

CITplus

10

26. Jahrgang · Oktober · 2023

Das Praxismagazin für **Verfahrens- und Chemieingenieure**

CITplus, das Magazin für die Mitglieder von VDI-GVC und Dechema

Automation und
Elektrifizierung
aus einer Hand
Phoenix Contact automatisiert
skalierbare Pilotanlage eines
Wasserstoff-Elektrolyseurs

**Nachhaltige
PtX-Produktionsrouten**

Chemieproduktion
ohne fossile Ressourcen

S. 16

**Biozidfreie
Kühlwassersysteme**

Umweltfreundliche
Kühlwasserbehandlung

S. 34

**Die H₂-Produktion
optimieren**

Überwachung der
Einzelzellspannungen

S. 48

WILEY VCH



powered by how

how

Wie können wir eine Welt mit
Energie versorgen, die sich
keinen Ausfall leisten kann?

Ununterbrochener Zugang zu Energie ist notwendig für Menschen, für Länder und für die Wirtschaft. Leider gibt es unvorhersehbare Faktoren, welche die Lieferkette unterbrechen können.

Diese Herausforderung ist der Grund, warum wir unsere Prozesse durch Echtzeit-Transparenz der gesamten Kohlenwasserstoff-Lieferkette optimieren. In unserem Betriebszentrum stimmen wir den lokalen und globalen Bedarf perfekt mit präziser Produktionsplanung ab, setzen aktuelle Technologien zur optimalen Effizienz ein, und organisieren zudem bedarfsgerechte Außendienstaktivitäten und Lieferungen. Dank unermüdlichem Einsatz und der Tatkraft unserer Leute erzielen wir eine Versorgungsquote von 99,8 %* – den Spitzenwert der Branche.

Entdecken Sie, wie wir die Welt heute wie morgen verlässlich mit Energie versorgen:
aramco.com/poweredbbyhow.

*99,8 % Lieferzuverlässigkeit im zweiten Quartal von 2022

Etwas bewegen

„Ich möchte etwas bewegen.“ So in etwa begründete kürzlich eine junge Ingenieurin ihre Entscheidung, für die BASF arbeiten zu wollen. Davon berichtete Christian Seemann, Senior Vice President EST des Technical Site Services der BASF in Ludwigshafen, auf dem VDI-Trendforum im Gesellschaftshaus. Das war ein Déjà-vu-Moment für mich. Habe ich doch mit genau diesem Gedanken meine Eltern vor mehr als 30 Jahren – sie führten damals einen Handwerksbetrieb – davon überzeugt, dass das Chemiestudium an der TU Darmstadt eine gute Sache sei. Der Moment hat mich auch daran erinnert, warum ich so gerne als CITplus-Chefredakteurin arbeite und es mir so viel Freude bereitet, über die Arbeit von Ingenieuren zu berichten: Es klingt vielleicht pathetisch, aber es ist einfach großartig daran teilzuhaben, die Welt zum Besseren zu verändern.

Engagiert für dieses Ziel haben sich auch wieder zahlreiche Autoren, darunter viele Ingenieure, dieser Ausgabe von CITplus. Sie zeigen den Weg zu mehr Klimaschutz und informieren über die Möglichkeiten und technologischen Entwicklungen für die Prozessindustrie – und das stets mit einem wirtschaftlichen Nutzen für die Anwender. Denn ohne Business Case keine Investition und ohne Investition kein Fortschritt. Es brauche dafür Finanzmittel und Technologie sowie Menschen und Mut, wie Jan Garbe, Vice President Electrical & Instrumentation, es auf dem VDI-Trendforum treffend zusammenfasste.

Über die Technologien für nachhaltige PtX-Produktionsrouten berichtet Dr. Chokri Boumrifak, wissenschaftlicher Projektmanager Energie und Klima bei der Dechema, im Fokusbeitrag dieser Ausgabe (S. 16). Welche Marktchancen für den Anlagenbau in der Wasserstoffproduktion bestehen, wie Elektrolyseure in der Praxis optimiert werden können und welche technischen Lösungen dazu bereitstehen, lesen Sie auch in der Titelstory von Phoenix Contact (S. 12), im Interview mit Dr. Michael Haid, CEO von EDL Anlagenbau Gesellschaft (S. 24) sowie in den weiteren Fachaufsätzen.

Auch für Bestandsanlagen gilt es, die Möglichkeiten zur Senkung des CO₂-Footprints auszuloten. Das Optimieren von Pumpen und Kompressoren sowie deren Instandhaltung ist dazu ein wichtiger Schlüssel. Der Bericht des VDMA fasst die Orientierungshilfe für Smart Service für Druckluft und Vakuum zusammen. In weiteren Fachberichten im Sonderteil Pumpen (S. 37 ff.) informieren wir über digitale Serviceangebote und digitale Modelle zur Betriebsoptimierung.

Übrigens können Sie CITplus auch digital lesen, als E-Paper und als Newsletter. Für CITplus Insight nutzen Sie gerne untenstehenden QR-Code, um sich kostenfrei zu registrieren und den Themennewsletter einmal monatlich ins E-Mail-Postfach zu erhalten.

Ich freue mich auf Ihre Rückmeldung.



Viele Grüße
Etwina Gandert

etwina.gandert@wiley.com



Etwina Gandert
Chefredakteurin

Wiley Online Library



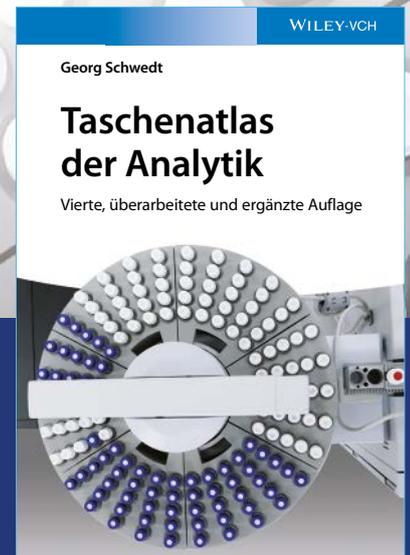
Entdecken Sie den Newsletter

CITplus IN SIGHT



Kompakte Einführung

Übersicht über Grundlagen und Anwendungen der Analytischen Chemie



Taschenatlas der Analytik

Georg Schwedt. 42,90 Euro.
ISBN 978-3-527-34872-5

Der Taschenatlas bietet eine kompakte Einführung und Übersicht über Grundlagen und Anwendungen der analytischen Chemie. Dabei sind jeweils erläuternder Text und eine Farbtafel auf einer Doppelseite gegenübergestellt. Das Buch enthält insgesamt 125 Farbtafeln, die die gesamte Breite der modernen Analytik in Chemie, Biowissenschaften und Teilen von Physik und Materialwissenschaften abdecken.

Für die vierte Auflage wurde der Taschenatlas erweitert und auf den aktuellen Stand gebracht. Er enthält u. a. acht neue Farbtafeln zu aktuellen Themen wie Mikroextraktionstechniken, Radioimmunoassays, Superfluid-Chromatographie und die elektronenmikroskopische Untersuchung von Materialoberflächen.

Mit diesem Atlas sind die Grundlagen aller wichtigen analytischen Verfahren immer griffbereit – ideal zum raschen Nachlesen und für die Prüfungsvorbereitung.



Titeldetailseite ansehen und direkt bestellen!



12 Automation und Elektrifizierung aus einer Hand

Phoenix Contact automatisiert skalierbare Pilotanlage eines Wasserstoff-Elektrolyseurs

Grüner Wasserstoff soll in Zukunft in vielen Bereichen fossile Brennstoffe ablösen. Damit seine Herstellung auch im Industriemaßstab kosteneffizient und so flexibel wie möglich funktioniert, hat Enapter den AEM Multicore entwickelt. Experten von Phoenix Contact rüsteten die Pilotanlage des Elektrolyseurs mit den Kernkomponenten für die Automatisierung und Elektrifizierung aus und unterstützten beim Engineering und der Programmierung.

Phoenix Contact GmbH & Co. KG, Blomberg
www.phoenixcontact.com/power-to-x

KOMPAKT

- 6 Termine
- 7 Forschung + Entwicklung
- 8 Wirtschaft + Produktion
- 10 Personalia

TITELSTORY

12 Automation und Elektrifizierung aus einer Hand

Phoenix Contact automatisiert skalierbare Pilotanlage eines Wasserstoff-Elektrolyseurs
 U. Reutner, für Phoenix Contact

FOKUSTHEMA POWER-TO-X

16 Power-to-X – Nachhaltige Produktionsrouten für eine klimaneutrale Industrie

Chemieproduktion ohne fossile Ressourcen
 C. Boumrifak, Dechema

19 Es braucht Zeit und Investitionen

Interview mit Dr. A. Zschocke, CENA

20 Kostengünstige Batterietechnologie für die Energiewende

Langlebige Zink-Batterie speichert Strom und produziert Wasserstoff
 O. Putsykina, Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM

ANLAGEN | APPARATE | KOMPONENTEN

22 Standardisierung als Wegweiser für Wasserstoff

Die Normungsroadmap Wasserstofftechnologien ermöglicht ein abgestimmtes nationales Vorgehen
 K. Hares, VDI-GEU, TG-B, VDI

24 Marktchancen für den Anlagenbau in der Wasserstoffproduktion

Interview mit dem Anlagenbau- und Technologieexperten Dr. Michael Haid, CEO der EDL Anlagenbau Gesellschaft
 E. Gandert, Chefredakteurin CITplus

28 Reinigung von grünem Wasserstoff

Ein wichtiger Schritt zwischen Elektrolyse und Transport oder Nutzung des Wasserstoffs
 W. Breyer, freier Autor für Reicat
 S. Höfling, Reicat



37

© thomas hallmer - stock.adobe.com

Wiley Online Library



31 Permeabilität und Gasdiffusion im Elektrolyseur

Optimierung der Elektrolysezellen durch poröse metallische Komponenten
Dorstener

32 Warum Kunststoffmedienleitungen nachhaltiger sind

Einsparpotenziale beim Einsatz von Medienleitungen aus Kunststoff in der Batterieproduktion
Interview mit Cyrus Ardjomandi, Georg Fischer

30 Produkt
von KSB

BETRIEBSTECHNIK | SICHERHEIT

34 Kühlwassersysteme ohne Biozideinsatz betreiben

Kosteneffiziente und umweltfreundliche Wasserbehandlung für Kühlsysteme
L. Havighorst, Blueactivity
E. Lindemann, Lindemann Industrie Service

35 Produkt
von Papenmeier

PRODUKTFORUM HEIZEN | KÜHLEN | TROCKNEN

36 Produkte
von Alfa Laval, Beko, Harter und Thielmann

SONDERTEIL PUMPEN

37 Digitalisierung für besseren Service

38 Smart Service für Druckluft und Vakuum

VDMA veröffentlicht Orientierungshilfe mit Anwendungsszenarien und Risikoabschätzung
A. Brand, VDMA Kompressoren, Druckluft- und Vakuumtechnik

40 Digitaler Service senkt Druckluftkosten

Verbräuche messbar machen und Verluste durch Leckagen und Ineffizienzen vermeiden
Sick

42 Optimieren mit System

Digitaler Zwilling spart Energie und steigert Betriebssicherheit
S. Höller, Prof. Dr. Jaberg & Partner

44 Präzises Zudosieren von Geruchsstoff

Odorierung von Erdgas mit Spotleak an neuem LNG-Erdgas-Terminal
W. Richter, Lewa

41, 45–47 Produkte
von Atlas Copco, AWS Apparatebau Arnold, Kaeser, KNF, Labom, Sauer und Viscotec

MESS-, STEUER-, REGEL-, AUTOMATISIERUNGSTECHNIK

48 Die Wasserstoffproduktion optimieren

Überwachung der Einzelzellspannungen reduziert Elektrolyseerausfallzeiten
G. Kirner, Smart Test Solutions

50 Echtzeiteinblicke in die Methanol-Synthese

Faseroptische Temperaturmessung für die chemische Verfahrenstechnik
J. Schwarz, Polytec
E.-C. Reiff, Redaktionsbüro Stutensee

52 Neue Denkansätze für mehr Energieeffizienz

Neues, hydraulisches Stellgliedkonzept bietet Lösung zur Dekarbonisierung aller Pipeline-Applikationen
K. Riegel, Emerson Final Control Germany

55, 56 Produkte
von Aris, Bürkert, Pepperl+Fuchs, Bar pneumatische Steuerungssysteme und Smartgas

57 Bezugsquellenverzeichnis

59 Index | Impressum



© StatisticVladimir - shutterstock; Coloures-Pic - stock.adobe.com

Fünf Minuten **Kaffeepause...**

...und dabei den wöchentlichen Newsletter von CHEManager studieren.

Effizienter und entspannter können sich Strategen und Entscheider der Chemiebranche nicht informieren!



<https://bit.ly/3icWheF>

Jetzt ganz einfach kostenlos registrieren:
www.chemanager-online.com/newsletter

CHEManager.com

CITplus

Die Beiträge, die in CITplus veröffentlicht werden, sind auch in der Wiley Online Library (WOL) abrufbar. Dafür wird jeder Artikel mit einem dauerhaften digitalen Identifikator ausgezeichnet, dem Digital Object Identifier (DOI).

Scannen Sie den QR-Code oder klicken Sie im PDF einfach darauf.

Wiley Online Library

Beilagen

Bitte beachten Sie die Beilage von RCT Reichelt Chemietechnik sowie den Beihefter von Endress+Hauser

Oktober 2023

MSR-Spezialmesse	18. Okt.	Landshut	info@meorga.de, www.meorga.de
Intensivkurs Marketing für Chemiker	19. – 20. Okt.	online	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
Grundlagen der makromolekularen Chemie II: Charakterisierung, Eigenschaften und Anwendungen von Polymeren	23. Okt. – 14. Dez.	online	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
IO-Link Forum	24. Okt.	Essen	Profibus Nutzerorganisation, barbara.weber@profibus.com
Zielgerichtete Bioprozessentwicklung	24. – 25. Okt.	Frankfurt/Main	Dechema, kurse@dechema.de, www.dechema-dfi.de/kurse.html
Schwingungsspektroskopie für die chemische Qualitäts- und Prozesskontrolle	24. – 25. Okt.	Frankfurt/Main oder online	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de

November 2023

Methodenvalidierungen in der Analytischen Chemie unter Berücksichtigung verschiedener QS-Systeme	7. Nov.	Frankfurt/Main oder online	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
Risikobewertung von Mikroplastik	7. – 8. Nov.	Idstein	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
Grundlagenkurs Emulsionstechnologie am Beispiel von Hautpflegeprodukten	7. – 15. Nov. (4 Tage, jeweils vormittags)	online	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
Grundlagen der Rheologie	8. – 9. Nov.	online	Dechema, kurse@dechema.de, www.dechema-dfi.de/kurse.html
Kaltherstellung kosmetischer und pharmazeutischer Emulsionen	10. Nov.	online	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
Strahlenschutzkurs Laser – Laserschutzbeauftragter für industrielle und technische Laseranwendungen	13. Nov.	online	Dechema, kurse@dechema.de, www.dechema-dfi.de/kurse.html
Trinkwasserhygiene Kategorie A nach VDI 6023	13. – 14. Nov.	Frankfurt/Main	Dechema, kurse@dechema.de, www.dechema-dfi.de/kurse.html
Pigmente – aktueller Stand	13. – 16. Nov.	Darmstadt	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
Industrietage Wassertechnik	14. – 15. Nov.	Frankfurt/Main	Dechema, www.dechema.de
Safety Hazards of Technologies of the Energy Transition	14. – 15. Nov.	online	Dechema, kurse@dechema.de, www.dechema-dfi.de/kurse.html
Störungs- und Notfallmanagement: Umweltschutz	14. – 15. Nov.	Frankfurt/Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
SPS	14. – 16. Nov.	Nürnberg	NürnbergMesse, info@mesago.com, www.mesago.de
Störungsbedingte Stoff- und Energiefreisetzungen	15. – 16. Nov.	Frankfurt/Main	Dechema, kurse@dechema.de, www.dechema-dfi.de/kurse.html
Organisation, Personal- und Projektmanagement	16. – 17. Nov.	Frankfurt/Main oder online	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
Grundkurs Gentechnikrecht	21. – 22. Nov.	Frankfurt/Main	Dechema, kurse@dechema.de, www.dechema-dfi.de/kurse.html
Destillation	22. – 24. Nov.	München	GVT – Forschungs-Gesellschaft Verfahrens-Technik www.gvt.org.de
Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen	23. Nov.	Frankfurt/Main	Dechema, kurse@dechema.de, www.dechema-dfi.de/kurse.html
Namur Hauptsitzung	23. – 24. Nov.	Neuss	Namur, www.namur.net
Kriminalität	23. – 24. Nov.	Frankfurt/Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
Aktuelle Trends der molekularbiologischen Lebensmittelanalytik	23. – 24. Nov.	Freiburg oder online	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
Prozesstechn. Auslegung von Wärmeübertragern	29. – 30. Nov.	online	Dechema, kurse@dechema.de, www.dechema-dfi.de/kurse.html

Wiley Online Library





Die **Meldungen mit DOI** (Digital Object Identifier) auf dieser Seite beruhen auf wissenschaftlichen Originalarbeiten, die in voller Länge in der **Chemie Ingenieur Technik**, Wiley-VCH, Weinheim, erscheinen.

Der Aufruf eines Artikels erfolgt im Webbrowser unter der Adresse <http://dx.doi.org/> mit nachfolgendem DOI.

Wiley Online Library



Digitale Zwillings optimiert Betriebsparameter

Geeignete Einstellungen von Maschinen könnten Produktionskosten und Umweltbelastungen verringern – bei gleichbleibender Qualität der Produkte. Die komplexen, nichtlinearen Abhängigkeiten zwischen diesen Einstellungen und dem Energieverbrauch oder der Qualität bei Herstellungsprozessen zu definieren, ist jedoch oft eine Herausforderung. Am Beispiel eines Extrusionsprozesses wurde eine Methode vorgeschlagen, mit der sich optimierte Appareteeinstellungen finden lassen. Sie basiert auf

inverser Klassifikation mithilfe von Autoencodern. Basierend auf vordefinierten Intervallen des Energieverbrauchs und der Produkteigenschaften kann der Algorithmus Betriebsparameter vorschlagen. Die Leistungsfähigkeit der Methode wurde an Daten evaluiert, die von einem digitalen Zwilling des Prozesses erzeugt wurden.

