Pachtzins ermuntert die Landbesitzenden dazu, die Realisierung des Bürgerkraftwerks zu unterstützen.

In die Anlage mitinvestieren

Und was der Gemeinde dient, dient auch Gemeindemitgliedern. „Das Bürgerkraftwerk bezieht Menschen der Region mit ein und lässt sie an der direkten Energieerzeugung teilhaben“, erklärt der Bürgermeister von Ralingen, Alfred Wirtz. „Ziel ist es, dass jede Bürgerin und jeder Bürger entsprechend ihrer und seiner finanziellen Möglichkeiten Teil des Projekts werden kann, indem er oder sie in die PV-Anlage mitinvestiert“, führt Wirtz aus.

„Wir sind stolz darauf, als Gemeinde einen solchen Zusammenhalt aufweisen zu können, sodass wir ein derartiges Pilotprojekt ins Leben rufen konnten. Projekte wie das 'Bürgerkraftwerk Ralingen' lassen sich so künftig für andere Gemeinden als Blaupause zum Ausbau der Erneuerbaren in unserem Land verwenden.“

Über ein Investment-Programm von WI Energy steigen Interessierte ab 1000 € in den Solarpark ein. Damit genießen auch zurückhaltend Investierende die Vorteile



Alfred Wirtz, Bürgermeister von Ralingen: „Das Bürgerkraftwerk bezieht Menschen der Region mit ein und lässt sie an der direkten Energieerzeugung teilhaben.“
Foto: Gemeinde Ralingen

des Projekts. Für jene, die größere Summen investieren möchten, steht das Modell des Realeigentums zur Verfügung. Hierbei erwerben sie tatsächliche Anteile am Solarpark, beispielsweise eine Menge X an Modulen inklusive zugehörigem Wechselrichter zur Erzeugung des Grünstroms, und partizipieren an den Erträgen der Energieerzeugung.

Beide Seiten profitieren

Dieses Modell schafft eine tiefere Partnerschaft zwischen WI Energy und den Bürgerinnen und Bürgern der Region; beiden Seiten kommen wirtschaftliche Profite zugute. So kann das Bürgerkraftwerk Ralingen als Vorzeigebispiel für eine zukunftsweisende Partnerschaft zwischen Gemeinde, Projektierer und Lokalbevölkerung dienen. Ralingen setzt sich zum Ziel, einen eigenen grünen Stromtarif anzubieten.

Lange Verfahrensdauer zieht schnellem Bau den Stecker

Die nach vorne strebende, sowohl umwelt- als auch gemeindefreundliche Idee sowie die facettenreiche Kooperation zwischen Gemeinde und Betreiber macht die Besonderheit des Projektes aus. Die Vorteile der Bürgerinnen- und Bürgerbeteiligung zeigen sich zweifach: Interessierte Anwohnende erhalten ein Vorkaufsrecht zur Beteiligung und somit die Option, einen Teil des Solarparks über das Beteiligungsmodell zu kaufen.

Außerdem genießt die regionale Bevölkerung das Privileg grüner Stromtarife. Zügiges Handeln durchkreuzt allerdings

das lange B-Planverfahren. Bis die Anlage konkret errichtet werden kann, werden noch zwei bis drei Jahre ins Land gehen – voraussichtlich ab 2026 laufen in Ralingen die ersten Kühlschränke der Ortsbewohnenden mit eigenem Solarstrom.

„Grenzenlose Energieregion“

Ralingen und die luxemburgische Gemeinde Rosport-Mompach verfolgen gemeinsam und grenzüberschreitend das Ziel einer unabhängigen Stromversorgung, die zu 100 % auf lokalen Ressourcen basiert. Bis 2026 planen die beiden Kommunen die dazu nötige, auf erneuerbaren Energien fußende Infrastruktur zu entwickeln.

In einem über zwei Jahre geplanten Bürgerinnen- und Bürgerdialog beziehen beide Seiten ihre Gemeindemitglieder transparent mit ein, sammeln Ideen und spornen zum intrinsischen Mitdenken und Mitmachen an. Die Robert Bosch Stiftung fördert die visionäre Initiative Grenzenlose Energieregion über ihr Programm „Common Ground – über Grenzen mitgestalten“.

Im Dialog

Am 12. Oktober fand in Godendorf bei Ralingen die erste breit angelegte Inforeveranstaltung zur länderübergreifenden Kampagne statt. Auch Projektentwickler von WI Energy nahmen daran teil und brachten im offenen Austausch das geplante Kraftwerk nahe. Das Feedback ermutigt zum Weitermachen und Grundstückseigentümerinnen und -eigentümer zeigten Interesse. Aber auch Menschen ohne Grund und Boden, denen ihr Wohnort und das Klima am Herzen liegen, stellten zahlreiche Fragen. Eine Veranstaltung speziell für Grundstückseigentümerinnen und -eigentümer folgte. Das nächste Treffen steht in den Startlöchern – 2024 nimmt das Projekt konkret Form an. ■

www.wi-energy.de



Michael Reichert

Geschäftsführer und Mitgründer der WI Energy GmbH

Foto: MartiniMedia

Dezentrale Erzeugungs- und Verbrauchseinheiten intelligent nutzen

Engpassmanagement flexibel gestalten

Besonders die Verteil- und Übertragungsnetze müssen auf die Zunahme dezentraler, volatiler Energie reagieren. Dafür braucht es innovative Ansätze. Eine Lösung erprobt sunvigo gemeinsam mit Netzbetreiber TenneT in einem ersten Pilotprojekt. Dabei geht es um die umfassende Einbindung dezentraler Kleinanlagen, wie Solaranlagen oder Speicher in Haushalten, um das volle Flexibilitätspotenzial von gerade erzeugter und gespeicherter Energie für das Engpassmanagement zu nutzen.

Mindestens 80 % des Bruttostromverbrauchs sollen bis 2030 durch erneuerbare Energien gedeckt werden. In sieben Jahren soll dieses Ziel erreicht werden, so die Bundesregierung. Der Weg dahin ist noch weit. Im ersten Halbjahr 2023 lag der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch bei 52 %. Dabei geht es nicht allein um den Ausbau der Erneuerbaren.

Laut der aktuellen VDE-Studie „Flexibilisierung des Energiesystems“ [1] wird erwartet, dass die erneuerbare Energieerzeugung aus Photovoltaik (PV) von derzeit etwa 65 GW auf über 200 GW in 2030 ansteigt. Durch diesen Zuwachs kann zwar ein Großteil der Erzeugung aus konventionellen Kraftwerken ersetzt werden, PV-Anlagen können jedoch nicht die notwendige Flexibilität zum Ausgleich der zunehmenden Erzeugungs- und Verbrauchsschwankungen bereitstellen. Gleichzeitig prognostiziert die Studie

auf Seiten der Verbraucherinnen und Verbraucher eine Steigerung von knapp 30 GW an Flexibilität, vor allem durch die Integration von Elektroautos, Power-to-Heat (PtH)- und Power-to-Gas (PtG)-Systemen sowie den Ausbau von Batteriespeichern, insbesondere in Einfamilienhäusern (EFH). Insgesamt wird bis 2030 ein Zubau von 90 GW speicherseitiger Flexibilität erwartet.

Das sind erst mal guten Nachrichten, heißt aber auch: Der zunehmend höhere Anteil dezentraler und volatilerer erneu-



Hochverfügbar
Sicher
Zukunftsfähig

ITK-Lösungen für
KRITIS & Industrie

telent
service - commitment - value

Lassen Sie uns über
die Möglichkeiten sprechen!


E-world
energy & water
20.-22.2.2024
ESSEN / GERMANY



www.telent.de



Grafik: PantherMedia/Andrii Yalanskyi

erbarer Energie stellt neue Anforderungen an das Management der Verteil- und Übertragungsnetze. Gerade das Engpassmanagement ist aktuell eine große Herausforderung.

Engpässe im Stromnetz entstehen dann, wenn bestehende Netzkapazitäten nicht ausreichen, um den Strom von Erzeugungseinheiten zu Verbrauchszentren zu transportieren. Da die Netzbetreiber gesetzlich verpflichtet sind, Maßnahmen zur Aufrechterhaltung der Sicherheit und Zuverlässigkeit des Stromsystems zu ergreifen, greifen sie in die Stromproduktion ein. Diese Maßnahmen können im gegenwärtigen System beispielsweise das Herunterregeln von Offshore-Windkraftanlagen im Norden sowie den Einsatz fossiler Kraftwerke im Süden Deutschlands umfassen. Dieser sogenannte Redispatch, also der Eingriff in den marktlichen Einsatz von Erzeugungsanlagen und Speicher, findet täglich statt: Im gesamten Jahr 2022 gab es laut Bundesregierung lediglich 160 Stunden, in denen keine Netzeingriffe an irgendeiner Stelle in Deutschland stattfanden. Und das verursacht hohe Kosten. Allein im Jahr 2022 beliefen sich die Kosten für das Netzengpassmanagement deutschlandweit auf 4,3 Mrd. € – für 2023 werden noch höhere Kosten erwartet.

Dezentrale Anlagen in Haushalten als Speicher einbinden

Um die Kosten zu verringern und das volle Potenzial erneuerbarer Energien abzurufen, ist es entscheidend, dezentrale

Erzeugungs- und Verbrauchseinheiten intelligent in das Engpassmanagement einzubinden. Ergänzend zum Einsatz von Großanlagen, braucht es auch ein kluges Zusammenspiel von schnell reagierenden kleinen Anlagen. Dazu können dezentrale Energiespeicher wie Solaranlagen, E-Autos und Batteriespeicher zählen. Anstatt den Windstrom abzuregeln, ließe sich Strom beispielsweise in Wärmepumpen oder Batterien von E-Autos speichern.

So kann erneuerbare Energie weiter genutzt und das Netz entlastet werden. Diese Idee verfolgt sunvigo als Stromanbieter in einem Pilotprojekt mit dem Übertragungsnetzbetreiber TenneT. Das Ziel: Haushalte und ihre Anlagen nutzen, um Strom bedarfsgerecht zu speichern oder in das Netz einzuspeisen.

Die einzelnen Anlagen in den Eigenheimen werden dafür mit intelligenten Messsystemen (iMSys) sowie einer Steuerbox ausgestattet. Die Kommunikation über vorhandene Stromkapazitäten erfolgt durch die Aggregatoren von Flexibilität – also etwa sunvigo – automatisiert an eine Plattform, die „Equigy Crowd-Balancing“-Plattform. Diese hat TenneT gemeinsam mit anderen europäischen Netzbetreibern entwickelt.

Über die Plattform wird die gebündelte Flexibilität von Kleinanlagen und -verbrauchern aus dem Sunvigo-Pool an TenneT kommuniziert und damit für das Stromnetz nutzbar gemacht. Während auf der Plattform bislang Pools aus sehr ähnlichen Komponenten wie zum Beispiel E-Autos teilnehmen, werden durch sunvigo die Flexibilitätspotenziale ganzer Häuser gebündelt. Dieser Ansatz in Kombination mit dem

entstehenden Marktplatz für regionale Flexibilitäten eröffnet neue Möglichkeiten für das Engpassmanagement.

Win-win: Energiewende beschleunigen und Geld sparen

Ein effizientes Flexibilitätsmanagement bietet auch für Verbraucherinnen und Verbraucher mit einer Solaranlage erhebliche Vorteile. Hausbesitzerinnen und -besitzer können neue Vermarktungsmöglichkeiten nutzen. Durch die Einbindung von Kleinanlagen unter 25 kW in die Netzoptimierung können dezentrale Flexibilitätspotenziale genutzt werden. Im Optimalfall ist jedes Haus mit einem Smart Meter Gateway (SMGW) und einem Energiemanager ausgestattet, der Echtzeitdaten zur Verfügung stellt und zur Netzoptimierung beiträgt.

Für Verbraucherinnen und Verbraucher eröffnen sich verschiedene Value Pools: Sie leisten einen wesentlichen Beitrag zur Energiewende und erhalten die Möglichkeit, von finanziellen Anreizen durch die Teilnahme am Engpassmanagement zu profitieren. Der Beginn einer finanziellen Vergütung an die Verbraucherinnen und Verbraucher für ihre Teilnahme ist absehbar und könnte bis zu einige Hundert Euros pro Jahr betragen.

Die Bedeutung von Machine Learning für Flexibilitätspotenziale

Maschinelles Lernen (ML) erkennt Muster in Daten, ermöglicht die Vorhersage zukünftiger Energieflüsse und erleichtert die effiziente Integration dezentraler Anlagen ins Netzmanagement. Die Analyse von historischen Daten, Wettervorhersagen und Verbrauchsverhalten ermöglicht präzise Vorhersagen für die Einspeisung oder Entnahme von Energie durch Kleinanlagen.

Die Einführung von SMGWs spielt grundsätzlich eine entscheidende Rolle im Engpassmanagement auf Verteilnetzebene. Sie liefern wichtige Daten, die für das Zusammenspiel von hauseigener Kleinanlage und dem Verteilnetz wichtig sind.

Mit SMGWs können nicht nur präzise Verbrauchsdaten gesammelt werden. Auch ist es möglich, die Energie aus dezentralen Anlagen in das Netz optimal einzuspeisen, um Netzengpässe zu vermeiden und die Integration erneuerbarer Energien zu maximieren.

Unternehmen wie sunvigo können die Daten aus den SMGWs nutzen, um den Verbrauch und die Erzeugung in Echtzeit zu überwachen und so eine optimale Steuerung der dezentralen Anlagen sicherzustellen. Dies ist ein wichtiger Schritt in Richtung einer effizienten Nutzung der Flexibilitätpotenziale in EFH.

Voraussetzungen schaffen, Energiewende beschleunigen

Damit der Einsatz von Kleinanlagen als wichtiger Part im dezentralen Engpassmanagement gelingt, sind bestimmte Voraussetzungen nötig:

Zum einen der technische Umbau von Solaranlagen und dezentralen Speichern: Viele Solaranlagen und dezentrale Speicher sind derzeit nicht steuerbar und sollten zeitnah zu intelligent kommunizierenden Systemen umgerüstet werden. Der verpflichtende Smart Meter Rollout ist erst für 2025 geplant und sollte beschleunigt werden.

Des Weiteren braucht es regulatorische Lösungen und finanzielle Anreize. Auf Übertragungsebene gibt es im Rahmen des Pilotprojekts zwischen sunvigo und TenneT bereits Mechanismen und Prozesse, um kleinteilige Flexibilität in das Engpassmanagement einzubeziehen. Die regulatorischen Weichenstellungen sind aber noch nicht abgeschlossen, jedoch dringend erforderlich. Insbesondere braucht es verlässliche Regelungen, wie die Nutzung von kleinteiliger Flexibilität mit finanziellen Anreizen für die Anbieter zusammengebracht werden kann.

Bündelung von Flexibilitäten

Sunvigo bringt Innovation in das Flexibilitätpotenzial, indem das Haus selbst als netzdienliches Element integriert wird. Die Technologie ermöglicht nicht nur, den Energieverbrauch zu überwachen, sondern soll auch tausende Batteriespeicher, E-Autos und Wärmepumpen bün-

deln und steuern. Der in dem Pilot zu testende Ansatz soll die Weichen stellen, Flexibilitäten regional und überregional zu bündeln und je nach Bedarf anzubieten. Mit steigender Verbreitung von E-Autos und Wärmepumpen wird das Potenzial an flexiblen Lasten und Erzeugern weiter zunehmen. Diese Lösung soll die Brücke zwischen dezentralen Anlagen in EFH und der Anforderung des Engpassmanagements auf Übertragungs- und Verteilnetzebene bilden. ■

Dr.
**Vigen
Nikogosian**

Co-Founder und
Geschäftsführer der
sunvigo GmbH

vigen.nikogosian@sunvigo.de

Foto: sunvigo



PERSPEKTIVEN FÜR DIE ZUKUNFT

NACHHALTIG UND DIGITAL

MESSE
ESSEN

www.messe-essen.de

Nachhaltig im Mittelstand

Rund 28 % der mittelständischen Unternehmen haben bereits einen Nachhaltigkeitsbericht erstellt. Dies zeigt eine Forsa-Umfrage im Auftrag des TÜV bei 500 Mittelständlern mit 50 bis 1000 Mitarbeitenden. Bei den mit 50 bis 249 Beschäftigten waren es 23 %, bei den größeren 53 %. Für diese Firmen bringt damit die Anfang 2023 in Kraft getretene EU-Richtlinie zur Berichterstattung von Nachhaltigkeit in Unternehmen grundsätzlich nichts Neues. Nach dieser Corporate Sustainability Reporting Directive, kurz CSRD, wird das Erstellen und externe Prüfen von Nachhaltigkeitsberichten für rund 15000 Unternehmen in Deutschland zur Pflicht. In der Umfrage gaben viele Firmen an, dass dafür ein breites Angebot unabhängiger Prüforganisationen zur Verfügung stehen sollte.

www.tuev-verband.de

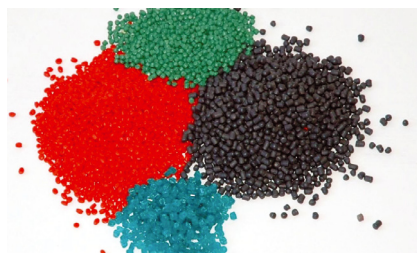


In dieser Pilotanlage in Leoben, Österreich, skaliert das Start-up Green Hydrogen Technology (GHT) sein Wasserstoffherstellungsverfahren für die industrielle Anwendung. Foto: GHT

Wasserstoff lokal aus Abfall

Das 2020 gegründete Augsburger Start-up Green Hydrogen Technology (GHT) hat ein Verfahren entwickelt, um Wasserstoff (H_2) aus lokal verfügbaren Rohstoffen wie nicht-recyclbaren Kunststoffabfällen oder Biomasse herzustellen. Der Recyclingspezialist ETG Entsorgung + Transport aus Göppingen-Holzheim in Baden-Württemberg will mit diesem Verfahren von 2025 an bis zu 100 t H_2/a an seinem Standort in Ebersbach produzieren. Das Verfahren basiert auf einer Flugstromvergasung bei Temperaturen von bis zu 1600 °C. Dabei entstehendes CO_2 wird teilweise in den Prozess zurückgeführt, verbleibendes CO_2 als technisches Gas für industrielle Anwendungsbereiche wie die Getränke- oder Chemieindustrie nutzbar gemacht. Diese kommende Produktionsanlage ist der erste kommerzielle Erfolg des Augsburger Start-ups. Die H_2 -Herstellungskosten liegen bei bis zu 1,5 €/kg und damit unterhalb der Kosten, die bei der H_2 -Herstellung per Elektrolyse anfallen. Die Anwender des Verfahrens erhalten damit Zugang zu wettbewerbsfähiger erneuerbarer Energie. Mit dem GHT-Verfahren lässt sich zudem – leicht angepasst – statt H_2 auch Methanol (CH_3OH) oder Methan (CH_4) erzeugen. Im österreichischen Leoben betreibt das Augsburger Start-up eine Pilotanlage, in der es das Verfahren im industriellen Maßstab erprobt.

www.green-ht.eu



Rezyklatverkäufer sollen, so der bvse, keine Abgabe auf Granulate zahlen, werden diese aus gebrauchtem Kunststoff hergestellt. Foto: bvse

Plastikabgabe auf Alles oder nur auf Neues?

Rund 1,4 Mrd. € aus einer Kunststoffabgabe sollen helfen, die Haushaltslücke des Bundes zu schließen. Hinter dieser Zahl steht ein Beschluss der EU zur Finanzierung des EU-Haushalts, wonach jeder EU-Staat seit 2021 auf jedes Kilo nicht recycelter Kunststoffverpackungsabfälle eine Abgabe in Höhe von 0,80 € leisten muss. Die Bundesregierung hat dafür Steuergelder verwendet, nun sollen dies jene Unternehmen zahlen, die Plastik in Verkehr bringen. Der Bundesverband Sekundärrohstoffe und Entsorgung (bvse) empfiehlt der Regierung nun, zwischen Neuware und Rezyklaten zu unterscheiden. Denn viele Kunststoffrecycler stehen mit dem Rücken zur Wand, da vor allem die Energie- und damit die Prozesskosten deutlich gestiegen sind, während die Absatzpreise stark eingebrochen sind.

www.bvse.de

Neue Pkw-Ökobilanz des VDI

Auf die Frage, wann Autofahren grün wird, hat der VDI in einer neuen Ökobilanzstudie eine Antwort parat. Das Expertengremium Antriebe des VDI-Fachbereichs Kraftfahrzeugtechnik in der VDI-Gesellschaft Fahrzeug- und Verkehrstechnik (FVT) hat hierbei den Klimaeinfluss von E-Autos, Plug-in-Hybriden und konventionell angetriebenen Autos der Kompaktklasse beginnend mit deren Herstellung bis zu einer Laufleistung von 200 000 km miteinander verglichen. Dabei schneiden E-Autos und Plug-in-Hybride am besten ab. E-Autos verursachen im betrachteten Gesamtzeitraum 24,2 t CO₂, Plug-in-Hybride 24,8 t. Diesel- und Benzinfahrzeuge der Kompaktklasse sind beim Betrieb mit 100 % fossilen Kraftstoffen für Emissionen von 33 t CO₂ (Diesel) beziehungsweise 37 t CO₂ verantwortlich. E-Autos der Kompaktklasse sind ab einer Laufleistung von etwa 90 000 km klimafreundlicher als Verbrenner. Aber erst eine grün produzierte Batterie verringert deren ökologischen Fußabdruck und macht die E-Mobilität wirklich klimafreundlich. Der VDI schlussfolgert, für eine klimafreundlichere Mobilität braucht es den Ausbau der erneuerbaren Energien und den Aufbau einer grünen Batterieproduktion. www.vdi.de/oekobilanz



Zwei PFAS-Experten: Prof. Martin Bertau (li.) von der TU Freiberg hält ein Probengefäß mit dem neuen Filtermaterial in der Hand, Doktorand Paul Scapan eines mit dem Filtermaterial in Wasser. Foto: TU Bergakademie Freiberg/Andreas Hiekel

Preiswerte PFAS-Filter

An der TU Freiberg in Sachsen entwickeln Chemikerinnen und Chemiker einen neuen Filter für per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS). Es handelt sich um ein „Organoclay“, Tonmaterial mit einem organischen Zusatz, hier dem Kation Hexadecyltrimethylammonium. Dessen Kohlenstoffatome schauen aus den Tonschichten heraus und können mithilfe von hydrophoben Interaktionen PFAS-Moleküle festhalten. In Laborversuchen gelingt dem Forschungsteam, damit bis zu 95 % Perfluorheptansäure aus Wasser herauszufiltern. Diese Säure ist ein typischer Vertreter perfluorierter Alkylsubstanzen und wird bei Umweltnalysen häufig nachgewiesen. Wird das Filtermaterial mit den gebundenen PFAS bei mehr als 1 200 °C verascht, werden die organischen Zusätze und auch die Schadstoffe vollständig zerstört. Aktuell wird versucht, mit verschiedenen organischen Zusätzen die Filterwirkung auf unterschiedlichen PFAS zuschneiden zu können, zudem sollen sie biologisch abbaubar sein. Denn dann könnte der veraschte Filter vollständig etwa für eine Weiterverarbeitung zu Geopolymeren als umweltfreundliche Zementalternative verwendet werden. Im Vergleich zu den auf dem Markt verfügbaren PFAS-Filtern aus Aktivkohle würde sich bei den Organoclays bezogen auf die PFAS-Eliminierungsleistung rund ein Zehntel der Kosten ergeben, vermuten Fachleute der TU Freiberg. www.tu-freiberg.de

KURZ NOTIERT

Das Schweizer Start-up **Neustark** aus Bern hat in Köln eine erste deutsche Filiale eröffnet. Die Firma setzt auf das Carbonatisieren von Beton. Dabei reagiert CO₂ etwa aus Biogasanlagen mit Betongranulat aus recyceltem Beton. Solch CO₂-angereichertes Betongranulat kann für den Straßen-, Hoch- und Tiefbau genutzt werden. www.neustark.com

Die Energieagentur NRW hat am 6. Dezember 2023 vier Effizienzpreise verliehen: der **Janado** GmbH, Düsseldorf, in der Kategorie „Dienstleistung“ für ein neuartiges Wiederaufbereitungssystem von Firmen-IT, der **Shards** GmbH aus Sassenberg in der Kategorie „Produkt“ für nachhaltigen Fliesen aus Bauschutt, der **Standby** GmbH aus Dinslaken in der Kategorie „Produktlebenszyklus“ für die Wiederaufbereitung hochwertiger Sondersignalanlagen etwa für Polizei und Feuerwehr und der **Stannol** GmbH & Co. KG aus Velbert, die Lotbarren, Lötendraht, Lotpaste und Flussmittel auf Basis recycelten Ausgangsmaterials oder nachwachsender Rohstoffe herstellt, in der Kategorie „Gesamtkonzept“ für die nachhaltige Gesamtausrichtung vieler Teilbereiche des Unternehmens. www.ressourceneffizienz.de

Der **Bioökonomie-Rat** Nordrhein-Westfalens hat Anfang 2024 seine Arbeit aufgenommen. Die 15 Mitglieder aus Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft sollen in zwei Jahren eine Bioökonomie-Strategie für das Bundesland entwickeln. bio.nrw.de/biooekonomie

Die BASF erhält einen neuen Vorstandschef. **Martin Brudermüller** übergibt im Mai den Stab an **Markus Kamieth**, der zurzeit für das Asiengeschäft des Chemieunternehmens zuständig ist. www.basf.eu

Metalloberflächen umweltfreundlich behandeln

Oberflächen trocken polieren

Metalloberflächen lassen sich trocken mit relativ wenig Energie und ohne Säurebad glätten. Der Clou: Zum Abtragen rauer Unebenheiten verwendet ein spanisches Unternehmen Polymerkügelchen mit sauren Elektrolyten.

Ob optische oder funktionale Eigenschaften – die Oberflächenbearbeitung steht vor vielerlei Herausforderungen. Einerseits sind höhere Anforderungen an die Oberflächenrauheit sowie die Geometrietreue des Bauteils zu erfüllen, andererseits muss der Prozess gleichzeitig wirtschaftliche und ökologische Kriterien einhalten. Themen wie Energiebedarf und Ressourcenverbrauch sowie die Vermeidung von potenziell gefährlichen Substanzen und Abfall rücken immer stärker in den Fokus.

Diese steigenden Ansprüche an die Oberflächengüte bei gleichzeitig höheren Anforderungen an die Reproduzierbarkeit, Nachverfolgbarkeit sowie Ressourceneffizienz erfordern beim Oberflächenfinish angepasste Verfahren. Mit dem „DryLyte“-Verfahren bietet das spanische Unternehmen GPA Innova aus Barcelona, ein Partner der Rösler Oberflächentechnik GmbH aus Untermerzbach in Mittelfranken, eine neue Lösung für das Elektropolieren anspruchsvoller, leitfähiger Bauteile.

Im Gegensatz zu klassischen elektrochemischen Polierverfahren werden dabei die Metallteile automatisiert mit elektrolythaltigen, festen Partikeln in einem trockenen Umfeld bearbeitet. Säurebäder oder Prozessflüssigkeiten entfallen gänzlich.

Zu den Vorteilen dieser Technik zählen neben einer hohen Geometrietreue und einem insgesamt verbesserten Oberflächenenergieergebnis ein niedrigerer CO₂-Fußabdruck und geringere Entsorgungskosten. Das kostenintensive und komplexe Aufarbeiten verbrauchter Prozessflüssigkeiten entfällt komplett und die Werk-



Trockenes Elektropolieren eignet sich auch gut, um Lifestyle-Produkte wie Tamper, also Stempel zum Verdichten des Kaffeemehls im Brühsieb, zu bearbeiten. Foto: Rösler Oberflächentechnik

stücke kommen sauber aus dem Bearbeitungsverfahren.

In vielen Fällen werden darüber hinaus reproduzierbare und lückenlos nachvollziehbare Prozesse gefordert. Mit Verfahren wie einer manuellen Bearbeitung oder klassischem Elektropolieren mit flüssigen Elektrolyten lassen sich diese Anforderungen nicht oder nur bedingt erfüllen.

Das automatisierte Verfahren vereinfacht und standardisiert unterschiedliche Oberflächenbehandlungen vom Entgraten, Glätten und Schleifen bis zum Polieren mit Spiegelglanz sowie die Nachbearbeitung additiv gefertigter Bauteile. Das trockene Elektropolieren kann dabei je nach Ausgangszustand der Oberfläche und gefordertem Bearbeitungsergebnis als Finish-Prozess in Kombination mit bekannten Gleitschliff-, Strahl-, und sonstigen Vorschleifverfahren oder alleine eingesetzt werden.

Mit Kügelchen abtragen

Die DryLyte-Technik basiert auf dem Prinzip des elektrochemischen Oberflächenabtrags. Allerdings kommen für den Metallabtrag keine flüssigen Elektrolyte, sondern eine Vielzahl unterschiedlich großer Polymerkügelchen mit einem an die Anwendung angepassten, integrierten Elektrolytmedium zum Einsatz.