Julia Burr, Fraunhofer ITWM, Kaiserslautern
julia.burr@itwm.fraunhofer.de
DOI: 10.1002/cite.202200211

Selective Umbenetzungsagglomeration

Die Umbenetzungsagglomeration ist ein Verfahren, bei dem Stoffe nach zwei Partikeleigenschaften getrennt werden: den Benetzungseigenschaften und der Größe. Einer Suspension wird eine Bindeflüssigkeit zugegeben, die die eine Art von Feststoffteilchen stärker benetzt, sodass diese größere Agglomerate bilden als die andere Sorte. Anschließend werden die größeren Agglomerate durch eine Fest-Flüssig-Trennung von der verbleibenden Suspension separiert. In einer Studie wurde die

Trennung von Graphit und Quarz untersucht. Mithilfe von Gravimetrie und Mikroröntgentomographie wurde gezeigt, dass Graphit-agglomerate mit Reinheiten bis zu 99,9% erzielt werden konnten. Der Grund für diese hohen Reinheiten: Quarz wird durch die verwendete Bindeflüssigkeit Paraffin nicht benetzt.

Julia Schreier, Hochschule Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld
j.schreier@umwelt-campus.de
DOI: 10.1002/cite.202200140

Wie fest ist der Staubkuchen?

Bei der Oberflächenfiltration zur Staubabscheidung ist die mechanische Festigkeit der Staubkuchen von großer Bedeutung für das Betriebsverhalten des Oberflächenfilters. Durch verschiedene Konditionierungsmethoden lässt sich diese signifikant beeinflussen. Eine einfache Messmethode zur Quantifizierung der Staubkuchen-Festigkeit existiert noch nicht. In einer Studie wurde ein Ansatz entwickelt, der auf der Härteprüfung von Werkstoffen

nach Brinell basiert. Sie erzielte eine hohe Aussagekraft über die mechanische Festigkeit der untersuchten Staubkuchen. Es wurden Staubkuchen mit modifizierter Packungsstruktur verglichen. Diese erfolgte durch eine Rohgaskonditionierung mittels hygroscopischer Salzpartikel.

Qian Zhang, Bergische Universität Wuppertal
zhang@uni-wuppertal.de
DOI: 10.1002/cite.202200112

Alternativen zu Holz

Ein Trend in der Zellstoff- und Papierindustrie ist die Nutzung von Nicht-Holzpflanzen, z. B. von Einjahrespflanzen und Gräsern. Sie sollen Bäume als Rohstoffquelle für Zellstoff substituieren. Da sich die Zusammensetzung und die Fasereigenschaften unterscheiden, müssen diese bewertet werden. In einer Machbarkeitsstudie wurden Zellstoff aus Hopfen, Hanf und Miscanthus extrahiert, die Ausbeuten und die Fasereigenschaften untersucht und mit verfügbaren Daten für Zellstoff aus Kiefern- und Fichtenholz (Northern Bleached Softwood Kraft) vergli-

chen. Als besonders geeignet erwies sich Miscanthus: Es wurden sehr hohe Ausbeuten bis zu 86,6 Ma.-% für den Natural-Pulping-Aufschluss sowie eine niedrige Kappa-Zahl von 3,5 ermittelt. Demnach wurde fast das gesamte Lignin entfernt. Damit bestätigt sich die hohe chemische Wirksamkeit der Aufschlüsse sowie das große Potenzial von Einjahrespflanzen und Gräsern.

Helga Zollner-Croll, Hochschule München
helga.zollner-croll@hm.edu
DOI: 10.1002/cite.202200154

Porenbeton recyceln

Mit steigendem Kostendruck für die Entsorgung von Porenbetonabfällen rückt die Herstellung von Recyclingprodukten zunehmend in den Fokus. Allerdings fallen bei den Entsorgungsunternehmen stark schwankende Mengenströme an. Investitionen in spezialisierte Aufbereitungstechnik sind daher kaum wirtschaftlich vertretbar. In einer Studie konnte gezeigt werden, dass mit konventioneller Zerkleinerungstechnik – z. B. mittels Kurbelschwingerbrecher für die Vorzerkleinerung und Hammerbrecher für die

Nachzerkleinerung – bei Anpassung der betrieblichen Parameter auch Porenbetonabfälle mit vertretbarem Aufwand für einen hochwertigen Wiedereinsatz aufbereitet werden können. Verschiedene Alternativen zur untersuchten Maschinenkonfiguration erscheinen möglich. Eine Vorsortierung der Fraktionen ist dabei empfehlenswert.

Thomas Krampitz, TU Bergakademie Freiberg
thomas.krampitz@iart.tu-freiberg.de
DOI: 10.1002/cite.202200065

CITplus
IN SIGHT



Registrieren Sie sich hier:
www.chemanager-online.com/citplus/newsletter

WILEY-VCH



© Prof. Dr. Jaberg & Partner

Konferenz für Pumpenpraktiker in Graz

Die 27. Praktikerkonferenz Graz findet 2024 wieder zur angestammten Zeit statt: eine Woche nach Ostern und wieder im repräsentativen neobarocken Congress Graz, der allen Teilnehmern viel Platz und beste Sicht gewährt. „Es gibt großen Bedarf an sachlicher, ausgereifter Information meiner Ansicht nach, eigentlich eine Selbstverständlichkeit. Dazu passt unser Motto ‚Wir pflegen das offene Wort in Graz.‘ Das kann man nur durch qualifizierte Fachleute erreichen“, sagt Professor Helmut Jaberg. Er lädt seit 27 Jahren traditionell eine Woche nach Ostern Betreiber, Planer und Hersteller der verschiedensten verfahrenstechnischen Anlagen zu sich nach Graz ein, sich mit ausgewiesenen Experten der Industrie über Ihre Erfahrungen, Problemlösungen und neuesten Trends im Einsatz von Pumpen oder das Troubleshooting auszutauschen. Von Praktikern für Praktiker ist über die Jahre unser Motto – der Dialog zwischen Vortragenden und Plenum ist uns wichtig. Erneut werden praktisch alle technischen Aspekte der Pumpenbranche abgedeckt. Organisatorisch haben wir uns auch für 2024 ins Zeug gelegt, um dem so erfreulich guten Ruf der Praktikerkonferenz Graz gerecht zu werden: Ausgezeichnete Referenten und Referentinnen von erstrangigen Betreibern und Herstellern haben ihre Beiträge bereits zugesagt. Mindestens ein Drittel der Vorträge werden von Betreibern gehalten werden und so Herstellern konkrete Einblicke ermöglichen. Die Praktikerkonferenz findet jetzt und weiterhin in Deutsch statt. Abendempfänge im neugotischen Grazer Rathaus und in der Grazer Burg lassen die drei anspruchsvollen Konferenztage in der steirischen Genusshauptstadt gemütlich und kulinarisch ausklingen. Altstadttrundgänge und für Interessierte Führungen durch das Labor des Instituts für hydraulische Strömungsmaschinen der TU Graz sind beliebte Highlights des Grazer Rahmenprogramms.

www.praktiker-konferenz.com

Wiley Online Library



Eagleburgmann investiert am Standort Eurasburg

Der in Wolfratshausen ansässige Dichtungshersteller EagleBurgmann und dessen Mutterkonzern Freudenberg investieren am Produktionsstandort Eurasburg 5 Mio. EUR in ein automatisiertes Lagersystem. Das Unternehmen verzeichnet seit Jahren steigende Absatzzahlen und setzt mit dem Ausbau des Werkes ein Zeichen für die Region. Kai Ziegler, Chief Technology Officer bei EagleBurgmann, erklärt: „Durch die Investition in eine Automatisierung unserer Lagerhaltung sollen Durchlaufzeiten um die Hälfte verkürzt, der Materialfluss optimiert und unsere Flexibilität hin zum Kunden erhöht werden.“ In Eurasburg werden Gleitringdichtungen und Versorgungssysteme hergestellt. „Unsere Dichtungen sind sehr individuell auf die Anforderungen unserer Kunden ausgerichtet und bestehen aus einer Vielzahl hochpräziser Einzelteile, die wir vorrätig halten müssen. Mit den bisherigen Prozessen in unserem Lager legten alle unsere Beschäftigten zusammengenommen jedes Jahr eine Wegstrecke zu Fuß zurück, die eineinhalb Erdumrunden entspricht.“ führt Ziegler aus. Mit der Einführung des automatisierten Lagersystems werden die Menschen nun deutlich stärker von Maschinen unterstützt und entlastet. www.eagleburgmann.com



© Eagleburgmann

Siemens tritt der Zeppelin Sustainable Tire Alliance bei

Unter dem Dach der im März 2023 aus der Taufe gehobenen „Zeppelin Sustainable Tire Alliance“ verfolgt Anlagenbauer Zeppelin Systems das Ziel, die Reifenindustrie nachhaltiger zu gestalten. Nicht nur die Produktion von Reifen, sondern auch das Reifenrecycling im Sinne der Kreislaufwirtschaft sollen umweltverträglicher neu gedacht werden. Neu mit an Bord der Allianz ist



© Zeppelin

jetzt auch der Siemenskonzern als technologischer Innovations-treiber für den Bereich Automation und Digitalisierung. Konkret stellt Siemens die Nutzung digitaler Zwillinge zur Entwicklung und Verbesserung einer nachhaltigen Reifenproduktion zur Verfügung. So können bspw. nahtlose Informationsflüsse zwischen realer und digitaler Welt, ganzheitliche Nachhaltigkeitsauswirkungen entlang der Wertschöpfungskette, oder die Optimierung von Prozesskreisläufen simuliert werden. Auch das Vorantreiben der Dekarbonisierung durch transparente und verwaltbare CO₂-Fußabdrücke der Produkte (PCF) mit SiGreen, einer SaaS-Anwendung zum Austausch dynamischer PCF entlang der Wertschöpfungskette von Siemens, gehört zur partnerschaftlichen Zusammenarbeit im Rahmen der Allianz. www.zeppelin.com



Emerson übernimmt Flexim Flexible Industriemesstechnik

Als Technologieexperte auf dem Gebiet der eingriffsfreien Durchflussmessung mit Ultraschall wird Flexim Teil des Geschäftsbereichs Durchflussmessung von Emerson. Der Stammsitz von Flexim in Berlin-Marzahn wird zum Exzellenzzentrum für Ultraschalldurchflusstechnik ausgebaut. „Mit Emerson haben wir einen starken Partner, mit dem wir gemeinsam unsere führende Position auf dem weltweit wachsenden Markt für industrielle Ultraschalldurchflussmesser weiter ausbauen werden“, sagt Jens Hilpert, Mitgründer von Flexim, zum Verkauf: „Emerson und Flexim teilen dieselbe Innovationskultur und Leidenschaft für fortschrittliche technologische Lösungen.“ Das Berliner Unternehmen ergänzt das Durchfluss-Portfolio des Konzerns, das bislang Coriolis-, Differenzdruck-, magnetisch-induktive sowie Wirbeldurchflussmesser umfasst. Die Marke Flexim wird erhalten bleiben. Weiterhin enthält die Übernahmevereinbarung Garantien für den Erhalt von Standorten und Arbeitsplätzen: „Wir brauchen die hochqualifizierten und motivierten Mitarbeitenden von Flexim, um die Durchflussmessung mit Ultraschall technisch und kommerziell noch weiter voranzubringen“, unterstreicht Jon Stokes, Group President Measurement Solutions bei Emerson. Die bisherigen vier Gesellschafter von Flexim werden weiterhin ihre Aufgaben im Unternehmen wahrnehmen.

www.flexim.de

Schenck Process fokussiert auf digitale Lösungen und nachhaltige Schüttgutprozesse

Das Darmstädter Traditionsunternehmen Schenck Process geht nach der Ausgliederung seiner Lebensmittellösungen an Hillenbrand/Coperion in eine nachhaltigere Zukunft. Der Experte für prozesskritische Schüttgut-Anwendungen konzentriert sich nun zu 100 % auf die Kernkompetenzen der Wäge- und Dosiertechnik. Unter Führung des neuen CEO Jörg Ulrich leitet das Unternehmen eine neue Ära ein. „Den Business Units in Europa, China und Indien wird die neue Unternehmensgröße von ehemals 2.500 zu jetzt 1.100 Mitarbeitende viele Vorteile bringen“, ist sich Jörg Ulrich sicher. „Wir kombinieren unsere Premiumprodukte, unser Schüttgut-Know-how, unsere fortschrittlichen digitalen Lösungen und unsere globale Reichweite mit den Vorteilen eines mittelständischen Unternehmens in Bezug auf Fokus, Agilität, Zuverlässigkeit, leistungsstarke Teams und der Nähe zu unseren Kunden“. Die regionalen Stärken und Talente kommen bei Schenck Process nun noch mehr zum Tragen – vor allem in der Forschung und Entwicklung im Bereich der Kreislaufwirtschaft und grünen Technologien. „Nachhaltigkeit wird zum Kern unserer Schenck Process-DNA“, sagt Manfred Bruckner, Managing Director Schenck Process Europe. „Unsere Mission ist es, neue nachhaltige Technologien zu entwickeln, die unseren Kunden helfen, die Anforderungen im Sinne der Klimaneutralität und Prozesseffizienz bis 2050 zu erreichen. In diesem Zusammenhang sehen wir die größten Wachstumspotenziale in einer effizienten Batteriedosierung, grüner Energie aus Abfall, nachhaltigen Stahl- und Zementprozessen sowie digitalen Lösungen im Bereich Predictive Maintenance und integrierter Logistiksteuerung.“

www.schenckprocess.com



Dr. Jörg Ulrich,
CEO Schenck Process



Peter Groll,
CTO Schenck Process



Manfred Bruckner,
Managing Director
Schenck Process Europe

DIE EFFIZIENTESTE UND SCHONENDSTE ART ZU TROCKNEN!

HARTER
drying solutions

#ABLUFTFREI #ENERGIE & CO₂-SPAREND #(PROZESS-)SICHER #STAATLICH GEFÖRDERT

HARTER GmbH | +49 (0) 83 83 / 92 23-0 | info@harter-gmbh.de | harter-gmbh.de

Aachener Ingenieurpreis an Melanie Maas-Brunner verliehen

Melanie Maas-Brunner erhielt am 2. September den Aachener Ingenieurpreis. VDI-Präsident Lutz Eckstein würdigte die Leistung der Vorstandin der BASF in einem Grußwort und machte in diesem Rahmen auf die alarmierende Entwicklung des Standorts Deutschland aufmerksam. „Vor dem Hintergrund der aktuellen wirtschaftlichen Lage der deutschen Industrie ist es umso erfreulicher, dass wir heute eine herausragende Persönlichkeit aus der Chemiebranche mit dem Aachener Ingenieurpreis 2023 auszeichnen dürfen. Frau Melanie Maas-Brunner kennzeichnet ein vorbildliches Streben nach Innovation und einer nachhaltigen Gestaltung der Industrie“, so Eckstein in seinem Grußwort. Maas-Brunner verkörpert alles, um den aktuellen Herausforderungen zu begegnen: Technologieoffenheit, Managementkompetenz, Innovationsfähigkeit und ein Blick für das große Ganze. Die Vorstandin der BASF sagt selbst: „Chemie ist nicht das Problem, Chemie ist die Lösung.“

„Ein Blick auf die aktuelle Chemiebranche und die energieintensiven Industrien zeigt, dass wir in Deutschland vor riesigen Herausforderungen stehen. Dazu zählen primär die sehr hohen Energiekosten, der Fachkräftemangel und aufwendige Genehmigungsprozesse. Nicht nur energieintensive Branchen geraten aufgrund dieser drei Standortfaktoren unter Druck und sehen sich gezwungen, ihre Produktion ins Ausland zu verlagern und im Inland zurückzuschrauben“, so Lutz Eckstein. Im 1. Halbjahr 2023 lag die Produktion der Chemiebranche um 16,5 % unterhalb des Vorjahreszeitraums. BASF hat einen Umsatzrückgang von circa 25 % für das zweite Quartal veröffentlicht. „Das sind alarmierende Signale. Vor diesem Hintergrund sinken die Investitionen im Inland, was die Zukunft des Industriestandorts Deutschland gefährdet. Durch die im internationalen Vergleich bis zu fünfmal höheren Energiekosten entsteht eine hohe Abwanderungsgefahr. Die aktuellen Entwicklungen führen zu einer enormen Schwächung unseres Standorts, denn eine funktionierende Volkswirtschaft muss die vielfältigen Ausgaben wie etwa für Sozialleistungen und zur Bekämpfung des Klimawandels durch Einnahmen decken können – also Steuern und Abgaben von Unternehmen einerseits und erwerbstätigen Menschen andererseits.“



(v.l.n.r.): VDI-Präsident Lutz Eckstein, Preisträgerin Melanie Maas-Brunner, VDI-Direktor Adrian Willig

Die Chemiebranche trägt maßgeblich zur Wertschöpfung in Deutschland bei. „Sie sichert dadurch Arbeitsplätze sowie staatliche Einnahmen und versorgt nachgelagerte Branchen mit Produkten, ohne die technologische Fortschritt zur Lösung unserer Herausforderungen nicht darstellbar ist“, ordnete Eckstein ein. Als VDI-Präsident blicke er mit großer Sorge auf die zunehmende Abwanderung deutscher Unternehmen ins Ausland. „Sei es BASF oder Biontech: bessere Standortfaktoren müssen dieses Land wieder attraktiv für Investitionen aus dem In- und Ausland machen, damit Arbeitsplätze und Wohlstand in Deutschland erhalten bleiben. Neben wettbewerbsfähigen Energiekosten brauchen dazu mehr hervorragend qualifizierte Fachkräfte sowie systematische Investition in Forschung und Entwicklung“, so Ecksteins Fazit.

www.vdi.de

Bungartz als Arbeitgeber der Zukunft ausgezeichnet

Der Spezial-Pumpenhersteller Bungartz ist innovativ, modern und digital. Deshalb wurde das Unternehmen jetzt vom Deutschen Innovationsinstitut für Nachhaltigkeit und Digitalisierung mit dem Siegel „Arbeitgeber der Zukunft“ ausgezeichnet. Für die Zukunft die richtigen Weichen gestellt zu haben, heißt auch, die Qualität als Arbeitgeber zu dokumentieren. Dazu gehören Innovationskraft, die digitale Welt zu beherrschen und moderne Führung zu leben. „Wir freuen uns über diese Auszeichnung. Wichtig ist uns eine zukunftsgerichtete Orientierung, die besonders eine junge Zielgruppe anspricht. Als mittelständisches Unternehmen haben wir als Spezial-Pumpenhersteller die Belange der Mitarbeitenden genauso im Blick wie die unserer Kunden“, so der Geschäftsführer Dipl.-Ing. Frank Bungartz, der das Unternehmen bereits in dritter Generation leitet. Ausgezeichnet werden innovative Unternehmen mit klarer Digitalisierungsstrategie, die Nachhaltigkeitsziele verfolgen und attraktive Arbeitsbedingungen bieten. Dabei liegt das Augenmerk auf unterstützender Führung und Mitarbeiterfreundlichkeit. Beispielsweise werden Kriterien wie flache Hierarchien, Mitarbeitenden-Benefits sowie individuelle Fort- und Weiterbildungsmöglichkeiten von Expertinnen und Experten aus Wirtschaft und Wissenschaft als Richtschnur vorgegeben. www.bungartz.de



Frank Bungartz nimmt als Geschäftsführer des Pumpenherstellers Bungartz gemeinsam mit Dr. Botond Barabas die Auszeichnung entgegen.

Heike Prinz wird neue Arbeitsdirektorin bei Bayer

Der Aufsichtsrat von Bayer hat Heike Prinz als Chief Talent Officer und Arbeitsdirektorin in den Vorstand des Leverkusener Konzerns berufen. Zuvor hatten sich Sarena Lin und der Aufsichtsrat einvernehmlich darauf geeinigt, Lins Vertrag als Mitglied des Vorstands nicht über den 31. Januar 2024 hinaus zu verlängern. Lin gehört dem Bayer-Vorstand seit dem 1. Februar 2021 an. Sie wird das Unternehmen zum 31. August 2023 verlassen. Heike Prinz (58) blickt auf eine fast 37-jährige Karriere bei Bayer zurück. Derzeit ist sie als kaufmännische Leiterin der Division Pharmaceuticals für Europa/Nahost/Afrika tätig und gehört dem Executive Committee der Division Pharmaceuticals an. Ihre Laufbahn begann im November 1986 bei Schering, das Berliner Pharmaunternehmen wurde 2006 von Bayer übernommen. Heike Prinz studierte Betriebswirtschaft an der Hochschule für Wirtschaft und Recht in Berlin und erwarb dort einen Abschluss als Diplomkauffrau (FH). Sie verfügt über umfangreiche Erfahrungen in der Führung großer Organisationen in unterschiedlichen Kulturen. Darüber hinaus hat sie eine starke Erfolgsbilanz bei Produkteinführungen, Umstrukturierungen, nachhaltigem Geschäftswachstum und kulturellem Wandel. Heike Prinz ist verheiratet und hat außer in ihrer deutschen Heimat bereits in Singapur, Thailand sowie in Japan gelebt und gearbeitet. Ihren künftigen Sitz wird sie in Leverkusen haben.

www.bayer.com

HTE erweitert Geschäftsführung

HTE meldet Veränderungen in der Geschäftsführung, die zum 1. Juni 2023 wirksam wurden. Das Management-Team besteht nunmehr aus vier Mitgliedern. Zukünftig übernimmt Michael Paul die Aufgaben des Chief Operating Officer (COO). Denis Hürtgen wird Chief Technology Officer (CTO) und Stefan Altwasser verstärkt das Führungsteam als Chief Business Officer (CBO). Wolfram Stichert bleibt Geschäftsführer (CEO). Wolfram Stichert gehört zum Gründungsteam von HTE und war zwischen 2003 und 2012 Finanzvorstand und ist seit 2013 Geschäftsführer (CEO). Seit 2019 ist er Schatzmeister der Dechema. Michael Paul begann seine berufliche Laufbahn im Business Development Team bei HTE, wechselte dann in das Katalysatorgeschäft der BASF und kehrte 2020 als Director Custom R&D Solutions zurück zu HTE. In seiner neuen Funktion als CTO ist Denis Hürtgen für das Hard- und Softwareportfolio verantwortlich. Stefan Altwasser begann seine berufliche Laufbahn bei der BASF, wo er mehrere Positionen in der Forschung und Entwicklung sowie im Katalysatorgeschäft innehatte. Im April 2021 kam er als Director Business Development & Marketing zu HTE. Als CBO ist Stefan Altwasser für Geschäfts- und Finanzthemen verantwortlich. www.hte-company.com




Safe.
Safer.
SAFETEC.



Das Pumpenset SAFETEC – Sicherheit für Mensch und Umwelt

- Sicheres Entleeren von gekapselten IBCs und Fässern
- Berührungsfreies Abfüllen von toxischen und aggressiven Chemikalien
- Touchpanel für optimale Bedienung
- Optional mit Dosierfunktion

+49 2203 9394 0
safetec.flux-pumps.com



Wiley Online Library



Automation und Elektrifizierung aus einer Hand

Phoenix Contact automatisiert skalierbare Pilotanlage eines Wasserstoff-Elektrolyseurs



Keywords

- **Elektrolyseur**
- **Automatisierung**
- **Anlagensicherheit**
- **Anlagenbau**

Grüner Wasserstoff soll in Zukunft in vielen Bereichen fossile Brennstoffe ablösen. Damit seine Herstellung auch im Industriemaßstab kosteneffizient und so flexibel wie möglich funktioniert, hat Enapter den AEM Multi-core entwickelt. Experten von Phoenix Contact rüsteten die Pilotanlage des Elektrolyseurs mit den Kernkomponenten für die Automatisierung und Elektrifizierung aus und unterstützten beim Engineering und der Programmierung.

Entwickler und Produzenten von Wasser-Elektrolyseuren haben gut zu tun, denn der mit ihren Anlagen erzeugte Wasserstoff wird zukünftig einen hohen Stellenwert als Energieträger haben. Dies, weil der mit grünem elektrischen Strom generierte Wasserstoff sehr gut speicherbar ist und sich bei Bedarf transportieren lässt. Durch seine Nutzung könnten in Zukunft ganze Unternehmensstandorte energieautark werden. Was es dazu braucht? Leistungsfähige und möglichst skalierbare Elektrolyseure, die sich an die Erfordernisse der unterschiedlichen Anwendungen anpassen.

Zu den zahlreichen Unternehmen, die sich global mit der Entwicklung von Elektrolyseuren beschäftigen, gehört Enapter. Das deutsch-italienische Unternehmen hat sich auf AEM-Elektrolyseure spezialisiert, wobei die Abkürzung für Anion Exchange Membrane respektive Anionenaustauschmembran steht. In den Elek-

trolyseuren sind edelmetallfreie Membranen, Katalysatoren und Bipolarplatten verbaut. Das macht sie im Vergleich zu PEM-Elektrolyseuren bei gleicher Flexibilität und Effizienz kostengünstiger. Schon 2019 nahm der Anlagenbauer im italienischen Pisa eine manuelle Serienfertigung für Elektrolyse-Stacks in Betrieb. Mittelfristig sollen diese Stacks auf dem neuen Enapter-Campus im nordrhein-westfälischen Saerbeck hochautomatisiert in Serie produziert werden.

Ausgereifte, in Serie herstellbare AEM-Stacks

Im Mai 2023 wurde ein AEM-Elektrolyseur der Megawattklasse – gebaut von Enapter und umfangreich durch Phoenix Contact ausgerüstet – am Standort Saerbeck vorgestellt. Beim AEM Multicore 450 handelt es sich um einen modularen vormontierten Container, der schnell

einsetzbar ist. Seinen Kern bilden 420 AEM-Stack-Module mit einer Leistung von jeweils 2,5 kW, die zusammen bis zu 450 kg Wasserstoff pro Tag herstellen können. Aufgrund der Zusammensetzung aus kleinen, in Serie gefertigten Stacks erweist sich die Enapter-Lösung gegenüber den üblichen Elektrolyseuren dieser Größenordnung als deutlich flexibler und ist mit mehr Prozessredundanz ausgestattet. Die in der vierten Generation produzierten Stacks sind zudem ausgereift und bereits in großen Stückzahlen verkauft worden, z. B. im 19-Zoll-Rack-Format, wie es aus dem IT-Bereich bekannt ist.

Der Container beinhaltet allerdings mehr als die Elektrolyse-Stacks. So muss die Stromversorgung sowohl während des Betriebs ebenso wie des Stillstands der Anlage sichergestellt sein. Darüber hinaus ist der Elektrolysevorgang inklusive des An- und Abfahrens der gesam-

ten Anlage bei Schwankungen der verfügbaren erneuerbaren Energie aus Wind und Sonne zu regeln. Hinzu kommt das Abführen der Prozesswärme sowie das zirkulierende Pumpen und Temperieren von Wasser und Elektrolyt. Nicht zu vergessen, dass viele Prozessparameter und vor allem die Reinheit des erzeugten Wasserstoffs mit Sensoren überwacht werden müssen.

Enge Kooperation im Bereich der funktionalen Sicherheit

Neben den Komponenten für die Stromversorgung und Steuerung haben die Automatisierungsexperten den Anlagenbauer mit zahlreichen Dienstleistungen unterstützt – von der Entwicklung der ersten, kleineren Testanlage bis zur Inbetriebnahme der 1-MW-Pilotanlage. Ayhan Birinci, Projektleiter bei Phoenix Contact, erinnert sich: „Im zweiten Quartal 2021 kam Enapter auf uns zu. Nach der Klärung der Anforderungen hat Phoenix Contact schon im dritten Quartal 2021 ein Angebot unterbreitet.“ Ein wichtiger Baustein dieses Angebots war die Dienstleistung der funktionalen Sicherheit. Dazu Birinci: „Bereits vor der Designphase arbeitete unser Team an der Risikobetrachtung des Prozesses im Rahmen einer HAZOP-Studie mit. Dabei wurde unter anderem die Grundlage für wesentliche Designelemente gelegt. Hierzu zählt die Steuerung, die aufgrund einer angereicherten Sicherheits-SPS eine Notabschaltung vornehmen kann.“ Die Software für die Sicherheitssteuerung wurde von den hierfür zertifizierten Phoenix Contact-Ingenieuren umgesetzt. Die Risikobetrachtung beeinflusst ferner die sichere Auslegung weiterer Elemente des Gesamtcontainers.

Andreas Lautmann, Business Development Manager für Power-to-X bei Phoenix Contact, betont die große Bedeutung der Dienstleistungen zur funktionalen Sicherheit in derartigen Projekten: „Unsere Spezialisten stellen zu einem frühen Zeitpunkt die Weichen für ein sicheres Design. Werden Sicherheitslücken erst später im Engineering-Prozess entdeckt, verlängert sich die Projektlaufzeit in der Regel deutlich.“ Durch die fundierte Beratung, Planung und Dokumentation des Sicherheitskonzepts kann der Anwender davon ausgehen, dass die Sicherheitsbehörden seine Anlage am Ende des Prozesses ohne Beanstandungen zulassen. „Hier zeigt sich wieder, dass für die Sicherheit der kompletten Anlage, abgesehen vom Einsatz von zertifizierten Komponenten, auch eine strukturierte und gut dokumentierte Vorgehensweise für das Design und Engineering maßgeblich ist“, ergänzt Lautmann. Dies gilt für alle in diesen Anlagen relevanten Aspekte der funktionalen Sicherheit, des Explosionsschutzes, der Cyber Security und schlussendlich der notwendigen CE-Kennzeichnung.



Der AEM Multicore 450 soll auf dem neuen Enapter-Campus im nordrhein-westfälischen Saerbeck hochautomatisiert in Serie produziert werden.

Außerdem haben zwei Programmierer des Automatisierungsexperten dem Enapter-Team zur Seite gestanden, das zunächst eine kleinere Testanlage mit lediglich zehn Elektrolyse-Stacks bauen wollte. Schon während der Erstellung der 25-kW-Testanlage wurden neben den zukünftigen Nutzern der FH Münster ebenfalls Enapter-Mitarbeitende im Rahmen eines Software-Trainings auf die PLCnext-Steuerungen von Phoenix Contact geschult. Denn der Anlagenbauer will die Programmierung der zukünftigen 1-MW-Elektrolyseure selbst übernehmen.

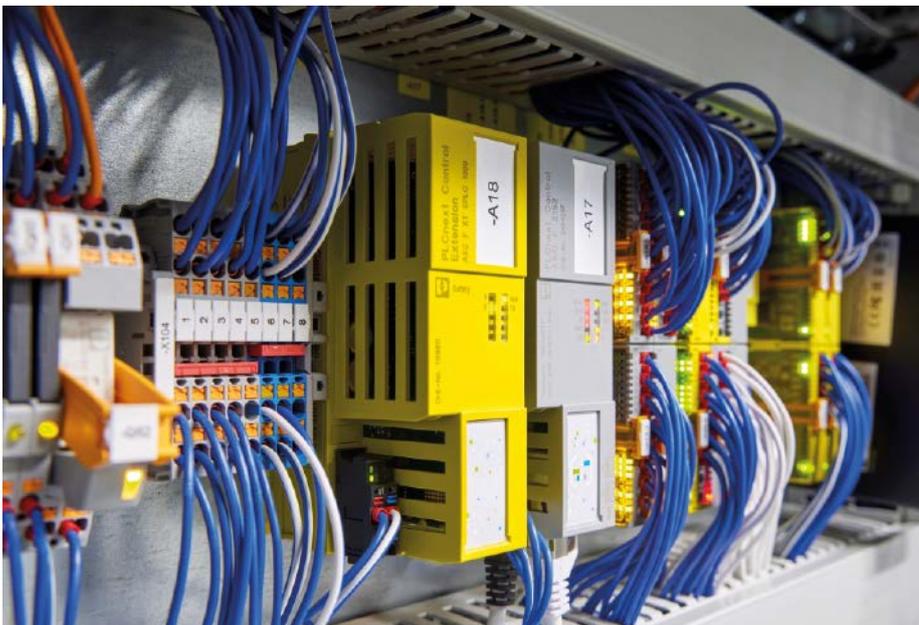
Herausfordernde Marktsituation insbesondere bei Mikrochips

Anschließend beschäftigten sich die Teammitglieder mit der Planung der Steuerungstechnik. Bevor die Schaltschränke tatsächlich errichtet werden konnten, gab es sieben Angebotsrevisionen. Ayhan Birinci erläutert: „Bei neuen Projekten sind Anpassungen und Erweiterungen normal. Die spätere Integration eines H₂-Trockners erforderte beispielsweise eine Adaption der Steuerung.“ Aufwand entstand zudem durch das Ausscheiden des ursprünglichen Anlagenplaners im Frühjahr 2022, weil sich die anderen Projektteilnehmenden in dessen Aufgaben einarbeiten mussten. Letzte Änderungen traten im Rahmen des Design Freeze im Dezember 2022 auf.

Der Bau der Schaltschränke gestaltete sich ähnlich herausfordernd wie die Planung, da die Zeitschiene bis zur beabsichtigten Inbetriebnahme im Mai 2023 eng war. Zu dieser Zeit setzte die schwierige Liefersituation insbesondere von Mikrochips die Beschaffer unter Druck. Deshalb versuchten die Einkaufsabteilungen der



Die leistungsstarken Stromversorgungen der Produktfamilie Quint Power mit SFB Technology, präventiver Funktionsüberwachung und anpassbaren Einstellungen sichern die Verfügbarkeit der Anlage.



Das Safety-Portfolio umfasst SIL-zertifizierte Komponenten und Steuerungstechnik sowie umfangreiche Dienstleistungen.

Partnerunternehmen alles, um den ambitionierten Zeitplan einzuhalten. Birinci erinnert sich: „Beide Unternehmen bestellten die knappen Komponenten teilweise parallel über die jeweiligen Vertriebskanäle. Das Team hat dann das Material verwendet, das zuerst geliefert wurde.“ Phoenix Contact hatte Schaltschränke bereitgestellt, die kurze Zeit später zum Start der Inbetriebnahme finalisiert werden konnten. Die Pilotanlage des AEM Multicores 450 wurde schließlich am 24. Mai 2023 eingeweiht.

Schaltschränke komplett mit Phoenix Contact-Komponenten ausgestattet

Welche Komponenten und Systeme von Phoenix Contact sind nun im Elektrolyseur mon-

tiert? Die Stacks umfassen Steckverbinder des Blomberger Unternehmens, die dem Anschluss der Sensoren an die Steuerung dienen. Der größte Teil der Geräte befindet sich in der Schaltzentrale der Anlage, dem sogenannten PSU-Compartment. Dieses ist gasdicht vom Prozessraum getrennt. Darüber hinaus herrscht im PSU-Compartment ein leichter Überdruck, was das Eindringen von Wasserstoff selbst im Fall einer Leckage unmöglich macht.

Ayhan Birinci berichtet: „Mit Ausnahme weniger Sicherungen und Schutzschalter bestehen die Schaltschränke durchgehend aus Komponenten und Systemen von Phoenix Contact. Denn unser Portfolio beinhaltet sowohl Echtzeit- als auch sicherheitsgerich-

tete Steuerungstechnik bis SIL 3 sowie Netzwerkkomponenten inklusive einer Firewall für den Remote-Zugriff – alles aus eigener Fertigung. Das Bedienpanel sowie die zugehörige Software stammen ebenfalls von Phoenix Contact.“ Mit den Geräten der Produktfamilie PLCnext wird die gesamte Steuerung der Anlage realisiert. Zum Beispiel werden die Lüftung und Wasservorbehandlung gesteuert, eine Notabschaltung durchgeführt, Füllstände überwacht und die Elektrolytlösung zugeleitet. Ein linksanreihbares Safety-Modul, das die PLCnext-Steuerung erweitert, sorgt für die sicherheitsgerichtete Umsetzung. Komplettiert wird die Ausrüstung der Schaltschränke durch selbst hergestellte 24-VDC-Spannungsversorgungen sowie Signalumsetzer und Anschluss technik für die Feldverkabelung. Dazu wurden die Schaltschränke von den Experten aus Blomberg konstruiert, dokumentiert und anschlussfertig produziert.

Kompakte AC/DC-Wandler

Eine zentrale Funktion übernehmen die AC/DC-Wandler des Charx-Power-Systems. Sie stellen den elektrischen Gleichstrom für den Elektrolyseprozess bereit, ausgehend von den 400 Volt Wechselspannung, mit denen die Anlage gespeist wird. Andreas Lautmann: „Wir hatten schon während des Engineerings der Testanlage festgestellt, dass der dort ursprünglich geplante AC/DC-Wandler sich nicht gut zur Steuerung der Elektrolyse eignet. Unser Team hat sich dann kurz nach Beginn der Inbetriebnahme mit Enapter geeinigt, diesen durch einen Konverter aus unserer Charx-Serie zu ersetzen.“ Der Konverter von Phoenix Contact ist deutlich kompakter und effizienter als das andere Gerät. Mit seinem 19-Zoll-Rack-Format eignet er sich ferner sehr gut für die einfache Installation in der größeren Pilotanlage. Mitte 2022 bestellte Enapter einen kompletten Satz AC/DC-Konverter für die Großanlage, um die notwendige Leistung von 1 MW zu erzeugen. Durch die erhöhte Effizienz konnte auch das Kühlsystem für das PSU-Compartment nochmals optimiert werden.