Die Kügelchen bestehen aus einem elektrisch nicht leitenden Polymermaterial, in dem der Elektrolyt gespeichert ist. Durch dessen Säuregehalt wird das Polymer elektrisch leitfähig und ermöglicht den Ionentransport.

Die Technik funktioniert durch die Kombination des vom Hochpräzisionsgleichrichter erzeugten Stromflusses mit der Bewegung der Teile durch das Elektropoliermedium. Dies führt zu einem Ionenaustausch an den Kügelchen, bei

dem nur an den Rauheitsspitzen Material entfernt wird.

Im Gegensatz zum klassischen Elektropolieren entstehen keine gesundheitsgefährdenden Dämpfe wie beim Säurebad, die eine energieintensive Absaugung und spezielle Schutzausrüstung für das Personal notwendig machen. Da von der Oberfläche abgetragenes Material vom Elektrolytmedium aufgenommen wird, gelangen auch keine Stäube oder Metallpartikel, wie bei manuellen Schleif- und Polierprozessen, in die Umgebung.

Ein stabiles Bearbeitungsergebnis wird über die gesamte Lebensdauer des Elektrolytmediums erzielt. Ein Austausch ist erst erforderlich, wenn das Trocken-elektrolyt aufgrund des Metalleintrags gesättigt ist, für das dann eine ähnliche Entsorgung wie bei den Schleifmitteln stattfindet.

Der Sättigungsgrad des Elektrolyten wird von der Maschine erfasst und das Bedienpersonal permanent über den Zustand und die noch zur Verfügung stehende Nutzungsdauer informiert.

So kann gewährleistet werden, dass reproduzierbare Ergebnisse am Bauteil erreicht werden und der Elektrolyt optimal ausgenutzt wird. Dies verringert die anfallenden Arbeits- und Entsorgungskosten. Parallel dazu wird aufgrund der hohen Ressourceneffizienz der CO₂-Fußabdruck der Produkte verringert.

Geometrie erhalten

Beim trockenen Elektropolieren bewegen sich die fixierten Bauteile langsam durch das Elektrolytmedium, wobei sie homogen umströmt werden. Bauteilabhängig können auch Innenbearbeitungen erfolgen, die durch spezielle Elektroden ermöglicht werden. Material wird verfahrensbedingt hauptsächlich von den Rauigkeitsspitzen auf der Oberfläche entfernt.

Der Materialabtrag ist vergleichsweise gering und erfolgt schonend. Die bearbeiteten Bauteile weisen eine homogene Oberfläche ohne Abdrücke, Musterbildung oder Orangenhauteffekte auf. Selbst bei filigranen und komplexen Geometrien kommt es durch die Bearbeitung zu keinen Mikrokratzern oder Brüchen.

Diese gezielte Bearbeitung stellt einerseits sicher, dass bei Präzisionsteilen, wie Maschinenwerkzeugen sowie Werkzeugen für die Pharmaindustrie, die Bauteilgeometrie nicht verändert wird und Kanten nicht abgerundet werden. Andererseits



Mit trockenem Elektropolieren lassen sich Oberflächen wie hier von Implantaten reproduzierbar und ressourcenschonend in kurzen Prozesszeiten auf Hochglanz polieren. Foto: GPA Innova

erseits minimiert die effektive Glättung der Oberfläche die Entstehung von Rissen und Kratern.

Daraus resultiert unter anderem eine verbesserte Beständigkeit gegenüber Korrosions- und Ermüdungserscheinungen und damit eine verlängerte Lebensdauer der Bauteile. Und verglichen mit konventionell elektropolierten Werkstücken korrodieren trockenpolierte Teile in Korrosionstests in einer Salzwasserlösung, die 0,3 % Natriumchlorid (NaCl) enthält, vier- bis 15-mal langsamer.

Bei Werkstücken wie Zahnrädern, die in mechanischen Systemen zum Einsatz kommen, verbessert die Behandlung durch die rasche „Traganteilerhöhung“, also der Anteil der Oberfläche, auf dem das Schmiermittel vorhanden ist, gleichzeitig die Gleiteigenschaften und die Schmiermittel verteilen sich besser auf der Oberfläche. Auch der Bauteilver-schleiß und die Geräuschemissionen gehen durch verbesserte Oberflächenqualitäten deutlich zurück.

Flexibel anwendbar

Ein weiterer Vorteil dieser Technik sind vergleichsweise kurze Prozesszeiten. Sie liegen je nach Anwendung, Ausgangsrauigkeit und gewünschtem Ergebnis zwischen wenigen Minuten bis zu eineinhalb Stunden. Die Oberflächen können dabei nicht nur geglättet, sondern in einem zusätzlichen Fertigungsschritt auch auf Hochglanz poliert werden. Sehr raue Oberflächen beispielsweise von additiv gefertigten Komponenten werden üblicherweise durch einen abrasiven Gleitschliffprozess vorbereitet.

Entwickelt wurde das konkurrenzlose und patentierte Verfahren ursprünglich für die Bearbeitung von Modellguss und Kronen aus Cobalt-Chrom und Titan in der Dentalindustrie. Inzwischen werden auch Edelstahl, Stahl, Hartmetall, Nickel-, Aluminium- und Kupfer-Legierungen sowie weitere leitfähige Metalle in vielen Branchen, in denen hohe Ansprüche an die Oberflächenqualität gestellt werden, mit dieser Elektropolier-technik von GPA Innova behandelt.

Zu diesen Branchen zählen die Raum- und Luftfahrt, die Pharmaindustrie, der Maschinenbau sowie die Konsum- und Luxusgüterindustrie. Darüber hinaus wird es aufgrund der nachgewiesenen Biokompatibilität auch in der Medizintechnik bei der Herstellung von Implantaten und Instrumenten eingesetzt.

Die Prozessauslegung und Definition der Prozessparameter erfolgt abgestimmt an die Bauteile und Anwendung im Customer Experience Center von Rösler Oberflächentechnik. Für die Umsetzung stehen unterschiedliche Anlagen für einen automatisierten Prozess zur Verfügung. Dies gewährleistet, dass alle Teile mit definierten beziehungsweise validierten Parametern bearbeitet werden. ■

www.rosler.com

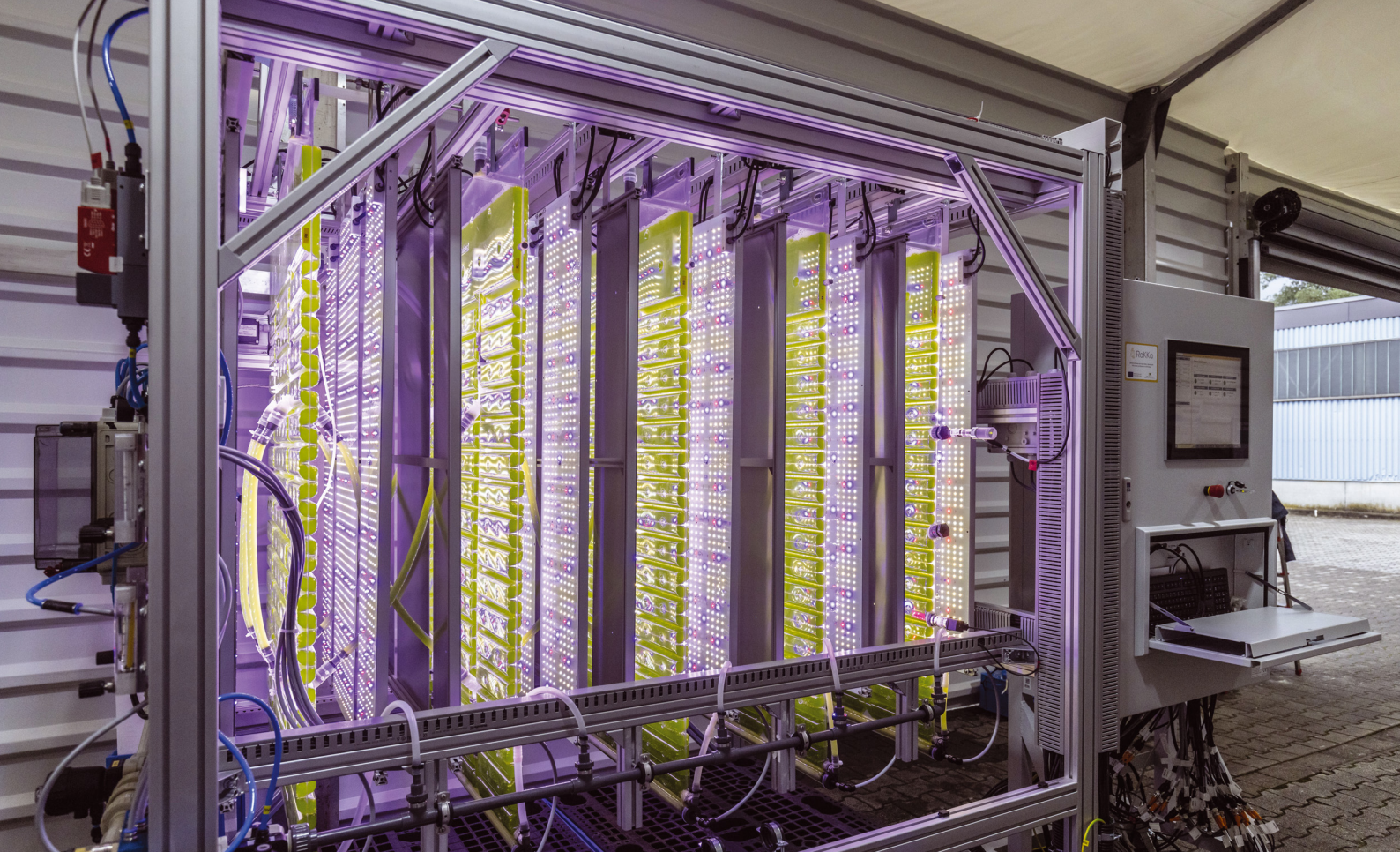


Doris Schulz

Freie Journalistin

ds@pressetextschulz.de

Foto: Schulz



In dieser Pilotanlage stellt die Mikroalge *Phaeodactylum tricornutum* das hochmolekulare Polysaccharid Beta-Glucan aus Kohlenstoffdioxid, das aus dem Faulgas der Kläranlage Erbach (Donau) stammt, mithilfe von Licht bei optimalen Wellenlängen her. Das Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB aus Stuttgart betreut die Pilotanlage. Foto: Frank Eppler

Kohlenstoffdioxid biotechnologisch nutzen

Mikroben recyceln Kohlenstoffdioxid

Kohlenstoffdioxid lässt sich mithilfe von Enzymen von Mikroorganismen in Chemikalien auch mit hoher Wertschöpfung umwandeln. Für viele Unternehmen aus der Abfall-, Chemie-, Stahl- oder Zementbranche wird diese biotechnologische CO₂-Umwandlung künftig einen Weg bieten, relativ kostengünstig ihre Treibhausgas-Emissionen zu senken.

Um eine Kohlenstoffkreislaufwirtschaft aufzubauen, ist es notwendig, gasförmigen Kohlenstoff, der in vielen industriellen Prozessen anfällt, zurückzugewinnen und einer weiteren Nutzung zuzuführen. Dieser Kohlenstoff fällt beispielsweise bei der Abfallverbrennung, der Herstellung von Zement oder Stahl

und bei vielen weiteren chemischen Prozessen an. Stand heute geht er bei diesen Prozessen für die weitere Nutzung meistens verloren.

Um die Emission von diesem nicht vermeidbaren CO₂ in die Atmosphäre zu verhindern, existiert neben der Abscheidung und geologischen CO₂-Speicherung, dem CCS (Carbon Capture and Storage), auch die Möglichkeit des Abscheidens

und Recyclings, dem CCU (Carbon Capture and Utilisation).

Der CCU-Weg ermöglicht es zum einen, die Abhängigkeit von Primärressourcen zu verringern, zum anderen erhält Abgas-CO₂ hierdurch einen Wert und erlaubt Unternehmen eine Erweiterung ihres Portfolios. Die am weitesten entwickelten Techniken erzeugen aus CO₂ einfach gebaute Kohlenstoffverbin-

dungen wie Ameisensäure (CH₂O₂), Methanol (CH₃OH) oder Ethanol (C₂H₅OH).

Die chemische Industrie nutzt diese Substanzen in großen Volumina als Basischemikalien. Eine Herausforderung bei der Entwicklung solcher Prozesse ist die Konkurrenz zu äquivalenten fossil-basierenden Verfahren.

Es gibt mehrere Wege, CO₂ abzuscheiden und gegebenenfalls umzuwandeln: Bei physikalischen Verfahren wird CO₂ verdichtet und unter erhöhtem Druck oder niedriger Temperatur aufgefangen. Bei (katalytisch-)chemischen Verfahren wird das Gas etwa in mineralische Produkte wie Calciumcarbonat (CaCO₃) oder einfach gebaute Kohlenstoffverbindungen wie Methanol und Ethanol umgewandelt.

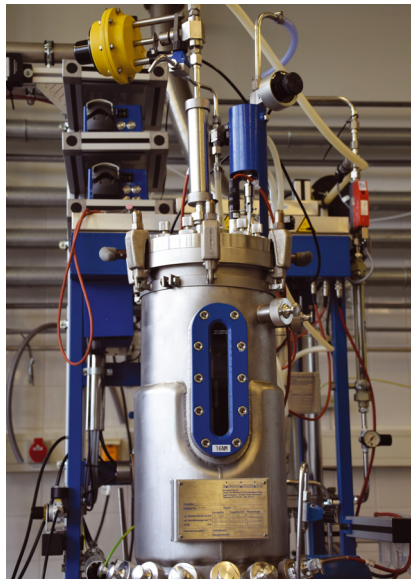
Bei biotechnologischen Verfahren wandeln biologische Katalysatoren wie Enzyme oder auch ganze Mikroorganismen das Klimagas um. Neben verfahrenstechnischen Besonderheiten biotechnologischer Prozesse besteht der große Unterschied zu chemischen Verfahren vor allem in der Produktpalette. Biotechnologische Verfahren können neben einfach gebauten Verbindungen komplexe und damit auch wertvollere Spezialchemikalien wie Polymere, Pharmazeutika, Fette oder Eiweiße herstellen. Damit lassen sich auch schon in kleineren Anlagen, also mit geringen CO₂-Strömen, Mengen herstellen, die für das Geschäftsmodell umsatzrelevant sind.

Je komplexer, je wertvoller

Auch auf katalytisch-chemischem Weg lassen sich komplexere Substanzen mit höheren Marktpreisen herstellen. Dies erweitert zwar grundsätzlich den wirtschaftlichen Spielraum. Jedoch gilt vor allem bei chemischen Verfahren: Je komplexer die Endprodukte sind, desto anfälliger sind sie für Nebenprodukte.

Biotechnologische Ansätze können hier einen Ausweg bieten. Für biotechnologisches CO₂-Recycling sind Mikroorganismen besser als freilandkultivierte Pflanzen geeignet. Genau wie Pflanzen verfügen viele Mikroben über die Fähigkeit, ihren Kohlenstoffbedarf vollständig aus CO₂ zu decken.

Diese sogenannte autotrophe Lebensweise tritt in Bakterien, Archaeen und Mikroalgen auf. Diesen mikroskopisch kleinen Lebewesen ist gemein, dass sie alle in einer wässrigen Suspension wachsen



In diesem 30-l-Bioreaktor am Institut für Bioverfahrenstechnik der Uni Stuttgart fermentieren Mikroorganismen bei Überdruck Gase wie H₂, CO₂ und CO. Der hohe Druck bewirkt etwa durch Clostridien eine verbesserte Aufnahme der Substratgase.
Foto: Emma Schüttoff/UTBW

können. Hierin besteht einer der größten Vorteile für die Nutzung zur Umsetzung von CO₂. Zudem sind Mikroben verglichen mit chemisch-katalytischen Verfahren meist wesentlich robuster gegenüber typischen Verunreinigungen wie Schwefelwasserstoff.

Mikroben lassen sich in einfachen Reaktoren kultivieren, benötigen keinen fruchtbaren Boden und die Produkte lassen sich mit etablierten Verfahren extrahieren. Das macht die Kultivierung und Handhabung nach bekannten Prinzipien der Prozesstechnik möglich und erlaubt eine industrielle Skalierung. Der einfache Aufbau, die Prozessierung in optimierten Anlagen und der präzise zu kontrollierende Stoffwechsel machen Mikroben bis zu viermal energieeffizienter als Pflanzen. Gleichzeitig können Ressourcen wie Wasser oder Nutzfläche gespart werden.

Je nach Mikroorganismus gestaltet sich die Verfahrenstechnik etwas unterschiedlich. Für technische Verfahren bietet es sich daher an, nach dem verwendeten Energieträger zu unterscheiden: also zwischen Wasserstoff, Licht oder elektrischem Strom.

Energiequelle Wasserstoff

Der Aufbau organischer Verbindungen aus Kohlenmonoxid (CO) oder CO₂ mit Wasserstoff ist evolutionär alt und ener-

gieeffizient. Die am weitesten entwickelten technischen Verfahren mit dieser Art von Umwandlung erzeugen einfache Kohlenstoffverbindungen wie Methan, Essigsäure oder Ethanol.

Ethanol ist aktuell das bedeutendste kommerzielle Produkt der mikrobiellen Gasfermentation mit Bakterien der Gattung Clostridium. Bei dem Verfahren der Firma Lanzatech mit Hauptsitz in Skokie, Illinois, USA, werden CO-, CO₂- und H₂-haltige Abgase von Stahlwerken direkt verwendet. Das Produkt der Fermentation ist mit hoher Selektivität Ethanol.

Nach der Aufreinigung wird Ethanol als Lösemittel oder in Parfums eingesetzt beziehungsweise zu Produkten wie Verpackungen oder Bekleidung weiterverarbeitet. Weitere Entwicklungsarbeiten bei Lanzatech zielen darauf ab, mit diesem Verfahren hochpreisigere chemische Basischemikalien wie Aceton, Butanol oder Isopren herstellen zu können.

Auch Methan (CH₄) kann als Rohstoff für chemische Prozesse dienen. Die Methanisierung von CO₂ mithilfe sogenannter Archaea ist ebenfalls weit entwickelt.

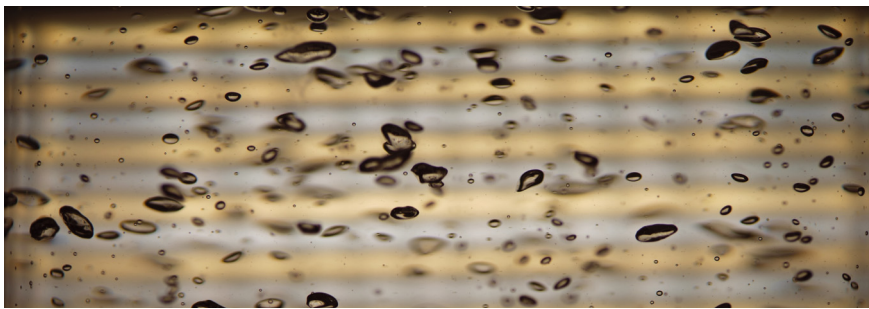
In allen Fermentationen bauen Mikroorganismen nicht nur einfach gebaute Kohlenstoffverbindungen auf, sondern bilden immer auch Biomasse. Diese besteht zu einem großen Teil aus Eiweißen. Einige Firmen entwickeln daher Prozesse, die diese Proteine in Futter- oder Lebensmittelqualität erzeugen und zielen hierdurch auf die Herstellung von Futter- oder Lebensmitteln ab, ohne auf landwirtschaftliche Nutzfläche angewiesen zu sein.

Energiequelle Licht

Wird einem Prozess Energie in Form von Licht zugeführt, macht das den Vergleich zu Pflanzen noch offensichtlicher. Dabei können auch Mikroalgen fotosynthetisch Biomasse aus CO₂, Licht und anorganischen Nährstoffen wie Ammonium und Phosphat aufbauen. Im Gegensatz zu komplexen Pflanzen lassen sich durch die Anwendung moderner Prozesstechnik höhere Energieausbeuten bei geringerem Wasser- und Flächenverbrauch erreichen.

Diese geschlossenen Systeme ermöglichen zudem eine gute Kontrolle der Kultivierungsbedingungen und die Nutzung des gesamten Volumens des Reaktors.

Aktuelle Entwicklungen in der LED-Beleuchtungstechnik verbessern die Energieausbeute der Prozesse so weit, dass



In diesem Blasensäulenreaktor am Institut für Bioverfahrenstechnik der Uni Stuttgart werden Gasblasen vermessen. Kleinere haben pro Volumen eine größere Oberfläche und ermöglichen einen besseren Stoffaustausch und damit auch eine schnellere Aufnahme der Substratgase. Foto: Yannic Mast/IBVT

diese eine Freiflächenkultivierung der Algen ablösen können und eine witterungsunabhängige Ganzjahresproduktion ermöglichen.

Den höheren Strom- und Investitionskosten für die künstliche Beleuchtung steht dabei eine um acht- bis zehnfach höhere Biomasseproduktivität gegenüber.

Neben Raffinationsansätzen zur Weiterverarbeitung der Algenbiomasse zu Produkten für den Kosmetik-, Lebensmittel- oder Kraftstoffbereich wurden Mikroalgen bereits gentechnisch so verändert, dass diese etwa biologisch abbaubare Kunststoffe wie Polyhydroxyalkanoate (PHA) herstellen.

Eine vielversprechende Anwendung für die Mikroalgenkultivierung besteht im Einsatz nährstoffreicher Gärrückstände aus Biogasanlagen und Agrarabwässern. Dadurch lässt sich die Nitratbelastung für Böden und Grundwässer senken. CO₂ aus Biogasanlagen kann dabei als Kohlenstoffquelle genutzt werden.

Energiequelle Strom

Die Elektrobiosynthese ermöglicht den Brückenschlag zwischen der stofflichen Nutzung von CO₂ und der direkten Verwendung elektrischer Energie. Der stoffliche Transport von Energie in Form chemischer Energieträger wie Wasserstoff ist dabei nicht notwendig.

Mikroorganismen katalysieren die Fixierung von CO₂ zu komplexen Verbindungen, indem sie mit einer Elektrode interagieren. Dabei nehmen sie Elektronen direkt oder über Shuttlemoleküle von dieser Elektrode in ihren Stoffwechsel auf.

Die Vorteile des Verfahrens liegen in der Prozessführung. Denn auf diese Weise lassen sich auch Abgasgemische mit CO₂ und Sauerstoff verwenden, die in Verbindung mit Wasserstoff explosionsgefährlich wären.

Auch stellen die biologischen Elektroden einen Katalysator für Prozesse dar, die in der konventionellen Elektrochemie nur unter Einsatz teurer oder kritisch zu beschaffender Materialien zu erreichen sind. Aktuell befinden sich diese Verfahren noch in einem frühen Entwicklungsstadium. Die Produkte dieser Prozesse decken ein ähnlich beeindruckendes Spektrum ab wie die zuvor genannten Verfahren und reichen von Methan über Basischemikalien und Biopolymere zu Proteinen.

Biotechnische Skalierung

Produkte aus recyceltem CO₂ machen derzeit noch einen sehr kleinen Teil am Markt aus. Die Technik befindet sich erst am Anfang ihrer Entwicklung. Einige Akteure konnten sich bereits etablieren und einen Vertrieb aufbauen. Die Chancen für weitere Erfolgsgeschichten stehen gut, da die Produkte der Verfahren häufig identisch zu konventionellen Industrieprodukten sind.

Derzeit stellen die Sicherheit von Investitionen, das frühe Stadium der technischen Entwicklung, der rechtliche Rahmen und die Notwendigkeit von Anreizen die größten Hürden für eine breite Einführung von biologisch inspiriertem CO₂-Recycling dar. Mit der zunehmenden Verbreitung der Kohlenstoffabscheidung, Preissteigerungen fossiler Rohstoffe und breit verfügbarer, günstiger und grüner Energie werden die Kosten im Laufe der Zeit deutlich sinken.

Ressourcen schonen

Mit Blick auf Rohstoffsicherheit und Ressourcenschonung gilt es, zügig Veränderungen für eine nachhaltigere Zukunft einzuleiten. Die Verringerung von Treibhausgasen für unser Erdklima stellt Un-

ternehmen vor große Herausforderungen. Selbst in den ehrgeizigsten Szenarien zur Emissionsverminderung wird ein Anteil fossiler Brennstoffe einkalkuliert.

Durch Rückführung von CO₂ in die Wertschöpfungskette können die Akteure mithilfe biologischer und biologisch inspirierter Techniken auf Basis von Gasfermentation, Algen und Elektrobiosynthese neuartige Produkte und Konzepte für mehr Nachhaltigkeit umsetzen. Das biologische CO₂-Recycling ist für Industriezweige mit hohen prozess- oder rohstoffbedingten Emissionen eine wichtige Möglichkeit, langfristig klimaneutral zu werden und Rohstoffsicherung zu betreiben. Vor dem Hintergrund der kontinuierlich steigenden Kohlenstoffpreise sind die Geschäftsmöglichkeiten beträchtlich, die Skalierbarkeit von Lösungen vorausgesetzt.

Dabei verbessern diese Techniken nicht per se die Klimabilanz industrieller Prozesse. Die Energiekosten sind hoch, da der Ausgangsstoff CO₂ sehr stabil ist und aufwendig aktiviert werden muss. Für die Umsetzung ist daher entscheidend, sich genau zu überlegen, in welchen Prozessen sich CO₂-Recycling lohnt.

Die größte Klimawirkung erzielt nach wie vor jede Emission, die gar nicht erst anfällt. Ist dies nicht vermeidbar, sollten die Anstrengungen in Richtung möglichst langlebiger Produkte gehen, die am Ende ihrer Lebensdauer im Stoffkreislauf gehalten werden und erst als letzte Option wieder verbrannt werden. CO₂-Recycling ist als Teil einer Kreislaufwirtschaft zu verstehen und schließt den Stoffkreislauf an einer Stelle, die bisher eine Lücke aufweist. ■

H I N W E I S

Das Land Baden-Württemberg unterstützt den Aufbau biotechnologischer Anwendungen zur Nutzung von CO₂ im Rahmen des Netzwerks „Innovation Hub CCU_{BIO}“.

Dr.
S e b a s t i a n
B e b l a w y

Gesamtleiter
Bioökonomie bei der
Umwelttechnik BW GmbH

sebastian.beblawy@
umwelttechnik-bw.de

Foto: Umwelttechnik BW





Auf diesem Campingplatz in Tirol, Österreich, wird Wasser aus Duschen und Handwaschbecken für die Toilettenspülung genutzt. So werden bis zu 6000 l Wasser täglich eingespart.
Foto: Intewa

Trinkwasserressourcen schonen

Grauwasser recyceln lohnt sich

Gebrauchtes Wasser vor allem aus Duschen und Handwaschbecken als Grauwasser zu recyceln, schont Trinkwasserressourcen und spart mithilfe von Anlagen aus Aachen bei Neubauten und Sanierungen Ausgaben und Gebühren für Trink- und Abwasser.

Die Suche nach nachhaltigen Lösungen im Bereich der Wasserversorgung, um die Kosten der steigenden Wasserpreise zu minimieren und der drohenden Ressourcenknappheit vorzubeugen, hat immens an Bedeutung gewonnen.

Gebäude sollten daher als Gesamtkomplex betrachtet und als solcher ganzheitlich einem nachhaltigen Wandel unterzogen werden. Dies spielt vor allem beim Thema Wasser eine Rolle, wenn immer mehr Gebäude eine Dach-, Fassaden- oder Anlagenbegrünung integrieren. Wo soll

das Wasser für die Bewässerung herkommen, zumal es durch klimatische Bedingungen immer knapper wird?

Eine stark an Relevanz gewinnende Wasserquelle kann eine Lösung liefern: das Grauwasserrecycling. Gering verschmutztes Wasser aus Dusche, Badewanne und Handwaschbecken wird aufbereitet und meist für die WC-Spülung und Bewässerung verwendet.

Diese Lösung ist nachhaltig und ökonomisch gewinnbringend: Bei vielen Objekten wie Mehrfamilienhäusern (MFH) oder Hotels ab etwa 100 Personen amortisiert sich ein solches System bereits

innerhalb von weniger als sechs Jahren (bei Trink- und Abwasserkosten von 6,00 €/m³). Auch für kleinere Objekte bietet diese Technik vielfältige Vorteile und sollte in Zukunft für alle Planerinnen und Planer sowie Bauherrinnen und Bauherren zur Selbstverständlichkeit werden.

Das Aachener Unternehmen Intewa hat diese Technik in den letzten zehn Jahren perfektioniert und weltweit in mehr als 100 Projekten erfolgreich umgesetzt. Dies zeigt, das Recycling von Grauwasser ist längst aus der Initiationsphase heraus gekommen und auf dem Weg zum festen Bestandteil der modernen, nachhaltigen Haustechnik.

Kernanlage Bioreaktor

Das Grauwasser aus Duschen, Badewannen und Handwaschbecken wird über einen hocheffizienten Filter vorgefiltert, bevor es in den Bioreaktor gelangt. Der in einem Vorfilter gesammelte Schmutz wird anhand einer Rückspüldüse regelmäßig in den Abwasserkanal zurückgespült.

Im Kernstück der Anlage, dem Bioreaktor, findet kontinuierlich ein biologischer Abbau mittels Bakterien statt. Diese werden durch einen am Boden der Anlage befindenden Rohrdiffuser mit Sauerstoff versorgt.

Das Ansiedeln der Bakterien geschieht auf vielen hundert Füllkörpern. Diese speziellen Schwebekörper haben eine große Oberfläche. Eine ebenfalls am Boden befindliche Schlammpumpe entfernt periodisch entstehende Sedimente.

Im Bioreaktor befinden sich zudem die Membranstationen, die das Grauwasser in den Klarwasserspeicher mittels Ultrafiltration filtern. Aufgrund der geringen Membranporenweite von $0,02\ \mu\text{m}$ werden Partikel, Bakterien und sogar Viren zurückgehalten.

Die Membranen wiederum werden periodisch durch Rückspülung und durch grobe Luftblasen gereinigt. Anlagen mit einem Aufbereitungsvolumen von mehr als $5\ 400\ \text{l}$ täglich sind zudem mit einer browserfähigen Steuerung und automatischen, chemischen Reinigungstechniken ausgestattet.

Dies ermöglicht besonders bei den größeren Systemen einen noch wirtschaftlicheren und wartungsärmeren Betrieb. Kleinere Anlagen sind dagegen mit der dreifachen Membranoberfläche ausgestattet, um die erforderlichen Wartungsintervalle zu minimieren.

Das saubere, hygienisch aufbereitete Betriebswasser wird von Druckerhöhungssystemen zu den Verbrauchern gepumpt und für die Toilettenspülung, Waschmaschine oder zur Bewässerung verwendet. Um eine größtmögliche Sicherheit zu erzielen, durchläuft das bereits ultrafiltrierte Betriebswasser als letzte Stufe eine UV-Behandlung.

Besonders in Sportanlagen, Schulen, Hotels und MFH mit erhöhtem Wasserverbrauch durch Duschen und Baden und einem passenden Betriebswasserbedarf für die Toilettenspülung, Waschmaschine oder die Bewässerung eignen sich Grauwasserrecyclinganlagen hervorragend, da hier die Effizienz der Anlagen optimal zur Geltung kommt. Aber auch in



In Mehrfamilienhäusern bietet es sich an, Grauwasserreinigungsanlagen in Kellern zu installieren. Grafik: Intewa



In diesem Wohnhaus in der Max-Bill-Straße im Münchener Stadtquartier Domagkpark werden jeden Tag rund $3\ 000\ \text{l}$ Grauwasser aus Duschen, Badewannen und Handwaschbecken aus 32 Wohneinheiten für die WC-Spülung und die Grünflächenbewässerung aufbereitet. Foto: Intewa

vielen Bürogebäuden bietet es sich an, das Wasser von Handwaschbecken auf diese Weise aufzubereiten und wiederzuverwenden.

Unabhängig von Regen

Weitere Vorteile von Grauwassersystemen sind, dass sie anders als Regenwassernutzungsanlagen unabhängig von Dachflächen und Niederschlagsbedingungen sind und somit im Laufe eines Jahres keinen starken Schwankungen unterliegen. Zudem weisen Grauwasserertrag und -bedarf zeitlich automatisch einen hohen Deckungsgrad auf.

Dies ermöglicht eine gewinnbringende und effiziente Nutzung, denn in Urlaubszeiten, in denen weniger Wasser benötigt wird, fällt auch weniger Wasser an. Es wird auch nur entsprechend wenig Wasser aufbereitet. Da für Grauwasserrecyclinganlagen ein separates Grauwasser-

und Betriebswasserleitungssystem benötigt wird, eignen sich in der Regel Neubauten oder Sanierungsprojekte. Hier verursachen die separaten Leitungen vertretbare Zusatzkosten. Um eine gute Zugänglichkeit und Wartung der Anlage zu ermöglichen, sollte die Aufstellung der Anlage innerhalb des Gebäudes erfolgen.

Wasser und Geld sparen

Die Aufbereitung und Nutzung von Grauwasser ist die effizienteste Lösung, um den Trinkwasserverbrauch in großen Gebäuden zu senken. Dies ist entscheidend, denn angesichts ständig steigender Kosten in der konventionellen Trinkwasser- und Abwasserentsorgung wird das Sparen der Ressource Wasser immer wichtiger. Grauwasserrecycling ist dabei die geeignete Technik, um eine neue Wasserquelle zu generieren. Denn was liegt näher als genutzte Wasser mit modernster Technik zu reinigen und erneut nutzbar zu machen?

Durch die doppelte Nutzung wird auch doppelt Gewinn erzielt: Es werden sowohl Trink- als auch Abwassergebühren eingespart. In vielen Ländern liegen diese Kosten zusammen bereits bei mehr als $6,00\ \text{€/m}^3$.

Je nach Wasserpreis und Größe des Systems können sich inzwischen sehr kurze Amortisationszeiten ergeben, die den Einsatz eines Grauwasserrecycling-systems zu einer der wirtschaftlichsten Techniken im Bausektor machen.

Finanziell nachhaltig

Mit einem Grauwasserrecyclingsystem tragen Bauherrinnen und -herren sowie Planerinnen und Planer durch das Einsparen von Wasser und Abwasser nicht nur zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen bei.

Sie können dadurch auch eine höhere Klassifizierung bei der Gebäudezertifizierung erreichen – beispielsweise nach den Vorgaben der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGfNB), dem aus Großbritannien stammenden Bewertungssystem „Building Research Establishment Environmental Assessment Method“ (Breeam) oder dem Standard „Leadership in Energy and Environmental Design“ (Leed) aus den USA.

Zudem kann es Finanzierungsvorteile aufgrund der Nachhaltigkeitseinstufung des Gebäudes geben.

Geringer Platzbedarf

Grauwassersysteme sind extrem platzsparend, da das Wasser täglich anfällt und direkt wieder verwendet werden kann. Die Notwendigkeit von größeren Speicherkapazitäten entfällt somit, was einen deutlichen Vorteil zu anderen Systemen darstellt. Auf 1 m² Fläche kann ein 1 m³ Wasser für den täglichen Bedarf gespeichert werden.

Durch den besonderen Aufbereitungsprozess mit einem Membran-Bioreaktor, der sowohl einen biologischen Abbau als auch eine Ultrafiltration mit 0,02 µm Porenweite beinhaltet, liefern die Systeme eine hervorragende Wasserqualität, die höchsten Standards entspricht.

Im Vergleich zu anderen Verfahren werden hier sogar Keime und Viren sicher zurück gehalten. Die Intewa-Systeme sind als erste und bislang einzige Systeme weltweit nach dem Standard „Class C“ der US-amerikanischen National Science Foundation (NSF), einer unabhängigen Behörde der Regierung der Vereinigten Staaten, zertifiziert. Zudem wurden die Systeme nach dem britischen Standard für eine Sprühbewässerung zertifiziert.

Planung und Installation

Die Dimensionierung eines Grauwassersystems richtet sich nach dem Tagesbedarf und Tagesertrag. Inzwischen bietet Intewa eine Serie vorgefertigter Systeme mit einem täglichen Aufbereitungsvolumen von 300 bis 48 600 l an:

Die Systeme AL-GW300 bis AL-GW3600 sind mit einer Aqualoop-Steuerung ausgestattet, die größeren Anlagen AL-GW5400 bis AL-GW21.600 mit einer I-Connect-Fernsteuerung und der automatischen Reinigung I-CON-ADS. Die Systeme AL-GW32400 bis AL-GW48600 besitzen neben I-Connect und I-CON-ADS auch eine zentrale Filtrations- und Rückspülpumpe. Noch größere Systeme werden kombiniert. Die vorgefertigten Systeme lassen sich schnell und sicher in ein Gebäude einplanen und ermöglichen eine unkomplizierte Montage.

Warten und Reinigen

Die I-Connect-Steuerung ist das Herzstück größerer Anlage und ermöglicht mit entsprechendem Zubehör die Fernüberwachung und Fernsteuerung von Grau-

wasserreinigungssystemen, die mehr als über 5 400 l pro Tag aufbereiten.

Der Online-Zugriff auf die jeweilige Anlage erfolgt über ein Web-Portal oder eine App. Mit der Viewer-Lizenz lassen sich die Anlagen einsehen, die Expert-Lizenz ermöglicht Onlinekonfigurationen direkt an der Anlage. Offline können die Steuerungen je nach Ausführung über ein Touchdisplay oder einen Computer bedient werden. Die Daten werden auf sicheren Servern in Europa gehostet. Der Controller erlaubt die Ausgabe in gängige Gebäudemanagementsysteme wie dem Netzwerkprotokoll „Building Automation and Control network“, kurz „BACnet“.

Anlagen größer als 5 400 l täglich sind mit der I-CON-ADS-Technik ausgestattet, die die automatische Durchführung einer chemischen Reinigung der Membrankartuschen ermöglicht. Der durchschnittliche Volumenstrom der Ultrafiltrationsmembranen kann somit verdreifacht und die Effizienz des Filtrationsprozesses erhöht werden. Der umfassende Reinigungsprozess besteht aus einer sauren Reinigung mit Zitronensäure, die anorganische Verbindungen in der Membran und den Leitungen löst. Hinzu kommt eine oxidative Reinigung mit Chlor, um organische Verblockungen zu entfernen.

Referenzen

In einer bekannten Sportanlagen der USA, dem „Rancho Cienega Sports Complex“ in Los Angeles, auch „Michelle and Barack Obama Sports Complex“ genannt, werden über ein Aqualoop-Grauwasserkomplettsystem täglich rund 5 400 l Duschwasser aufbereitet und für Toilettenspülungen und das Bewässern der Sportanlagen genutzt.

Ein zweites Beispiel ist der Campingplatz Gerhardhof in Österreich. Der Ansatz für diesen Campingplatz war einfach: die vorhandenen Ressourcen nutzen und möglichst wenig in die Umwelt eingreifen. Mit einer 5 400-l-Anlage wird dort das Grauwasser aus Duschen und Handwaschbecken aufgefangen, gereinigt und für die Toilettenspülung wiederverwendet. Bei 400 bis 500 Besuchenden gleichzeitig, können so bis zu 6 000 l Wasser am Tag eingespart werden.

In München werden in einem MFH mit 32 Wohneinheiten etwa 3 000 l Grauwasser aus Duschen, Badewannen und Handwaschbecken mit einem Aqualoop-System aufbereitet und für die WC-

Spülung und die Grünflächenbewässerung wieder verwendet.

Ein groß angelegtes Grauwasserrecycling-System wird Teil des Projekts „The Fig + Pico“ sein, einem 42-stöckigen Hotelurm in der Innenstadt von Los Angeles, der sich im Bau befindet. In Übereinstimmung mit der Verordnung der Stadt Los Angeles, die vorschreibt, dass in jedem neuen Gebäude mit mehr als 25 Stockwerken 100 % des Kühlturmwassers aus Nichttrinkwasserquellen stammen müssen, wird das System das Duschwasser aus den 727 Gästezimmern auffangen und für den Kühlturm aufbereiten. Es werden durchschnittlich 4 800 l Duschwasser pro Tag recycelt.

Ausblick

Die Bedeutsamkeit und das hohe zukunftsweisende Potenzial des Grauwasserrecyclings für die Wasserversorgung von Gebäuden sind anerkannt und die ökonomischen und ökologischen Vorteile dieser Technik unumstritten. Der Aachener Wasserexperte Intewa zeigt mit der neuen Serie anschlussfertiger Grauwassersysteme, dass diese Form der Wasserwiederverwendung technisch inzwischen höchstes Niveau in der modernen Haustechnik erreicht hat.

Die Systeme verfügen über eine automatische Reinigung, Browser-basierte Steuerung und Fernwartung und können so weltweit online bequem und unkompliziert betrieben werden. Dies verringert die Kosten für den Unterhalt und garantiert die Funktionssicherheit und die daraus resultierende, zertifizierte und höchsten Standards entsprechende Qualität des aufbereiteten Wassers.

Die Systeme sind inzwischen nicht nur nachhaltig, sondern können äußerst wirtschaftlich mit Amortisationszeiten unter sechs Jahren betrieben werden. Damit sind Grauwasserrecyclinganlagen nicht mehr nur für „Green Building“-Gebäude interessant, sondern sogar ein ersehnter Renditebringer für Investoren. ■



Dipl.-Ing.
**Oliver
Ringelstein**

Geschäftsführer
der Intewa GmbH

ringelstein@intewa.de

Foto: Intewa

Wasserversorger wollen verhindern, dass Trinkwasserbrunnen wie dieses des Berliner Wasserwerks Beelitzhof an der Badebucht „Großes Fenster“ am Ufer der Havel trockenfallen. Foto: Berliner Wasserbetriebe



Die wat 2023 – ein Branchentreff der Wasserwirtschaft

Robust in Zeiten des Klimawandels informieren

Angesichts des Extremsommers 2023 standen auf der „wat 2023“, einem Branchentreffen der Wasserwirtschaft, die Themen Wasserverfügbarkeit sowie Nutzungskonflikte weit oben auf der Agenda. Dabei wurde deutlich: Gerade in Zeiten des Klimawandels ist das Bereitstellen robuster Informationen über den Wasserhaushalt wichtig, um auf Krisen reagieren und Vorsorge treffen zu können.

Trinkwasser werde aller Voraussicht nach in Deutschland zwar nicht knapp, sagte Wolf Merkel. Dennoch sei es wichtig, die Weichen für seine Verfügbarkeit in Zeiten des Klimawandels frühzeitig zu stellen, ergänzt das Vorstandsmitglied für das Res-

sort Wasser des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches (DVGW) auf dem Branchentreff wat im September 2023 in Köln.

Wie problematisch die Lage teilweise bereits ist, zeigt eine DVGW-Umfrage unter rund 360 deutschen Wasserversorgungsunternehmen. Danach haben 19 %

dieser Versorger 2022 schon Engpässe bei Wasserressourcen etwa durch das zeitweise Trockenfallen von Brunnen erlebt.

35 % dieser Unternehmen hatten zudem einen sehr hohen Auslastungsgrad von mehr als 90 % bei der Wasseraufbereitung am Spitzentag zu verzeichnen. Auch bei der Auslastung der Förderkapa-

zität am Spitzentag gab es eine steigende Tendenz: 31 % der Unternehmen kamen auf einen Ausnutzungsgrad von 90 % und darüber, vor fünf Jahren waren es hier noch 25 % gewesen.

Für Merkel ist die Situation klar: „Es bedarf verstärkt Maßnahmen auf unterschiedlichen Ebenen, um die Wasserversorgung fit für die Zukunft zu machen.“ Dabei sei es wichtig, die Versorgungsinfrastruktur zunehmend redundant auszubauen. Hier gibt es nach Einschätzung des DVGW mehrere Möglichkeiten. Dazu zählen, neue Gewinnungsgebiete zu erschließen, neue Talsperren zu bauen, neue unterirdische Wasserspeicher anzulegen oder das Fernleitungssystem beziehungsweise Verbundsysteme zu benachbarten Versorgern auszubauen.

Hier ist die jeweilige Situation vor Ort entscheidend. „Jedes Versorgungssystem muss individuell betrachtet werden, eine Einheitslösung für alle gibt es nicht“, erklärt Merkel.

Die „Roadmap 2030“

Klar ist: Strukturierte Maßnahmen müssen zeitnah eingeleitet werden. Dazu haben der DVGW und die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) im Dezember 2023 den Vertrag unterzeichnet, gemeinsam eine „Roadmap 2030“ für eine zukunftsfähige Wasserwirtschaft zu entwickeln. Dies soll eine strategische Agenda sein, zu deren Kernelementen konkrete Maßnahmen- und Forderungskataloge sowie ein Fortschrittsmonitoring zur Umsetzung bis 2030 zählen werden.

Damit wollen beide Verbände der Branche praxisorientierte Handlungsempfehlungen für alle Bereiche der Wasserwirtschaft – Trinkwasserversorgung, Siedlungswasserwirtschaft, Hochwasservorsorge, Gewässerschutz – zur Verfügung stellen.

Das Spektrum der Roadmap 2030 ist breit angelegt und reicht von einer hohen Resilienz gegenüber dem Klimawandel, einem vorausschauenden Wassermanagement zur Vermeidung von Nutzungskonflikten bis hin zur Anpassung an den demografischen Wandel. Die konsequente Anwendung des Verursacherprinzips, die Nutzung aller digitalen Möglichkeiten und eine gezielte Forschung und Entwicklung sind ebenfalls zentrale Kriterien.

Merkel brachte die aktuelle Situation auf der wat 2023 so auf den Punkt: „Unklare, sich überschneidende Zustän-



Wolf Merkel, Vorstandsmitglied des DVGW, betonte auf der wat 2023, dass die Wasserversorgung mit mehreren Maßnahmen fit für die Zukunft gemacht werden muss. Foto DVGW

digkeiten bei Bund, Ländern und Betrieben verursachen Reibungsverluste. Häufig fehlen zudem rechtliche Voraussetzungen und Grundlagen.“ Ohne diese ist nach Einschätzung des DVGW eine effektive Verwirklichung der Maßnahmen nicht möglich. Dazu zählt man auch weitere Rahmenbedingungen wie ausreichendes Personal, Finanzierung und Akzeptanz.

Fundiert informieren

Um die notwendigen Anpassungen der Infrastrukturen an den Klimawandel jedoch zu planen und umzusetzen, sind wissenschaftlich fundierte Informationen vonnöten. „Eine konsistente Daten- und Informationsbasis fehlt. Diese wird auf vielen Ebenen der Wasserwirtschaft benötigt“, konstatierte Andreas Marx auf der wat 2023 in Köln. Laut dem Leiter Mitteldeutsches Klimabündnis am Helmholtz Institut für Umweltforschung (UFZ) in Leipzig, ist die Bereitstellung robuster Wasserhaushaltsinformationen gerade in Zeiten des Klimawandels und der Zunahme von Extremereignissen wichtig, um einerseits auf Krisen wie Dürreperioden reagieren zu können und andererseits vorsorglich in die Anpassung an das Klima investieren zu können.

Marx präsentierte dazu die neue Web-Plattform „Wasserressourcen-Informationssystem Deutschland“ (WIS-D). Deren Ziel ist, ein freies, online verfügbares Informationssystem für Deutschland aufzubauen, um Informations- und Datenlücken in dieser Domäne zu schließen.

Laut Marx ist die Lage durchaus herausfordernd. Es gebe sehr viele Informationssysteme beispielsweise bei den Bundesländern, in denen häufig unterschiedliche Methodiken und Indices verwendet werden oder die auf einer divergierenden Datenbasis beruhen. In der Folge könne es beispielsweise bei Anfragen zu vermeintlich gegensätzlichen Aussagen kommen, was schon zu Problemen in den betreffenden Kommunen führen könne.

Deshalb werden Erklärungen von Gemeinsamkeiten und Unterschieden zwischen Portalen sehr wichtig werden, glaubt Marx. Dabei sollen Merkblätter, wie sie in WIS-D derzeit angelegt werden, helfen, unterschiedliche Quellen einzuordnen.

Hauptzielgruppen für das nutzergetriebene Projekt zur Generierung von Handlungswissen sind regionale und überregionale Wasserversorger sowie die relevanten Landes- und Bundesbehörden. In einer ersten Phase von 2021 bis 2022 wurde die technische Plattform anhand der Stakeholder-Bedarfe aufgebaut.

In der aktuellen zweiten Phase von 2023 bis 2024 wird die Produktpalette um wichtige Aspekte erweitert. Zu diesen Aspekten gehören die Grundwasserneubildung, die Evapotranspiration – also die Summe aus Verdunstung von Wasser aus Tier- und Pflanzenwelt (Transpiration) sowie von Boden- und Wasseroberflächen (Evaporation) –, der Oberflächenabfluss als auch Trockenperioden

Als grundsätzliche Strategie empfiehlt Wasserexperte Marx, unterschiedliche Datenquellen zu nutzen und etwa die von einzelnen Landesämtern gegenüberzustellen. Eine Frage müsse man sich dabei jedoch immer stellen und auch beantworten können: Sind die Ergebnisse wirklich unterschiedlich oder sind diese nur unterschiedlich erfasst? ■

www.dvgw.de, www.dwa.de



Michael Nallinger

Freier Journalist

m.nallinger@mn-redaktion.de

Foto: Nallinger



Die Teilnehmenden und Fans aus Deutschland bei der Abschlussfeier der Europameisterschaften der Berufe in Danzig am 9. September 2023. Foto: Frank Erpinar

Europa- und Weltmeisterschaften der Berufe

Talentschmieden für junge Leute

Auf Meisterschaften der Berufe können sich junge Fachkräfte miteinander messen und auszeichnen. Auf der letzten Europameisterschaft der Berufe – der EuroSkills 2023 – wurden erstmals Preisträgerinnen und -träger in der Kategorie „digitales Bauen“ ausgezeichnet.

Teilnehmende in der Kategorie „Wassertechnik“ werden für dieses Jahr auf der Weltmeisterschaft der Berufe gesucht. Kluge Köpfe aus Deutschland können sich hierfür bei den deutschen Meisterschaften der Berufe auf der Münchener Umweltmesse Ifat bewerben.

Junge Fachkräfte aus ganz Europa treten alle zwei Jahre zum europaweiten Berufswettbewerb, den EuroSkills, an. Dabei messen sie ihre Fertigkeiten in einzelnen Berufen unter Einhaltung anspruchsvoller internationaler Standards. Gleichzeitig unterstreicht diese Europameisterschaft die europäischen Werte von Fairness, Frieden und Gemeinschaft über Grenzen hinweg. Die EuroSkills 2023 in Danzig war die achte Europameisterschaft der Berufe. Sie fand vom 5. bis 9. September 2023 unter dem Motto #UnitedBySkills statt.

576 junge Fachkräfte unter 25 Jahren aus 32 Nationen wetteiferten in 43 Disziplinen um Europameisterschaften der Berufe. Die 30 deutschen Teilnehmenden waren mit sechs Gold-, neun Silber-, einer Bronze- und acht Exzellenzmedaillen erfolgreich. Damit erkämpfte sich Deutschland den Platz des Vize-Europameisters.

EuroSkills goes „digital“

Erstmals wurden in Danzig Preisträgerinnen und -träger der Kategorie „Digital Construction“ gesucht. Dieser Wettbewerb wurde entwickelt, um Fähigkeiten

bei Bauprozessen zu verbessern. Die Teilnehmenden haben drei Tage lang Aufgaben aus dem Bereich der Baudigitalisierung wie das Interpretieren eines Kundenauftrags und das Modellieren und Verwalten von Modellen bewältigt. Sie mussten Architektur- und Tragwerksmodelle bis zur 5-D-Anwendung erstellen und ihr Wissen und ihre Fähigkeiten etwa beim Erstellen eines modellbasierten Kosten- und Zeitmanagements oder eines digitalen Baustellenmanagements anwenden.

Zudem mussten sie wissen, was die beiden ISO-Standards „Organisation und Digitalisierung von Informationen zu

Bauwerken und Ingenieurleistungen, einschließlich Bauwerksinformationsmodellierung (BIM) – Informationsmanagement mit BIM“ vorgeben: sowohl Teil 1: Begriffe und Grundsätze (ISO 19650-1) als auch Teil 2: Planungs-, Bau- und Inbetriebnahmephase (ISO 19650-2).

Die BIM ist eine modellbasierte Arbeitsmethode, die sich digitale Neuerungen des digitalen Zeitalters zunutze macht. Die ersten BIM-Konzepte stammen aus den 1970er-Jahren. In den 1990er-Jahren hat das Computer Aided Design (CAD) die technischen Handzeichnungen mit Tuschestift dann in kürzester Zeit ersetzt.

Hohes deutsches Niveau

In dieser Kategorie wurde Julian Lühe aus Stockstadt am Rhein, Hessen, Vize-Europameister. „Die Silbermedaille zeigt das hohe Niveau der Aus- und Weiterbildung, die wir im Bauingenieurwesen an der Hochschule Darmstadt genießen dürfen“, sagt Lühe. „Die Digitalisierung im Bauwesen erfordert ein Weiterdenken in der Ausbildung“, ergänzt Dill Khan, Bundestrainer in dieser Wettkampfdisziplin aus dem hessischen Riedstadt und selbstständiger BIM-Berater. Offene Zusammenarbeit ist für ihn ein wesentlicher Bestandteil BIM-basierter Projekte.

Digitales Konstruieren erfordert zudem ein hohes Maß an Kompetenz in Form von Kommunikation, Kollaboration und Proaktivität. Die Prozesse bieten Architektinnen und Architekten sowie Bauingenieurinnen und Bauingenieuren eine Plattform, um zusammenzuarbeiten und ihre gemeinsame Leistung zur Erreichung des Projektziels zu verbessern. Dies erfordert das vielschichtige Zusammenspiel technischer Fähigkeiten, sowie Modellierungs- und Kommunikationsfähigkeiten, die alle einem professionellen Standard entsprechen müssen.

Die digitale Transformation des Bauwesens beeinflusst auch die Rollen von Bauherrinnen und -herren, Planerinnen und Planern, Architektinnen und Architekten, Ingenieurinnen und Ingenieuren, Statikerinnen und Statikern sowie Gutachterinnen und Gutachtern. Ebenso die Gebäudeautomation und technische Gebäudeausstattung wie Heizung, Kältetechnik, Sanitär, Lüftung, Licht an sich. Dies bedeutet auch, bestehende Berufsbilder werden vor neue Herausforderungen und neue Arbeitsabläufe gestellt und erfordern



Vier kluge Köpfe lösen in der Rubrik „Digital Construction“ konzentriert ihre Aufgaben.
Foto: Heidebrecht

neue Fähigkeiten. Dabei entstehen auch neue „Rollen“ wie BIM-Management, BIM-Koordination oder BIM-Modellierung.

Fokus Wassertechnik

Bei den WorldSkills International gibt es zwar schon seit 2019 den sogenannten Skill #55 „Water Technology“. Dieser hat es aber noch nicht geschafft, genügend europäische Länder für eine Europameisterschaft in dieser Disziplin zu interessieren. Dafür braucht es acht Länder. Ein Schritt dahin wurde in Danzig gemacht. Der gemeinnützige Verein WorldSkills Germany mit Sitz in Stuttgart hat in Danzig mit den Firmen Festo und Adiro aus Stuttgart eine Informationsveranstaltung zum Thema Wasser durchgeführt.

Mit Polen und Portugal konnten zwei weitere Länder für einen Wettbewerb zu Wassertechnik bei den EuroSkills 2027 in Düsseldorf gewonnen werden.

Für die nächsten WorldSkills International, die im September 2024 in Lyon in Frankreich stattfinden werden, haben sich mit 13 bereits ausreichend Länder für diese Herausforderung registrieren lassen. Eine Vorentscheidung über die deutschen Teilnehmenden wird auf der deutschen Meisterschaft, der „WaterSkills Germany“, getroffen. Sie wird auf der Umweltmesse Ifat in München im Mai 2024 stattfinden, organisiert durch die Deutsche Vereini-

gung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) mit Sitz im nordrhein-westfälischen Hennef.

Die Teilnehmenden

Die jungen Teilnehmenden an diesen Wettbewerben der Berufe kommen von Hochschulen oder aus der beruflichen Bildung. Was zählt, ist die Fähigkeit, Aufgaben zu lösen. Verschieden Länder haben verschiedene Ausbildungssysteme. Durch diese Berufswettbewerbe wird die Harmonisierung und Standardisierung der Qualifizierungen gestärkt.

Ähnlich wie im Sport sind diese Berufswettbewerbe ein Weg, junge Talente zu finden, zu fördern und diese als Botschafterinnen und Botschafter ihrer Berufe zu gewinnen. Dabei ist es wichtig in den Regionen mit der Förderung zu beginnen, auf Bundesebene die Standards zu setzen und auf internationaler Ebene voneinander zu lernen.

Der Fachkräftemangel in Deutschland wird noch eine ganze Weile anhalten und wird sich auch noch verschärfen. Mehr internationale Qualifizierungsstandards zu entwickeln ist eine Möglichkeit, gezielt junge Nachwuchskräfte auch aus anderen Ländern zu gewinnen. Die EuroSkills als auch die WorldSkills machen dies möglich, denn junge Menschen brauchen eine Beschäftigung in der Zukunft, eine mit Qualität.

Neben der Förderung der jungen Talente erhalten auch erfahrene Trainer neue Impulse, lernen neue Techniken und Maschinen kennen, treffen neue Kolleginnen und Kollegen und vernetzen sich. Diese Art der Trainerweiterentwicklung ist nicht zu unterschätzen. Dies wiederum bringt neue Ideen zurück in unsere deutsche Berufslandschaft und verändert diese kontinuierlich.

Mehr noch als in der Vergangenheit sind diese Wettbewerbe der Berufe Feste der Begegnung junger Menschen, die in Frieden, Freundschaft und Fairness leben und arbeiten wollen. Durch die jüngsten Krisen in der Welt erhält dies eine neue Dimension, die es zu fördern gilt. ■



Rüdiger Heidebrecht
Senior Advisor
WorldSkills Germany
Heidebrecht@WorldSkillsGermany.com

Foto: Heidebrecht

Starkregenvorsorge, Regenwasser und lokale Wasserbilanz

Verdunstung optimiert

Ein neues Gebäude in Baden-Württemberg fängt Regenwasser vollständig auf und nutzt es zur Begrünung und WC-Spülung. Das Besondere: Fast die Hälfte des Wassers verdunstet wie im natürlichen Gelände vor der Bebauung. Dies ist das Ergebnis einer Zusammenarbeit zweier Firmen, die Produkte für die blau-grün-graue Infrastruktur herstellen.