Die Experten des Automatisierungsunternehmens unterstützten das Team des italienischen Anlagenbauers während der gesamten Engineering-Phase. Im Laufe der endgültigen Inbetriebnahme der Anlage waren die Spezialisten ebenfalls behilflich.

◀ Ein separater Raum (PSU Compartment) beinhaltet die elektrischen und elektronischen Systeme des Elektrolyseprozesses. Phoenix Contact kann die jeweils erforderlichen Automations-schaltschränke fast komplett mit eigenen Produkten ausstatten.



Problemlose Modifikation der Pilotanlage

Der Anlagenbauer hat zum Zeitpunkt der Einweihung der Pilotanlage im Mai 2023 bereits Aufträge für sieben weitere AEM Multicore-Anlagen erhalten. Auch hier darf sich Phoenix Contact mit einer Komplettlösung aus Dienstleistungen, Komponenten und Systemen beteiligen. „Für nachfolgende Anlagen gibt es schon eine Vereinbarung, dass wir die Erfahrungen aus dem Betrieb der Pilotanlage nutzen werden, um das existierende Systemdesign noch einmal zu verbessern,“ erzählt Birinci. „Sollte eine Anbindung an ein Solarfeld erfolgen, haben wir bereits über den Einsatz unserer passenden DC/DC-Konverter diskutiert.“

Anlässlich der Einweihung der Pilotanlage im Mai 2023 sagte Sebastian-Justus Schmidt, CEO von Enapter: „Mit unserer AEM-Technologie werden wir Wasserstoff in den nächsten Jahren günstiger machen als fossile Brennstoffe.“ Aufgrund der großen Nachfrage soll 2024 die Vorserienreife für den AEM Multicore vorliegen. Andreas Lautmann und seine Kollegen freuen sich darauf. Lautmann erwartet: „Bei künftigen AEM Multicore-Anlagen für die Verwendung bei Endkunden wird die Bedeutung der IT-Sicherheit mit der nötigen Zertifizierung gemäß IEC 62443 und eine Integration in existierende Systeme der Endkunden wachsen. Hierbei können wir unser Know-how und sämtliche erforderlichen Komponenten für die sichere Automatisierung, Vernetzung und Elektrifizierung ebenfalls beisteuern.“



Für die Gleichstromleistungselektronik stehen komplette Lösungen bereit, zum Beispiel auf Basis der Leistungsmodule Charx Power.



Die Autorin
Dr. Ulla Reutner,
Redaktionsbüro Reutner,
für Phoenix Contact

Wiley Online Library



Phoenix Contact GmbH & Co. KG, Blomberg
www.phoenixcontact.com/power-to-x

Bilder © Phoenix Contact



100 Jahre Phoenix Contact

Das deutsche Unternehmen Phoenix Contact, ein weltweit führender Anbieter von Komponenten, Systemen und Lösungen im Bereich der Elektro- und Automatisierungstechnik, feiert in diesem Jahr ein bemerkenswertes Jubiläum. Mit stolzen 100 Jahren Erfahrung und Innovation hat das Unternehmen einen eindrucksvollen Weg zurückgelegt. Gegründet als Handelsunternehmen im Jahr 1923 von Hugo Knümann in Essen, hat sich Phoenix Contact zu einem globalen Marktführer entwickelt. Die Erfolgsgeschichte begann mit der Entwicklung und Produktion von Steckverbindern und Klemmen, die damals eine Revolution in der Elektrotechnik darstellten. Seitdem hat das Unternehmen sein Produktportfolio kontinuierlich erweitert und

bietet heute eine breite Palette von Lösungen für die Fertigungs- und Prozessindustrie, darunter Verbindungstechnik, Schaltschranktechnik, Automatisierungslösungen, elektronische Interface-Systeme und industrielle Kommunikation. Inzwischen hat Phoenix Contact seinen Hauptsitz in Blomberg, Deutschland, ist aber in mehr als 50 Ländern weltweit aktiv und betreibt Produktionsstätten in mehreren Ländern. Das Unternehmen hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Welt durch innovative Technologien und Lösungen nachhaltiger, sicherer und effizienter zu gestalten.

Das Jubiläumsjahr von Phoenix Contact ist nicht nur ein Anlass, auf die erfolgreiche Vergangen-

heit zurückzublicken, sondern auch auf die Zukunft zu schauen. Die Automatisierungsexperten setzen auf Innovation und Nachhaltigkeit, um den sich wandelnden Anforderungen der globalen Märkte gerecht zu werden. Dabei steht die digitale Transformation im Vordergrund, mit Lösungen, die die Industrie 4.0 und die Elektromobilität vorantreiben. Phoenix Contact hat im Laufe seiner Geschichte zahlreiche Auszeichnungen erhalten, darunter Preise für seine Produkte, Nachhaltigkeitsinitiativen und Unternehmensführung. Das untermauert das Engagement des Unternehmens für höchste Qualität und soziale Verantwortung.

www.phoenixcontact.com



Power-to-X – Nachhaltige Produktionsrouten für eine klimaneutrale Industrie

Chemieproduktion ohne fossile Ressourcen

FOKUS

Zahlreiche Industriezweige können erneuerbar erzeugten Strom nicht direkt nutzen oder sind auf fossile Ressourcen zur stofflichen Nutzung angewiesen. Um die Klimaziele trotzdem zu erreichen, müssen die betroffenen Sektoren Alternativen zu den bisher verwendeten fossilen Rohstoffen finden. Die Antwort auf diese Herausforderung heißt Power-to-X. Was sich dahinter verbirgt und welches Potenzial in den Technologien steckt, erklärt dieser Trendbericht.



Keywords

- Nachhaltigkeit
- PtX, PtL
- E-Fuels

Alte fossilbasierte Produktionsketten mit neuen nachhaltigen zu ersetzen – dies verspricht das Konzept von Power-to-X (PtX). Die Idee hinter PtX ist es, mit erneuerbar generiertem Strom (Power) verschiedene grüne Energieträger und Materialien (X) zu erzeugen. Dieses Konzept ist insbesondere ein Lösungsansatz für Bereiche, die ihre Prozesse nicht direkt elektrifizieren können oder deren Produkte auf fossilen Rohstoffen basieren. Im Mittelpunkt steht vor allem elektrolytisch gewonnener Wasserstoff. Dieser kann sowohl als Energieträger und -speicher dienen als auch als Ausgangsstoff für die Herstellung von Ammoniak oder in Form von Synthesegas (Syngas) zur Produktion von unterschiedlichen Kohlenwasserstoffverbindungen. Für die letztere Variante bedarf es außerdem einer nachhaltigen Kohlenstoffquelle wie z.B. CO₂, das aus biogenen Quellen stammen oder aus der Luft abgeschieden werden kann (Direct Air Capture, DAC). Aus den nachhaltig gewonnenen Kohlenwasserstoffverbindungen können

Kraftstoffe sowie zahlreiche Basischemikalien für die chemische Industrie hergestellt werden. So bietet PtX nicht nur klimafreundliche Energieträger an, sondern kann in Form von Polymeren, Düngemitteln und zahlreichen weiteren Produkten stofflich genutzt werden.

Am Anfang war der Wasserstoff

Der Ausgangspunkt für die PtX-Routen ist in der Regel der grüne Wasserstoff, sodass die Herstellung über die elektrolytische Spaltung von Wasser eine elementare Rolle für das Konzept spielt. Die wichtigsten Elektrolysemethoden lassen sich in drei Gruppen unterteilen: die alkalische Wasserelektrolyse, die Festoxid-Elektrolyse (Solid Oxide Electrolyser, SOE) und die Protonenaustauschmembran-Elektrolyse (Proton Exchange Membrane, PEM).

Die alkalische Elektrolyse ist eine weitverbreitete und etablierte Elektrolysemethode, die daher über eine hohe technologische Reife verfügt. Ihr Name verrät bereits den alka-

lischen Betrieb mit einer hochkonzentrierten Lösung aus KOH/NaOH. Jedoch wird diese Methode bei niedrigen Stromdichten von bis zu 400 mA/cm² (für groß-skalige Wasserstoffproduktion wären über 1 A/cm² wünschenswert) und einer Energieeffizienz von bis zu 80 % betrieben. Eine neue Variante der alkalischen Elektrolyse (Anion Exchange Membrane, AEM) setzt eine Polymermembran anstelle eines Asbest-Diaphragmas ein. Die AEM-Elektrolyse befindet sich aber noch in der Entwicklung.

Die SOE zeichnet sich durch sehr hohe Energieeffizienzen von über 90 % aus. Bei hohen Temperaturen (bis zu 850 °C) spaltet diese Methode Wasser in Form eines Dampfes elektrolytisch zu Wasserstoff. Der entscheidende Nachteil der SOE ist, dass die Elektrolysezelle für den Dauerbetrieb nicht ausreichend langlebig ist, da die hohen Temperaturen zu einer schnelleren Abnutzung führen.

Die PEM-Wasserelektrolyse gilt als die bevorzugte Variante in der Wasserstoffherstellung

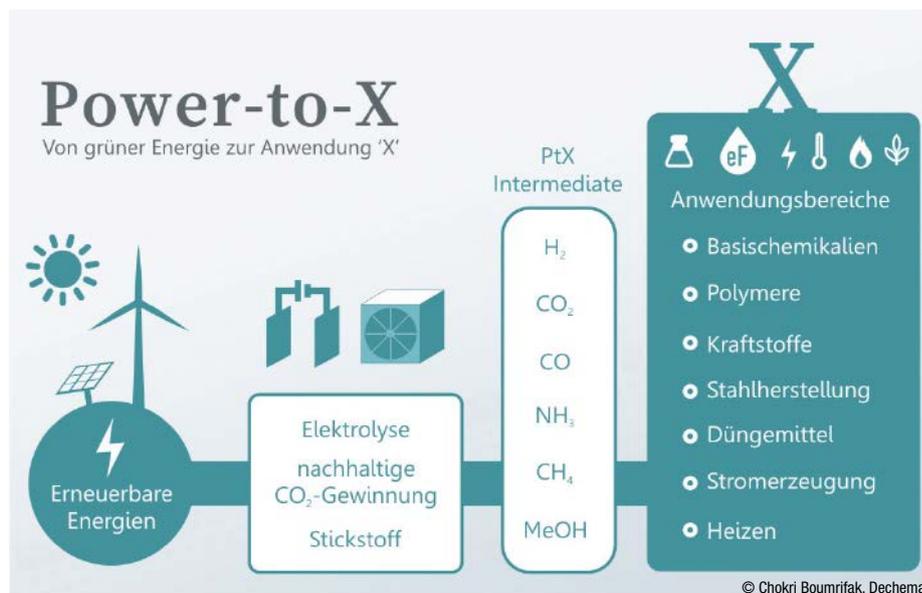
aufgrund der hohen Reinheit des Wasserstoffs, hoher Energieeffizienz (80 bis 90 %), höheren Stromdichten (2 bis 3 A/cm²) und einfacher Handhabung. Der große Nachteil der PEM-Elektrolyse sind die hohen Kosten und große Anfälligkeit des Katalysators.

Sowohl die alkalische als auch die PEM-Elektrolyse sind kommerziell erhältlich, während SOE und die AEM-Elektrolyse weiterhin entwickelt werden. Doch im Gegensatz zur AEM-Elektrolyse (noch im kW-Maßstab) ist die SOE inzwischen recht weit fortgeschritten und nähert sich industriellen Größenordnungen an.

Der Ausbau der globalen Elektrolyse-Kapazitäten ist in den vergangenen Jahren deutlich angestiegen und lag 2022 bei 11 GW, die größtenteils von Europa und China hergestellt werden. Bis zum Jahr 2030 könnte durch die Umsetzung anstehender globaler Projekte eine Kapazität von bis zu 365 GW aufgebaut werden. Dabei decken Europa und Australien zusammen nahezu die Hälfte der geplanten Elektrolyseurkapazitäten ab. Dies entspräche einem deutlichen Zuwachs, läge jedoch weiterhin hinter den benötigten installierten Elektrolysekapazitäten von 550 GW, die für das Erreichen der Klimaneutralität bis zum Jahr 2050 geschaffen werden sollen.

Viele Wege führen nach X

PtX kann über eine Vielzahl von Prozessrouten erfolgen, die vom jeweiligen Anwendungsbereich abhängen. Neben der Wasserelektrolyse befinden sich weitere Elektrolyseverfahren in der Entwicklung, die Stickstoff zu Ammoniak und CO₂ zu CO, Syngas oder Ameisensäure umwandeln. Dies sind die Grundstoffe, die in weiteren Stufen wie bspw. Carbonylierung, Haber-Bosch-Verfahren (Ammoniakherstellung) oder Fischer-Tropsch-Prozess (Kohlenwasserstoffherstellung) eingesetzt werden. Das X aus PtX ist demnach eine Variable, die je nach Einsatzgebiet ausgetauscht und angepasst werden kann. Dies bedeutet ebenfalls, dass sich die Fragestellungen in der Entwicklung der PtX-Technologien je nach Einsatzgebiet stark unterscheiden können. Ammoniak ist zum einen interessant für eine grüne Herstellung von Düngemitteln. In diversen Wasserstoffstrategien dient Ammoniak aber auch als Energieträger, da sich dieser im Gegensatz zu Wasserstoff bei moderaten Temperaturen verflüssigen lässt und somit für den Transport von grüner Energie über weite Distanzen eingesetzt werden soll. Der Wasserstoff könnte dann über sogenannte Ammoniakcracker zurückgewonnen werden. Einen großen Hebeleffekt könnten PtX-Prozesse insbesondere in der chemischen Industrie haben, denn dort ist man bisher auf fossile Rohstoffe in der stofflichen Nutzung angewiesen. Bereiche wie die Carbonylchemie, die Verbindun-



Schema zu PtX-Routen.

gen wie Ibuprofen im Megatonnen-Maßstab herstellt, könnten mit PtX-Technologien nachhaltig gestaltet werden.

Power-to-Liquid – Herstellung von E-Fuels

Ein prominentes Beispiel für eine PtX-Anwendung ist die Herstellung von synthetischen Kraftstoffen, auch bekannt als E-Fuels. An dieser Stelle spricht man auch von Power-to-Liquid (PtL). Die synthetisch hergestellten PtL-Kraftstoffe können als Benzin, Diesel oder Kerosin eingesetzt werden. Ermöglicht wird die Herstellung durch ein bereits 100 Jahre altes Verfahren: die Fischer-Tropsch-Synthese. Unter hohen Drücken und Temperaturen von 200 bis 300 °C können mit Eisen- bzw. Cobalt-Katalysatoren Alkohole, Alkene und Paraffine aus Syngas aufgebaut werden. Diese Synthese kann mit einer reverse Water-Gas-Shift-Reaktion (rWGS) gekoppelt werden, sodass ausgehend von Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid das Syngasgemisch in einer Vorstufe generiert wird. Zusammen mit einer nachhaltigen Kohlendioxidquelle (biogen oder aus der Atmosphäre) können auf diesem Weg klimaneutrale Kraftstoffe hergestellt werden. Zwar sind elektrifizierte Automobile im Aufwind und in der Energienutzung effizienter, jedoch fehlen für den Schwertransport über Lastwagen, Schiffe und den Flugverkehr praktikable Lösungen. Insbesondere Flugzeuge und Schiffe, die eine Lebenszeit von Jahrzehnten haben, könnten mit E-Fuels weiter betrieben und die bereits bestehende Infrastruktur weiter genutzt werden. Zahlreiche internationale Projekte starten aktuell größere Demonstrationsvorhaben mit Millionen von Litern umfassenden Produktionen von E-Fuels. Neben der Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff wird in Zukunft auch die Kohlenstoffquelle von Bedeutung sein, da die CO₂-Abscheidung aus der

Luft momentan noch äußerst energieintensiv und kostspielig ist. Bis 2030 wird davon ausgegangen, dass CO₂ bis zu 90 % aus Punktquellen aus der Industrie und biogenen Quellen für die E-Fuel-Produktion gewonnen wird. Der CO₂-Bedarf für die PtL-Produktion soll jedoch bis 2050 zu 75 % aus Direct Air Capture (DAC) gewonnen werden, da die Punktquellen mit Maßnahmen zur Reduzierung des CO₂-Ausstoßes der Industrie stark abnehmen werden.

Kopernikus-Projekt P2X – Einblick in ein deutsches Förderprojekt

Die technische Integration von PtX-Systemen über Demonstrationsvorhaben ist von hoher Bedeutung, um eine schnelle Implementierung der Technologie zu erreichen. Aus diesem Grund sind europaweit bis zu 220 PtX-Projekte in Arbeit, Planung oder bereits abgeschlossen. Ein Großteil dieser Projekte wird in Deutschland durchgeführt. Ein sehr umfangreiches Vorhaben zum Thema Wasserstoff sind die Wasserstoffleitprojekte, die Deutschlands Elektrolyseurkapazitäten in einen GW-Maßstab bringen möchten. Aktuelle Entwicklungen im Bereich PtX können innerhalb von Deutschland gut an Fördermaßnahmen wie dem Kopernikus-Projekt P2X beobachtet werden. Darin fördert das Bundesministerium für Bildung und Forschung die Entwicklung von PtX-Technologien und -Vorhaben für unterschiedlichste Bereiche der Industrie. Von der Wasserelektrolyse bis zum Endprodukt werden komplette Produktionsketten berücksichtigt und neue Produktionsrouten für die Chemie- und Grundstoffindustrie entwickelt. Dies beinhaltet bspw. die Entwicklung von nachhaltigen Polymeren, CO₂-zu-CO-Elektrolyseuren für die Carbonylchemie und die Herstellung von normgerechten E-Fuels. Bei der Elektrolyse verfolgt das Projekt zwei Ansätze: Die Wasser-Elektrolyse



Konzept des P2X-Containers.

zur Herstellung von reinem Wasserstoff und die Ko-Elektrolyse, bei der zusätzlich CO₂ hinzugefügt wird, sodass ein Syngas-Gemisch entsteht.

Deutliche Fortschritte kann das Kopernikus-Projekt P2X bei der Wasserstoffherzeugung und der Entwicklung von Kraftstoffen vorweisen. Zu den wichtigsten Projektergebnissen zählt die Optimierung von Elektroden für die PEM-Wasser-Elektrolyse. Den P2X-Forschern ist es gelungen, die Beladung der Elektroden mit dem seltenen Metall Iridium um den Faktor acht zu reduzieren und dadurch die Kosten zu senken. In der Ko-Elektrolyse wurde die Prozessführung verbessert, sodass das Syngas-Gemisch beliebig variiert und so an den Verwendungszweck angepasst werden kann.