Niederschläge so zu bewirtschaften, dass möglichst natürliche Verhältnisse beim Verdunsten, der Grundwasserneubildung und dem Oberflächenabfluss entstehen, ist seit Erscheinen des Merkblatts der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) in Hennef zu Regenwetterabflüssen, dem DWA-M 102-4, vom März 2022, das ehrgeizige Ziel der Siedlungswasserwirtschaft. Ortsbezogene Jahreswerte, die dem unbebauten Zustand entsprechen, stellt dazu die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Koblenz, mit dem Hydrologischen Atlas Deutschland (HAD) bereit.

Die DWA will mit dem Merkblatt helfen, HAD-Werte bei Bebauung annähernd wieder zu erreichen. Den Genehmigungsbehörden fehlen dazu zwar noch die Durchführungsbestimmungen, in privater Initiative werden aber bereits Pilotprojekte verwirklicht. Eines davon war der Neubau des Vereinsheims des Schellenberg-Sportclubs Donaueschingen (SSC), fertiggestellt im November 2023.

Regenwasser speichern

Regenwasser wird dort nicht mehr direkt von Gebäude und Grundstück abgeleitet, sondern in Speichern auf dem Dach, flächig unter der Substratschicht, sowie im Untergrund in einer Zisterne aus Betonfertigteilen mit Filtertechnik zurückgehalten. Damit gelangt kein Tropfen Regenwasser ungenutzt in den „Vorfluter“ Donau. Ein Teil des gespeicherten Wassers wird für WC-Spülungen verwendet, mit einem anderen Teil wird das Gründach bewässert. Abfluss und Überlauf des unterirdischen Regenspeichers münden in eine Versickerungsrigole aus Porenbeton.



Das Gründach zeichnet sich durch 8 cm hohe Spacer-Elemente mit Hohlräumen für flächigen Wasserspeicher mit einem Volumen von 19,2 m³ und einer maximalen Last von 80 kg/m² aus. Dies liegt noch deutlich unter der für den Winter zu berücksichtigenden Schneelast vor Ort. Foto: Mall

Diese bietet ausreichend Hohlraum, sodass selbst Starkregenüberläufe Platz finden, bevor diese allmählich in das Grundwasser sickern.

Wasserhaushaltsbilanz

Die im Sportzentrum Haberfeld gemessene jährliche Niederschlagsmenge liegt im Mittel bei 890 mm. Die Wasserhaushaltsgleichung, die es nach Berechnungen der Firma Mall GmbH, ebenfalls aus Donaueschingen, für diese Menge an Niederschlagswasser zu erfüllen gilt, lautet folgendermaßen: 436 mm (49 %) Verdunstung und 285 mm (32 %) Abfluss sowie 169 mm (19 %) Versickerung. Im Einzelnen:

- 49 % des Regenwassers verdunsten vor allem durch das extensiv begrünte und zusätzlich aus der Regenzisterne bewässerte Flachdach.
 - 32 % des Regenwassers werden für die WC-Spülung genutzt. Es stammt aus der Regenzisterne. Das entstehende Abwasser wird zur kommunalen Kläranlage geleitet, von wo aus es gereinigt in die Donau geleitet wird.
 - Die restlichen 19 % versickern. Dies wird durch den Überlauf bei voller Regenwasserzisterne in die unterirdischen Sickerkammern und durch die Fugen der wasserdurchlässig befestigten Flächen vor dem Gebäude erreicht.
- Ein typisches extensives Gründach mit einer Substratstärke von 8 cm kann 30 l

pflanzenverfügbares Wasser pro Quadratmeter speichern, das entspricht 30 mm Niederschlag. Durch den gewählten Dachaufbau „Sponge City Roof“ des Gründach-Systemherstellers ZinCo in Nürtingen vervierfacht sich dieser Wert dank einem 8 cm hohen Hohlraum für die Retention unterhalb des Substrats.

Bewässerung im Detail

Fällt Regen auf die 240 m² große begrünte Fläche, sättigt sich erst die Vegetationstragschicht, das Substrat. Bei weiterer Durchfeuchtung sammelt sich das Wasser darunter auf einem Aquafleece und tropft durch ein sogenanntes Bändchengewebe in den darunter liegenden Hohlraum. Ist dieser gefüllt, läuft das Wasser in Richtung Zisterne über. Bei Trockenheit wird aus diesem unterirdischen Speicher periodisch, durch die Pumpe im Regencenter, das Dach bewässert.

Konkurrieren WC-Spülung und die Gründach-Bewässerung? In der Stadtplanung der Zukunft wird das so sein, wenn alle verfügbaren Dächer begrünt sein werden und bewässert werden sollen. Die Pilotprojekt-Partner des SSC, zu denen Mall und ZinCo gehören, haben daher intensiv nach Wegen gesucht, konkurrierende Nutzungen zu vermeiden. Das Ergebnis im Vereinsheim ist eine Technik, die folgendermaßen installiert und programmiert wurde:

- Das Gründach wird regelmäßig bewässert, reguliert durch eine automatische handelsübliche Steuerung.
- Die Bewässerung setzt aus, falls Regen angekündigt ist und die unterirdische Zisterne weniger als 3,9 m³ Wasser enthält. Dieser Rest ist zur Nutzung im Gebäude vorgesehen.
- WC-Spülungen werden durch ein vom Trinkwasser unabhängiges Leitungsnetz versorgt. Den dazu erforderlichen Wasserdruck hält das Regencenter „Tano L“ von Mall aufrecht, das als Hauswasserstation im Technikraum an der Wand montiert ist. Seine Pumpe saugt knapp über dem Zisternenboden an – gereinigtes Regenwasser, das bereits im Zulauf des Speichers gefiltert wurde.
- Sind in Trockenzeiten 3,7 m³ von insgesamt 7,6 m³ Zisternenvorrat aufgebraucht, wird der bis zu 19,2 m³ fassende Wasserspeicher auf dem Dach nach und nach in die Zisterne entleert. Dabei wird periodisch die Füllmenge



Der unterirdische Regenspeicher aus Betonfertigteilen, mit integriertem Filterkorb im Zulauf und werkseitig vormontierten Wanddurchführungen für Zu- und Überlauf sowie einem Leerrohr als Verbindung zum Regencenter im Gebäude wird angeliefert. Foto: Mall



Im Vordergrund: Gründach mit einem der Abläufe, ein halbes Jahr nach Fertigstellung. Die gewählte Samenmischung „Bienenweide“ hat das Potenzial, auch ohne Bewässerung gut zu verdunsten und Trockenphasen gut zu überstehen. Foto: Mall

von 3,9 m³ um 1,5 auf nur 5,4 m³ erhöht, sodass mindestens 2,2 m³ Fassungsvermögen für die Rückhaltung von Regenwasser bleiben.

- Sind beide Regenspeicher leer, werden für die WC-Spülungen kleine Mengen Trinkwasser im Regencenter eingespeist. Dies geschieht durch „freien Auslauf“ gemäß den Normen DIN EN 16941-1 und DIN 1989-100, ohne direkte Verbindung mit dem Trinkwassernetz.

Speichergröße optimieren

Um den Trinkwasserbedarf in Trockenzeiten gering zu halten und zugleich die Speichergröße wirtschaftlich vernünftig zu dimensionieren, hat Mall das firmeneigene Bemessungsprogramm eingesetzt. Es verwendet die langjährigen örtlichen Regendaten und verbindet sie durch Simulation mit dem geplanten Regenwasserbedarf. Ergebnis war ein unterirdischer Betonbehälter mit einem Volumen von 7,6 m³.

Zudem werden Mall- und ZinCo-Fachleute die Daten der Regenwasser-

bewirtschaftung beim Pilotprojekt sammeln und auswerten. Die Auswirkungen auf die Wasserhaushaltsgrößen Verdunstung, Grundwasserneubildung und Oberflächenabfluss besser zu verstehen, kann helfen, künftig eine ausgeglichene Wasserhaushaltsbilanz vorab simulieren zu können.

Ideelle & finanzielle Vorteile

„In vorauseilendem Gehorsam hat der Verein SSC, noch ohne Forderung der Genehmigungsbehörden, die Anwendung der neuesten technischen Regel der DWA zu Regenwasserabflüssen beschlossen“, erklärt Martin Lienhard. Er leitet die technische Abteilung bei Mall in Donaueschingen. Die Firma hat sowohl das Konzept der Regenwasserbewirtschaftung erstellt als auch die Anlage zur Regenwassernutzung sowie das Versickerungssystem geliefert.

Der Verein als Bauherr belohnt sich selber, indem er jetzt die Niederschlagsableitungs-Gebühr und einen Teil der Trinkwassergebühr – in dem Verhältnis der für die WCs genutzten Regenwassermenge, ohne Abwasseranteil – einspart. Da auch die Außenanlagen mit Regenwasser bewässert werden, entfällt hierbei, wie bei der Gründachbewässerung, der Abwasseranteil, da im Gegensatz zur WC-Spülung kein Schmutzwasser entsteht, das abgeleitet werden muss.

Dass kein Kanalanschluss für das Ableiten des Regenwassers vom Vereinsgelände benötigt wird, entlastet die kommunale Entwässerung. Das Regenwasser-Bewirtschaftungskonzept des SSC-Vereinsheims ist damit ein privater Beitrag zum Gemeinwohl. Die Wahrscheinlichkeit ist jedoch hoch, dass entsprechende Beiträge in Zukunft von allen Gebäude- und Grundstückseigentümerinnen und -eigentümern in Deutschland per kommunaler Abwassersatzung oder Baugenehmigung eingefordert werden. ■

www.mall.info



Dipl.-Ing.
Klaus W. König
Freier Journalist
mail@klauswoenig.com

Foto: Arnim Buhl

Deutschland abgehängt

Beim Wettlauf um klimafreundliches Heizen wird Deutschland von seinen Nachbarn abgehängt: Die Bundesrepublik liegt bei den Absatzzahlen von Wärmepumpen pro 1000 Haushalte mit nur rund sieben Geräten auf dem drittletzten Platz. Das zeigt die Statistik der European Heat Pump Association. In Finnland haben 69, in Norwegen rund 60 und in Schweden 39 von 1000 Haushalten 2022 eine Wärmepumpe eingebaut. Die rote Laterne trägt Großbritannien (zwei Einheiten), Vorletzter ist Ungarn (vier Einheiten). Für die Wärmewende in Deutschland braucht es mehr Tempo. Im Neubau ist die Wärmepumpe zwar bereits die Standardheizung, aber in den Bestandsbauten bleibt der Nachholbedarf riesig: Von den 21,6 Mio. Wärmeerzeugern werden noch mehr als 14 Mio. mit Gas und gut fünf Mio. mit Öl betrieben. www.stiebel-eltron.de



Heizzentrale in Ammerbuch-Breitenholz, rechts der Pufferspeicher. Foto: PEE BW

Wärmenetze auch fürs Land

Die erneuerbare Wärmeversorgung hat in Baden-Württemberg mit der kommunalen Wärmeplanung an Fahrt aufgenommen. Ein wichtiges Element der Wärmewende sind aus erneuerbaren Energien gespeiste Wärmenetze. Sie können auch in kleineren Kommunen sinnvoll sein. Zwei Vorzeigeprojekte sind in den Landkreisen Tübingen und Tuttlingen in Betrieb. In Ammerbuch-Breitenholz wird das Wärmenetz vor Ort durch die Bioenergie Breitenholz eG & Co. KG betrieben. Initiator und Projektentwickler ist die Bürger-Energie Tübingen eG. Das Wärmenetz mit rund 4000 m Länge ist seit Juli 2023 in Betrieb. Die Wärme wird zu 65 % mit Holzhackschnitzeln erzeugt. 35 % der Wärme stammen aus einem rund 2000 m² großen Sonnenkollektorfeld, das sich derzeit im Bau befindet. Für die Speicherung der Solarwärme entsteht ein 1000 m³ fassender Pufferspeicher. In Aldingen liefern drei Biomethan-Blockheizkraftwerke die Grundversorgung. Spitzenlasten deckt derzeit ein Holzhackschnitzelkessel ab. Künftig sollen noch mehr Gebäude und ein Teilort an das Wärmenetz angeschlossen werden, das bereits seit dem Jahr 2012 sukzessive ausgebaut wird. Damit solche Beispiele Schule machen, müssen Bund und Land alle Hemmnisse für einen schnellen Bau von kommunalen und regionalen Wärmenetzen beseitigen. Dies gilt vor allem für die finanzielle Förderung, die nach dem aktuellen Urteil des Bundesverfassungsgerichts in Frage steht. Auch braucht es eine schlagkräftige Branche, um den Wärmenetzausbau zu stemmen. Aktuell gibt es bei Entwicklung, Planung, Bau, Ausbau und Betrieb von Wärmenetzen zu wenige Unternehmen – auch wegen des Mangels an Fachkräften. Eine wichtige Aufgabe aller Akteure im Land sei es daher, in die Aus- und Weiterbildung zu investieren. Um hier voranzukommen, schlägt die Plattform Erneuerbare Energien Baden-Württemberg (PEE BW) die Etablierung einer Akademie für Wärmewende vor. www.erneuerbare-bw.de



Dr.-Ing. Anna Gruber, Geschäftsführerin der FfE. Foto: FfE

Noch mehr Energieexpertise

Dr.-Ing. Anna Gruber, Geschäftsführerin der Forschungsstelle für Energiewirtschaft e. V. (FfE), arbeitet im erweiterten Redaktionsbeirat der VDI energie + umwelt mit. Ihre Arbeitsschwerpunkte liegen im Bereich industrielles Energiemanagement und Dekarbonisierung. An der FfE ist Gruber zudem für die Bereiche Energieeffizienz-Netzwerke und Energieaudits zuständig. Ihr Wissen gibt sie unter anderem als Lehrbeauftragte im Fach „Industrielle Energiewirtschaft“ an der Technischen Universität München weiter. www.ffe.de

Effizientes Energiemanagement spart Milliarden

Angesichts der finanziellen Herausforderungen des Bundeshaushalts betont eine Studie von Danfoss die vielversprechenden Potenziale energieeffizienter Maßnahmen. Die Implementierung von Technologien zur Nachfrageflexibilität könnte bis 2030 zu erheblichen gesellschaftlichen Kosteneinsparungen in Höhe von 10,5 Mrd. € führen und gleichzeitig die Stromrechnungen deutscher Haushalte um 7 % reduzieren. Um 40 Mio. t/a könnten so die CO₂-Emissionen verringert werden. Die Studie fokussiert auf die Elektrifizierung, die Nutzung von Wasserstoff und Abwärme sowie auf Nachfrageflexibilität. So könnten allein mit der überschüssigen Wärme aus der zukünftigen Power-to-X-Produktion mehr als 150 000 Haushalte in Deutschland beheizt werden. KI-gesteuerte Technologien haben das Potenzial, in Gebäuden bis zu 20 % der Energiekosten einzusparen, indem sie Gebäude-, Wetter- und Nutzendaten kombinieren, um den Heiz- und Lüftungsbedarf vorherzusagen.

www.danfoss.com



Innovative Technik im neuen Umspannwerk im baden-württembergischen Burladingen.

Foto: Netze BW/Ingo Rack

Umspannwerk setzt neuen Standard

Im Zollernalbkreis hat die Netze BW gemeinsam mit Siemens Energy ein wegweisendes Umspannwerk in Betrieb genommen. Es ist eines der ersten weltweit, das Digitalisierung und Ökoeffizienz in diesem Umfang miteinander verbindet. Denn Teil des neuen Umspannwerks in Burladingen ist die „Schaltanlage der Zukunft“. Die gasisolierte Anlage kommt ganz ohne Treibhausgase aus. Außerdem können durch die Integration von umfassender Sensorik und durch die Anbindung innovativer Messtechnik alle Prozesse über Glasfaserkabel künftig volldigitalisiert ablaufen. Anstatt Daten und Befehle über Kupferkabel zu übermitteln, kommt ein digitaler Prozessbus zum Einsatz, über den alle Geräte auf Daten in Echtzeit zugreifen können. Dadurch konnten Ressourcen gespart werden, und der Netzbetreiber hat jederzeit einen umfassenden Einblick in den Zustand der Anlage. Und genau das wird heutzutage vor dem Hintergrund der steigenden Komplexität im Stromnetz immer wichtiger. Rund 12 Mio. € hat die Netze BW in den für die Stromversorgung wichtigen Netzknotenpunkt investiert.

www.netze-bw.de

KURZ NOTIERT

Wasserstoff. Das Borderstep Institut und das Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) empfehlen in einer aktuellen Studie, den absehbar knappen Wasserstoff gezielt für eine wirksame Dekarbonisierung einzusetzen. Priorität sollte auf „grünem“ Wasserstoff liegen, „blauer“ Wasserstoff (mit fossilen Energien erzeugt) sollte nicht gefördert werden.

www.borderstep.de

Windenergie. Dem Repowering von Windenergie an Land kommt zur Erreichung der energie- und klimaschutzpolitischen Ziele eine große Rolle zu. Doch der neue Rechtsrahmen dafür ist komplex. Für Planungsträger auf regionaler und kommunaler Ebene haben Forschende der Stiftung Umweltenergie recht nun eine Praxishilfe verfasst. Sie entstand im Auftrag des Umweltbundesamtes.

www.stiftung-umweltenergie recht.de

Energieeffizienz. Wo kommt die Energie her, wo geht sie hin? Das zeigt eine interaktive Grafik des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW), der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), der Fachgemeinschaft für effiziente Energieanwendung (HEA) und der Forschungsstelle für Energiewirtschaft (FfE). Es ist die erste sektorenübergreifende Nutzenergiebilanz seit 2007. Sie umfasst die Sektoren Verkehr, Industrie, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD) und private Haushalte.

www.bdew.de

Gebäudebestand. Die Deutsche Energie-Agentur (dena) präsentiert mit ihrem neuen Gebäude-report 2024 ein Nachschlagewerk zum aktuellen Stand sowie zu Trends und Herausforderungen hinsichtlich Klimaschutz und Nachhaltigkeit im Gebäudesektor.

www.dena.de



Mehrfamilienhaus der GWG Reutlingen vor (links) und nach der Fassadensanierung. Foto: HBG

Analyse der Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen bei Mehrfamilienhäusern

Energy Performance Gap

Sanierungsmaßnahmen an der Gebäudehülle erfordern hohe Investitionen. Gerade für kommunale Wohnungsunternehmen, die sozial verträgliche Mieten gewährleisten, ist es wichtig, dass in der Folge der Raumwärmeverbrauch zurückgeht. Ein Fallbeispiel zeigt, inwiefern das in der Praxis gelingt und wie sich gebäudeindividuelle Unterschiede bei sehr ähnlichen Gebäuden auf die Wirtschaftlichkeit der Sanierungsmaßnahmen auswirken.

Im Dezember 2023 haben sich die Beteiligten der Trilog-Verhandlungen (EU-Kommission, -Parlament und Mitgliedsstaaten) darauf geeinigt, dass der Primärenergieverbrauch von Wohngebäuden bis 2030 um mindestens 16 % beziehungsweise bis 2035 um 20 bis 22 % sinken soll, wobei 55 % der Einsparungen durch die Sanierung der energetisch schlechtesten Gebäude erreicht werden sollen [1]. In den vergangenen zehn Jahren blieb der Raumwärmeverbrauch im deutschen Gebäudesektor witterungsbereinigt auf einem konstanten Niveau, bei einem Anstieg der Wohnfläche um rund 8 %. Mehrfamilienhäuser (MFH) nehmen am deutschen Wohngebäudebestand einen Anteil von etwa 40 %, bezogen auf die Wohnfläche, ein [2]. Mit rund 6,1 Millionen Wohnungen sind rund 27 % der Wohnungen in MFH im Eigentum von Wohnungsunternehmen oder -gesellschaften [2; 3]. Die energetischen Sanierungsmaßnahmen zur Senkung des Raumwärmeverbrauchs an diesen vermieteten MFH werden häufig an mehreren ähnlichen Gebäuden in gleicher Art und Weise durchgeführt. Somit sind Erkenntnisse über die Umsetzungseffizienz wertvoll, da sie in die Planung zukünftiger Sanierungsmaßnahmen miteinbezogen werden können.

Ziel der vorgestellten Analyse ist es, die Umsetzungseffizienz einer Sanierungsmaßnahme (Fassadensanierung) in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit für vier baugleiche MFH zu untersuchen. Die Umsetzungseffizienz kann durch die Bewertung der gebäudeindividuellen Energy Performance Gap, die die Differenz zwischen Prognose und Wirklichkeit bezüglich des im Voraus bestimmten Energiebedarfs und des realen Energieverbrauchs beschreibt [4; 5], untersucht werden. Bei baugleichen Gebäuden ist sie stark vom Nutzendenverhalten geprägt.

Anwendungsfall und Problemstellung

Die GWG – Wohnungsgesellschaft Reutlingen mbH ist Teil des Stadtkonzerns Reutlingen, der Gegenstand des „Real-labors Klima-RT-Lab“ ist. In diesem Projekt wird in fünf Handlungsfeldern der Weg des Stadtkonzerns zur Klimaneutralität begleitet und erforscht. Im Handlungsfeld „Gebäude“ kooperieren die GWG Reutlingen und das Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart.

Die GWG Reutlingen betreibt über eine Tochtergesellschaft in einem Stadtteil ein eigenes Fernwärmenetz mit dem sie nahezu alle der dortigen Gebäude selbst mit Fernwärme versorgt. Ein verbreiteter Gebäudetyp in diesem Gebäudebestand sind MFH mit sechs Wohnungen, die zwischen 1960 und 1970 erbaut wurden (**Bild 1**).

Bei diesen Gebäuden wurden bereits einige Sanierungsmaßnahmen durchgeführt, wie zuletzt eine Fassadensanierung (Aufbringen zusätzlicher Dämmung) im Jahr 2020. Nach der Fassadensanierung konnte festgestellt werden, dass der Fernwärmeverbrauch nicht in dem Maße wie erwartet sank und sich die Veränderungen des Fernwärmeverbrauchs bei mehreren baugleichen Gebäuden merklich unterscheiden. Da das wesentliche Unterscheidungsmerkmal die in den Gebäuden lebenden Personen sind, die sich sowohl in ihrer Anzahl als auch ihren soziodemografischen Eigenschaften unterscheiden, ergibt sich die Fragestellung, welche Rolle das Nutzendenverhalten bei der Umsetzungseffizienz der Fassadensanierung spielt. Dabei ist das Nutzendenverhalten zwar ein wesentlicher, aber nicht der einzige Faktor, der die Umsetzungseffizienz einer Sanierungsmaßnahme beeinflusst, was im Folgenden erläutert wird.

Energy Performance Gap – Ursachen

Die Ursachen der Energy Performance Gap sind vielfältig. In einer Literaturanalyse wurden 33 Gründe für die Phasen Planung/Simulation, Bau und Inbetriebnahme sowie Betrieb identifiziert [4]. Darunter fallen beispielsweise falsche Annahmen, Überdimensionierung und ungeeignete Parameter bei Planung/Simulation; mangelnde Erfahrung/fehlendes Wissen, qualitativ schlechte Bauausführung und Materialfehler bei Bau und Inbetriebnahme sowie Nutzendenverhalten und Fehler in der Anlagensteuerung im Betrieb. Aufgrund ihrer Vielschichtigkeit kann die Energy Performance Gap nur schwer vollumfänglich bestimmt werden. Für die folgenden Betrachtungen bei den vier MFH der GWG Reutlingen wird nur die Phase Betrieb betrachtet.

Methodik und Datengrundlage

Berechnung der eingesparten Raumwärmeenergie

Für jedes Gebäude liegen der Fernwärme- und Trinkwarmwasserverbrauch für die Jahre 2019 (vor der Sanierung), 2020 (während der Sanierung) und 2021 (nach der Sanierung) als Endenergiedaten vor. Aus der Differenz zwischen Fernwärme- und Trinkwarmwasserverbrauch ergibt sich der Raumwärmeverbrauch, woraus sich durch Berücksichtigung einer Witterungsberreinigung [6] und Nutzungsgraden für Fernwärmeübergabe und Wärmeverteilung die Zielgröße Raumwärme-Nutzenergie ergibt. Die jährliche Einsparung der Raumwärme-Nutzenergie ergibt sich aus der Differenz dieser Größe bezüglich 2019 und 2021.

Wirtschaftliche Bewertung

Ausgangspunkt für die wirtschaftliche Bewertung ist die jährliche Einsparung der Raumwärme-Nutzenergie in Verbindung mit dem Arbeitspreis der Fernwärme sowie die Investitionsausgaben für die Sanierung. Unter Anwendung der Kapitalwertmethode kann durch die Verrechnung der initialen Investitionsausgaben

Annahmen	
Kalkulationszinssatz [%]	3 ¹⁾
Betrachtungszeitraum [a]	40 ²⁾
Annuitätenfaktor	0,0433 ³⁾
Spezifische Investitionsausgaben (energiebedingte Mehrkosten, 16 cm Dämmung) [€/m ² _{Fassadenfläche}]	75,56 ⁴⁾
Preisänderungsrate Fernwärme [% p.a.]	
2020, 2021	0 ⁵⁾
2023	200 ⁶⁾
ab 2024	2 ⁷⁾
Rahmendaten	
Wohnfläche [m ²]	384
Fernwärmepreis (netto) – Arbeit und CO ₂ 2022 [Ct/kWh]	5,459 ⁶⁾

¹⁾ [7]; ²⁾ [8]; ³⁾ errechnet; ⁴⁾ [9]; ⁵⁾ Preis 2022 gegeben; ⁶⁾ Aussage GWG RT; ⁷⁾ Annahme
Tabelle 1 Annahmen und Rahmendaten für die wirtschaftliche Bewertung der Fassadensanierung.

mit den barwertigen jährlichen Kosteneinsparungen durch den sanierungsbedingten Rückgang der Raumwärme-Nutzenergie der Kapitalwert der Sanierungsmaßnahme berechnet werden. Weiterhin lässt sich die dynamische Amortisationsdauer berechnen. Neben diesen beiden absoluten und fallspezifischen Größen werden zudem die Gestehungskosten der eingesparten Raumwärmeenergie als Verhältnis von Kapitalwert und den barwertigen Einsparungen an Raumwärme-Nutzenergie über den Betrachtungszeitraum ermittelt. **Tabelle 1** zeigt die verwendeten Annahmen und die bekannten Rahmendaten.

Bei den Investitionsausgaben für die Fassadensanierung kann zwischen Vollkosten und energiebedingten Mehrkosten unterschieden werden. Die Differenz entspricht den sogenannten Sowieso-Kosten, denen die Kostenbestandteile für die ohnehin erforderliche Instandsetzung der Fassade zugeordnet werden [10]. Für die wirtschaftliche Bewertung der Fassadensanierung werden als Investitionsausgaben nur die energiebedingten Mehrkosten herangezogen, da nur aus diesen die Energieeinsparung bei der Raumwärme-Nutzenergie resultiert.

Ergebnisse

Der Fokus der Ergebnisauswertung soll weniger auf der absoluten Energy Performance Gap liegen, sondern vielmehr auf den relativen Unterschieden zwischen den vier MFH. Daher wird die tatsächlich eingesparte Raumwärme-Nutzenergie betrachtet.

Um den Einfluss des Nutzendenverhaltens auf den Raumwärmeverbrauch nach einer Fassadendämmung zu untersuchen, wird neben dem spezifischen Raumwärmeverbrauch auch die Anzahl der Bewohnerinnen und Bewohner betrachtet (**Bild 2**).

Aus Bild 2 geht hervor, dass die Raumwärme-Nutzenergie-Einsparung umso größer ist, je höher der spezifische Raumwärmeverbrauch vor der Fassadensanierung war. Dies ist eine erwartbare Entwicklung, die auch unabhängig von der Bewohnerzahl gilt. Das unterschiedliche Nutzendenverhalten zeigt sich in zweierlei Hinsicht: Zum einen erfüllt MFH 2 die eben beschriebene Korrelation nicht. Die Umsetzungseffizienz der Sanie-

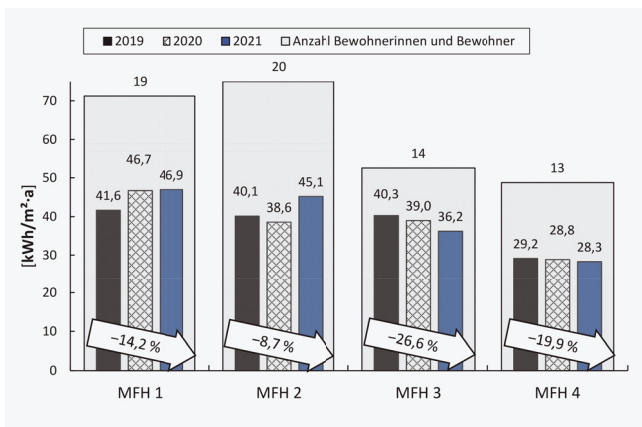


Bild 2 Spezifischer Nutzenergieverbrauch Raumwärme (witterungs-bereinigt) je Mehrfamilienhaus (MFH) vor, während und nach der Sanierung (eigene Darstellung).

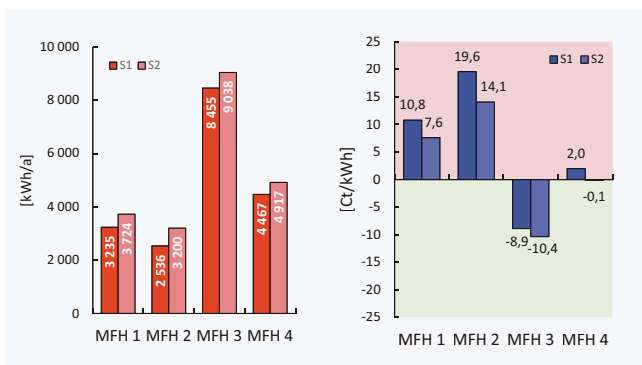


Bild 3 Mittlere jährliche Einsparung der Raumwärme-Nutzenergie (links) sowie Gesteungskosten der eingesparten Raumwärmeenergie der Fassadensanierung für zwei Szenarien (S1 und S2; siehe Tabelle 2; eigene Darstellung).

Szenario 1 (S1)	Szenario 2 (S2)
Konstanter Raumwärmeverbrauch über 40 Jahre, ausgehend vom ermittelten Wert für 2021	2021: ermittelter Raumwärmeverbrauch 2021
	2022: Raumwärmeverbrauch 2021, verringert um 5 % (Annahme für den Effekt an erhöhten Einsparbemühungen vor dem Hintergrund des Ukrainekriegs)
	Ab 2023: Mittelwert der Jahre 2021 und 2022, also um 2,5 % verringerter Raumwärmeverbrauch bezogen auf den Wert 2021

Tabelle 2 Charakterisierung der Szenarien für die Entwicklung der jährlichen Einsparung an Raumwärme-Nutzenergie nach Umsetzung der Fassadensanierung.

ring ist hier im Vergleich zu den anderen drei MFH deutlich schlechter und die Energy Performance Gap besonders groß. Zum anderen unterscheiden sich die absoluten Zahlen des spezifischen Raumwärmeverbrauchs, der sich bei baugleichen Gebäuden und gleichem Nutzendenverhalten nicht merklich unterscheiden dürfte. Da sich die einzelnen Bewohnerinnen und Bewohner nicht gleich verhalten, können aus der Wohnendenzahl keine korrelativen Rückschlüsse gezogen werden.

Betrachtet man den Einfluss des Nutzendenverhaltens auf die Wirtschaftlichkeit der Sanierungsmaßnahme zur Fassadendämmung, ist die absolute Einsparung der Raumwärme-Nutzenergie entscheidend. Für diese und deren zukünftige Entwicklung über den Betrachtungszeitraum von 40 Jahren werden zwei Szenarien betrachtet, die der Unsicherheit der Entwicklung des Jahres-Raumwärmeverbrauchs Rechnung tragen sollen und in **Tabelle 2** charakterisiert werden.

Die gemessenen Veränderungen des Raumwärmeverbrauchs bei den vier MFH zwischen 2019 und 2021 (vor und nach dem Jahr der Sanierung) unterscheiden sich deutlich.

Bild 3 (links) zeigt für Szenario 1 (S1) und Szenario 2 (S2) die mittlere, jährliche Einsparung der Raumwärme-Nutzenergie.

Die Unterschiede zwischen den MFH sind hier noch größer, da gilt: Je höher der spezifische Raumwärmeverbrauch vor der Sanierung, desto höher die prozentuale Raumwärmeeinsparung (Bild 2). Somit führt 1 % Raumwärmeeinsparung zu umso mehr absoluter Raumwärmeeinsparung, je höher der spezifische Raumwärmeverbrauch vor der Sanierung war. Vergleicht man MFH 2 und MFH 3, liegt ein Faktor 3,3 (S1) beziehungsweise 2,8 (S2) zwischen der absoluten jährlichen Einsparung an Raumwärme-Nutzenergie. Dies führt dazu, dass sich die Wirtschaftlichkeit bei den vier MFH erheblich unterscheidet (Bild 3, rechts). Die Wirtschaftlichkeit wird anhand der Gesteungskosten der eingesparten Raumwärmeenergie charakterisiert, die sich für eine Maßnahme zur Energieeinsparung nach Gleichung 1 in Anlehnung an [11] ergeben.

Gesteungskosten der eingesparten Raumwärmeenergie =

$$= \frac{\text{Kapitalwert}}{\text{barwertige Raumwärmeeinsparung}} = \frac{\text{Kapitalwert} \cdot \text{Annuitätenfaktor}}{-\text{jährliche Raumwärmeeinsparung}} \quad (1)$$

Unter Verwendung der in Tabelle 1 beschriebenen Daten ist die Fassadensanierung für beide Szenarien lediglich bei MFH 3 wirtschaftlich (Gesteungskosten der eingesparten Raumwärmeenergie < 0). Die Wirtschaftlichkeitsschwelle liegt bei einer mittleren, jährlichen Raumwärmeeinsparung von etwa 4890 kWh (S1). Bei MFH 4 macht die Wahl des Szenarios einen Unterschied: In S2 mit der höheren mittleren, jährlichen Einsparung an Raumwärme-Nutzenergie wird die Wirtschaftlichkeitsschwelle gerade überschritten. Bei MFH 1 und MFH 2 sind die Sanierungsmaßnahmen eindeutig unwirtschaftlich, da die notwendige Einsparung an Raumwärme-Nutzenergie nicht erreicht wird.

Fazit und Ausblick

Die Ergebnisse zeigen, dass das unterschiedliche Nutzendenverhalten und mögliche weitere Einflussfaktoren auf die Energy Performance Gap die Wirtschaftlichkeit einer Fassadensanierung stark beeinflussen. Ist die erzielte Raumwärmeeinsparung zu gering, ergeben sich statt Kosteneinsparungen Mehrkosten, die sich bezogen auf die Kilowattstunde als positive Gesteungskosten der eingesparten Raumwärmeenergie ausdrücken. Somit ist zur Bewertung der Rolle des Nutzendenverhaltens bei mehreren vergleichbaren Gebäuden der relative Unterschied der Energy Performance Gap aussagekräftig. Für eine genauere Bestimmung der quantitativen Auswirkungen des Nutzendenverhaltens auf den Raumwärmeverbrauch müssten die einzelnen Wohneinheiten in

den MFH betrachtet werden. Dazu wäre eine Messung der Temperaturen in den Räumen und die Erfassung des Lüftungsverhaltens (zum Beispiel durch Ermittlung der Luftwechselrate) nötig.

Beim Fernwärmepreis müssen Annahmen oder Prognosen miteinbezogen werden, wobei die Berücksichtigung außergewöhnlicher Preisänderungsraten wie sie vor allem 2023 auftreten einen entscheidenden Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit haben. Die vier betrachteten MFH sind trotz der Unterschiede in einem ähnlichen energetischen Zustand. Eine bestimmte absolute jährliche Energieeinsparung an Raumwärme ließe sich bei Gebäuden in einem schlechteren energetischen Zustand deutlich leichter erreichen, da ein geringerer prozentualer Rückgang des Raumwärmeverbrauchs erforderlich wäre.

Zur Vermeidung unwirtschaftlicher Sanierungen ist es aus Sicht von Wohnungsunternehmen von Vorteil, den Raumwärmeverbrauch der MFH systematisch zu erfassen. Weiterhin kann eine Sanierungsmaßnahme zunächst für wenige typische Gebäude als Pilotprojekt umgesetzt und umfänglich in einer ähnlich der hier vorgestellten Art und Weise analysiert werden, um abzuschätzen, unterhalb welches spezifischen Raumwärmeverbrauchs eine bestimmte Sanierungsmaßnahme voraussichtlich unwirtschaftlich sein wird. Die Kombination einer Sanierungsmaßnahme der Gebäudehülle mit dem Einsatz kontrollierter Lüftung kann die Wirtschaftlichkeit des Maßnahmenbündels verbessern, da neben der Verringerung der Transmissionswärmeverluste auch die Lüftungswärmeverluste vermindert werden. Gleichwohl sollte auch für Gebäude, bei denen für eine einzelne Sanierungsmaßnahme eine Unwirtschaftlichkeit ermittelt wurde, eine Umsetzung in Erwägung gezogen werden, da damit positive Effekte in Bezug auf andere Modernisierungsmaßnahmen erreicht werden können. So wird beispielsweise die Heizlast gesenkt, was häufig die Voraussetzung für den Einsatz von Wärmepumpen ist. ■

HINWEIS

Der Beitrag ist als Teil des Projekts „Klima-RT-Lab“, gefördert vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst (MWK) des Landes Baden-Württemberg, entstanden.

Literatur

- [1] EU-Einigung zur Energieeffizienz von Gebäuden. Online-Artikel vom 8.12.2023, <https://www.sciencemediacenter.de/alle-angebote/rapid-reaction/details/news/eu-einigung-zur-energieeffizienz-von-gebaeuden>, zuletzt abgerufen am 17.1.24.
- [2] Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena): dena Gebäudereport 2023. Erscheinungsdatum November 2022, <https://www.dena.de/newsroom/publikationsdetailansicht/pub/dena-gebaeudereport-2023/>, zuletzt abgerufen am 28.11.23.
- [3] GdW Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e. V.: GdW Jahresstatistik 2020 – Ausgewählte Ergebnisse. Erscheinungsdatum Juli 2021, <https://www.gdw.de/media/2021/07/gdw-kompakt-gdw-jahresstatistik-2020.pdf>, zuletzt abgerufen am 28.11.23.
- [4] Zou, P. X.; Xu, X.; Sanjayan, J.; Wang, J.: Review of 10 years research on building energy performance gap: Life-cycle and stakeholder perspectives. *Energy and Buildings*, vol. 178 (2018), pp. 165-181, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.08.040>.
- [5] Cozza, S.; Chambers, J.; Brambilla, A.; Patel, M. K.: In search of optimal consumption: A review of causes and solutions to the Energy Performance Gap in residential buildings. *Energy and Buildings*, vol. 249 (2021), p. 111 253, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111253>.
- [6] Institut Wohnen und Umwelt (IWU): Gradtagszahlen Deutschland. MS-Excel-Anwendung (21.6.2023, 26 MB, Daten bis Dezember 2022), <https://www.iwu.de/publikationen/fachinformationen/energiebilanzen/#c205>, zuletzt abgerufen am 28.11.23.
- [7] Bienert, S.; Groh, A. M.: Klimaneutralität vermieteter Mehrfamilienhäuser – Aber wie? Universität Regensburg, Regensburg, 16. Mai 2022, <https://epub.uni-regensburg.de/52267/>, zuletzt abgerufen am 28.11.23.
- [8] Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB): Nutzungsdauern von Bauteilen. Stand vom 22.2.2017, <https://www.nachhaltigesbauen.de/austausch/nutzungsdauern-von-bauteilen>, zuletzt abgerufen am 28.11.23.
- [9] Koch, T.; Achenbach, S.; Müller, A.: Anpassung der Kostenfunktionen energierelevanter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Altbauten auf das Preisniveau 2020. Werkstattbericht (korrigierte Fassung vom 19.4.2021), IWU, Darmstadt, 2021, https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/werkstattbericht/2021_IWU_KochEtAl_Werkstattbericht-Anpassung-Kostenfunktionen-2020.pdf, zuletzt abgerufen am 28.11.23.
- [10] Hinz, E.: Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Altbauten – Endbericht. IWU, Darmstadt, 2015, https://www.iwu.de/fileadmin/publikationen/handlungslogiken/2015_IWU_Hinz_Kosten-energierelevanter-Bau-und-Anlagenteile-bei-der-energetischen-Modernisierung-von-Altbauten.pdf, zuletzt abgerufen am 28.11.23.
- [11] Streicher, K. N.; Parra, D.; Buerer, M. C.; Patel, M. K.: Techno-economic potential of large-scale energy retrofit in the Swiss residential building stock. *Energy Procedia*, vol. 122 (2017), pp. 121-126, <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.07.314>, zuletzt abgerufen am 28.11.23.



M.Sc.
Tim Schaffitzel

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart

tim.schaffitzel@ier.uni-stuttgart.de

Foto: IER



Prof. Dr.-Ing.
Markus Blesl

Abteilungsleiter Systemanalytische Methoden und Wärmemarkt am IER der Universität Stuttgart

markus.blesl@ier.uni-stuttgart.de

Foto: IER

M.Sc.
Ulrich Kemmler

Projektleiter Energiemanagement & Dekarbonisierung bei der HBG – Heizwerkbetriebsgesellschaft Reutlingen mbH

Dipl.-Ing (FH)
Uwe Klingler

Betriebsleiter bei der HBG

LL.B
Raphael Grübel

Kaufmännischer Leiter bei der HBG

Kann sich die Energiewirtschaft bis 2030 neu erfinden?

Dekarbonisierung stärker vorantreiben

Die weltweite Pandemie war gut zwei Jahre lang für alle Branchen das bestimmende Thema. Die Energiewirtschaft stand zu dieser Zeit vor der Herausforderung, die Einführung von neuen Arbeitsmodellen zu forcieren und gleichzeitig die für die gesamte Gesellschaft lebenswichtige Energieversorgung ohne Abstriche zu gewährleisten. Währenddessen ist jedoch ein anderes wichtiges Thema in den Hintergrund getreten: die Dekarbonisierung.

In vielen Fällen waren diese neuen Entwicklungen längst überfällig, nicht zuletzt, da sich daraus deutliche Vorteile hinsichtlich Effizienz und Rentabilität ergaben. Umso mehr werden diese aus der Not heraus geborenen Investitionen langfristige Vorteile mit sich bringen, da sie den Energie- und Versorgungsunternehmen eine größere betriebliche und organisatorische Flexibilität ermöglichen.

Emissionsziele können nicht warten

Mit dem Pariser Abkommen haben sich die unterzeichnenden Mitgliedsstaaten verpflichtet, den globalen Temperaturanstieg auf 1,5 °C zu begrenzen. In der Europäischen Union sind die Mitgliedsstaaten darüber hinaus gesetzlich verpflichtet, die Treibhausgas-(THG)-Emissionen um 40 % gegenüber dem Stand von 1990 zu senken. Dieses ehrgeizige Ziel soll bis 2030 in „trockenen Tüchern“ sein – und damit bleiben Stand jetzt nur noch gut sechseinhalb Jahre, um jeden Aspekt der Energiewirtschaft so radikal zu verändern, dass die vorgeschriebenen Einsparungen erreicht werden können.

Radikaler Umschwung nötig

In den Jahren vor dem Beginn der Pandemie, die das globale Wirtschaftswachstum zum Großteil zum Stillstand brachte, hatte die Energiewirtschaft erhebliche Fortschritte bei der Nutzung erneuerbarer Energien und damit der



Die Erzeugung von grünem Stahl mittels Wasserstoff ist die Zukunft der Schwerindustrie.
Foto: PantherMedia/Fibonacci

Minderung der Kohlenstoffdioxidemissionen gemacht.

Der Angriff Russlands auf die Ukraine und die darauffolgenden Embargos für die Einfuhr von russischem Gas und Öl nach Europa trafen Deutschland – als größten Abnehmer von Gas – hart. Die Entscheidung der deutschen Regierung, trotzdem die verbleibenden Kernkraftwerke abzuschalten, wurde gemischt aufgenommen. Einerseits Freude bei den Atomkraftwerksgegnerinnen und -gegnern, andererseits Bedenken, da der Einsatz von Kohlekraftwerken verstärkt wird und diese möglicherweise bis ins Jahr 2025 für die Stromerzeugung genutzt werden sollen.

Allerdings gibt es ein Problem: Um die Ziele des Pariser Abkommens zu erreichen, muss der Energieverbrauch um 66 % im Vergleich zu 1990 sinken – und

gleichzeitig wird prognostiziert, dass die globale Nachfrage nach Energie bis mindestens 2040 jedes Jahr um 1,3 % steigen wird. Allein in Deutschland blieb laut Statistischem Bundesamt (Destatis) der Energieverbrauch der Industrie 2021 auf einem ähnlichen Niveau wie 2012 – und das, obwohl einige Branchen wie der Maschinenbau ihren Bedarf seither um über 10 % senken konnten [1]. Selbst im Pandemiejahr 2020 war nur ein Gesamttrückgang um 1,9 % festgestellt worden.

Schlicht die Menge an erzeugter Energie zu verringern, ist offensichtlich keine Option. Folglich bleibt nur der Weg, Erzeugung und Verteilung umweltfreundlicher und effizienter zu machen, um Angebot, Nachfrage und Kosten auszugleichen. Erneuerbare Energiequellen erweisen sich zunehmend als rentabel. Zwar sind erhebliche Investitionen in die Erzeugung und

Verteilung erforderlich, aber die Kosten für den Betrieb von Solaranlagen sind um 80 % und die für Windräder um 40 % gesunken, sodass diese erneuerbaren Alternativen gegenüber fossilen Brennstoffen mittlerweile wirtschaftlich wettbewerbsfähig sind.

Ziele für 2030 könnten verfehlt werden

Um die europäischen Ziele zur Reduzierung der Emissionen bis 2030 zu erreichen, muss die Nutzung von Solarenergie und Windkraft deutlich intensiviert werden.

Im ersten Halbjahr 2023 wurden 52,3 % des Energieverbrauchs in Deutschland durch erneuerbare Energien gedeckt. Diese Zahl bedeutet eine Steigerung um 3 Prozentpunkte im Vergleich zum ersten Halbjahr 2022. Obwohl sich der Trend also in die richtige Richtung entwickelt, steht er nicht im Einklang mit dem Ziel, bis 2030 80 % der benötigten Energie aus erneuerbaren Quellen zu beziehen.

Die beschleunigte Weiterentwicklung erneuerbarer Energien ist nicht nur eine Frage des Geldes. Aufgrund von Faktoren wie Genehmigungsverfahren oder der Aufrüstung des Stromnetzes kann die Entwicklung eines Windparks fünf bis acht Jahre dauern. Einige bewährte Verfahren – wie die Digitalisierung und die Schaffung digitaler Zwillinge – können diese Zeit um bis zu ein Drittel verkürzen.

Wasserstoff: Lösung für die deutsche Schwerindustrie?

Dabei kommt vor allem eine andere potenzielle Energiequelle für Deutschland in Frage: Wasserstoff ist für die deutsche Industrie besonders interessant, da er die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen in nicht elektrifizierbaren Sektoren wie Luftfahrt, Stahlfertigung oder Zementherstellung verringern könnte.

„Grüner Stahl“, bei dessen Herstellung Wasserstoff anstelle von Kohle oder Erdgas verwendet wird, bietet ein enormes Potenzial. Die Stahlindustrie ist aktuell für rund 8 % der globalen CO₂-Emissionen verantwortlich und grüner Stahl könnte diese Zahl um 95 % reduzieren. Erst im Juli erhielt thyssenkrupp eine Subvention in Höhe von 2,3 Mrd. €, um die Produktion von grünem Stahl an seinem Standort in Duisburg zu steigern.



Der Wechsel auf erneuerbare Energiequellen ist notwendig, um sich den EU-weiten Emissionszielen zu nähern. Grafik: PantherMedia/nils.ackermann.gmail.com

Wasserstoffproduktion in Deutschland: Beispiel Nordrhein-Westfalen

Die Region Nordrhein-Westfalen ist ein führender Standort für Wasserstofftechnologien, wobei die Regierung aktiv die Bemühungen zur Schaffung der ersten klimaneutralen Industrieregion Europas durch den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft fördert. Der jährliche Verbrauch von Wasserstoff im Land wird in den nächsten 27 Jahren vermutlich von 17 auf über 100 TWh steigen [2].

Damit einher geht unter anderem die Frage nach der Beschaffung: Um die Produktion von grünem Wasserstoff zu beschleunigen, müssen das Design und der Bau von Geräten zur Wasserelektrolyse, wie Elektrolyseure, Brennstoffzellen und Druckbehälter, optimiert werden. Dazu werden in der Regel Konzepte aus modernen intelligenten Fabriken anderer Branchen übertragen. Ein aktuelles Beispiel dafür ist das „Eyre Peninsula Gateway Project“ in Südastralien, das in Zusammenarbeit von H2U und Hexagon entwickelt wurde. Hierbei wurde der gesamte Anlagenbauprozess vollständig digitalisiert: Eine integrierte Digital-Twin-Plattform zentralisiert alle Informationen von Ingenieurwesen und Design über Finanzen bis hin zu Bau und Betrieb.

Fazit

Die Schaffung einer Wasserstoffwirtschaft ist nicht nur eine Frage der Produktion. Auch der Transport ist entscheidend für die preisliche Wettbewerbsfähigkeit sowie die Umweltauswirkungen von Wasserstoff. Bis 2030 werden schätzungsweise 50 bis 70 % des in Deutschland verbrauchten Wasserstoffs impor-

tiert, wodurch natürlich auch die Emissionen steigen.

Im Ruhrgebiet gibt es für den Transport von Wasserstoff bereits ein bestehendes Netzwerk von 240 km Pipelines, dessen Länge in den nächsten sieben Jahre verdoppelt werden soll [2]. Mithilfe einer speziellen Membrantechnologie kann Wasserstoff aus Erdgas gewonnen werden, wodurch das bestehende Erdgasnetz für den Transport von Wasserstoff genutzt werden kann und gleichzeitig die CO₂-Emissionen reduziert werden.

Und schließlich investiert das Bundesland in Wasserstoff-Brennstoffzellen-Lkw für den Güter- und Materialtransport. Zudem sollen rund 3 800 Busse mit Wasserstoff betrieben werden [2]. Um die gesetzten Emissionsreduktionsziele in Deutschland zu erreichen, sind aber noch viele weitere Maßnahmen erforderlich. ■

Literatur

- [1] Statistisches Bundesamt (Destatis): Energieverbrauch in der Industrie 2021 um 4,6 % gegenüber dem Vorjahr gestiegen. Pressemitteilung Nr. 530 vom 13.12.2022, https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2022/12/PD22_530_435.html, zuletzt abgerufen am 25.8.2023.
- [2] NRW.Global Business GmbH: Wasserstoff als Zukunftstechnologie. <https://www.nrwglobalbusiness.com/de/innovationsthemen/hydrogen>, zuletzt abgerufen am 25.8.2023.



Peter Wilson

Executive Industry
Consultant bei Hexagon
Asset Lifecycle Intelligence

peter.wilson@hexagon.com

Foto: privat

Grüner Wasserstoff wird zur Säule des Klimaschutzes

Innovative Nutzung von Biomüll

Um eine funktionsfähige und flächendeckende Wasserstoffwirtschaft voranzutreiben – von der Erzeugung bis zur dezentralen Versorgung –, legen Regierungen weltweit individuelle Wasserstoff-Strategien auf. Die aufwendigen Verfahren zur Wasserstoff-Gewinnung und die daraus resultierenden hohen Kosten bremsen eine schnelle Verbreitung noch aus. Die elektrochemische Wasserstoffseparations-Technologie der Münchner Siqens GmbH stellt eine kostengünstige Alternative dar.

Grüner Wasserstoff ist eine tragende Säule der künftigen Energieversorgung. Er ist ein idealer Energieträger, kann sauber verbrannt, einfach transportiert und langfristig gespeichert werden.

Grüner Wasserstoff gilt als Hoffnungsträger für die sichere und flächendeckende Energieversorgung der Zukunft. Diese Einschätzung unterstreichen zahlreiche Initiativen, die weltweit mit enormen öffentlichen Mitteln gefördert werden. Deutschland baut mit der Nationalen Wasserstoffstrategie auf den breiteren Einsatz von grünem Wasserstoff. Milliardenschwere Fördermittel sollen die Entwicklung praxistauglicher Lösungen vorantreiben. Ziel ist, bis 2027/2028 ein Leitungsnetz mit einer Länge von rund 1 800 km einzurichten. Bis 2030 sollen die Wasserstoffkapazitäten auf 10 GW ausgebaut und jährlich 10 Mio. t grüner Wasserstoff erzeugt werden. Zur Unterstützung der EU-Wasserstoffstrategie wurde die „European Clean Hydrogen Alliance“ ins Leben gerufen, um europaweit Investitionsprojekte entlang der Wasserstoffwertschöpfungskette identifizieren zu können.

Breites Farbspektrum für Wasserstoff

Wasserstoff kann ohne Emissionen verbrannt, einfach transportiert und gut



Foto: PantherMedia/Banchaphoto

gespeichert werden. Die Einsatzmöglichkeiten von grünem Wasserstoff sind vielfältig: industrielle Anwendungen, Einsatz im Verkehr, im Katastrophenschutz und natürlich im privaten Umfeld. Aktuell basiert die Produktion von Wasserstoff allerdings noch zu 95 bis 98 % auf fossiler Energie. Am weitesten verbreitet ist die Dampfreformierung (Steam Methane Reforming, SMR). Sie erzeugt den sogenannten grauen Wasserstoff, bei dem jedoch das klimaschädliche CO₂ anfällt. Mit Technologien zur Kohlenstoffabscheidung und -speicherung (Carbon Capture and Storage, CCS) kann das CO₂ abgetrennt

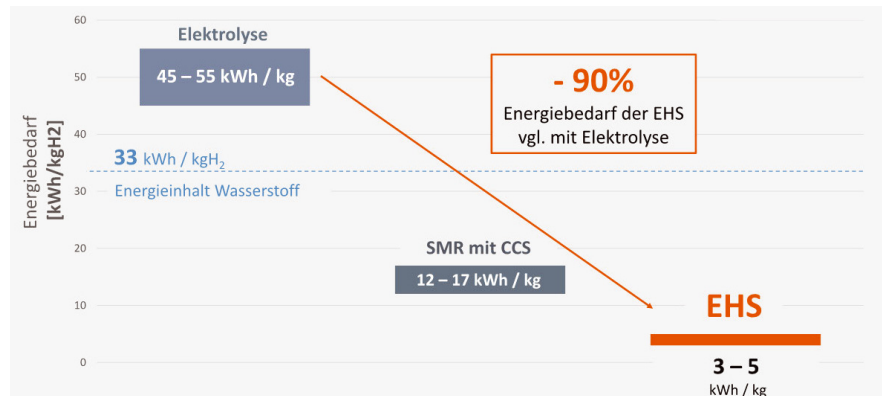
werden, und der graue wird zum blauen Wasserstoff. Für die Produktion von braunem Wasserstoff wird Kohle eingesetzt, was wenig umweltfreundlich ist. Der rote oder pinke Wasserstoff wird mittels Kernenergie erzeugt. Das produziert zwar kein CO₂, allerdings wird mit Uran eine fossile und nicht erneuerbare Ressource verbraucht. Umstritten ist gelber Wasserstoff, der durch eine Mischung aus erneuerbaren Energien und fossilen Brennstoffen hergestellt wird. Weißer Wasserstoff schließlich entsteht als Abfallprodukt aus diversen anderen chemischen Verfahren.

Das Etikett „klimafreundlich“ verdienen nur Wasserstoffe, die ohne fossile Energieträger auskommen und emissionsfrei sind. Dazu zählen grüner, mit Einschränkungen auch orangener und türkiser Wasserstoff. Grüner Wasserstoff entsteht durch Elektrolyse von Wasser und unter Einsatz von Ökostrom, der als klimafreundlich eingestuft wird. Bioenergie, die meist aus Abfällen und Reststoffen entsteht, sorgt als Energiequelle für die Erzeugung von orangenem Wasserstoff. Türkiser Wasserstoff wiederum ist das Resultat einer thermischen Spaltung von Methan. Hier entsteht anstelle von CO₂ fester Kohlenstoff. Damit die Produktion dennoch CO₂-neutral bleibt, müssen erneuerbare Energien verwendet und der Kohlenstoff dauerhaft gebunden werden.

Grüner Wasserstoff steht in den Startlöchern

Wirklich umweltfreundlich ist jedoch allein der grüne Wasserstoff, dessen Produktion derzeit überwiegend auf der Elektrolyse basiert. Die energetische und wirtschaftliche Bilanz dieses Verfahrens ist allerdings ernüchternd. Für die Herstellung von 1 kg Wasserstoff werden rund 50 kWh benötigt, 50 % mehr als im Wasserstoff enthalten sind. Zudem hat diese Technologie – nach Einschätzung von Fachkreisen – hinsichtlich ihres Wirkungsgrads ihren Zenit überschritten, ist zudem kaum noch entwicklungsfähig.