Zudem wurde ein Container-System erprobt, in dem PtL-Kraftstoffe dezentral hergestellt werden können. Es enthält alle wesentlichen Komponenten, um aus Wasser und CO₂ aus der Luft Kraftstoffe herzustellen. So befinden sich Elektrolyseur, DAC-Modul und der Fischer-Tropsch-Reaktor direkt an einem Ort und konnten aufeinander abgestimmt werden. Dabei wurde die Integration eines Ko-Elektrolyse-Moduls in das PtL-System erfolgreich demonstriert. Darin kann die bei der Fischer-Tropsch-Reaktion entstehende Wärme genutzt werden, um die Elektrolyse zu beheizen, wodurch sich ihr Wirkungsgrad erhöht. Normgerechte Kraftstoffe wie Kerosin, Benzin und Diesel konnten bereits produziert werden. Im nächsten Schritt wird der Fokus speziell auf PtL-Kraftstoffe für den Flugverkehr gerichtet.

Das BMBF-geförderte Kopernikus-Projekt erforscht nicht nur die technische Entwicklung von Power-to-X-Technologien, sondern bewertet auch ihr Potenzial und ihre Realisierbarkeit. Dazu werden in einem Roadmapping-Prozess fortlaufend ökonomische, ökologische und soziale Analysen durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass PtX-Technologien für das Erreichen der Klimaziele zwingend notwen-

dig sind. Zu den Kernaussagen der Roadmap gehört, dass eine Entkopplung von der fossilen Strombereitstellung noch vor der Implementierung der PtX-Technologien erfolgen sollte. Erst dann sind PtX-Technologien nachhaltiger gegenüber konventionellen Technologien. Einen Beitrag zur Klimaneutralität leisten heute schon PtX-Prozesse, die direkt mit nachhaltigem Strom betrieben werden. Verläuft der Betrieb über einen Strommix, so hängt der Beitrag zur Nachhaltigkeit stark vom fossilen Anteil der Strombereitstellung ab. Für das zukünftige Energiesystem werden PtX-Anwendungen als unverzichtbar gesehen. Dies führt jedoch dazu, dass der Gesamtbedarf an erneuerbaren Energien merklich anwachsen muss, da diese neben den direktelektrifizierbaren Prozessen ebenfalls für PtX zur Verfügung gestellt werden müssen. Der Energiesektor und die Rohstoffbereitstellung sollten bei Einhaltung der Klimaziele bis 2045 klimaneutral sein und werden laut den Basisszenarien der Roadmap 1667 TWh konsumieren. Während ein Drittel des Endenergiebedarfs durch erneuerbaren Strom direkt abgedeckt wird, werden etwa 34 % des Gesamtbedarfs für PtX-Anwendungen in der Industrie und dem Mobilitätssektor benötigt.

Quo vadis PtX?

Die meisten PtX-Vorhaben sind Pilot- bis Demonstrationsprojekte. Eine vollständige Reife der PtX-Technologien ist noch nicht erreicht, doch die Entwicklungen schreiten schnell voran. Neben der Zahl der PtX-Projekte nimmt auch die Skalierung der darin entwickelten Technologien zu, sodass die kommerzielle Nutzung immer näher rückt. Selbst die Nachschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie aus dem August 2023 setzt nun ambitioniertere Ziele wie z.B. die Verdopplung der ausgebauten Elektrolysekapazität auf 10 GW bis 2030 und laufende wie auch zukünftige Förderinstrumente sollen weiter unterstützt werden.

Die Nachhaltigkeit von PtX steht und fällt jedoch mit der Nachhaltigkeit des eingesetzten Stromes. Deswegen ist für eine erfolgreiche Umsetzung von PtX-Systemen neben der technologischen Reife der Anlagen auch ein schneller Ausbau der erneuerbaren Energien erforderlich, um die Klimaziele für 2030 und 2045 zu erreichen. Da jedoch das Potenzial der erneuerbaren Energien für Deutschland begrenzt ist, wird perspektivisch ein Großteil des grünen Wasserstoffs importiert werden müssen. Zum jetzigen Zeitpunkt geht die Bundesregierung von Importen von 50 bis 70 % des zukünftigen Wasserstoffbedarfs im Jahr 2030 aus. Eine weitere meist ungeklärte Frage ist die Herkunft der Kohlenstoffquelle. Der Bedarf an CO₂ für PtX-Prozesse wird kurz- und mittelfristig nicht mit biogenen Quellen und der CO₂-Abscheidung aus der Luft (Direct Air Capture, DAC) gedeckt werden können, da die verfügbaren Mengen und technischen Kapazitäten noch nicht ausreichend vorhanden sind. Industrielle CO₂-Quellen sind eine Option, um die Lücke zu füllen, jedoch sind diese umstritten, da durch diese Lock-in-Effekte entstehen können. Eine Carbon-Management-Strategie und politische Maßnahmen könnten hier Klarheit für die Zukunft von PtX schaffen.

Trotz einiger Hürden befinden sich PtX-Technologien auf einem aussichtsreichen Weg zur Implementierung und können einen wesentlichen Beitrag zum Gelingen der Energiewende leisten. Zur Einhaltung der Klimaziele sind schwer zu elektrifizierende Prozesse dringend auf solche klimafreundlichen Lösungen angewiesen. PtX schafft somit für weite Teile der chemischen Industrie, des Energie- und Mobilitätssektors eine Perspektive, eine klimaneutrale Zukunft zu erreichen.



Der Autor
Dr. Chokri Boumrifak,
Wissenschaftlicher Projektmanager
Energie und Klima, Dechema

Wiley Online Library



DECHEMA e.V.
Fachbereich Energie & Klima, Frankfurt am Main
Tel.: +49 69 7564 - 462
chokri.boumrifak@dechema.de · www.dechema.de

Es braucht Zeit und Investitionen

Interview mit Dr. Alexander Zschocke, CENA

CITplus: Herr Dr. Zschocke, was schätzen Sie, wie viel Zeit die Energiewende in der Luftfahrt erfordert?

Dr. Alexander Zschocke: Es wird definitiv Jahrzehnte dauern, bis der Prozess abgeschlossen sein wird. Ein großes Problem ist hierbei, dass es sehr unterschiedliche Auffassungen gibt, wie diese Energiewende aussehen wird.

Ein Ansatz ist die Verwendung von Bio-kerosin. Hier existieren bereits mehrere große Anlagen, und ein guter Teil der bestehenden Erdölraffinerien könnte mit begrenztem Aufwand umgebaut werden. Im Prinzip lässt sich auf diesem Wege die Energiewende in einigen Jahrzehnten umsetzen; die Frage ist aber, ob hierfür genug nachhaltige Biomasse zur Verfügung stehen wird, die nicht mit der Ernährung konkurriert.

PtL-Kerosin benötigt keine Biomasse und steht nicht in Konkurrenz zur Landwirtschaft. Für die großmaßstäbliche Umsetzung dieser Technologie sind allerdings erhebliche neue Investitionen erforderlich. Zum einen muss erst einmal die erforderliche regenerative Stromerzeugung aufgebaut werden, und zwar zusätzlich zu dem, was ohnehin zur Stromversorgung der Bevölkerung benötigt wird. Zum anderen müssen Anlagen gebaut werden, die das für den Prozess benötigte CO₂ aus der Luft herausfiltern, da CO₂ aus Industrieanlagen mittelfristig nicht mehr zur Verfügung stehen wird. Der Bau derartiger Anlagen wird Zeit kosten, sodass sich eine komplette Umstellung auf PtL-Kerosin über 2050 hinaus erstrecken würde.

Andere Ansätze wollen ohne Kerosin auskommen und entweder Wasserstoff als Treibstoff einsetzen oder auf Elektroflugzeuge umstellen. Hier sind noch grundsätzliche technische Fragen zu klären, sodass Zeitaussagen extrem schwierig sind.

Existieren schon Zulassungen zur Nutzung von synthetischem Kerosin im Flugzeug? Wenn ja, wo und welche oder wann erwarten Sie diese?

A. Zschocke: Die Zulassung von synthetischem Kerosin erfolgt durch die ASTM (American



Dr. Alexander Zschocke, Senior Manager Power-to-Liquid, Abteilung Kompetenzzentrum Klima- und Lärmschutz im Luftverkehr, CENA (Climate, Environment and Noise Protection in Aviation)

Society for Testing Materials). Gegenwärtig sind acht verschiedene Produktionswege zugelassen sowie zusätzlich mehrere Möglichkeiten des Co-Processing. Synthetische Kraftstoffe sind allerdings alle Kraftstoffe, die nicht auf fossilem Rohöl basieren, also auch solche, die aus fossilem Erdgas oder Kohle oder aus Biomasse hergestellt werden. Vier dieser Produktionswege sind auch für strombasierte Kraftstoffe nutzbar. Das sind zum einen die Fischer-Tropsch-Pfade (FT-SPK und FT-SPK/A) und zum anderen die alkoholbasierten Pfade (ATJ-SPK und ATJ-SKA).

Wie weit sind wir von einem real nutzbaren strombasierten Kerosin entfernt?

A. Zschocke: Die ersten kleinen Mengen wird es voraussichtlich bald geben. Inertec errichtet gegenwärtig im Industriepark Höchst eine PtL-Anlage, die Ende des Jahres in Betrieb gehen soll und eine Kapazität von mehreren 1.000 t FT-Crude jährlich haben wird. Diese Anlage wird dann die größte derartige Anlage der Welt sein. Das FT-Crude

ist aber nur ein Zwischenprodukt, das noch aufgearbeitet werden muss. Ein von CENA koordiniertes Konsortium hat einen Förderantrag für ein Projekt gestellt, in dem die Aufarbeitung des FT-Crude zu Kerosin untersucht werden soll. Die Erzeugung erster kleiner Mengen von PtL-Kerosin in diesem Projekt ist im Jahre 2026 vorgesehen.

Zurzeit basieren die meisten Herstellungsverfahren auf der Fischer-Tropsch-Route. Alternativ existiert auch eine Methanol-Route – Methanol-to-Olefins –, die aber noch nicht für die Kerosin-Nutzung zugelassen ist. Sehen Sie eine Zukunft für die Methanol-Route?

A. Zschocke: Ja, definitiv. Meines Erachtens werden sich bei der PtL-Erzeugung die Alcohol-to-Jet-Verfahren, zu denen auch Methanol-to-Jet gehört, einen Wettbewerb mit den FT-Verfahren liefern, und es ist keineswegs sicher, wer ihn gewinnen wird.

Die isländische Firma Carbon Recycling International betreibt seit 2012 eine Demolanlage für die Gewinnung von Methanol aus Synthesegas und hat kürzlich in China zwei Anlagen mit einer Kapazität von jeweils 110.000 t pro Jahr fertiggestellt, von denen die erste bereits produziert. Das Synthesegas wird in diesem Falle nicht auf dem PtL-Weg hergestellt, aber das technische Prinzip ist das gleiche. Carbon Recycling International plant laut eigener Aussage auch eine größere PtL-Anlage in Europa, deren Finanzierung aber noch nicht gesichert ist.

Der zweite Schritt des Verfahrens, die Weiterverarbeitung des Methanols zu Kerosin, muss in der Tat noch zugelassen werden. Diese Zulassung durch ASTM wird gegenwärtig von einer Arbeitsgruppe betrieben, die von ExxonMobil geleitet wird und der weitere namhafte Unternehmen angehören. Meine persönliche Einschätzung ist, dass es maximal zwei, drei Jahre dauern wird, bis diese Route zugelassen sein wird.

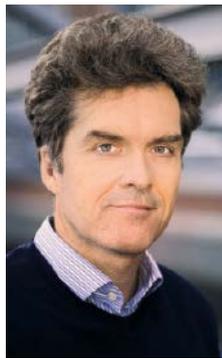
Nachgefragt

Kostengünstige Batterietechnologie für die Energiewende

Langlebige Zink-Batterie speichert Strom und produziert Wasserstoff

Solange effiziente Speichertechnologien fehlen, bleibt die Abkehr von fossilen Energieträgern eine Herausforderung. Ein deutsches Forschungskonsortium unter der Leitung des Fraunhofer IZM setzt genau hier an und entwickelt eine neuartige und kostengünstige Zink-Batterie, die nicht nur als Langzeitspeicher von Energie, sondern auch zur Wasserstoffproduktion genutzt werden kann. Erste Tests weisen einen Wirkungsgrad von 50 % zur Stromspeicherung und 80 % zur Wasserstoffherzeugung bei einer prognostizierten Lebensdauer von zehn Jahren aus.

Die Energiewende stellt Deutschland vor große Herausforderungen, insbesondere wenn es um die Speicherung grüner Energie geht. Während erneuerbare Quellen wie die Wind- und Sonnenenergie immer wirtschaftlicher werden, fehlt es bisher an kostengünstigen und effizienten Speichertechnologien, die das gesamte Land über längere Zeit mit grüner Energie versorgen könnten. Zudem entstehen durch die fluktuierende Natur von Wind- und Sonnenenergie Schwankungen in der Stromerzeugung, so genannte Dunkelpausen, die aktuell durch den Einsatz konventioneller Kraftwerke ausgeglichen werden müssen. Das führt dazu, dass eine doppelte, energieaufwändige Infrastruktur dauerhaft instandgehalten werden muss, fossile Brennstoffe weiterhin eine wichtige Rolle spielen und damit die Umstellung auf erneuerbare Energien erschwert wird.



Produktion von Wasserstoff. Schlussendlich sollen also elektrisch aufladbare Wasserstoffspeicher entwickelt werden, die Energie in Form von metallischem Zink speichern und bedarfsgerecht Elektrizität und Wasserstoff bereitstellen.

”

Im Vergleich zur Wasserstoffnutzung Power-to-X erreichen wir einen etwa doppelt so hohen Wirkungsgrad, das heißt die Kosten für die gespeicherte Energie sind nur halb so hoch. Dies liegt an der geringeren Überspannung der Gaselektrode und der Vermeidung von Verlusten, die beim Transport und der Speicherung von Wasserstoff entstehen. In unserem System wird der Wasserstoff dann erzeugt, wenn er benötigt wird.

Dr. Robert Hahn, Gruppenleitung, Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM

“

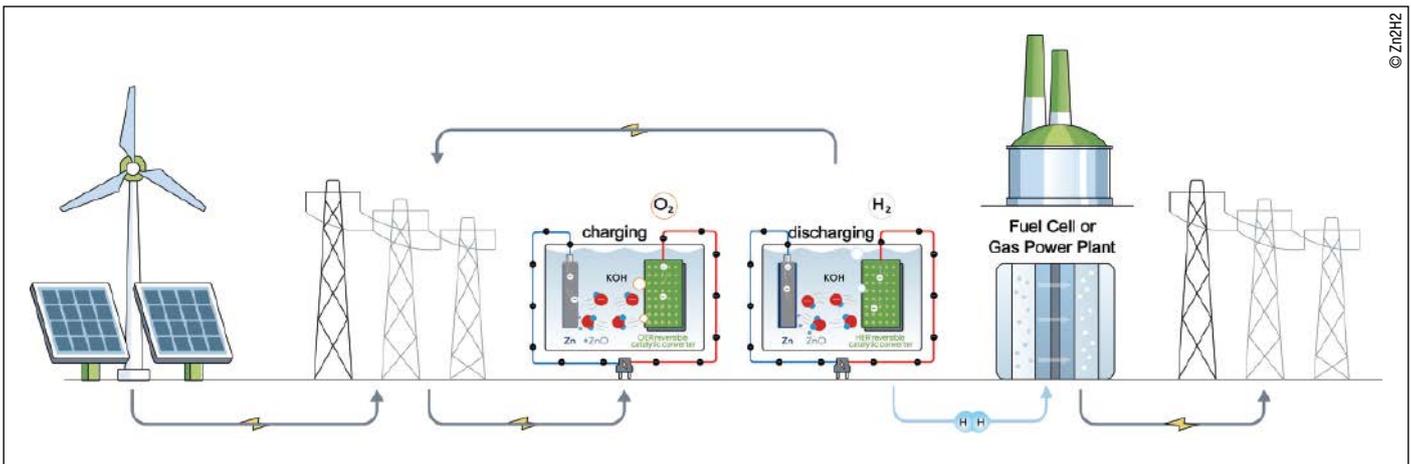
Kostengünstig und langlebig

Ein Konsortium aus Forschungseinrichtungen und den Firmen Zn₂H₂ und Steel PRO Maschinenbau setzt im Projekt Zn-H₂ auf innovative Lösungen, grüne Energie zu speichern. Die Vision ist es, eine langlebige Batterie aufzubauen, die explizit für eine Langzeitspeicherung geeignet ist: Ausgehend von bereits bekannten Lösungen im Batteriebereich mit Zink-Anode kombinieren die Forschenden diese Technologie mit der alkalischen Wasserelektrolyse und entwickeln eine neuartige Speichertechnologie. Anders als herkömmliche Lithium-Akkus sind Zinkspeicher nämlich wesentlich kostengünstiger, und verwenden leicht verfügbare Rohstoffe (Stahl, Zink, Kaliumhydroxid) und sind recycelbar. Ein weiterer Clou: Sie ermöglichen die bedarfsgerechte

Dr. Robert Hahn vom Fraunhofer IZM koordiniert das Projekt und erklärt, was auf chemischer Ebene in der Batterie passiert: „Während des Aufladens oxidiert Wasser in der Batterie zu Sauerstoff, gleichzeitig wird Zinkoxid zu metallischem Zink reduziert. Bei der bedarfsgerechten Entladung der Speicherzelle wird das Zink wieder in Zinkoxid umgewandelt. Das Wasser wird wiederum reduziert, so dass Wasserstoff erzeugt und freigesetzt wird. Es entsteht eine einzigartige Kombination aus Batterie und Wasserstoffherstellung mit einem Gesamtwirkungsgrad der Stromspeicherung von 50 %, womit wir die alternative und zurzeit favorisierte Power-to-Gas-Technologie doppelt übertreffen“. Da die Materialkosten weniger als ein Zehntel eines Lithium-Akkus betragen, eröffnet sich hier eine wirtschaftlich attraktive Perspektive zur Speicherung grüner Energie.

In einer Kombination aus Grundlagenforschung und Entwicklung eines Demonstrators werden im Projekt Zn-H₂ die Weichen für eine erfolgreiche Umsetzung der Energiewende gestellt.





© ZINZ

Das Zink-Wasserstoff Speichersystem kann zu einem Zehntel der Kosten von Lithium-Batterien produziert werden und speist bedarfsgerecht Wasserstoff in den Energiekreislauf.