Das bremst die breite Nutzung von grünem Wasserstoff aus. Umso notwendiger ist es, alternative Technologien zu nutzen. Das Münchner Unternehmen Siquens setzt deshalb auf die elektrochemische Wasserstoffseparations-Technologie (Electrochemical hydrogen separation, EHS). Sie erlaubt die Erzeugung von Wasserstoff aus erneuerbaren Rohstoffen wie grünem Methanol und Biogas oder die Abscheidung von Wasserstoff aus Erdgas. Die bestehende Gasinfrastruktur wäre als Speicher- und Transportmedium für Wasserstoff gut geeignet. Alternativ bietet sich mit EHS auch die Gewinnung von Wasserstoff aus Biomasse und nicht biogenen Abfällen an. Schon heute ist es möglich, Wasserstoff aus verschiedenen Abfallströmen zu gewinnen. EHS kann zusammen mit einem davor geschalteten Reformer den anfänglich molekular gebundenen Wasserstoff aus Feedgasen wie Biomethan separieren und abtrennen. Für Siquens ist die elektrochemische Wasser-



Vergleich verschiedener Wasserstoffherstellungsverfahren in Bezug auf den Energieverbrauch pro Kilogramm Wasserstoff (SMR=Steam Methane Reforming, CCS=Carbon Capture and Storage, EHS=Electrochemical hydrogen separation). Grafik: Siquens

stoffabscheidung die Antwort auf die zentralen Herausforderungen einer kostengünstigen Wasserstoffinfrastruktur, der Wasserstoffherzeugung vor Ort oder der Erschließung ungenutzter Wasserstoffressourcen.

Das EHS-Verfahren als neue Form der Energieerzeugung

Das EHS-Verfahren produziert durch die Separation, Reinigung und Aufbereitung Wasserstoff aus natürlichen Reservoiren. Natürlicher Wasserstoff kommt in Verbindung mit anderen Gaskomponenten wie Methan, Stickstoff, Kohlendioxid und Helium in Gaslagerstätten vor. EHS trennt diesen hochrein ab. Er kann daher zur Stromerzeugung in allen Brennstoffzellen, in Gasturbinen oder zur chemischen Nutzung eingesetzt werden.

Auch lokal verfügbare regenerative Ressourcen wie Biogas, Methanol oder Methan lassen sich für das Verfahren nutzen. Sie alle enthalten Wasserstoffatome, die chemisch mit Kohlenstoff, Sauerstoff und anderen Atomen verbunden sind. Grundsätzlich besteht sogar die Möglichkeit, Wasserstoff aus Abfallströmen zu gewinnen. Dazu gehören beispielsweise Biomassen sowie nicht biogenen Siedlungs- und Industrieabfälle. Das EHS-Verfahren erlaubt zudem die Gewinnung von Wasserstoff aus natürlichen Reservoiren. Je nach dem Volumen der Wasserstoff-Konzentration im Feedgas, liegt der Energiebedarf zur Herstellung von 1 kg Wasserstoff mit EHS bei lediglich 3 bis 5 kWh, also rund einem Zehntel des Energieinhaltes des Wasserstoffs. Mit dem EHS-Verfahren sinkt der Energiebedarf gegenüber der Elektrolyse um rund 90 % je Kilogramm Wasserstoff.

Zusammen mit einem davor geschalteten Reformer lässt sich der anfänglich molekular gebundene Wasserstoff aus Feedgasen wie Biomethan separieren und abtrennen. Bei dem Reformer handelt es sich um eine separate Apparatur, die – vereinfacht dargestellt – aus $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2$ und CO_2 macht. Wie aus nahezu jedem Gasgemisch aus H_2 und CO_2 lässt sich zum Beispiel $\text{He} + \text{H}_2$ und dann das H_2 extrahieren.

Das EHS-Verfahren eröffnet der Wasserstoffwirtschaft neue Perspektiven: So wären Müllberge künftig als Energiequelle nutzbar. Das macht den meist unerwünschten Müllexport überflüssig, da hier Kapital und eine wertvolle Ressource verschenkt würden. Aktuell sehen vor allem Staaten aus dem asiatisch-pazifischen Raum in der EHS-Technologie eine kostengünstige Möglichkeit, die Wasserstoff-Separation aus Erd- und Stadtgas sowie zur Reinigung von Wasserstoff aus anderen Quellen anzuwenden. Siquens erwartet, dass die Wirtschaftlichkeit, die Möglichkeit zur Nutzung von Müll und der Einsatz lokaler Ressourcen wie Biogas das EHS-Verfahren so attraktiv machen, dass bald weitere Länder folgen werden. ■



Dr.
Thomas Klauke

Chief Executive Officer
der Siquens GmbH

klauke@siqens.de

Foto: Siquens

Eine norwegische Technologie als Gamechanger

Einsatz von Aluminium in der Automobilindustrie

Immer mehr Automobilhersteller wollen bis 2050 komplett CO₂-neutral sein. Der norwegische Aluminiumkonzern Norsk Hydro ASA bietet mit seiner „HyForge“-Technologie die Möglichkeit, eine gesamte Stufe aus dem Produktionsprozess für Schmiedeteile bei Automobilkomponenten zu entfernen. Zudem baut das Unternehmen den Anteil des Post-Consumer-Schrotts bei der Produktion von Aluminiumbolzen immer weiter aus. Dadurch wird die Herstellung effizienter und umweltfreundlicher.

In der Europäischen Union werden ab 2035 nur noch Pkw und leichte Nutzfahrzeuge als Neuwagen zugelassen, die keine direkten Emissionen ausstoßen. Werkstoffe und die gesamte Lieferkette der Automobilhersteller stehen damit auf dem Prüfstand.

Der rasante Antriebswandel hin zur Elektromobilität hat den Einsatz von Aluminium in der Automobilherstellung schon jetzt in die Höhe schnellen lassen. Aluminiumteile können bis zu 40 % leichter sein als Stahl, und so ersetzen Autohersteller immer mehr Stahl durch Aluminiumkomponenten. Schließlich verbraucht ein leichteres Fahrzeug weniger Kraftstoff und stößt damit weniger CO₂ aus. Bei Elektroautos erhöht sich die Reichweite, je leichter das Fahrzeug ist.

Aluminium auf dem Vormarsch

Eine von European Aluminium in Auftrag gegebene und von Ducker Carlisle durchgeführte Studie [1] von April 2023 zeigt, dass die durchschnittliche Menge an Aluminium, die in europäischen Autos verwendet wird, um 18 % von 174 kg im Jahr 2019 auf 205 kg im Jahr 2022 gestiegen ist. Die Studie geht davon aus, dass dieser Trend anhalten wird und der durchschnittliche Aluminiumgehalt im Jahr 2030 256 kg pro Fahrzeug beträgt. Große Automobilhersteller wie Tesla, Jaguar, Land Rover, Porsche, Mercedes-Benz, Audi und BMW setzen schon heute auf hoch entwickelte Aluminium-Kompo-



HyForge-Produktionslinie in der Hydro Aluminium Gießerei Rackwitz. Foto: Marco Prosch/Hydro

ponenten. Einmal mehr trägt der Einsatz von Aluminium zur Reduzierung von Treibhausgasen im Produktionsprozess bei, wenn das Material mit sauberer Energie hergestellt wird.

Der norwegische Aluminiumkonzern Norsk Hydro ASA, nach eigenen Angaben einer der größten Aluminiumhersteller der Welt, produziert Aluminium fast ausschließlich mit erneuerbarer Energie. Zudem bietet das Unternehmen verschiedene recycelte Aluminiumprodukte an. Aluminium kann unendlich oft wiederverwendet werden und behält dabei alle seine Eigenschaften bei. Wird Aluminium

aus Aluminiumschrott gewonnen, werden 95 % weniger Energie verbraucht als bei der Herstellung von Primäraluminium.

Die kohlenstoffarmen Aluminiumprodukte von Hydro haben einen CO₂-Fußabdruck von weniger als 4 kg CO₂-Äquivalenten (CO₂e) pro Kilogramm Aluminium. An den deutschen Autohersteller Mercedes-Benz liefert das Unternehmen sogar Aluminium mit einem Fußabdruck von weniger als 3 kg CO₂e/kg, sogenanntes „Hydro Reduxa 3.0“, das in einer Reihe von Mercedes-Benz-Modellen, einschließlich deren EQ-Modellen, eingeführt wird. Weltweit liegt der

CO₂-Fußabdruck bei durchschnittlich 16,7 kg CO₂e pro Kilogramm Aluminium.

Beim recycelten Aluminium beträgt der Fußabdruck 5,7 kg CO₂e/kg. Mit Produkten, die nur ein Viertel des Branchendurchschnitts ausstoßen, ist Hydro bereits jetzt Vorreiter in Sachen Klimaschutz. Bis 2030 will das Unternehmen seine CO₂-Emissionen um 30 % senken und nahezu emissionsfreie Produkte im industriellen Maßstab liefern.

Optimierung des Produktionsprozesses mit Aluminium-Bolzen

Da Aluminium zu einem derart wichtigen Rohstoff der Automobilbranche wird, ist es einmal mehr von Interesse, das Material entsprechend optimal einzusetzen. Derzeit besteht eine Produktionslinie für Autoteile aus mehreren Produktionsschritten, darunter Gießen, Wärmebehandlung, Strangpressen (Extrusion) und dem anschließenden Schmiede-/Formprozess.

So ist es in der Industrie bisher beispielsweise bei der Herstellung von Aufhängungskomponenten üblich, extrudierte Bolzen zu verwenden, also Bolzen, die mittels eines Druckumformverfahrens hergestellt werden. Dies ist ein kostspieliger, zeit- und energieaufwendiger Prozess, bei dem auch eine gewisse Menge an Prozessschrotten anfällt.

Norsk Hydro hat daher ein Forschungsprojekt ins Leben gerufen, das den Produktionsprozess optimieren soll. Aufgabe der beteiligten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des norwegischen Forschungsinstituts Sintef, der Forschungs- und Entwicklungsabteilung von Hydro und des Komponentenherstellers Raufoss Technology war es, die Eigenschaften von Aluminium beim Schmieden zu erforschen und herauszufinden, welche Änderungen im Produktionsprozess vorgenommen werden müssen, damit der Werkstoff beim Schmieden seine Qualität behält.

Zusätzlich zu den Laborversuchen hat das Forschenden-Team bei Raufoss Technology eine Schmiede-Produktionslinie für Aluminium-Fahrwerkskomponenten aufgebaut. Hier wurde mittels der vom Team entwickelten Niederdruckgusstechnologie (Low Pressure Casting) aus gegossenen HyForge-Bolzen ein kompletter Querlenker hergestellt, der bei Kraftfahrzeugen bei der Radaufhängung eingesetzt wird.

Der Test zeigte, dass extrudierte Aluminiumbolzen direkt durch gegossene

Bolzen ersetzt werden können. Diese können direkt zu Automobilkomponenten, beispielsweise zu Radaufhängungen, geschmiedet werden. Mit diesen HyForge-Bolzen ist es möglich, den Extrusionsschritt und den nachfolgendem Glühprozess aus dem Produktionsprozess zu eliminieren.

Neue Gusstechnologie: weniger Fehler und hochwertigere Oberfläche

Ein weiterer Vorteil der Niederdruckgusstechnologie besteht darin, dass die normalerweise auf der Barrenoberfläche auftretende Reibung während des Gießprozesses beseitigt wird, was zu einer sehr glatten Oberfläche des Bolzens führt.

Das HyForge-Material kann direkt im Schmiedeprozess verwendet werden. HyForge wird mit einem zertifizierten niedrigen CO₂-Fußabdruck gemäß dem „Hydro Reduxa 4.0“-Zertifikat geliefert und setzt damit einen neuen Standard für den CO₂-Fußabdruck bei der Aluminiumproduktion.

„Die neue Gusstechnologie führt zu weniger Fehlern und verleiht dem Rohmaterial eine hochwertige Oberflächenbeschaffenheit“, erklärt Sintef-Forscherin Siri Marthe Arbo in einem Artikel [2]. Dies sei ein Wendepunkt bei der Herstellung von Aluminium-Autokomponenten, da der Prozess ohne die Extrusionsphase sowohl schneller als auch kostengünstiger verläuft. Inzwischen wird diese Technologie im Hydro-Aluminiumwerk Husnes angewendet, dem viertgrößten Aluminiumhersteller in Norwegen.

HyForge-Produktionslinie in Aluminium-Gießerei Rackwitz in Betrieb

Im September 2023 eröffnete die Hydro Aluminium Gießerei Rackwitz GmbH, ein Tochterunternehmen des norwegischen Konzerns in Sachsen, eine HyForge-Produktionslinie mit einer Kapazität von 25 000 t Schmiedebolzen pro Jahr – zusätzlich zur aktuellen Jahresproduktion von 95 000 t Strangpressbolzen, wovon etwa 8 000 t an das benachbarte Unternehmen Hydro Extrusions Rackwitz GmbH geliefert werden. Die HyForge-Bolzen werden direkt an Kunden verkauft, die sie durch Schmieden zu Automobilkomponenten verarbeiten. Weitere Prozessschritte nach dem Gießen der

Schmiedebolzen wie Homogenisieren oder Strangpressen entfallen.

Die neue Linie umfasst eine Horizontal-Gießanlage mit vorgelagertem Zweikammer-Schmelzofen für Aluminiumrecycling, zwei Gießöfen mit Regenerativbeheizung, eine nachgelagerte Ultraschallprüfanlage sowie eine Schälmaschine.

Außerdem eröffnete das Werk einen neuen Zweikammer-Schmelzofen zur Verarbeitung von Post-Consumer-Schrott (PCS), also recyceltem Aluminiumschrott. Damit erhöht Hydro die Verarbeitung von PCS – ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur Erfüllung des Ziels, den Einsatz von Alt-Aluminiumschrott bis 2025 zu verdoppeln. Schon jetzt sind nur 10 bis 13 % des in Rackwitz verarbeiteten Aluminiums Primäraluminium.

Das Werk in Rackwitz ist ideal gelegen, um das Zentrum der Automobilindustrie rund um Leipzig zu bedienen. Zudem bietet die Region einfachen Zugang zu Quellen für Post-Consumer-Aluminiumschrott, sodass das Unternehmen in hohem Maße zur Kreislaufwirtschaft in Deutschland beitragen kann.

Hydro's HyForge-Schmiedebolzen aus den Werken Husnes in Norwegen und Rackwitz in Deutschland sind bereits bei Lieferanten (Tier 1) namhafter Automobilhersteller für die Serienherstellung von Sicherheitsteilen des Fahrwerkes qualifiziert. ■

www.hydro.com

Literatur

- [1] Ducker Research & Consulting: Aluminum Content in Passenger Vehicles (Europe) – Assessment 2022 and Outlook 2026, 2030. Public Summary, prepared for European Aluminium, April 2023, www.duckercarlisle.com/wp-content/uploads/2023/05/2023_04_Aluminum-Content-in-Cars_Ducker-study_EA-Public-Summary_Final.pdf, zuletzt abgerufen am 20.11.2023.
- [2] Egge, H.: A gamechanger for aluminium component production in the car industry. Online-Artikel vom 13.1.2023, <https://norwegianscitechnews.com/2023/01/a-gamechanger-for-aluminium-component-production-in-the-car-industry>, zuletzt abgerufen am 17.1.2024.



Jutta Falkner

Wirtschaftsjournalistin und Herausgeberin des BusinessPortals Norwegen

jutta.falkner@businessportal-norwegen.com

Foto: Falkner



Foto: PantherMedia/snapshotfreddy

Innovative und effiziente Möglichkeit zur Finanzierung von Erneuerbare-Energien-Anlagen

Tokenisierung von Photovoltaik und Wind

Die Tokenisierung bietet eine vielversprechende Möglichkeit zur Beschaffung von Kapital für die Entwicklung von neuen Windkraft- und Photovoltaik-Anlagen. Das österreichische Immobilien-Investment-Start-up Brickwise hat eine Plattform geschaffen, um eine unkomplizierte Beteiligung privater Anlegerinnen und Anleger an Green-Energy-Anlagen zu ermöglichen. Dieses innovative Modell fördert saubere Energien, unterstützt Anlagenentwickler bei der Finanzierung und steigert die Akzeptanz solcher Vorhaben bei den Bürgerinnen und Bürgern.

Die Energiewende und der Übergang zu erneuerbaren Energien sind ein elementarer Baustein um eine nachhaltige Zukunft zu sichern. Angesichts der enormen Herausforderungen, die damit einhergehen, sind erhebliche Investitionen erforderlich. Allein in der Europäischen

Union werden bis 2030 über 180 Mrd. € benötigt, um die Klimaschutzziele zu erreichen [1]. Diese Zahl verdeutlicht die Dringlichkeit und das Ausmaß der vor uns liegenden Aufgabe und die Notwendigkeit, auch private Anlegerinnen und Anleger sowie Bürgerinnen und Bürger aktiv zu beteiligen. Ein österreichisch-deutsches Start-up hat nun eine digitale

Plattform geschaffen, die unkomplizierte Beteiligungen an Windkraft- und Photovoltaik (PV)-Anlagen ermöglicht. Private Anlegerinnen und Anleger sowie Bürgerinnen und Bürger können „mit wenigen Klicks“ in Projekte investieren, um laufend von den Erträgen der Green-Energy-Anlagen zu profitieren. Anlagenentwickler wiederum profitieren von langfristigen



erleichtert dem Unternehmen die Kapitalbeschaffung. Der Anlagenbetreiber entscheidet als Inhaber der Anlage, wie viele Token die konkrete Anlage repräsentieren und wie viele Token davon schließlich an die breite Öffentlichkeit ausgegeben werden sollen. Dies kann daher auf den Fremdfinanzierungsbedarf des Anlagenbetreibers abgestimmt werden.

Eine Alternative zur Kreditfinanzierung

Aus Sicht der Anlagenentwickler stellt diese Option eine Alternative zur herkömmlichen Kreditfinanzierung und der Abhängigkeit von Zinsentwicklungen an den Finanzmärkten dar. Sie ermöglicht es Anlagenentwicklern, langfristiges Kapital durch Tokenisierung zu beschaffen und dabei maximale Flexibilität bei der Beteiligungsgestaltung und Anlagenverwaltung zu wahren. Investorinnen und Investoren hingegen profitieren von einem Gewinnanteil aus der Anlage. Auch bei bestehenden Anlagen existiert die Möglichkeit, Fremdkapital durch eine (vollständige oder partielle) Tokenisierung zu ersetzen.

Bild 1 zeigt, wie ein Eigentümer einer Erneuerbare-Energien (EE)-Anlage die Beteiligung mithilfe von Genussrechten strukturiert, sie erstmalig zum Verkauf anbietet und auf der Blockchain tokenisiert, wodurch Investorinnen und Investoren ihre Anteile nach der erstmaligen Ausgabe zum Kauf und Verkauf untereinander anbieten können. Die Nutzung der Blockchain-Technologie gewährleistet sicheren, dezentralen, transparenten und nachvollziehbaren Handel bei gleichzeitiger Kosteneffizienz.

Die Plattform ermöglicht nicht nur langfristige Kapitalbeschaffung, sondern auch die Platzierung eines kurzfristigen Nachrangdarlehens, ohne dass sich der Anlagenentwickler um den technischen oder regulatorischen Betrieb der Plattform kümmern muss.



Bild 1 Struktur und Ablauf der Tokenisierung von Wind- und Photovoltaik-Anlagen. Grafik: Brickwise

Finanzierungen und gewinnorientierten Beteiligungen. Dadurch wird die Akzeptanz bei den Bürgerinnen und Bürgern gesteigert und gleichzeitig eine von den hohen Finanzierungsanforderungen unabhängige Kapitalbeschaffung ermöglicht – eine Win-win-Situation.

Der Prozess, der diese effiziente und unkomplizierte Beteiligung ermöglicht, nennt sich „Tokenisierung“. Die Tokenisierung bezieht sich auf die digitale Abbildung realer Vermögenswerte in Form von Tokens auf einer Blockchain, wodurch sie äußerst sicher und effizient gehandelt, übertragen und nachverfolgt werden können. Diese technische Lösung bietet sowohl Anbietern als auch Käufern die nötige Transparenz und Sicherheit. Die

Nutzenden erinnert die Durchführung einer Investition, fast schon an Online-shopping. So kann mit nur wenigen Klicks nachhaltig und schnell investiert werden.

Ein Beispiel: Stellen Sie sich vor, ein Unternehmen plant den Bau eines Windparks. Dabei wird das Investitionskapital nicht von wenigen Großinvestoren aufgebracht, sondern der Windpark in Tokens aufgeteilt. Jeder Token repräsentiert einen Anteil am Windpark, den private Investorinnen und Investoren erwerben können, wobei sich dieser auch noch im Bau befinden kann. Wenn der Windpark Gewinne erzielt, erhalten die Token-Besitzenden ihren Anteil. Dies ermöglicht Bürgerinnen und Bürgern finanzielle Beteiligung und

Bürgerbeteiligungen steigern Akzeptanz und sind gefragt

Die Tokenisierung des EE-Markts ist ein wichtiges Instrument, um Privat-anlegerinnen und -anlegern leicht und flexibel zu Investitionen in diesem Sektor zu bringen und damit die erforderlichen Finanzvolumina zu erreichen. Dadurch kann auch die Akzeptanz für Wind- oder PV-Anlagen gestärkt werden.

Eine kürzlich durchgeführte Studie [2] in den Regionen Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg hat gezeigt, dass die Zustimmung zur Windkraft durch die Möglichkeit der finanziellen Beteiligung deutlich gesteigert werden kann. Stephan Sommer, Professor für Volkswirtschaftslehre an der Hochschule Bochum und Mitautor der Studie, unterstreicht den klaren Hinweis dafür, dass finanzielle Beteiligung tatsächlich einen größeren Rückhalt beim Ausbau der Windkraft zur Folge hat.

Dass ein solches Interesse in der Gesellschaft bereits vorhanden ist, zeigt auch eine aktuelle Umfrage, durchgeführt von drei österreichischen Universitäten zusammen mit Deloitte. Demnach sind 41 % der Befragten bereit, sich an Ökostromanlagen zu beteiligen, wobei die derzeitige Beteiligungsquote nur bei etwa 3 % liegt [3]. Diese Diskrepanz zwischen der Bereitschaft und der tatsächlichen Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger verdeutlicht das vorhandene Potenzial. Um dies zu erschließen, ist es von großer Bedeutung, Barrieren abzubauen und den Menschen eine effektive und einfache Beteiligung an solchen Projekten zu ermöglichen.

Brickwise-Plattform für Anlagenentwickler und Energieversorger

Eine passende technische Lösung für Anlagenentwickler bietet Brickwise. Mit der neuen Plattform „Brickwise Energy Solutions“, können nun auch Investments in Energieprojekte abgewickelt werden (Bild 2). Brickwise bringt umfangreiches Fachwissen und Erfahrungen aus der Immobilienbranche in die Tokenisierung von EE-Anlagen ein und ermöglicht Investorinnen und Investoren nun, Anteile an EE-Anlagen zu erwerben und zu handeln.

Durch die angebotene White-Label-Lösung können Energieversorger und Anlagenentwickler eine Beteiligungsplattform unter ihrem eigenen Namen betrei-

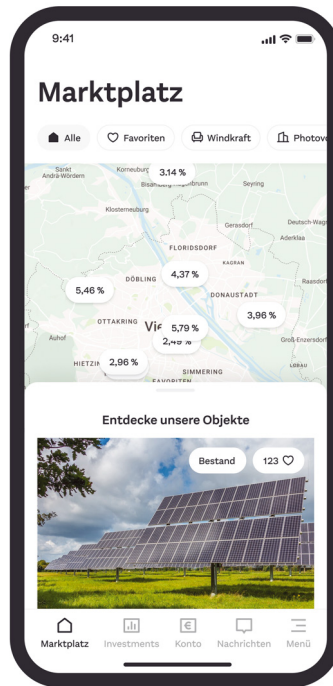


Bild 2 Die Investitionsmöglichkeiten werden übersichtlich am Marktplatz in einer eigenen App des jeweiligen Anlagenentwicklers angezeigt. Foto: Brickwise

ben, ohne sich um Regulierungs- und Technikangelegenheiten zu kümmern und Ressourcen für die Entwicklung und Wartung einer eigenen Lösung aufzubringen. Durch die Möglichkeit, die Plattform unter dem eigenen Markennamen zu betreiben, können sie Kundenbeziehungen stärken und das Vertrauen in ihre Beteiligungsinitiativen fördern.

PV-Beteiligung wie am eigenen Dach

Eine gemeinsame Umfrage von Brickwise und der Fachhochschule Joanneum im Herbst 2023 hat gezeigt, dass neben der Rendite auch der persönliche Beitrag zur Energiewende nahezu gleich wichtig ist. Genau das ermöglicht Brickwise mit einem neuen Feature: Die Integration von Live-Energiedaten und einem einzigartigen Impact-Rechner schafft nicht nur eine finanzielle, sondern auch eine emotionale Bindung zwischen Investoren und EE-Projekten – eine PV-Beteiligung, die sich so persönlich anfühlt wie die Investition in eine Solaranlage auf dem eigenen Dach.

Den Wandel mitgestalten

Die Energiewende, weg von fossilen Energieträgern hin zu erneuerbaren, ist

ein wichtiger Schritt zur Bekämpfung des Klimawandels. Die Herausforderungen, vor allem in finanzieller Hinsicht, können dabei aber nicht von der öffentlichen Hand allein getragen werden. Vielmehr bedarf es auch an Kapital privater Investorinnen und Investoren. Die Verwendung von Blockchain-Technologie und die Tokenisierung von Energieanlagen bildet dabei eine spannende Möglichkeit, neben Großinvestoren auch Bürgerinnen und Bürger zu einer Investition in Energieanlagen zu bewegen. Durch Verwendung dieser Technologie können die sonst oft bestehenden Investment-Barrieren überwunden und unkomplizierte und einfache Investitionsmöglichkeiten in Energieprojekte angeboten werden.

Die Vorteile dieser Investitionsform ergeben sich sowohl für Anlagenentwickler/-betreiber als auch für die Investorinnen und Investoren. Die Anlagenentwickler/-betreiber können als Emittenten bestimmen, welche beziehungsweise wie viele Anteile sie auf dem Markt anbieten möchten, und zu welchen Bedingungen. Investorinnen und Investoren können die für sie passenden Angebote herausuchen und direkt, ohne hohe und laufende Kaufnebenkosten, in Energieprojekte investieren. ■

Literatur

- [1] Klima- und Energiefonds: Klimafonds Dossier – Investieren in die Energiewende – Alles für das Klima. Veröffentlicht im Januar 2020, <https://www.klimafonds.gv.at/dossier/energiewende/alles-fuer-das-klima>, zuletzt abgerufen am 17.11.2023.
- [2] Levi S.; Wolf, I.; Sommer, S.: Analyse: Geographische und zeitliche Unterschiede in der Zustimmung zu Klimaschutzpolitik in Deutschland. Kopernikus-Projekt Ariadne, März 2023, DOI: 10.48485/pik.2023.003.
- [3] Alpen-Adria-Universität Klagenfurt, Wirtschaftsuniversität Wien, Deloitte Österreich, Wien Energie (Hrsg.): Erneuerbare Energien in Österreich – Der jährliche Stimmungsbarmeter der österreichischen Bevölkerung zu erneuerbaren Energien – Umfrageergebnisse Herbst 2020. Veröffentlicht am 9. März 2021, <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/at/Documents/energy-resources/at-erneuerbare-energien-2021.pdf>, zuletzt abgerufen am 17.11.2023.



Valentin Perkonigg

CEO der Brickwise IT Services GmbH

perkonigg@brickwise.at

Foto: Brickwise



Photovoltaik-Anlage des Logistikunternehmens MSC MedRepair im Hafen von Antwerpen mit „Vertex S“-Hochleistungsmodulen von Trina Solar.
Foto: Trina Solar/Eoluz

Wie der Einsatz von Photovoltaik für einen grüneren Fußabdruck der Industrie sorgt

CO₂-Bilanz auf dem Prüfstand

Wirtschaftszweige mit hohem Emissionsausstoß sind heute in besonderem Maß gefordert, nachweisliche Maßnahmen umzusetzen, um Vorgaben und Ziele in Bezug auf ihre Nachhaltigkeitsbilanz zu erfüllen. Gleichzeitig müssen sie auch im Zuge der Corporate Sustainability Reporting Directive und der ESG-Berichtspflicht Fortschritte aufzeigen können. Der Einsatz von Photovoltaik-Technologie kann dabei eine wichtige Rolle spielen und liefert neue Ansatzpunkte zum Erreichen ökonomischer und ökologischer Ziele.

Trotz zunehmenden Umweltbewusstseins zählen energieintensive Wirtschaftszweige nach wie vor zu den Hauptverursachern für CO₂-Emissionen. Weltweit betrachtet gehörten 2022 [1] unter anderem dazu: Energie (Strom und Wärme) mit 15,83 Mrd. t, Verkehr mit 8,43 Mrd. t; Produktion und Bauwesen mit 6,3 Mrd. t, Landwirtschaft mit 5,79 Mrd. t, Lebensmittelhandel mit 3,1 Mrd. t, Mode mit 2,1 Mrd. t und Technologie mit 1,02 Mrd. t.

Neue Ansatzpunkte für den Einsatz von Photovoltaik

Viele Unternehmen aus diesen Sektoren arbeiten bereits daran, neue Prozesse und Technologien zu implementieren, um ihren Energieverbrauch zu senken. Solche Umstellungen benötigen jedoch Zeit – vor allem, wenn Betrieb und Produktion störungsfrei weiterlaufen sollen. Komplementär lohnt es sich zu prüfen, inwiefern sich kohlenstofffreie oder -arme Alternativen zu fossiler Energie nutzen lassen,

um Emissionen zu verringern. Der Wechsel oder eine Ergänzung durch erneuerbare Energiequellen lässt sich nicht nur verhältnismäßig schnell umsetzen, sondern ist auch langfristig eine lohnende Investition.

Der Einsatz von Solarenergie im industriellen und kommerziellen Bereich ist nicht neu – allerdings gibt es durch die schnelle Weiterentwicklung des Marktes neue Optionen für den Einsatz von Photovoltaik (PV)-Technologie, um Nachhaltigkeitsziele zu erreichen.



Jährlich 223 t CO₂ spart MSC MedRepair in Antwerpen mit den „Vertex S“-Hochleistungsmodulen von Trina Solar ein. Foto: Trina Solar/Eoluz



Industrie-Photovoltaik-Anlage mit „Vertex“-Doppelglasmodulen von Trina Solar beim spanischen Tiefkühlwarenanbieter Barcos in der Region Navarra (Projektpartner Alba Renova). Foto: Trina Solar/Alba Renova

Technischer Fortschritt erhöht den Nutzen

Viele Unternehmen in energieintensiven Branchen betreiben umfangreiche Produktionsanlagen und verwalten zahlreiche Gebäude. Diese bergen ein großes Potenzial für die Installation von Photovoltaik, da sowohl Fläche als auch Infrastruktur bereits zur Verfügung stehen. Selbst Organisationen, die bereits Solarenergie nutzen, eröffnet der technologische Fortschritt neue Möglichkeiten. In den letzten Jahren haben technische Neuerungen zu gesteigerter Effizienz der Anlagen geführt und die Systeme gleichzeitig robuster und kostengünstiger gemacht. Beispielsweise ist die N-Typ-Solarzellentechnologie mit höheren Wirkungsgraden effizienter als die bisher etablierten P-Typ-Zellen und wird auch kaum durch Degradation beeinträchtigt. Auf die Lebensdauer von PV-Anlagen betrachtet, führen diese Vorteile zu mehr Rentabilität und helfen den Unternehmen dabei, langfristig ihren CO₂-Fußabdruck erheblich zu reduzieren.

Längere Nutzungs- und Garantiezeiträume verbessern Ökobilanz

Doppelglasmodule haben sich bereits in PV-Freiflächenanlagen durchgesetzt. Große Industrieunternehmen richten heute bereits eigene Anlagen auf ihren Firmengeländen ein, was sich besonders im Zusammenspiel mit Speicherlösungen lohnen kann.

Aber selbst bei Dachflächenanlagen, die sich auch bei kleineren und mittelständischen Unternehmen rentieren, gewinnen Doppelglasmodule zunehmend an Bedeutung. Im Gegensatz zu Glas-Folien-Modulen bieten Glas-Glas-Module eine noch höhere Belastbarkeit und Haltbarkeit sowie zusätzlichen Schutz vor Umwelteinflüssen, was sich auch auf die Garantien und damit die Finanzierung auswirkt. Auch das für die Module verwendete Material ist aufgrund der besseren Recyclingfähigkeit umweltschonender als bei Glas-Folien-Modulen. Das wiederum wirkt sich auf die Gesamtbilanz bei der CSRD oder im ESG-Reporting aus.

Zudem gibt es bei Doppelglasmodulen die Option, Modelle mit bifazialen Zellen zu wählen. In diesem Fall kann auch die Rückseite des Moduls reflektierte Sonnenstrahlung aus der Umgebung absorbieren, was zu einer höheren Energieausbeute führt. Besonders bei Freiflächen- und Flachdach-PV-Anlagen bietet sich diese Option an.

Kooperationsmodelle bieten neue Alternativen

Neben den Investitionskosten waren bisher mangelndes Fachwissen und fehlende Kapazitäten für den Betrieb eines PV-Systems bei vielen Unternehmen Hindernisse für die Anschaffung einer eigenen Solaranlage. Eine Alternative dazu bieten heute Kooperationen mit einem unabhängigen Stromerzeuger (Independent Power Producer, IPP). Der IPP entwirft, finanziert und installiert bei diesem Modell die PV-Anlage. Über einen Solarstrom-Einkaufsvertrag (Power Purchase Agreement, PPA) erhält das Unternehmen, das die Dachfläche zur Verfügung stellt, den erzeugten Strom zu einem festen Preis und gewinnt damit Preisstabilität unabhängig von den Schwankungen am internationalen Energiemarkt.

Spezielle Anforderungen und Lastspitzen meistern

Solarenergie kann auch dabei helfen, neue Anforderungen an die Energieverfügbarkeit zu lösen. Das betrifft beispielsweise das Management von Energiebedarfs- oder Lastspitzen, die hohe finanzielle Auswirkungen haben.

Ein Grund dafür ist, dass der über das Netz bereitgestellte Strom nicht unbegrenzt skalierbar ist. Zusätzlicher Energiebedarf kann daher zu hohen Kosten für neue Infrastruktur führen. Zudem können allein die Kosten für Last- und Bedarfspeitzen einen Großteil der Stromkosten ausmachen. Die Option, Photovoltaik als netzunabhängige Energiequelle für diesen Bedarf einzusetzen, kann sich daher besonders schnell amortisieren.

Je nach Anwendungsfall kann eine PV-Anlage tagsüber den sofortigen Eigenverbrauch vor Ort ohne Speicherbedarf ermöglichen. Aber auch die Kombination mit einem Energiespeichersystem eignet sich für viele Anforderungsprofile. Beide Optionen ermöglichen eine größere Unabhängigkeit vom Stromnetz, sichern die Ener-

gieversorgung und tragen dazu bei, kurz- oder mittelfristig Kosten einzusparen.

Mehrfachnutzung von Flächen birgt Potenzial

Auch für Branchen, bei denen es vormals eine große Diskussion in Bezug auf Flächennutzung gab, etablieren sich heute neue Modelle für den Einsatz von PV-Systemen. In der Landwirtschaft hat es sich beispielsweise bereits bewährt, Solarmodule auf Gebäuden zu installieren. Heute können aber auch Landflächen doppelt genutzt werden. Es gibt zahlreiche Beispiele, bei denen PV-Module fast senkrecht oder in einer Höhe installiert werden, die die Tierhaltung oder den Anbau von Feldfrüchten nicht behindern, sondern durch den Schutz vor zu starken Witterungseinflüssen sogar verbessern können.

Erneuerbare Energien lassen sich koppeln

Parallel zu den Fortschritten bei der Entwicklung von PV-Lösungen entwickeln sich auch andere Technologien im

Bereich der erneuerbaren Energien rasant weiter. Eine Kombination von Photovoltaik mit Speicherlösungen oder anderen Technologien kann den Nutzen noch weiter erhöhen. Das betrifft nicht nur Batteriespeicher. Grüner Wasserstoff beispielsweise eignet sich nicht nur als Speichermedium, sondern erweitert den Einsatzbereich von erneuerbaren Energien und macht sie besser transportierbar. So ist auch eine Sektorenkopplung mit Bereichen wie Mobilität sowie Wärme- und Kälteversorgung möglich. Dies eröffnet ein hohes Potenzial, die Emissionen in Sektoren wie Transport und Logistik zu reduzieren.

Es gibt bereits vielfältige Beispiele von Unternehmen die PV-Systeme und Solarenergie erfolgreich nutzen, um ihr Geschäft finanziell und in Bezug auf Nachhaltigkeitsziele zukunftssicher zu machen – von Warenlagern führender Onlinehändler über Distributions- und Tiefkühlzentren großer Lebensmittelanbieter bis zu energieintensiver Hafenlogistik.

Der Einsatz von Photovoltaik im Rahmen eines nachhaltigen Energiemanagements ist für Unternehmen mit hohem Energiebedarf besonders interessant. Ne-

ben gesetzlichen Vorgaben und Normen in Bezug auf Emissionen erwarten auch die Stakeholder, von den eigenen Mitarbeitenden über Kunden und Partner, eine auf Nachhaltigkeit ausgerichtete Unternehmensstrategie. Eine teil- oder schrittweise Umstellung auf erneuerbare Energien kann letztlich erheblich dazu beitragen, Unternehmen zukunftssicher aufzustellen und ökologische sowie ökonomische Ziele zu erfüllen. ■

Literatur

- [1] Howell, B.: Top 7 Most Polluting Industries in 2023. Onlinebeitrag vom 15. Februar 2023, <https://www.theecoexperts.co.uk/blog/top-7-most-polluting-industries>, zuletzt abgerufen am 20.11.2023.



Bastian Rösch

Leiter Vertrieb DACH bei Trina Solar

bastian.roesch@trinasolar.com

Foto: Trina Solar

Vorschau 3/4-2024



Die **Ifat Munich 2024** findet vom 13. bis 17. Mai 2024 auf dem Messegelände in München statt. Sie gilt als Weltleitmesse für Wasser-, Abwasser-, Abfall- und Rohstoffwirtschaft.
Foto: Messe München

Ifat Munich 2024

In der nächsten Ausgabe berichten wir – im Vorfeld der Weltleitmesse für Umwelttechnologien – über wegweisende Beispiele für neue Wasser- und Abwassertechniken und eine moderne Kreislaufwirtschaft.

Wasserstoff

CFK-Druckbehälter sind leicht, hochfest und kompakt. Damit eignen sie sich für stationäre und mobile Wasserstoffanwendungen. Doch gilt es viele sicherheitsrelevante Aspekte zu beachten.

Nahwärme

Die Gemeinde Schallstadt macht vor, wie die Wärmewende gelingen kann. Abwasserwärme speist in Kombination mit Wärmepumpen ein kaltes Nahwärmennetz.

VDI-Ehrenzeichen für Ragnar Warnecke

Im Rahmen der VDI-Vorstandsversammlung wurde Dr.-Ing. Ragnar Warnecke mit dem VDI-Ehrenzeichen ausgezeichnet. Der Geehrte, der sich bereits in seiner Diplomarbeit mit der Pyrolyse von Abfällen beschäftigte, leitet seit 2003 das Gemeinschaftskraftwerk Schweinfurt.

Warnecke ist seit 2005 für die VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) ehrenamtlich tätig und war von 2009 bis 2013 ihr stellvertretender Vorsitzender. Den KRdL-Vorsitz hatte er von 2014 bis 2019 inne. Daneben war er langjähriger Vorsitzender des KRdL-Fachbereichs Umweltschutztechnik und leitet für das VDI-Wissensforum zahlreiche Tagungen. Seit 2005 sitzt er zusätzlich dem Richtlinienausschuss VDI 3459 „Terminologie in der Energie- und Abfallwirtschaft“ vor und ist in zahlreichen weiteren Richtlinien-gremien aktiv.

Seit Beginn des Jahres 2023 vertritt er den VDI e. V. im Präsidium des DIN. Darüber hinaus war und ist er in zahlreichen weiteren Gremien außerhalb des VDI sehr aktiv. Hervorzuheben sind an dieser Stelle sein jeweiliger Vorsitz bei der Arbeitsgemeinschaft der Betreiber thermischer Abfallbehandlungsanlagen in Bayern e. V. (ATAB) sowie bei der Interessengemeinschaft der Thermischen Abfallbehandlungsanlagen in Deutschland e. V. (ITAD).

Warnecke erhält das Ehrenzeichen des VDI für sein herausragendes Wirken im Fachgebiet der thermischen Abfallbehandlung in Deutschland, wie der VDI-Präsident Univ.-Prof. Dr.-Ing. Lutz Eckstein in seiner Laudatio besonderes hervorhob. Mit seiner wissenschaftlichen Arbeit schuf er ein grundlegendes Verständnis für Feuerungstechnik und Chlorkorrosion. Er hat dieses Fachgebiet entscheidend geprägt und in die Standardisierungsarbeit der KRdL einbezogen.

Das Ehrenzeichen wurde 1931 anlässlich des 75-jährigen Bestehens des VDI zur Würdigung besonderer Ingenieurleistungen



Übergabe des VDI-Ehrenzeichens: Adrian Willig, Direktor des VDI, Dr.-Ing. Ragnar Warnecke und Univ.-Prof. Dr.-Ing. Lutz Eckstein, Präsident des VDI (v.l.n.r.). Foto: Christoph Sager

sowohl auf fachlichem Gebiet als auch im Rahmen der internationalen technisch-wissenschaftlichen Gemeinschaftsarbeit gestiftet. In der Liste der Geehrten finden sich große Namen aus dem In- und Ausland, die heute zur Geschichte der Technik und damit auch zur Geschichte des VDI gehören, so zum Beispiel Robert Bosch, Claude Dornier und Axel Fredrik Enström. Aber auch viele namhafte Ingenieurinnen und Ingenieure, die heute noch aktiv sind und die technische Entwicklung für die Zukunft vorantreiben.

Nach dem KRdL-Gründungsvorsitzenden Heinrich Lent ist Warnecke der zweite KRdL-Vorsitzende, der mit dieser besonderen Ehrung ausgezeichnet wird.

VDI-Richtlinie zur CO₂-Bereitstellung

Im Februar wird die Richtlinie VDI 4635 Blatt 3.2 „Power-to-X; CO₂-Bereitstellung“ als Entwurf veröffentlicht. Die Richtlinie ist Bestandteil der Richtlinienreihe VDI 4635 „Power-to-X“. Sie beschreibt den Stand der Technik für die Gewinnung von CO₂ aus Abluftströmen unterschiedlicher industrieller Prozesse sowie aus der Umgebungsluft. Zudem wird der Stand der Technik bei Speicherung und Transport von CO₂ beschrieben. CO wird in dieser Richtlinie nur beschrieben, wenn es als Nebenprodukt zu CO₂ auftritt; die Erzeugung von reinem CO wird in diesem Blatt nicht behandelt.

Der größte Teil der chemischen Produkte (zum Beispiel Kunststoffe, Farben, Lösungsmittel, Arzneimittel, usw.) sowie auch in Zukunft weiterhin benötigte Kraftstoffe (zum Beispiel Kerosin, Dieselmotortreibstoff, Methan) enthält Kohlenstoff. Daher erfordert der geplante Ersatz fossiler Rohstoffströme für Energie und Materialien zusätzliche Quellen für den Kohlenstoff. Dabei bietet sich neben Biomasse CO₂ als eine solche Quelle an.

Weitere Informationen sowie die Möglichkeit Einspruch einzulegen sind unter www.vdi.de/4635-3.2 zu finden. Die Einspruchsfrist läuft bis zum 31. Oktober 2024.

Harald Bradke zum Vorsitzenden des IGKE wiedergewählt

Das Interdisziplinäre Gremium Klimaschutz und Energiewende (IGKE) hat Prof. Dr.-Ing. Harald Bradke einstimmig als Vorsitzenden bestätigt. Die neue Amtszeit von Bradke dauert vom 1. Januar 2024 bis zum 31. Dezember 2026.

In der bisherigen Amtszeit von Bradke wurde das IGKE im VDI als Impulsgeber für das VDI-Fokusthema „1,5 Grad – Innovationen.Energie.Klima“ etabliert. Insbesondere konnte hier auch die Regionalorganisation des VDI eingebunden werden, indem dort zahlreiche Aktivitäten vor Ort sich dieses wichtigen



Prof. Dr.-Ing. Harald Bradke, Vorsitzender des Interdisziplinären Gremiums Klimaschutz und Energiewende (IGKE) im VDI. Foto: Fraunhofer ISI

gesellschaftlichen Themas angenommen haben. Weitere Informationen über das VDI-Fokusthema unter: www.vdi.de/energie-und-umwelt

Berliner Energietage 2024

Der Klimawandel ist und bleibt eine der größten Herausforderungen unserer Zeit. Trotz der Bemühungen, die globale Lufttemperaturzunahme auf 1,5 °C zu begrenzen, wird es schwierig sein, das Ziel des Pariser Klimaabkommens noch zu erreichen. Daher sind neben Maßnahmen zum Klimaschutz ebenfalls Strategien und Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels erforderlich. Denn schon jetzt bedingen die mit der globalen Erwärmung einhergehenden Extremwetterereignisse zwingenden Handlungsbedarf. Dabei besteht die Herausforderung insbesondere darin, die Klimafolgen abzumildern und Schäden für Mensch und Umwelt so gering wie möglich zu halten.

Klimaangepasstes und ressourcenschonendes Bauen

Im Rahmen der Berliner Energietage 2024 wird der VDI daher erneut mit seinem

aktuellen VDI-Fokusthema „Herausforderung – Anpassung an den Klimawandel“ vertreten sein und in diesem Jahr die Thematik des nachhaltigen Bauens in den Fokus nehmen. Dabei sollen die Folgen des Klimawandels und die durch Extremwetterereignisse möglichen Schäden am Gebäude beziehungsweise im Quartier beleuchtet werden und darauf aufbauend das Bauen der Zukunft, im Sinne eines klimaangepassten und ressourcenschonenden Ansatzes, thematisiert werden.

Die Veranstaltung wird im Rahmen der Berliner Energietage 2024 vom 15. bis 16. Mai 2024 in Berlin stattfinden.

Herausforderung klimaneutrale Wärmeversorgung

Wärme und Kälte weisen mit rund 60 % den größten Teil am Endenergiebedarf auf. Der Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmeversorgung ist mit 12 % bislang

sehr gering und im Jahr 2022 nur knapp über dem Stand von 2012. Um das Ziel der Bundesregierung, Treibhausgas-Neutralität bis zum Jahr 2045 zu erreichen, wurde das neue Gebäudeenergiegesetz (GEG) im September 2023 beschlossen. Eine wesentliche Grundlage zur Umsetzung ist die Kommunale Wärmeplanung. Im Rahmen der Berliner Energietage 2024 wird der VDI daher mit dem Thema „Herausforderungen bei der Umsetzung kommunaler Wärmepläne“ vertreten sein.

Im Rahmen der Veranstaltung werden typische Ergebnisse einer kommunalen Wärmeplanung, Erwartungen der Akteure und die Frage wie die Anforderungen des GEGs mit Ergebnissen der kommunalen Wärmeplanung harmonisieren vorgestellt und zur Diskussion gestellt.

Die Veranstaltung wird im Rahmen der Berliner Energietage 2024 vom 16. bis 18. April 2024 digital stattfinden.

Vorsitz der VDI-GEU bestätigt

Die VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (VDI-GEU) hat auf ihrer Beiratssitzung Dr.-Ing. Jochen Lambauer einstimmig als Vorsitzenden bestätigt. Michael Nolden wurde für weitere drei Jahre zum stellvertretenden Vorsitzenden gewählt. Die neue Amtszeit des Duos begann am 1. Januar 2024 und endet am 31. Dezember 2026.

In der bisherigen Amtszeit von Lambauer wurden viele Dinge angeschoben. Es konnte erreicht werden, dass der VDI und hier insbesondere die GEU im Zusammenhang mit der Umsetzung der Energiewende als wichtiger gesellschaftlicher Stakeholder wahrgenommen wird, nach dem Motto „Ohne Ingenieurinnen und Inge-



Der neue Vorsitz der VDI-GEU:
Dr.-Ing. Jochen Lambauer (links) und Michael Nolden (rechts).
Fotos: Lambauer/Nolden

nier keine Treibhausgas-Neutralität“.

Außerdem fiel in die Amtszeit eine umfangreiche Neustrukturierung der VDI-GEU: Die Fachbereiche Energietechnik, Umwelttechnik und Integrale Energie- und Umweltthemen wurden in den neuen Fachbereich Energie- und Umwelttechnik integriert.

Die Fachbereiche Energietechnik, Umwelttechnik und Integrale Energie- und Umweltthemen wurden in den neuen Fachbereich Energie- und Umwelttechnik integriert.

www.vdi.de/geu

VDI 4646: Entwurf erschienen

Der Einsatz von Wärmepumpen mit größeren Leistungen in Gewerbe und Industrie hat weltweit eine große Bedeutung zum Erreichen der Klimaschutzziele. Die Vorteile hinsichtlich Energie- und Kosteneinsparung sowie einer deutlichen Reduktion der Treibhausgas-Emissionen in Gewerbe und Industrie werden sowohl den Anwendenden als auch der Politik immer mehr bewusst.

Die VDI-Richtlinie 4646 „Anwendung von Großwärmepumpen“ unterstützt bei der Planung und Bewertung von Wärmepumpenanlagen für nicht standardisierte Anwendungsfälle im Gewerbe, in der Industrie und in der leitungsgebundenen Wärmeversorgung von Quartieren. Nicht standardisierte Anwendungsfälle zeichnen sich

durch eine große Leistung (> 100 kW(th.)) aus. Wärmepumpen für Gewerbe, Industrie, Quartiere und Nicht-Wohngebäude sowie Kälteanlagen, die eine Nutzung der warmen und kalten Seite als Ziel haben, sind Inhalt dieser Richtlinie.

Die Richtlinie wendet sich an Industrieunternehmen mit einem relevanten Niedertemperaturwärmebedarf, Planerinnen und Planer, EVU, kommunale Versorger, Wärmepumpenhersteller, Wärme- und Kälteanlagenbauer, Wissenschaft und Forschung. Der Entwurf der Richtlinie VDI 4646 ist im Januar 2024 erschienen und beim Beuth-Verlag für 225,10 € zu beziehen. VDI-Mitglieder erhalten eine Ermäßigung von 10 %.

www.vdi.de/4646

Wechsel in der Geschäftsführung der KRdL

Dr. Rudolf Neuroth, Geschäftsführer der VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL), ist zum Ende des Jahres 2023 nach über 20 Jahren Geschäftsführung in den Ruhestand gegangen. Als kommissarischer Nachfolger wurde der bisherige stellvertretende Geschäftsführer der KRdL, Dr.-Ing. Jochen Theloke, von DIN und VDI berufen. Er übernimmt die Geschäftsführung, bis eine Nachfolge gefunden wird.

Standards für saubere Luft setzen und Umweltschutz gestalten, diese Aufgaben übernehmen ehren- und hauptamtlich Mitarbeitende der KRdL. Sie ist eine ge-

meinsame Einrichtung von VDI und DIN und übernimmt staatsentlastende Aufgaben bei der Luftreinhaltung.

Um Standards zur Luftreinhaltung zu entwickeln, ist viel interdisziplinäres Wissen gefragt. Deshalb engagieren sich in der KRdL rund 1 300 ehrenamtliche Fachleute aus Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung in etwa 180 Arbeitsgruppen. Neben Ingenieurinnen und Ingenieuren beteiligen sich auch Fachleute der Physik, Chemie, Biologie, Meteorologie und Medizin. Die Kommission arbeitet schwerpunktmäßig in vier Bereichen: der Umweltschutztechnik, der Umweltmeteorologie, der Um-



Bisheriger und neuer Geschäftsführer der KRdL: Dr. Rudolf Neuroth (links) und Dr.-Ing. Jochen Theloke (kommissarisch). Fotos: VDI

weltqualität sowie der Umweltmesstechnik.

VDI und DIN danken Dr. Neuroth für sein großes Engagement für die Belange der Luftreinhaltung in Deutschland, Europa und international. www.vdi.de/krdl

Jahresarbeitszahl bei bis zu 60 °C berechnen

Sehr häufig sind für den Heizbetrieb Auslegungsvorlauftemperaturen von 60 °C im Gebäudebestand zu finden. Abweichend von diesem Auslegungszustand lassen sich geringere Vorlauftemperaturen nur durch umfangreiche Umbaumaßnahmen verwirklichen, ohne auf eine ausreichende Wärmeversorgung eines Gebäudes und damit behaglicher Raumtemperaturen verzichten zu müssen.

Zahlreiche heute am Markt verfügbare Wärmepumpen können jedoch Vorlauftemperaturen von mindestens 60 °C für den Heizbetrieb bereitstellen. Höhere Vorlauftemperaturen bedingen zwangsweise eine Reduktion der primärenergetischen Effizienz, wenn die Stromversorgung durch konventionelle Kraftwerke erfolgt. Da aber gleichzeitig die regenerative Stromerzeugung stetig steigt, steigt dadurch auch die primärenergetische Effizienz von Wärmepumpen, sodass eine geringere Jahresarbeitszahl (JAZ) als Messgröße der Effizienz infolge höherer Systemtemperaturen zu vertreten ist.

War das bisherige Rechenverfahren zur JAZ von Elektrowärmepumpen zur Raumheizung nach der VDI-Richtlinie 4650 Blatt 1 „Berechnung der Jahresarbeitszahl von Wärmepumpenanlagen“ auf eine maximale Vorlauf-temperatur von 55 °C beschränkt, so stehen seit Februar 2024 mit der überarbeiteten VDI 4650 Blatt 1 „Berechnung der Jahresarbeitszahl von Wärmepumpenanlagen – Elektrowärmepumpen zur Raumheizung und Trinkwassererwärmung“, Tabellenwerte zur Verfügung, die die Berechnung der JAZ gemäß geänderter Rahmenbedingungen für Auslegungs-Vorlauftemperaturen bis zu 60 °C ermöglichen.

Die VDI-EE 4650 Blatt 1.1 wurde in diesem Zusammenhang integriert. Die Richtlinie ist beim Beuth-Verlag für 159,20 € zu beziehen. VDI-Mitglieder erhalten eine Ermäßigung von 10 %.

www.vdi.de/4650

Power-to-X – Flüssige Kohlenwasserstoffe

Das Umstellen auf ein defossilisiertes Energiesystem ist notwendig um die Klimaziele, die wir uns gesetzt haben zu erreichen. Eine direkte Elektrifizierung ist nicht immer möglich, auch das Speichern und Verteilen von elektrischer Energie über weite Strecken stellt immer noch eine Herausforderung dar.

Power-to-X (PtX)-Technologien bieten Möglichkeiten elektrische Energie in stoffliche Energieträger oder Wärme umzuwandeln. Zum Beispiel durch den flexiblen Einsatz von Elektrolyseuren lässt sich Wasserstoff herstellen und überschüssige Energie aus erneuerbaren Quellen speichern. Zusammen mit anderen Technologien lässt sich Wasserstoff dann in weitere Energieträger, das „X“ in Power-to-X, umwandeln. Mit diesem Thema beschäftigt sich die Richtlinien-Reihe VDI 4635 und standardisiert Bewertungskriterien und Begriffe der einzelnen Technologien. In übergeordneten Blättern werden die Technologien dann in Kontext eingeordnet.

Bei einem weiter steigenden Anteil von volatilen erneuerbaren Stromquellen im Stromnetz werden Speicheroptionen benötigt, die in der Lage sind, große Energiemengen auch über längere Zeiträume zu speichern und bedarfsgerecht wieder in die unterschiedlichen Sektoren des Energiesystems einzukoppeln. Hierfür sind flüssige Kohlenwasserstoffe aufgrund ihrer hohen volumetrischen und gravimetrischen Energiedichte und der in der Regel sehr guten Lagerstabilität und einfachen Handhabung aussichtsreiche Optionen.

Kürzlich ist das Richtlinien-Blatt VDI 4635 Blatt 3.4 als Entwurf erschienen, das die Grundlagen von Synthesanlagen zur Herstellung flüssiger Kohlenwasserstoffe zusammenfasst und so die Basis für Power-to-Liquid (PtL) liefert. Es werden wesentliche Begriffe und Anlagenparameter definiert, wobei zwischen „Methanolsynthese“- und „Fischer-Tropsch-Synthese“-Anlagen unterschieden wird und diese von Anlagen zur Wasserstoff- und Synthesegaserzeugung sowie zur Kohlendioxidbereitstellung abgegrenzt werden. Weitere Informationen sowie die Möglichkeit Einspruch einzulegen sind unter www.vdi.de/4635-3.4 zu finden. Die Einspruchsfrist endet am 31. Juli 2024.

Der VNU-Klima-Club feiert Geburtstag

Am 18. Januar 2023 wurde der Klima-Club des VNU aus der Taufe gehoben. Er vereint, unter der Leitung von Jakob Flechtner (DIHK, VNU-Vorstand) und Stephan Schunkert (KlimAktiv gGmbH, VNU-Ressortleitung Klimaschutz), den Austausch und das Netzwerken zu aktuellen Themen des Klimaschutzes.

Rund 40 Mitglieder und interessierte Gäste folgten der Einladung zum ersten virtuellen Treffen, weitere Termine im April und September 2023 fanden ebenfalls reges Interesse. Inhaltlich ging

Stephan Schunkert, Gründer und geschäftsführender Gesellschafter der KlimAktiv Consulting GmbH & der KlimAktiv gGmbH und Leiter des VNU-Ressorts Klimaschutz. *Foto: Schunkert*

es etwa um den Klimaschutz in der Lieferkette, die Elemente des Klimaschutzes in der CSR-Berichterstattung, die Umsetzung von Klimaschutz in einem Unternehmen durch konkrete Klimaziele, die Teilnahme an der Initiative „SBTI Science Based Targets“ oder die Erstellung eines umfassenden Corporate Carbon Footprints (CCF).



Jakob Flechtner, Mitglied im VNU-Vorstand & Projektleiter bei der DIHK Service GmbH. *Foto: Flechtner*

Beim nächsten virtuellen Treffen am 28. Februar 2024 geht es um die Kompensation von CO₂-Emissionen aus Sicht der Anforderungen der ISO 14068, die ein Management mit dem Ziel der Klimaneutralität beschreibt. Konkrete Informationen über die Veranstaltungen sind auf der VNU-Homepage oder über den VNU-Newsletter erhältlich.