Galvanische Abscheidung zur Katalysatorherstellung

Im Labor konnten die Forschenden das Grundprinzip des neuen Systems bereits unter Beweis stellen und untersuchten anhand von Einzelzellen Wirkungsgrade und die Stabilität der Ladezyklen. Nun steht der nächste Schritt an: Bis zum Jahresende soll ein Demonstrator entstehen, dessen Betriebsführung in einem Teststand erforscht wird. Final sollen acht Zellen mit einer Kapazität von circa 12 Volt und 50 Ampere-Stunden elektrisch verbunden werden. Als kostengünstige Produktionstechnik für die großflächige Herstellung des bi-funktionalen Katalysators, an dem abwechselnd Wasserstoff und Sauerstoff entsteht, demonstrieren die Forschenden die galvanische Abscheidung: Vorab wird mit Tests die Reproduzierbarkeit der Abscheidung untersucht.

Aufbau eines Demonstrators

Das Team am Fraunhofer IZM in Berlin ist verantwortlich für die Auslegung des Demonstrators, den Aufbau eines Teststands und die Durchführung der Zuverlässigkeitstests. Da diese Art von Zink-Wasserstoff-Speichern bisher einmalig ist, musste auch eine entsprechende Testumgebung entwickelt werden. Dafür wird eine hochpräzise intelligente Steuerung entwickelt, mit der unterschiedliche Parameter angepasst und optimiert werden können.

Die Crux dabei war es, die Ladeparameter so anzupassen, dass über mehrere Tausend Zyklen ein stabiler Betrieb möglich ist. Bisher gibt es keine andere aufladbare Zink-Batterie, in der eine derartig große Langzeit- und Zyklenstabilität gezeigt werden konnte, da zumeist die Gefahr von Kurzschlüssen durch Zink-Dendriten oder schaumartige Zink-Abscheidung besteht. Die ersten Tests an Einzelzellen weisen bereits große Erfolge auf: Bei einer realistischen Nutzung in jahreszeitbedingten Dunkelphasen, aber auch bei der täglichen Nutzung als Solarspeicher haben die preiswerten Katalysatoren eine Lebensdauer, welche einen Betrieb von mehr als zehn Jahren erlauben würden. Bis zur finalen Industrietauglichkeit muss das System zwar noch einige Etappen des Up-Scaling durchlaufen, bereits jetzt hat die im Projekt assoziierte Firma Zn₂H₂ aber schon Patente angemeldet. Damit ebnen sie und das gesamte Forschungskonsortium den Weg für innovative Lösungen der Energiespeicherung und Herstellung von Wasserstoff für die Ära der Energiewende. Das Projekt Zn-H₂ wird unter der Fördernummer 03SF0630A vom BMBF gefördert und läuft noch bis September 2025. Am Projekt beteiligt sind: Zn₂H₂, Steel PRO Maschinenbau, Fraunhofer IFAM, Technische Universität Berlin, Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft und das Fraunhofer IZM.

Die Autorin

Olga Putsykina, Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM

Wiley Online Library



Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM, Berlin

Dr. Robert Hahn · Tel.: +49 30 46403-611
www.izm.fraunhofer.de

SERVICE IM FOKUS



C. OTTO GEHRCKENS
DICHTUNGSTECHNIK

SERIENTÄTER



Wir gestehen,

COG trägt die Verantwortung für viele serienmäßige Erfolge unserer Kunden. Von der Idee über die Mischungsentwicklung bis zur Produktion kundenspezifischer Elastomerlösungen und Assembling.

- Einzelne O-Ringe oder komplett montiert
- Full Service: Entwicklung, Konstruktion und Prototyping
- Logistik, Produktion, Montage und Konfektionierung

▶ Fordern Sie jetzt Akteneinsicht in die Erfolge unserer Kunden an: info@cog.de

COG.de

Standardisierung als Wegweiser für Wasserstoff

Die Normungsroadmap Wasserstofftechnologien ermöglicht ein abgestimmtes nationales Vorgehen

Der Hochlauf einer Wasserstoffwirtschaft ist für die Einhaltung der nationalen Klimaziele essenziell. Um auch die schwer zu elektrifizierenden Branchen zu defossilisieren, bietet der Einsatz von Wasserstoff eine Alternative. Allerdings gibt es hier ein Henne-Ei-Problem, denn eine Wasserstoffwirtschaft braucht sowohl mehr Erzeugungskapazitäten als auch Abnehmer. Damit Abstimmungsprobleme zwischen den Akteuren den Hochlauf nicht verlangsamen, sollen mit der Normungsroadmap flächendeckende Standards über die gesamte Wertschöpfungskette ermöglicht werden.

Um unsere Klimaziele zu erreichen und eine nachhaltige Entwicklung zu fördern, ist die Integration grüner Energiequellen in verschiedenen Sektoren, darunter Industrie, Verkehr und Wärme, unerlässlich. Es gibt jedoch Anwendungsbereiche, die Herausforderungen in Bezug auf die direkte Elektrifizierung mit sich bringen. Die Nutzung erneuerbarer Energien in diesen Bereichen erfordert daher die Entwicklung innovativer Lösungen. Grüne Wasserstofftechnologien sind in diesem Zusammenhang ein zentraler Baustein für die Zukunftsfähigkeit des Industriestandortes Deutschland. In Anerkennung dieser Bedeutung hat die Bundesregierung im Juni 2020 die Nationale Was-

serstoffstrategie verabschiedet. Diese wurde momentan „noch ambitionierter und verbindlicher“ fortgeschrieben (Nationale Wasserstoffstrategie – BMWK).

Grüner Wasserstoff bietet Lösung für Defossilisierung

Grüne Wasserstofftechnologien sind von zentraler Bedeutung für eine nachhaltige Zukunft Deutschlands. Durch die Umwandlung und Speicherung von überschüssiger erneuerbarer Energie bietet grüner Wasserstoff eine vielseitige und skalierbare Lösung für die Defossilisierung. Dieser Übergang zu grünem Wasserstoff erleichtert nicht nur die Verringerung der Koh-

lenstoffdioxidemissionen, sondern trägt auch zur Diversifizierung des Energiemixes bei und minimiert die Abhängigkeit von nicht erneuerbaren Ressourcen (Diversifizierung im Energiesektor: Herausforderung und Chance | AWE Blog; wirtschaft-entwicklung.de).

Nationale Wasserstoffstrategie: Deutschland als Vorreiter positionieren

Das Hauptziel der Nationalen Wasserstoffstrategie ist es, Deutschland als weltweiten Vorreiter für grüne Wasserstofftechnologien zu positionieren (Nationale Wasserstoffstrategie – BMWK). Durch die Förderung von Innovationen, die Unterstützung von Forschung und

Keywords

- Wasserstoffproduktion
- Normung, DIN, VDI
- Normungsroadmap



NORMUNG

Entwicklung und die Schaffung eines günstigen regulatorischen Umfelds soll der technologische Fortschritt und das wirtschaftliche Wachstum im Wasserstoffsektor vorangetrieben werden. Zusätzlich wird in der nationalen Wasserstoffstrategie die hohe Bedeutung von Standardisierung für den Wasserstoffhochlauf verdeutlicht.

Die Standardisierung in der Industrie bringt zahlreiche Vorteile mit sich. Sie verbessert die Qualität, fördert die Interoperabilität und erleichtert den globalen Handel. Durch die Rationalisierung von Prozessen, die Senkung von Kosten und das Ermöglichen von Innovationen fördert die Standardisierung Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit.

„Normung und Standardisierung ist für diejenigen, die sich daran beteiligen, ein strategischer Vorteil!“, Dieter Westerkamp, Bereichsleiter Technik und Gesellschaft beim VDI. Darüber hinaus gewährleistet sie Sicherheit, Risikominderung und die Einhaltung von Vorschriften. Die Normung ermöglicht es der Industrie, konsistente Qualität, Kompatibilität und Marktzugang zu erreichen und so Wachstum und Erfolg in einer vernetzten Welt zu fördern. In Bezug auf Wasserstoff ist eine flächendeckende Standardisierung essenziell für ein konzertiertes Vorgehen der betroffenen Unternehmen und einen reibungslosen Hochlauf. So kann gewährleistet werden, dass Erzeugungskapazitäten gleichzeitig mit den Anwendungen ausgebaut werden können.

Um diese Mammutaufgabe zu bewältigen, wurde die Normungsroadmap Wasserstofftechnologien gestartet. In dem vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geförderten Projekt haben sich das Deutsche Institut für Normung (DIN), die Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (DKE), der Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches (DVGW), der Verein für die Normung und Weiterentwicklung des Bahnwesens (NWB), der Verband der Automobilindustrie (VDA), der Verein Deutscher

Ingenieure (VDI) sowie der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) zusammengeschlossen um die Normenlandschaft der gesamten Wasserstoff-Wertschöpfungskette abzubilden und Lücken zu identifizieren. Zeitgleich werden die aufgezeigten Normungslücken bei den Regelsetzern abgestimmt umgesetzt und erstmals auch gefördert.

Komplexe Normenlandschaft

Die entstandene Normenlandschaft ist komplex. Mit über 950 Einträgen, wurden Normen und Standards auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene zunächst gesammelt und ein Status Quo erstellt. Damit die Ergebnisse möglichst effizient zugänglich sind, wird die Sammlung in einem Verzeichnis der Normen und technischen Regelwerke für Wasserstofftechnologien veröffentlicht. Dieses Tool ermöglicht es dann, gezielt Normen und Standards zu suchen, um die Anwendung zu vereinfachen. Die bloße Anzahl an Standards in dem Gebiet zeigt, dass das Thema Wasserstoff nicht neu ist. Vor allem in der chemischen Industrie ist Wasserstoff ein wichtiger Ausgangsstoff für eine Vielzahl von chemischen Reaktionen. Allerdings ist die flächendeckende Nutzung und besonders in dem geplanten Maßstab neu, was neue Schnittstellen und Herausforderungen mit sich bringt.

Um diese Probleme einheitlich und strukturiert anzugehen werden allgemein anerkannte Regeln der Technik benötigt. Auf Basis des erstellten Bestandes werden aktuell die Normungsbedarfe zusammen mit über 800 Experten ermittelt. Im Bereich der Elektrolyse z.B. ist bereits ein solides Regelwerk vorhanden, aber zum Teil müssen Standards für den geplanten Hochlauf ergänzt oder aktualisiert werden. Ähnlich ist es im Bereich der Anwendung, wie für Power-to-X (PtX)-Anlagen. Nach bestehenden Normen wurden bereits PtX-Anlagen errichtet, allerdings müssen dafür verschiedenste Standards recherchiert und kombiniert werden. Um zukünftigen Betreibern von PtX-Anlagen die

Planung zu vereinfachen und leichter zu entscheiden welches X, also welches Produkt aus dem eingesetzten Strom gewonnen wird, wird die Richtlinienreihe VDI 4635 erarbeitet. In der Anfang 2024 erscheinenden Richtlinie „VDI 4635 Blatt 3.3 Power-to-X; Methanisierung; Systemparameter und Messgrößen“ wird Hilfestellungen und Handlungsempfehlungen zum Betrieb von Methanisierungsanlagen gegeben, in denen elektrische Energie mit Wasser und CO₂ in Methan überführt wird. Auf diese Weise ist es möglich, überschüssigen Strom, z.B. aus Fotovoltaikanlagen, als Gas zu speichern.

Standards zu setzen, bringt strategische Vorteile

Zusammen mit den neuen Standards, die die identifizierten Lücken füllen, wird verhindert, dass der geplante Wasserstoffhochlauf verlangsamt wird oder gar ins Stocken kommt. Denn durch den strategischen Vorteil, der sich durch Standards ergibt, können alle beteiligten Stakeholder gemeinsam in die gleiche Richtung arbeiten und so schneller ans Ziel gelangen. Außerdem ermöglicht die Förderung aus der Normungsroadmap, dass die Normungs- und Standardisierungsprojekte schneller realisiert werden können.



Der Autor
Kevin Hares,
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
VDI-GEU, TG-B, VDI

Wiley Online Library



VDI e. V., Düsseldorf

Tel.: +49 211 6214-0 · www.vdi.de/4635
www.din.de · www.normungsroadmap-h2.de

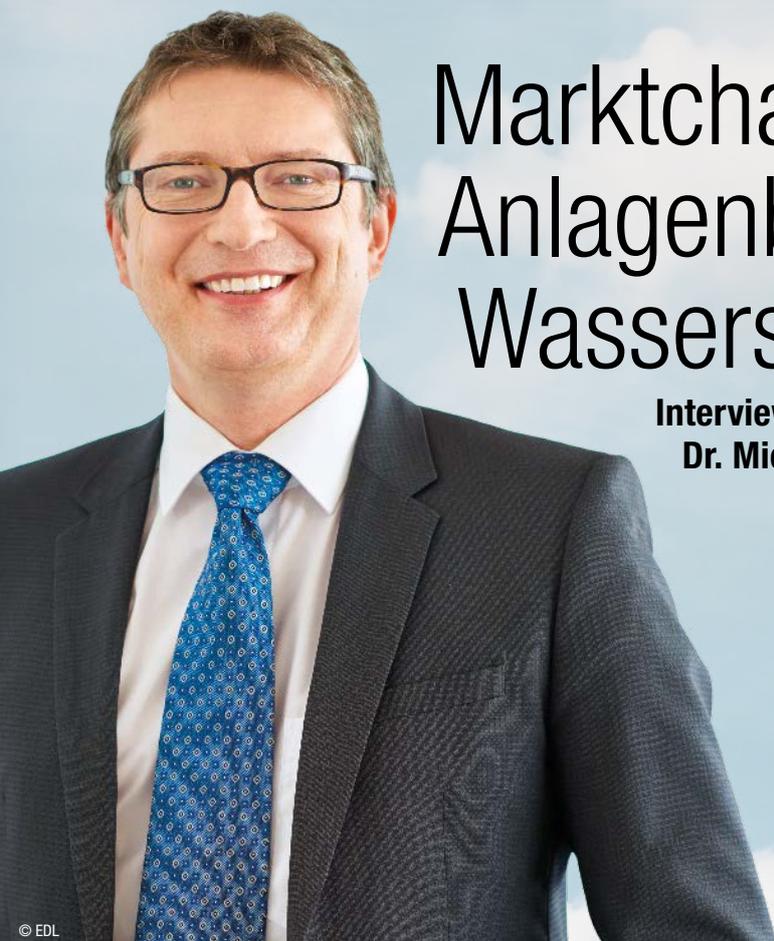
FIT FÜR WASSERSTOFFTECHNOLOGIEN MIT KLINGER DICHTUNGSMATERIALIEN

Für alle Stufen des Power-to-X-Prozesses



KLINGER GmbH, 65510 Idstein
Tel. +49 6126 40160,
mail@klinger.de, www.klinger.de





Marktchancen für den Anlagenbau in der Wasserstoffproduktion

Interview mit dem Anlagenbau- und Technologieexperten Dr. Michael Haid, CEO der EDL Anlagenbau Gesellschaft

Für die Energiewende ist der Anlagenbau der Schlüssel zum Erfolg. Der Anlagenbauexperte Dr. Michael Haid, CEO der EDL Anlagenbau Gesellschaft, erklärt im CITplus-Interview mit Dr. Etwina Gandert, welche Voraussetzungen für das Hochlaufen einer nennenswerten Wasserstoffwirtschaft zu erfüllen sind. Er sieht vor allem in den regulatorischen Anforderungen größere Hindernisse, weniger in den technischen Fragen. Außerdem gibt er einen Ausblick auf die effiziente Nutzung von Wasserstoff als Energieträger und zur Produktion klimaschonenderer Chemieprodukte.

CITplus: Herr Dr. Haid, wie schätzen Sie den aktuellen Stand der Planung und Umsetzung von Anlagen zur Wasserstoffherzeugung in Deutschland ein und wie grün kann der Wasserstoff in Deutschland tatsächlich werden?

Dr. Michael Haid: Deutschlandweit sind diverse Projekte zur Wasserstoffherzeugung in Planung, angefangen von eher forschungsorientierten Projekten, über Demonstrationsprojekte, bis hin zu Projekten im industriellen Maßstab. Dies ist sehr erfreulich und macht deutlich, dass dem Klimaschutz eine große Bedeutung beigemessen wird.

Viele dieser Projekte erlauben die Erzeugung von grünem Wasserstoff, vorausgesetzt die hierzu erforderliche erneuerbare Energie steht auch zur Verfügung. Um einen raschen Markthochlauf sowohl bei der Wasserstoffherzeugung als auch beim Ausbau der Wasserstoffnetze und der Wasserstoffverbraucher sicherzustellen, ist neben dem grünen Wasserstoff auch Wasserstoff mit einzubeziehen, der über andere Wege hergestellt wird. Erst zusammen mit dem als blau – Reformierung von Erdgas mit CO₂-Speicherung, türkis – Pyrolyse von Erdgas mit Speicherung von festem Kohlenstoff, gelb

– Wasserelektrolyse mit Strommix – oder rot – Wasserelektrolyse mit Atomstrom – bezeichneten Wasserstoff sind Wasserstoffkapazitäten in Größenordnungen möglich, die für den raschen Markthochlauf erforderlich sind und die die dringend notwendigen Einsparungen an Treibhausgasemissionen erlauben.

Derzeit sind jedoch nur sehr wenige Wasserstoffprojekte in der Umsetzung. Dies liegt weniger an fehlenden technologischen Möglichkeiten als vielmehr an leider noch vorhandenen Hindernissen. Wasserstoffprojekte benötigen, wie auch alle anderen Investitionsprojekte, klare, verlässliche und wettbewerbsfähige Rahmenbedingungen, die eine langfristige Investi-



Keywords

- Anlagenbau
- Wasserstoffproduktion
- E-Fuels

H₂ HYDROGEN ENERGY STORAGE

tionssicherheit für einen Betrieb von 20 Jahren sicherstellen.

Worin liegen die größten Hindernisse, um Kapazitäten für Wasserstoff über den Modellstatus hinaus auszubauen?

M. Haid: Die Hindernisse, die den industriellen Ausbau an Wasserstoffkapazitäten in Deutschland verzögern, sind unterschiedlich gelagert. Eine zentrale Rolle spielen dabei die gesetzlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen, die eine ausreichende Sicherheit, aber auch Anreize für Investitionen in Wasserstoffprojekte sowie generell in Projekte zur Verringerung von Treibhausgasemissionen schaffen müssen.

Für die Erzeugung von grünem Wasserstoff sind erneuerbare Energien erforderlich, insbesondere in Form von erneuerbarem Strom. Ohne den konsequenten Ausbau der Kapazitäten an erneuerbarem Strom fehlen die Voraussetzungen für den raschen Ausbau der Kapazitäten für Wasserstoff. Hindernisse bei den erneuerbaren Energien sind automatisch Hindernisse beim Wasserstoff. Beim Ausbau des erneuerbaren Stroms ist nicht nur die installierte Erzeugungskapazität von wesentlicher Bedeutung, sondern auch die ganzjährig durchgängige Verfügbarkeit, um eine hohe Auslastung der Anlagen zur Wasserstoffherzeugung sicherzustellen. Diese kann nur durch eine kombinierte Nutzung von Offshore-Wind, Onshore-Wind, Solarenergie und Wasserkraft aus verschiedenen Regionen sichergestellt werden und erfordert dementsprechend eine ausreichende Kapazität des Stromnetzes. Leider hinkt der Ausbau des Stromnetzes schon seit langem hinterher. Laut einem Bericht der Bundesnetzagentur vom 3. April 2023 wurden allein 2021 rund 5,8 GWh abgeregelt, die nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz – EEG – zu Entschädigungsansprüchen an die Anlagenbetreiber in Höhe von rund 807 Mio. EUR führen. Hinzu kommt noch eine abgeregelte Menge von rund 20,4 GWh, für die keine Entschädigungsansprüche bezahlt werden müssen. Grundsätzlich könnte der abgeregelte

Strom auch in kleinen dezentralen Anlagen zur Wasserstoffherzeugung genutzt werden. Dies setzt jedoch voraus, dass Wasserstoffverbraucher oder ein Zugang zu einem Wasserstoffnetz vor Ort vorhanden sind. Zudem muss der Standort weitere Voraussetzungen erfüllen, wie beispielsweise Zugang zu Wasser- und Abwasserleitungen.

Ein weiteres Hindernis sind die in Deutschland besonders stark gestiegenen Energiepreise. Dies führt zu zusätzlichen Unsicherheiten und Risikoaufschlägen bei der Bewertung der zukünftigen Energiepreise. Anlagen zur Wasserstoffherzeugung in Deutschland haben hierdurch einen deutlichen wirtschaftlichen Nachteil gegenüber dem Import von grünem Wasserstoff oder Wasserstoffderivaten aus dem Ausland.

Verzögerungen bei der Gesetzgebung, bei den Förderprogrammen sowie bei den behördlichen Genehmigungsverfahren sind ebenfalls nicht förderlich, um Kapazitäten für Wasserstoff über den Modellstatus hinaus auszubauen. Neben einer Beschleunigung sind zudem die für einen raschen Markthochlauf erforderlichen Anreize verbunden mit klaren Rahmenbedingungen zu setzen. Dies ist leider nicht immer der Fall. So legt der am 13.02.2023 von der EU-Kommission als voraussichtlich finale Version veröffentlichte Delegierte Rechtsakt strenge Kriterien für die erneuerbaren Energien fest, die für die Herstellung von grünem Wasserstoff einzuhalten sind. Die darin geforderte Zusätzlichkeit der erzeugten erneuerbaren Energien, die Zeitgleichheit von Erzeugung und Verbrauch der erneuerbaren Energien sowie der erforderliche räumliche Zusammenhang der Anlagen schränkt sowohl die zur Wasserstoffherzeugung verfügbare Kapazität an erneuerbaren Energien als auch die Auslastung der Wasserstoffherzeugung stark ein. Viele Wasserstoffprojekte werden sich unter diesen Randbedingungen nur dann rechnen, wenn hohe Wasserstoffpreise erzielt werden können.

Wo oder in welchen Bereichen sehen Sie die größten Chancen für einen wirtschaftlichen Betrieb zur Wasserstoffherzeugung?

M. Haid: Die größten Chancen sehe ich für Wasserstoff dort, wo ein sektorenübergreifender Einsatz von Wasserstoff möglich ist und Erzeugung, Verbrauch, Transport und Speicherung intelligent miteinander gekoppelt werden können.

So haben wir in der Region Leipzig zusammen mit Partnern das Verbundvorhaben LHVE – Leipzig Hydrogen Value chain for Europe/ Grüner Wasserstoffring für die Region Leipzig – ins Leben gerufen. LHVE hat das Ziel, ein intelligentes und regional vernetztes grünes Wasserstoffsystem als Leuchtturm zur effizienten Sektorenkopplung aufzubauen und dieses in die entstehende europäische Wasserstoffinfrastruktur zu integrieren. Mit LHVE wird die gesamte Wertschöpfungskette von der Erzeugung, der Speicherung über den Transport sowie Verteilung bis zum Endverbrauch in der Region Leipzig realisiert und über die Infrastruktur mit europäischen Projekten, Städten und Kommunen vernetzt. Die Region verfügt als historisch gewachsener Energie- und Industriestandort bereits über eine Wasserstoffinfrastruktur und erlaubt durch den weiteren Ausbau und die gemeinsame Nutzung der bestehenden Wasserstoffinfrastruktur zahlreiche Möglichkeiten für die breite und kosteneffiziente Nutzung von Wasserstoff. So ermöglichen beispielsweise die Chemieparks in der Region eine kostenoptimierte Sektorenkopplung bei gleichzeitiger Ausweitung der Wasserstoffwirtschaft auf Bereiche wie Mobilität oder Strom- und Wärmeerzeugung. Durch die mögliche Speicherung des Wasserstoffs in einer Salzkaverne wird zudem die Flexibilisierung vorangetrieben.



Bei LH₂VE gehen wir zudem über den reinen Wasserstoff hinaus. Mit unserer HyKero-Anlage erzeugen wir grünen Wasserstoff und in Verbindung mit nachhaltigem Kohlenstoff zudem 50.000 t pro Jahr an grünem Flugturbinenkraftstoff – SAF, Sustainable Aviation Fuel – für den Einsatz am Flughafen Leipzig-Halle und 14.000 t pro Jahr an grünem Naphtha. Naphtha ist ein wichtiger Grundstoff für die chemische Industrie. Die HyKero-Anlage wird südlich von Leipzig in einem bestehenden Chemiepark in Böhlen-Lippendorf errichtet werden. Mit der Realisierung der HyKero-Anlage wird erstmalig in Deutschland strombasiertes SAF (e-SAF) in industriellem Maßstab hergestellt werden.

Welche technischen Herausforderungen im Elektrolysebetrieb fallen nach ersten Erfahrungen in der Praxis auf?

M. Haid: Die Elektrolyse ist grundsätzlich eine alte und seit Jahrzehnten genutzte Technologie. Neuere Elektrolysetechnologien, wie PEM oder SOEC, besitzen Vorteile gegenüber der herkömmlichen Alkalielektrolyse, sind aber noch nicht in großen Anlagen mit einer Leistung von 100 MW oder mehr im industriellen Einsatz. Die Skalierung der Elektrolysekapazität erfolgt durch Parallelschaltung von einzelnen Elektrolysemodulen. Herausforderungen bestehen in der Weiterentwicklung der Elektrolysemodule hinsichtlich Effizienz, Lebensdauer und Modulkapazität sowie im Aufbau der Fertigungskapazitäten. Daher ist sowohl mit Lerneffekten und weiterem Optimierungspotenzial als auch mit Lieferengpässen zu rechnen. Einem großindustriellen Einsatz steht aber grundsätzlich nichts entgegen. Bei unserer HyKero-Anlage setzen wir auf die SOEC-Technologie (Anmerkung der Redaktion: englisch solid oxide electrolyzer cell), da wir in Verbindung mit der Herstellung des e-SAF überschüssige Prozesswärme in der SOEC zur Wasserstoffherzeugung nutzen und so eine deutlich höhere Energieeffizienz erreichen können.

Welche Anforderungen stellt der Transport und die Lagerung von Wasserstoff an Anlagen und Technik?

M. Haid: Wasserstoff ist deutlich schwieriger zu lagern und zu transportieren als andere Energieträger. Neben der Lagerung bei sehr hohen Drücken von 700 bar wird Wasserstoff flüssig bei tiefkalten Temperaturen von unter minus 250 °C gelagert. Beides stellt hohe Anforderungen an die verwendeten Materialien und ist mit sehr viel Energieaufwand verbunden. So sind beispielsweise ca. 30 % der im flüssigen Wasserstoff gespeicherten Energie allein für das Herunterkühlen und Verflüssigen erforderlich. Mit entsprechenden mobilen Druck- oder Kryobehältern lässt sich Wasserstoff ebenfalls per Lkw transportieren. Für den Seetransport hat

Kawasaki 2021 den Wasserstofftanker „Suiso Frontier“ fertiggestellt. Der Tanker ist 116 m lang und kann 178 t flüssigen Wasserstoff transportieren. Dies entspricht einem äquivalenten Energieinhalt von etwa 610.000 l Diesel. Ein Tanker für den Transport von flüssigen Kohlenwasserstoffen gleicher Größe könnte hingegen 10.850.000 l Diesel transportieren. Das heißt, es werden 18 Wasserstofftanker benötigt, um die gleiche äquivalente Energiemenge wie ein Dieseltanker zu transportieren. Der Energieverbrauch für den Transport von Australien nach Europa über 23.000 km würde für eine Fahrt einschließlich Rückfahrt in der Größenordnung von etwa 520.000 l Diesel liegen. Dies entspricht 85 % der an flüssigem Wasserstoff transportierten Energiemenge. Wenn während der Überfahrt der verdampfte Wasserstoff (Boil-off) verlorengeht, kämen nochmals 6 % hinzu. Also 91 % des Energieinhalts des transportierten Wasserstoffs wird während

des Transports benötigt. Beim Transport von Diesel wären dies hingegen nur 5 %.

Mit viel weniger Energieaufwand lassen sich große Wasserstoffmengen mit Gasleitungen transportieren. So sind bereits seit vielen Jahren Wasserstoffleitungen in Sachsen-Anhalt und Sachsen – zwischen Buna und Böhlen, Böhlen und Zeitz oder Leuna und Bitterfeld – in Betrieb. Zur Lagerung größerer Wasserstoffmengen bieten sich Unterspeicher, wie beispielsweise Salzkavernenspeicher an, wie sie auch für die Speicherung von Erdgas genutzt werden. Erfahrung mit der Unterspeicherung von Wasserstoff gibt es bereits seit den 70er Jahren. So werden beispielsweise in Teaside, UK, seit 1972 drei Salzkavernen mit je 70.000 m³ Volumen zur Speicherung von Wasserstoff bei 50 bar betrieben.

Wie weit kann eine Versorgung mit Wasserstoff im Land über Rohrleitungen mög-



Dr. M. Haid vor dem Modell der HyKero-Anlage

lich sein? Werden wir ein bundesweites Rohrleitungsnetz für Wasserstoff oder Gasgemische haben, das Tankstellen oder sogar Privathaushalte zur Wärmeerzeugung beliefern könnte?

M. Haid: In Europa und insbesondere auch in Deutschland mit mehr als 500.000 km an Erdgasleitungen haben wir bereits eine sehr gute Infrastruktur, die zukünftig auch für Wasserstoff genutzt werden kann. Für Deutschland und andere Länder mit entsprechenden Erdgasnetzen ist dies ein wesentlicher Vorteil, da für eine Umstellung auf Wasserstoff (beimischung) wesentlich geringere Kosten anfallen als bei dem Aufbau einer neuen Gasnetzinfrastruktur.

Die Beimischung von Wasserstoff in das Erdgasnetz ist heute jedoch nur begrenzt möglich und zulässig, da Wasserstoff sich deutlich von den brenntechnischen Eigenschaften von Erdgas oder Biogas unterscheidet. Aktuell ist eine Beimischung von 2 Vol.-% Wasserstoff möglich. Ein höherer Wasserstoffanteil erfordert zumindest die Anpassung der Geräteeinstellungen, oder ab einem bestimmten Wasserstoffanteil auch den Wechsel von Bauteilen bei den angeschlossenen Verbrauchern, wie Brenner, Regler oder Zähler. Zudem sind die werkstofftechnischen Eigenschaften des Erdgasnetzes zu beachten, die den erlaubten Wasserstoffanteil zum Beispiel in Abhängigkeit des Wasser- und Sauerstoffgehaltes einschränken können. Mit vertretbarem Aufwand müsste mittelfristig ein Wasserstoffanteil von 20 Vol.-% möglich sein.

Die sukzessive Erhöhung der Beimischung auf 20 Vol.-% muss in Abstimmung mit den Verbrauchern, den Verteilnetzbetreibern, den Ferngasnetzbetreibern und den Regelwerken erfolgen, um eine konstante Gasqualität zu gewährleisten. Durch die Unterteilung des Erdgasnetzes in Umstellzonen, die eine logische und netzhydraulisch getrennte Untergliederung darstellen, ist hierbei eine regionale individuelle Umstellung möglich. Im Falle der Ferngasnetze muss die Anpassung jedoch auf EU-Ebene harmonisiert werden, da die Ferngasnetze europaweit meist über Netzkopplungspunkte miteinander verbunden sind. Aufgrund der Komplexität werden wir wohl nicht vor 2030 einen Wasserstoffanteil von 20 Vol.-% in wesentlichen Teilen unseres Erdgasleitungsnetzes verfügbar haben. Bis 2050 sollte jedoch eine weitestgehende Umstellung möglich sein.

Neben der Beimischung von Wasserstoff in das bestehende Erdgasnetz ist parallel dazu der Aufbau eines reinen Wasserstoffnetzes erforderlich. Hierzu können bestehende Erdgasleitungen auf Wasserstoff umgestellt und durch neue Gasleitungsabschnitte sowie Kavernenspeicher als notwendige Pufferspeicher ergänzt werden.

Die Versorgung mit Wasserstoff über Rohrleitungen erfordert eine langfristige und zuverlässige

lässige Gesetzgebung sowohl auf nationaler als auch auf europäischer Ebene, um Investitionen in die notwendige Anpassung an den Einsatz von Wasserstoff auf eine sichere Basis zu stellen.

Können Lieferengpässe und mangelndes Fachpersonal zu einem Nadelöhr werden bei der Errichtung einer nennenswerten Wasserstoffwirtschaft in Deutschland? Wie ist die Personalsituation bei EDL aktuell?

M. Haid: Generell sehen wir bereits seit längerem einen Fachkräftemangel und Lieferengpässe. Dieses Nadelöhr wird sich zukünftig bei den für die Energiewende erforderlichen essenziellen Investitionen nochmals deutlich verschärfen und kann den Aufbau der Wasserstoffwirtschaft gefährden. Die fehlenden Fertigungskapazitäten, zum Beispiel für Elektrolysezellen, können zumindest mittelfristig aufgebaut werden. Der Fachkräftemangel lässt sich jedoch nicht so einfach lösen. Neben der Erhöhung der Attraktivität von Ingenieurstudiengängen ist die verstärkte Gewinnung von Fachkräften aus dem Ausland unbedingt erforderlich. Der Fachkräftemangel wird uns voraussichtlich deutlich länger begleiten als Lieferengpässe.

Bei EDL ist der Fachkräftemangel daher ebenfalls ein wichtiges Thema, insbesondere die Gewinnung von Fachkräften mit umfassender Erfahrung im Anlagenbau. Hier greifen wir zunehmend auf Fachkräfte aus dem Ausland zurück. Zwischenzeitlich liegt der Anteil an neu eingestellten Fachkräften, die aus dem Ausland zu uns kommen, bei über 10 %.

Wo sehen Sie für EDL aktuell die größten Marktchancen? Wie blicken Sie auf die aktuelle Diskussion zu E-Fuels und dem Verbot der Verbrenner-Technologie für Fahrzeuge?

M. Haid: Die Transformation des Energiesektors hin zu klimafreundlichen Lösungen stellt eine große Herausforderung für unsere Gesellschaft dar. Der Anlagenbau spielt hierbei eine zentrale Rolle, sowohl bei der Entwicklung und Bereitstellung der benötigten Technologien als auch bei der Realisierung der benötigten Anlagen und Infrastruktur. Als technologieorientiertes Anlagenbauunternehmen sehen wir darin eine große Chance für uns. So entwickeln wir neue nachhaltige Technologien, wie beispielsweise zur elektrochemischen Abscheidung von Kohlendioxid aus der Umgebungsluft – DAC, Direct Air Capture – oder zur Herstellung von grünen synthetischen Kraftstoffen und Chemiegrundstoffen auf Basis von erneuerbarem Strom – PtX, Power-to-X. Darüber sind wir in Deutschland und international, unter anderem in Brasilien, dabei, industrielle PtX-Anlagen mit unserer HyKero-Technologie zu entwickeln.

Mobilität ist ein Grundbedürfnis des Menschen und eine wichtige Voraussetzung für die

Wertschöpfung in unserer Gesellschaft. Insbesondere in Entwicklungs- und Schwellenländern besteht über die kommenden Jahrzehnte ein großer Nachholbedarf. Die Mobilität von Menschen und Gütern wird also insgesamt zunehmen, schon allein aufgrund der wachsenden Weltbevölkerung. Gerade vor diesem Hintergrund müssen die Mobilität und die entstehenden Emissionen möglichst klimaneutral gestaltet werden, um die globalen Klimaziele nicht zu verfehlen. Eine rasche Verringerung der Treibhausgasemissionen ist am besten erreichbar, wenn wir alle Möglichkeiten nutzen, die uns heute zur Verfügung stehen. So auch im Mobilitätssektor. Fahrzeuge mit Elektroantrieb reichen daher nicht aus. Vielmehr müssen wir alle nachhaltig zu produzierenden Kraftstoffe einschließen, egal ob E-Fuels oder Bio-Fuels. Beim Flug- und Schiffsverkehr ist der Einsatz von Elektroantrieben oder von Wasserstoff auf lange Zeit sowieso auf Nischenanwendungen beschränkt, allein schon aufgrund des Gewichts und der geringen speicherbaren Energiemenge, die mit einer Batterie einhergeht. Viel zu lange hat es gedauert, bis E-Fuels von der Politik in Europa und in Deutschland als Alternative wahrgenommen wurden, wenn auch nur als Alternative für Flugzeuge und für Schiffe. Wir sollten jedoch nicht vergessen, dass wir in Deutschland rund 60 Millionen Fahrzeuge haben, weltweit der Bestand aber bei etwa 1,3 Milliarden Fahrzeugen liegt. Das heißt, ein Großteil der Fahrzeuge ist auch in ärmeren Regionen der Erde zu finden, für die ebenfalls eine nachhaltige Lösung gefunden werden muss. Grüner Kraftstoff, das heißt Bio-Fuels und E-Fuels, der mit der vorhandenen Infrastruktur eingesetzt und von der bestehenden Fahrzeugflotte genutzt werden kann, ist am Ende ohne Alternative. Für Elektrofahrzeuge und für Wasserstoff wird hier noch lange Zeit die dazu erforderliche Infrastruktur und die Kaufkraft der Bevölkerung fehlen.