VNU Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement-Tag 2024

Der Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement-Tag (UNT) 2024 findet als Präsenzveranstaltung am 14. März 2024 bei der IHK Frankfurt statt. Die Beiträge zeigen, wie gewohnt, aktuelle Themen rund um das Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement sowie EMAS auf.

Die Namensänderung des UNT wurde in diesem Jahr entsprechend den Anregungen der Mitglieder modifiziert und beinhaltet eine Verschie-

bung der VNU-Mitgliederversammlung auf einen separaten Tag. Der UNT beginnt somit früher und bietet insgesamt mehr Zeit zum Netzwerken.

Inhaltlich sind Tipps und Erfahrungen zur EU-Green-Claims-Directive und die Revision der EU-Ökodesign-Richtlinie geplant. Ein anschließender Podiumsdiskurs zwischen Anbietenden und Nutzenden von Lieferantportalen beleuchtet deren Funktion und Nutzen. Ein

weiterer Vortrag informiert, welche Rolle EMAS als Klimaschutzmanagement-System spielen kann.

Die Veranstaltung beginnt um 11:00 Uhr. Der fachliche Austausch endet am späten Nachmittag mit einer kurzen Pause, gefolgt von der traditionellen „Dinner Speech“. In diesem Jahr konnte Prof. Dr. Estelle L.A. Herlyn, Wissenschaftliche Leiterin des KompetenzCentrums für nachhaltige Entwicklung an der FOM

Hochschule für Oekonomie & Management gGmbH, Düsseldorf, gewonnen werden. Als Teilnehmerin der COP28 in Dubai wird sie über verschiedene Aspekte der Nachhaltigkeit sprechen und den Status der „Dekade des Handelns“ beleuchten. Im Anschluss bietet sich bei einem Imbiss die Gelegenheit zum Vernetzen und zur weiteren Konversation. Weitere Informationen und Anmeldung unter:

www.vnu-ev.de

Neue Leitung der Regionalgruppe Rhein Main des EMAS Club Europe

Mit der Gründung des EMAS Club Europe führte der VNU insgesamt vier Regionalgruppen ein, damit eine lokale Vernetzung der Teilnehmenden unterstützt wird. Die Treffen finden im wechselnden Format als Präsenz- oder virtuelle Treffen statt und stehen allen Anwenderinnen und Anwendern offen, die bereits in das EMAS-Register eingetragen sind oder dies in nächster Zeit planen.

Andreas von Saldern, ESolutions GmbH, Oberursel, übernahm im Jahr 2019 die Leitung der Regionalgruppe Rhein-Main von Peter Fischer und wird diese beim nächsten Termin am 23. April 2024 an Markus Weber, TÜV Süd Umweltgutachter GmbH, München/Flörsheim, übergeben. Herzlichen Dank an Andreas von Saldern für sein Engagement für den EMAS Club Europe. Markus Weber bringt rund 30 Jahre Berufserfahrung in der Beratung, praktischen Umsetzung und Zertifizierung/Validierung von Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagementsystemen ein und steht ab sofort als Ansprechpartner zur Verfügung.

Beim Präsenz-Treffen im April 2024 bei Ernst & Young in Eschborn werden unter anderem in einem Impulsvortrag die Vernetzung der Energiemanagement-Daten mit anderen Rechtsgebieten (zum Beispiel Emissionshandel) beleuchtet und Neuigkeiten aus dem Umweltgutachterausschuss präsentiert. Weitere Informationen und Anmeldung unter: www.vnu-ev.de/emas-club-europe



Markus Weber übernimmt im April 2024 die Leitung der Regionalgruppe Rhein-Main. *Foto: Weber*

SAVE THE DATE 2024

- 28. Februar: Treffen des VNU Klima-Clubs, online
- 1. März: Mitgliederversammlung, online
- 14. März: Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement-Tag, IHK Frankfurt am Main
- 18. März: Ressort Umweltmanagement, online
- 23. April: EMAS Club Rhein-Main, E & Y, Eschborn
- 17. September: Umweltgutachterttag, BMUV, Bonn

Energiespeicher für Japan

Im Auftrag der Eneos Corporation wird GS Yuasa Lithium-Ionen-Energiespeichersysteme (ESS) für Japans größte Container-Energiespeicheranlage liefern. Sie verfügt über eine Gesamtkapazität von 290 MWh, besteht aus 138 ESS-Containern und ist in das Virtual-Power-Plant (VPP)-Projekt von Eneos eingebunden. Die VPP ermöglicht die Fernsteuerung und integrierte Kontrolle dezentraler Energieressourcen, einschließlich erneuerbarer Energien, thermischer Stromerzeugung, Speicherbatterien und Lade-stationen für E-Fahrzeuge und arbeitet dabei mit der Effizienz eines einzelnen, zentralen Kraftwerks. 88 MWh Speicherkapazität werden dem Eneos-Muroran-Werk zugewiesen, 202 MWh der Chiba-Raffinerie der Osaka International Refining Company.

www.gs-yuasa.com



Photovoltaik-Anlage von RWE im Rheinischen Revier. Foto: RWE

RWE steigert Investitionen in die Energiewende

In den Jahren 2024 bis 2030 wird RWE weltweit 55 Mrd. € netto in Energiewendetechnologien investieren. Das grüne Portfolio soll auf mehr als 65 GW ausgebaut werden. Seit 2021 hat RWE seine Kapazitäten um 9 GW auf 35 GW ausgebaut. Aktuell hat RWE 100 Projekte mit insgesamt 7,8 GW in zehn Ländern im Bau. Basis für die Wachstumsambitionen des Energiekonzerns im Bereich der grünen Technologien ist eine geografisch und technologisch breit diversifizierte Projektpipeline. Diese umfasst Projekte mit mehr als 100 GW. Die große Entwicklungspipeline ermöglichte es, die attraktivsten Projekte mit Blick auf Rendite und Risikoprofil auszuwählen, um das Portfolio bis 2030 um mehr als 30 GW auszubauen, so Vorstandsvorsitzender Markus Krebber. Der technologische Schwerpunkt der geplanten Investitionen liegt mit 75 % auf Projekten im Bereich erneuerbare Energien, hinzu kommen Batteriespeicher, flexible Erzeugungskapazitäten und Wasserstoffprojekte. Von den 55 Mrd. €, die RWE in den Jahren 2024 bis 2030 netto investieren will, entfällt weit mehr als die Hälfte auf Europa. In Deutschland plant das Unternehmen, rund 11 Mrd. € in den kommenden sieben Jahren zu investieren. Das entspricht einer Steigerung von 20 % gegenüber der bisherigen Investitionsplanung für die gesamte Dekade. In Großbritannien beabsichtigt RWE, rund 8 Mrd. € in den Jahren 2024 bis 2030 zu investieren. Neben Europa sind die USA ein weiterer Schwerpunkt der Investitionstätigkeit. Hier hat RWE rund 20 Mrd. € für künftige Investitionen 2030 eingeplant. Auch in punkto Technologien werden die Investitionsmittel breit eingesetzt. 40 % der geplanten 55 Mrd. € sollen in den Ausbau des Onshore-Wind und Solargeschäftsfließen. Die installierte Kapazität im Bereich Onshore soll von heute 8,6 auf 14 GW bis 2030 ausgebaut werden, Solar von 3,9 auf 16 GW.

www.rwe.com



Foto: Nordex/Ulrich Mertens

Nordex in Deutschland erfolgreich

Der deutsche Markt hat sich für die Nordex Group im Jahr 2023 erfolgreich entwickelt. So kletterte der Auftragseingang von rund 1,1 GW im Jahr 2022 (195 Windturbinen) um gut 36 % auf knapp 1,5 GW (262 Windturbinen). Spitzenreiter der nachgefragten Turbinen waren die N149/5.X und die N163/6.X, mit der Nordex bei seinen Kunden im Neugeschäft punkten konnte. Auch bei den viermal im Jahr stattfindenden Ausschreibungsrunden der Bundesnetzagentur (BNetzA) für Wind an Land konnte Nordex Projekte mit insgesamt über 1,8 GW für sich verbuchen (2022: 763 MW).

www.nordex-online.com



Das hochmoderne Stromverteilungssystem des eTower – auf Basis von sieben unabhängigen Leistungsmodulen – verteilt den Strom dynamisch und intelligent.
Foto: Compleo

Maximale Leistung mit HPC-Technologie

Compleo Charging Solutions, Komplettanbieter für Ladetechnologie von Elektrofahrzeugen, hat die Markteinführung seines High Power Chargers (HPC) eTower 200 bekannt gegeben. Maximale Leistungsstärke, höchste Effizienz und ein kompaktes Design zeichnen den in Deutschland entwickelten und gefertigten Hochleistungslader aus. Der eTower ist mit zahlreichen Features wie der modularen Stromverteilung, dem ikonischen Beleuchtungskonzept oder dem „Single Point of Service“-Ansatz ausgestattet, die Installation, Betrieb und Nutzung erheblich vereinfachen. Herzstück sind die eigenentwickelten leistungselektronischen Siliziumkarbid-Lademodule, die es ermöglichen, neue normative und zahlreiche marktspezifische Anforderungen umzusetzen, darunter die Implementierung netzdienlicher Funktionen. Die modulare Technologie des eTower 200 ermöglicht ultraschnelles Laden mit einer Spitzenleistung von 200 kW und einem Wirkungsgrad von mehr als 96 %.

www.compleo-charging.com

Wärmebildkamera für schnelle und effektive Inspektionen

Teledyne Flir, ein Unternehmen von Teledyne Technologies Incorporated, hat die Kameras Flir E5 Pro und Flir E6 Pro ohne Fokussierung vorgestellt. Die Geräte verfügen über einen größeren 3,5-Zoll-Touchscreen und Cloud-Konnektivität mit Flir Ignite in demselben Design mit Pistolengriff und Point-and-Shoot-Funktion wie die älteren Wärmebildkameras der Ex-Serie. Sie sind in erster Linie für Nahaufnahmen, professionelle mechanische, gebäudetechnische und elektrische Inspektionsszenarien mithilfe von Wärmebilddaufnahmen konzipiert. Dazu gehört die Erkennung von eindringendem Wasser, Luftlecks, elektrischen Verbindungen, Temperaturunterschieden zwischen Geräten und drohenden Geräteausfällen. Die Kameras der Ex-Pro-Serie können zudem mit einem Akku bis zu vier Stunden im Dauerbetrieb verwendet werden. Schnelles Aufladen und Wechseln ermöglichen einen ganztägigen Einsatz. www.flir.de

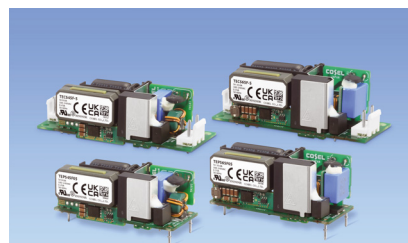


Die Kameras der Ex-Pro-Serie verfügen über integrierte Digital-kameras mit einer Auflösung von 5 MP. Foto: Flir

Stromversorgungen für industrielle Anwendungen

Cosel Co, Ltd hat die Einführung einer neuen Generation hochkompakter Stromversorgungen für industrielle Anwendungen, der TE-Serie, bekannt gegeben. Unter Verwendung modernster Technologien wie Galliumnitrid-Halbleitern mit breiter Bandlücke, Hochfrequenz-Planartransformatoren und einer verbesserten Fly-back-Topology umfasst die TE-Serie ein 45-W- (TECS/TEPS45F) und ein 65-W-Netzteil (TECS/TEPS65F), in 1x2,3 (TEPS) beziehungsweise 1x3 (TECS) Zoll Abmessungen. Die 12V- und 24V-Ausgangsvarianten sind in der Lage, 140 % Leistung zu liefern, um Lastspitzen mit einem Wirkungsgrad von bis zu 93,5 % zu versorgen. Zwei Versionen, entweder mit Lötstiften (TEPS) oder Steckern (TECS), sind mit kompatiblen Grundflächen erhältlich, um System-Upgrades zu erleichtern. Standardmäßig werden die Produkte in offener Bauweise geliefert, optional ist jedoch ein Staubschutzgehäuse erhältlich.

www.coseurope.eu



Die Geräte der TE-Serie sind für den Betrieb bei Temperaturen von -10 bis +70 °C ausgelegt und können in beliebiger Ausrichtung montiert werden.
Foto: Cosel

Mithilfe des Energy-IoT-Gateways Energy Manager RailX lassen sich Energieflüsse intelligent steuern.
Foto: Kiwigrid



Neues Hutschienen-Gateway

Kompaktes Design für noch schnellere Installation im Schaltschrank: Kiwigrid, IoT-Unternehmen für Energiemanagement und Energieoptimierung, hat den Energy Manager RailX auf den Markt gebracht. Neben einer erweiterten Leistungsfähigkeit verfügt das Hutschienen-Gateway über eine neue Bauform mit reduzierten Abmessungen für eine einfache und schnelle Installation. Der Energy Manager RailX sammelt die Daten angebundener Geräte, die auf der Kiwigrid-Plattform für Monitoring-, Analyse- oder Fernwartungszwecke aufbereitet und zum Beispiel zur Erstellung von Erzeugungs- und Verbrauchsprognosen verwendet werden. Seine Abmessungen wurden gegenüber dem Vorgängermodell deutlich reduziert. Anschlüsse für Digital I/O, etwa für die direkte Verbindung zu SG-Ready-Wärmepumpen, sind im Gehäuse integriert. Die Installation einer zusätzlichen Box (Digital Extension) ist daher nicht mehr notwendig. Der leistungsstarke 4-Kern-Prozessor ermöglicht die parallele Ausführung von Energiemanagement-Applikationen.

www.kiwigrid.com



CCM/MEA, hergestellt im Inkjet-Druckverfahren. Foto: Fraunhofer ENAS

Industrielle Massenproduktion von Wasserstoffsystemen

Referenzfabrik.H2 zur Fertigung von Stacks

Elektrolyseure und Brennstoffzellen benötigen Bipolarplatten, die die jeweiligen Wandlungskomponenten umschließen; solche Einheiten werden Zellen genannt. In Elektrolyseuren und Brennstoffzellen bilden mehrere gestapelte und in Serie geschaltete Zellen einen Stack. Für den Stack steht nun ein neuer Designbaukasten zur Verfügung, aus dem maßgeschneiderte Zelldesigns abgeleitet werden können.

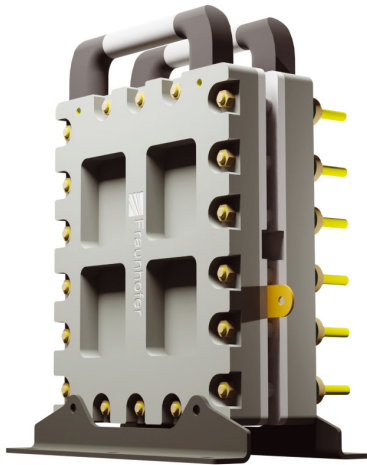
Die Mission der Referenzfabrik.H2: die Produktion von Elektrolyseuren und Brennstoffzellen fit für die industrielle Serienfertigung zu machen. Wesentliches Element ist der Aufbau eines Technologiebaukastens mit verschiedenen Verfahrensvarianten, die für die Herstellung von Wasserstoffsystem-Komponenten eigens geschaffen oder optimiert wurden.

Neu im Technologiebaukasten ist ein Stack, der beispielhaft ein neuartiges, aus dem Designbaukasten abgeleitetes Zelldesign umsetzt. In diesem Stack sind die bisherigen Forschungsergebnisse der drei Fraunhofer-Institute – Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS und Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT – aus dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geför-

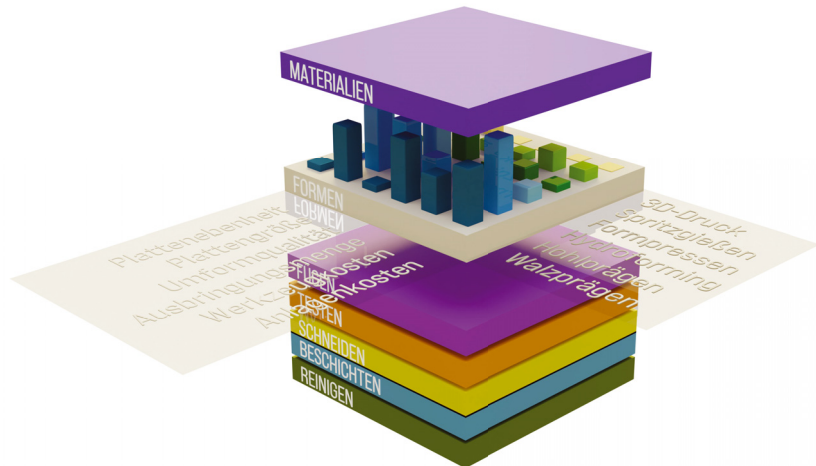
dernten Wasserstoffleitprojekt „H2Giga“ (Verbundprojekt FRHY) gebündelt.

Verfahren zur Herstellung von Bipolarplatten

Ein Forschungsschwerpunkt in der Referenzfabrik.H2 sind effiziente, hochratenfähige Prozesse zur Herstellung von Bipolarplatten. In der neu entwickelten Walztechnologie beispielsweise wird die Struktur der Bipolarplatte durch ein



Referenzstack eines Elektrolyseurs.
Foto: Fraunhofer IWU



Der Technologiebaukasten der Referenzfabrik-H2 besteht aus Produktions- und Prüfmodulen, die zur Herstellung von Wasserstoffsystemen notwendig sind. Grafik: Referenzfabrik-H2

Walzenpaar geprägt. Hauptvorteil dieses Verfahrens ist die hohe Prozessgeschwindigkeit, die zu einer substanziellen Steigerung der Stückzahlausbringung, Skaleneffekten und schließlich zu einer deutlichen Reduktion der Kosten führt.

Zur Herstellung einer Bipolarplatte können auch verschiedene Verfahren miteinander kombiniert werden. Wenn eine besonders hohe Präzision der Prägung erzielt werden muss, ist ein getakteter Umformprozess sinnvoll. Der hybride Umformprozess kombiniert die Vorteile beider Verfahren, wobei die Maschinenteknik flexibel an die erforderlichen Geometrien und Fertigungstoleranzen angepasst werden kann, sodass sich wirtschaftliche Vorteile für Lieferanten ergeben.

Inkjet-Druckverfahren

Auch die Weiterentwicklung der Inkjet-Drucktechnologie und daran anschließend die Entwicklung einer Anlagentechnologie für die wirtschaftliche Herstellung von Wandlungskomponenten – Catalyst Coated Membrane (CCM) und Membran-Elektroden-Einheit (MEA) – in großen Stückzahlen nimmt die Referenzfabrik.H2 in den Blick. Insbesondere Verfahren zur Beschichtung und nachfolgende Prozesse stehen im Fokus. Die Fraunhofer-Forschenden setzen beispielsweise auf das innovative Inkjet-Druckverfahren. Dabei kann im Druckprozess der Auftrag von Platin- und Iridium-Partikeln präzise portioniert und positioniert werden. Der Clou: Die Viskosität der Druckertinte ist so eingestellt, dass

der Druckkopf nicht verstopft und die Membran dennoch nicht aufquellen kann.

Neben effizienten Produktionsprozessen konzentrieren sich Forschende und industrielle Partner bei CCM und MEA auf die Qualität, die großen Einfluss auf Effizienz und Haltbarkeit von Elektrolyseuren und Brennstoffzellen hat.

Skalierbare Prozesse

Stückzahlskalierbare Produktionslösungen und Prozessketten sind für den erfolgreichen Markthochlauf von Elektrolyseur und Brennstoffzelle entscheidend. Insbesondere bei den Brennstoffzellen stellt der jeweilige Einsatzbereich unterschiedliche Anforderungen an Robustheit und Lebensdauer. Produktionsprozesse müssen dies berücksichtigen und entsprechend anpassbar sein. Die Erstellung und Erprobung seriennaher Prototypen für diese Prozesse ist dabei ein wichtiger Schritt zur Beurteilung ihrer Skalierbarkeit. Die in der Referenzfabrik.H2 entwickelten Maschinenkonzepte eignen sich aus diesem Grund auch zur Herstellung kleinerer Stückzahlen. Flexibilität hinsichtlich der Zelldesigns und der Zellchemie ist wichtig, damit sowohl Kleinserien als auch große Stückzahlen gefertigt werden können.

Ziel: Hohe Stückzahlen bei deutlich geringeren Produktionskosten

Die Referenzfabrik.H2 hat sich das Ziel gesetzt, Schrittmacher für die indus-

trielle Massenproduktion von Elektrolyseuren und Brennstoffzellen zu sein. Industrie und Wissenschaft verstehen sich dabei als eine Wertschöpfungsgemeinschaft, die gemeinsam am zügigen Hochlauf einer effizienten, stückzahlskalierbaren Produktion dieser Wasserstoffsysteme arbeitet.

In der Referenzfabrik.H2 bringen Industrieunternehmen ihre Kernkompetenzen in die Wertschöpfungskette ein und entwickeln diese gemeinsam mit anderen Industrieunternehmen weiter. So kann es gelingen, im Schulterschluss mit der Wissenschaft schneller voranzukommen und kostengünstige Systeme für den Masseneinsatz zu produzieren.

Für Industrieunternehmen aller Branchen und Größen sind drei Beteiligungsstufen vorgesehen. Die Einstiegsstufe richtet sich an Unternehmen, die ihren Platz in der Wertschöpfungskette noch präzisieren möchten und mit Workshops und Studien Orientierung erhalten. In der nächsten Stufe, der Expertenebene, erfahren Unternehmen Unterstützung bei der Technologieentwicklung. Auf der Champion-Ebene stellt die Wertschöpfungsgemeinschaft Materialien und die Herstellung von Prototypen bereit.

Seit letztem Jahr können Unternehmen Teil dieser Wertschöpfungsgemeinschaft werden – 20 Firmen sind bereits an Bord und gestalten den Einstieg in die Wasserstoffwirtschaft aktiv mit. ■

www.referenzfabrik.de,
www.iwu.fraunhofer.de,
www.enas.fraunhofer.de,
www.ipt.fraunhofer.de



Foto: Springer Vieweg

Digitale Kompetenz

Volker Lang: *Digitale Kompetenz*. 316 Seiten, Softcover, 27,99 €. Berlin/Heidelberg: Springer Vieweg, 2023. ISBN: 978-3-662-66284-7.

Vorkenntnisse über diese vielseitigen Technologien sind nicht erforderlich, denn der Autor führt kompetent durch das digitale Zeitalter. In zahlreichen Praxisbeispielen veranschaulicht er zentrale Konzepte und Anwendungen. Am Ende jedes Kapitels unterstützt eine Checkliste bei der Umsetzung der zentralen Lektionen. Dieses Buch geht den digitalen Schlagwörtern und Konzepten auf den Grund und sagt, was sie wirklich bedeuten.

Das Aufschlüsseln von Themen wie automatisiertes Fahren und intelligente Robotik mit Künstlicher Intelligenz, Blockchain-basierte Kryptowährungen und Smart Contracts und Optimierung von Finanzinvestitionsportfolios durch Quantencomputing und vieles mehr ist unerlässlich, um für die Zukunft der Industrie gerüstet zu sein. Unabhängig davon, wo die eigene digitale Transformation stattfindet, das Buch erstellt einen konkreten digitalen Aktionsplan für alle Anforderungen an Technologie- und Innovationsstrategien.



Foto: VDE Verlag

Instandhaltung

Georg-Wilhelm Werner: *Instandhaltung am Beispiel stromführender Geräte und Anlagen*. 351 Seiten, Softcover, 49,00 €. Berlin/Offenbach: VDE Verlag, 2023. ISBN: 978-3-8007-5410-6.

Dieses Buch zeigt die Anforderungen an ein modernes professionelles Instandhaltungssystem auf dem Weg zu Instandhaltung 4.0. Dazu werden eine Reihe von Systemelementen mit umfangreichen Metadaten dargelegt, die in dieser Konkretheit im Rahmen einer Gesamtkonzeption in Publikationen nur schwer oder nicht zu finden sind.

Einige Stichpunkte hierfür sind:

- Instandhaltungsrelevante Anforderungen,
- Betriebsmittel- beziehungsweise Baueinheitenklassen,
- Prioritätskriterien objekt- und gefahrenbezogen differenziert, auch für Schutzgüter von versorgenden Infrastruktursystemen,
- betriebswirtschaftliche Bewertung und Steuerung von Instandhaltungsprozessen, einschließlich diesbezügliches Controlling und Ersatzinvestitionen,
- rationelles eigen anwendbares Audit als Maßstab der Reife des unternehmenseigenen Entwicklungsstands.



Foto: Richard Boorberg Verlag

Photovoltaik erfolgreich gestalten

Michael Frey (Schriftleitung): *Photovoltaik erfolgreich gestalten*. 180 Seiten, Softcover, 45,00 €. Stuttgart: Richard Boorberg Verlag, 2022. ISBN: 978-3-415-07219-0.

Die Photovoltaik (PV) ist eine der Schlüsseltechnologien der Energiewende. Die konkrete Umsetzung stellt Kommunen und Projektierer allerdings in der Praxis häufig vor große Schwierigkeiten.

Hier setzt das Fachbuch an und bietet einen Leitfaden mit konkreten Empfehlungen für die Planung und strategisch sinnvolle Realisierung vor Ort – auch über die eigenen Liegenschaften hinaus. Die rechtlichen Grundlagen, insbesondere das Fachplanungsrecht, sowie die administrativen Rahmenbedingungen sind konzentriert auf den Punkt gebracht.

Die Besonderheiten aller derzeit gängigen Formen der PV-Nutzung, von der Dach- über die Freiflächen-PV bis hin zu Sonderformen wie der Agri-PV oder der Floating-PV auf Baggerseen, werden in einem eigenen Kapitel ausführlich erläutert. Zahlreiche Praxisbeispiele zeigen, wie die erfolgreiche Ausgestaltung vor Ort gelingen kann.



Foto: Carl Hanser Verlag

Energiespeicher für die Energiewende

Armin U. Schmiegel: *Energiespeicher für die Energiewende*. 260 Seiten, Softcover, 34,99 €. München: Carl Hanser Verlag, 2023. ISBN: 978-3-446-47582-3.

Ob fahrend oder stehend, am Armband, in der Hosentasche, im Auto oder im Keller: Speichersysteme sind ein fester Bestandteil unseres Lebens geworden. Mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien und dem Aufkommen der E-Mobilität wird ein Verständnis für die Eigenschaften dieser Systeme im Studium und Beruf immer wichtiger.

Das Buch führt Leserinnen und Leser in das Design von Speichersystemen ein. Es ermöglicht, zu verstehen, welche Komponenten verwendet werden und welche Konsequenzen der Einsatz bestimmter Speichertechnologien für die Speicheraufgabe hat. Anhand von Beispielen wird erklärt, was bei der Konzeption eines Speichersystems beachtet werden muss und wie sinnvolle Entwicklungs- aber auch Investitionsentscheidungen getroffen werden können. Übungsaufgaben und zahlreiche Illustrationen helfen, das erworbene Wissen in der Praxis anzuwenden.

Immer auf dem neuesten Stand: Mit VDI Fachmedien- Newsletter

Alle
Newsletter
kostenfrei

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

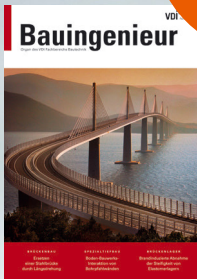
Bauingenieur, Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, HLH, Konstruktion, Technische Sicherheit, VDI energie + umwelt, VDI-Z, wt Werkstattstechnik online.



Technikwissen für Ingenieur*innen - jetzt auswählen und bestellen:

ingenieur.de/news

Alle
auch als
E-Paper



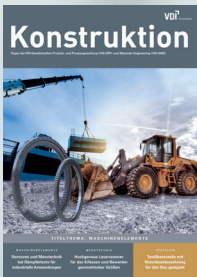
10 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 539,40 EUR
E-Paper-Abo: 463,40 EUR



6 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 487,40 EUR
E-Paper-Abo: 418,70 EUR



9 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 255,30 EUR
E-Paper-Abo: 219,20 EUR



9 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 576,40 EUR
E-Paper-Abo: 495,10 EUR



6 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 281,80 EUR
E-Paper-Abo: 242,10 EUR

**Die erste
Adresse für
Technikwissen:
VDI Fachmedien**

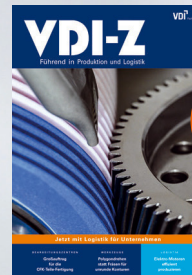


6 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 286,40 EUR
E-Paper-Abo: 246,10 EUR



NEU

6 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 366,10 EUR
E-Paper-Abo: 314,60 EUR



Jetzt
mit
Logistik

9 Ausgaben pro Jahr
Jahresabopreis: 306,10 EUR
E-Paper-Abo: 262,90 EUR

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



Technikwissen für Ingenieur*innen - jetzt auswählen und bestellen:

T +49 6123 9238-202
E vdi-fachmedien@vuservice.de
vdi-fachmedien.de

Inlandsbruttopreise – Ausland auf Anfrage