Das Interview führte

Dr. Etwina Gandert, Chefredakteurin CITplus

Wiley Online Library



EDL Anlagenbau Gesellschaft mbH, Leipzig
 – ein Unternehmen der Pörner Gruppe
 Tel.: +49 341 4664-400
 gf@edl.poerner.de • www.edl.poerner.de

Wasserstoffreinigungsanlage von Reicat für European Energy vor der Auslieferung im Juni 2023.



Keywords

- **Wasserstoffreinigung**
- **Durchsatzflexibilität**
- **Elektrolyseure**

Reinigung von grünem Wasserstoff

Ein wichtiger Schritt zwischen Elektrolyse und Transport oder Nutzung des Wasserstoffs

Durch Power-to-X-Anlagen wird grüner Strom speicherbar. Die Energie kann so zu Verbrauchssektoren, die auf klimafreundliche Brenn- und Rohstoffe angewiesen sind, weitergeleitet werden. Doch die Reinheitsanforderungen an den Wasserstoff aus PtX-Anlagen sind hoch. Wasserstoffreinigungsanlagen, die Verunreinigungen aus elektrolytisch erzeugtem Wasserstoff entfernen, stellen eine wichtige Komponente jeder Produktionsanlage für grünen Wasserstoff dar. Reicat bietet Anlagen, die auch bei hohen Durchsatzschwankungen flexibel und zuverlässig arbeiten.

Um Klimaneutralität zu erreichen, müssen alle Sektoren möglichst vollständig dekarbonisiert werden. Besonderes Augenmerk liegt auf Sektoren, welche stark von fossilen Brennstoffen abhängen. Hier sollen erneuerbare Energien die Grundlage der Energie- und Rohstoffversorgung werden. Durch den geplanten Einsatz in der Energieversorgung wird die wirtschaftliche Bedeutung des Wasserstoffs stark zunehmen.

Eine auf erneuerbaren Energien basierende Wirtschaft muss der Tatsache Rechnung tragen, dass Stromangebot und -nachfrage zeitlich und räumlich auseinanderfallen und elektrische Energie praktisch nicht speicherbar ist. Im künftigen Energiesystem kommt grünem Wasserstoff daher eine Schlüsselrolle zu. Grüner Wasserstoff soll in der Energiewirtschaft als gut speicherbarer und in einem Pipelinetz transportierbarer Energieträger sowie in der Transport-, Chemie- und der Stahlindustrie als Rohstoff bzw. Reduktionsmittel dienen.

Wasserstoff gilt als "grün", wenn er durch Elektrolyse von Wasser mit erneuerbarem Strom und somit ohne Ausstoß von Treibhausgasen erzeugt wurde.

Der Aufbau der grünen Wasserstoffwirtschaft

Bislang deckt der Chemiesektor seinen Wasserstoffbedarf in Höhe von 55 bis 60 TWh pro Jahr fast gänzlich durch Chloralkali-Elektrolyse und durch Steam Reforming von Erdgas. In Zukunft soll der durch Dampfreformierung produzierte Wasserstoff durch grünen H₂ ersetzt werden. Indem in weiteren Sektoren fossile Stoffe durch Wasserstoff ersetzt werden, entstehen zudem ganz neue Abnehmermärkte, die Wasserstoff in viel größeren Mengen benötigen als die bisherigen Industrien.

Um den Aufbau der grünen Wasserstoffwirtschaft zu ermöglichen, werden derzeit weltweit Großanlagen zur Produktion von grünem

Wasserstoff geplant und gebaut. Diese Produktionsanlagen werden direkt an erneuerbare Energieerzeugungsanlagen, z.B. Windkraft- oder Fotovoltaikanlagen, angeschlossen. In der öffentlichen Diskussion liegt hierbei oft ein starker Fokus auf den Elektrolyseuren, den größten Komponenten einer Power-to-X-Anlage. Ein wichtiger Zwischenschritt zwischen der Elektrolyse und der Einspeisung des Wasserstoffs in das Transportnetz bleibt jedoch oft unerwähnt: die Gasreinigung.

Die zentrale Rolle der Gasreinigung in der Wasserstoffwirtschaft

Bei allen Elektrolyseverfahren verlässt der Wasserstoff den Elektrolyseur mit Verunreinigungen, hauptsächlich Sauerstoff und Feuchtigkeit. Für Transport, Speicherung und die meisten Anwendungsfälle wird aber ein Gas hoher Reinheit (> = 99,999 %, d.h. maximal 10 ppm Verunreinigung) verlangt, da die Ver-

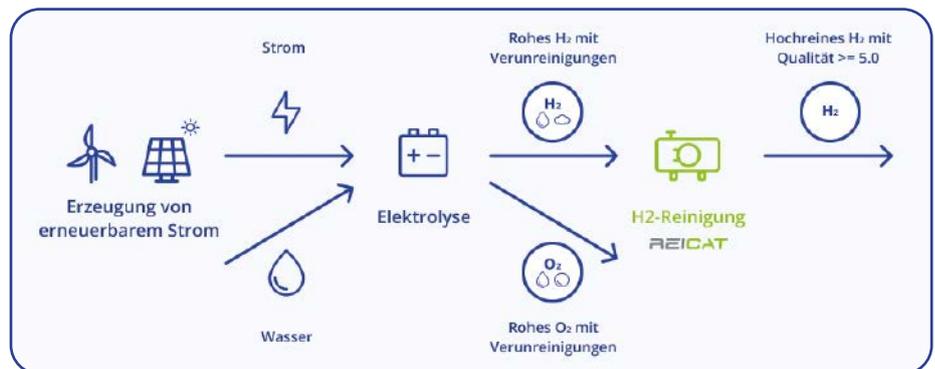
unreinigungen verschiedene Probleme verursachen können.

Feuchtigkeit kann zu Korrosion von Rohren, Behältern und den Anlagen, in denen der Wasserstoff zum Einsatz kommt, führen. Da Wasserstoff unsichtbar und geruchsfrei, jedoch hochexplosiv ist, ist jedes durch Korrosion verursachte Wasserstoffleck äußerst gefährlich. Zudem können sich Pfropfen bilden, welche die Infrastruktur blockieren, wenn sich der Wasserdampf im Wasserstoff bei fallender Temperatur verflüssigt oder gar gefriert. Kommt feuchter Wasserstoff in Produktionsprozessen zum Einsatz, kann dies zu unerwünschten Ergebnissen führen.

Unerwünschte Produktionsresultate stellen auch bei Sauerstoffverunreinigungen ein Problem dar. Ist in Wasserstoff, der z.B. für die Flachglasproduktion verwendet wird, Sauerstoff enthalten, oxidiert das Glas und wird somit trüb.

Deshalb fordern Wasserstoffabnehmer, welche diesen transportieren, speichern oder in Industrieprozessen einsetzen wollen, höchste Reinheitsgrade. Für mobile PEM-Brennstoffzellen schreibt die SAE J2719 Norm eine maximale Verunreinigung von 5 ppm Sauerstoff und 5 ppm Feuchtigkeit vor. Für die Erzeugung synthetischer Kraftstoffe bzw. E-Fuels werden oft noch höhere Anforderungen gestellt mit Sauerstoffverunreinigungen von max. 1 ppm und einem Feuchtigkeitsgehalt von max. 3 ppm.

Angesichts dieser Anforderungen hat sich ein de-facto-Reinheitsstandard herausgebildet, welcher bei einer Wasserstoffreinheit von $>= 99,999\%$ liegt. Dieser Reinheitsgrad wird im Industriegassektor als $>= 5.0$ Qualität bezeichnet, wobei die maximalen Verunreinigungswerte der einzelnen Stoffe (Sauerstoff, Feuchtigkeit etc.) von Gasproduzent



Elektrolyseure stellen die größten Komponenten einer Power-to-X-Anlage dar. Eine kleinere aber genauso wichtige Komponente ist die Reinigungsanlage, welche aus dem Rohgas Wasserstoff ein hochreines Gas macht, das transportierbar, speicherbar und nutzbar ist.

zu Gasproduzent variieren. Eine Reinheit von $\geq 99,999\%$ kann derzeit von keiner gängigen Elektrolyseurtechnologie produziert werden. Die üblichen H_2 -Reinheitsgrade nach der Elektrolyse liegen zwischen 99,10 % und 99,95 %. Industrielle Reinigungsanlagen müssen den Reinheitsgrad von grünem Wasserstoff also teils bis zu Faktor 900 verbessern, bevor dieser brauchbar für Transport und den Großteil der Anwendungsfälle wird.

Der Reinigungsprozess von grünem Wasserstoff

Das H_2 -Reinigungsverfahren lässt sich wie folgt skizzieren: Im ersten Verfahrensschritt reagiert Sauerstoff mittels eines DeOxo-Katalysators mit Wasserstoff zu Wasserdampf. Im zweiten Schritt wird der Wasserstoff mit einem sogenannten Temperature-Swing-Adsorption (TSA)-Verfahren getrocknet. Dabei kondensiert der im Wasserstoff enthaltene Wasserdampf zu deionisiertem Wasser. Wird eine sogenannte Closed-Loop-Technologie eingesetzt, wird die-

ses Wasser in den Elektrolyseur zurückgeleitet. Durch diesen geschlossenen Kreislauf werden die Wasserstoffverluste im Vergleich zu herkömmlichen TSA-Verfahren stark verringert. Bei herkömmlichen Verfahren ist mit bis zu 3 % Verlust zu rechnen. Durch die Closed-Loop-Technologie kann der Verlust auf bis zu 0 % reduziert werden.

Bei der oben beschriebenen Kombination aus DeOxo-Katalysator und TSA-Trockner handelt es sich um eine seit Jahrzehnten bewährte Technologie. Reicat hat in der Vergangenheit bereits diverse Anlagen dieses Typs für den Einsatz in der Chloralkali-Elektrolyse an Anwender im In- und Ausland geliefert. Großanlagen mit bis zu 25.000 Nm^3/h Durchsatz werden in verschiedenen Chemieparks Europas seit 1998 betrieben. Der produzierte, hochreine Wasserstoff wird in das lokale als auch das überregionale Pipelinennetz eingespeist.

Im Zuge des Aufbaus der grünen Wasserstoffwirtschaft mit Power-to-X-Anlagen vollzieht sich derzeit jedoch ein radikaler Wandel

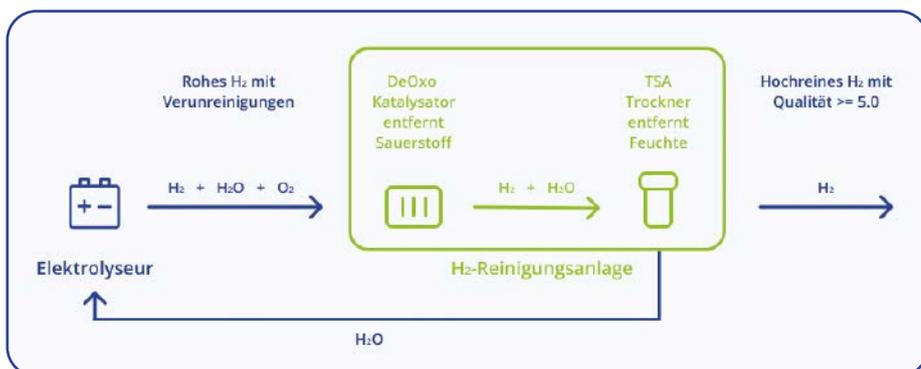
BE SMARTER. MONITOR YOUR STACK.

OPERATE ELECTROLYSERS SAFELY



WITH CVM SYSTEMS
FROM SMART
TESTSOLUTIONS





Eine Reinigungsanlage entfernt Sauerstoff und Feuchte aus durch Elektrolyse erzeugtem Wasserstoff. Das dabei entstehende deionisierte Wasser wird zurück in den Elektrolyseur geleitet.

der Markterfordernisse. Bei der Chloralkali-Elektrolyse fahren Anlagen normalerweise auf 100 % Auslastung mit maximalen Schwankungen bis auf 40 %. Im Gegensatz dazu müssen Power-to-X-Anlagen mit zeitlich schwankendem Strom arbeiten, je nach Wetterlage. Reicat hat auf diese neuen Bedingungen reagiert und in den vergangenen sieben Jahren eine Technologie entwickelt, die es den Anlagen erlaubt, bis zu einem Durchsatz von nur 10 %, im Einzelfall sogar bis zu 5 %, bei gleichbleibenden Reinheitsergebnissen funktionsfähig zu bleiben.

Reinigungsanlagen im Einsatz

Insbesondere die hohe Durchsatzflexibilität hat sich als wichtige Eigenschaft der Reinigungsanlagen herausgestellt. Zudem stellt die hohe Energieeffizienz der Anlagen einen wichtigen Entscheidungsfaktor da. Das Spektrum der Auftraggeber des mittelständischen Unternehmens hat sich in den letzten Jahren stark verändert. Waren es zuvor hauptsächlich die großen Hersteller technischer Gase und Chemieunternehmen, kommen nun auch Elektrolyseurhersteller und Energieunternehmen, die Power-to-X-Anlagen bauen oder betreiben, hinzu.

Ein Beispiel für einen Neukunden ist das dänische Unternehmen European Energy,

ein Pionier-Unternehmen als Projektentwickler und Betreiber von Windkraft-, Fotovoltaik- und Power-to-X-Anlagen. 2022 hat European Energy bei Reicat eine Wasserstoffreinigungsanlage für eine im Vindtestcenter Måde K/S, Esbjerg, Süddänemark entstehende Anlage in Auftrag gegeben. Diese Elektrolyseanlage wird mit Strom aus Windkraft grünen Wasserstoff produzieren und – nach der Reinigung – an ein weltweit führendes Chemieunternehmen abgeben. Es wird eine hohe Reinheit des Wasserstoffs von 99,999 % verlangt und auf Grund der effizienten Reicat-Technologien mit minimalem Energieeinsatz erreicht. Die Wasserstoffreinigungsanlage ist auf einen Durchsatz von 3.000 Nm³/h ausgelegt, die Anschlussleistung der Elektrolyseanlage beträgt ca. 12 MW. European Energy hat bei dem Anlagenbauer bereits eine zweite Wasserstoffreinigungsanlage bestellt, deren Durchsatz das Dreieinhalbfache beträgt. Der daraus entstehende Wasserstoff wird zur Produktion von synthetischem Kraftstoff weiterverarbeitet. Beide Anlagen wurden kürzlich ausgeliefert und werden zeitnah in Betrieb genommen.

Auf dem heterogenen Markt der Gasreinigung ist bislang jeder Auftrag ein Einzelprojekt, das nach dem Bedarf des Auftraggebers maßgeschneidert wird. Dies bedingt

einen hohen Planungs- und Abwicklungsaufwand und eine relativ lange Durchlaufzeit. Das galt bisher auch für das Segment der Wasserstoffreinigung. Die sich abzeichnende Auftragsflut lässt sich jedoch nur durch den Übergang zu Standardisierung, Modularisierung und (Klein-)Serienfertigung bewältigen. Der Anlagenbauer hat begonnen, ein Baukastenmodell für Wasserstoffreinigungsanlagen aufzubauen und seine Komponentenlieferanten auf die neue Situation einzustellen. Auch will das Unternehmen die Fertigungskapazität erhöhen. Die Vorteile sind niedrigere Fertigungskosten, verringerter Aufwand an Ingenieurstunden für Planung, Auslegung und Abwicklung und verkürzte Durchlaufzeiten.

Die Autoren



Wolfgang Breyer,
freier Autor für Reicat



Sophia Höfling,
Hydrogen Strategist,
Reicat, Gelnhausen

Wiley Online Library



ReiCat GmbH, Gelnhausen
Tel.: +49 6051 9204 - 10
info@reicat.de · www.reicat.de

Bilder © Reicat

Membranventile für die Chlor-Alkali-Elektrolyse

Die zur KSB-Gruppe gehörende Sisto Armaturen in Luxemburg erhielt im Mai 2023 den Zuschlag zur Lieferung von Membranventilen für den Neubau einer Chlor-Alkali-Elektrolyse-Anlage im französischen Fos-sur-mer. 10 km nordwestlich von Marseille lässt der Chemiekonzern Kem One durch Spezialisten der CAC (Chemieanlagenbau Chemnitz) eine hochmoderne Membranelektrolyse-Anlage errichten, die besonders energieeffizient und umwelt-

freundlich sein wird. Die zu liefernden Membranventile der Baureihe Sisto-20 zeichnen sich durch ihre robuste Bauweise und ihre langen Standzeiten aus. Erreicht werden diese Eigenschaften durch die Kammerung und die rückseitige Abstützung der Membrane. Weltweit haben sich Ventile dieser Baureihe in den besonders korrosiven und aggressiven Anwendungen der Chlor-Alkali-Elektrolyse in zahlreichen Anlagen bewährt. www.ksb.com



Permeabilität und Gasdiffusion im Elektrolyseur

Optimierung der Elektrolysezellen durch poröse metallische Komponenten

Um die Wasserstoffindustrie wirtschaftlich in einem großen Maßstab auszubauen, müssen Materialien für Elektrolyseure in ihren Eigenschaften flexibel auslegbar und bezüglich ihrer Herstellungsprozesse zu einem hohen Grad automatisiert herstellbar sein. Dies trifft auch auf Drahtgewebe, Faservliese und Lamine, zum Beispiel aus Nickel und Titan, zu.

Hersteller entsprechender Materialien aus dem Sieb- und Filtrationsbereich, die über die Zeit hoch technische Produkte verbessert haben, sind schon seit vielen Jahre auch an der Entwicklung von Kathoden, Anoden, GDL, PTL für Brennstoffzellen und Elektrolyseure beteiligt. Eines der Unternehmen ist das deutsche Traditionsunternehmen Dorstener Drahtwerke, das gleich mehrere Lösungen für die effiziente Wasserstoffgewinnung produziert und entwickelt hat. Dabei weisen die metallischen Produkte spezielle Fähigkeiten auf, die für verschiedene Aspekte der Elektrolyse optimal geeignet sind:

Eine neue Lösung, die die Dorstener Drahtwerke als eines von wenigen Unternehmen in Deutschland auf Basis jahrzehntelanger Expertise auch für die Elektrolyse anbieten können, bilden gesinterte, poröse Lamine. Die mehrlagigen Verbundsysteme aus Drahtgeweben, Vliesen und ggfs. weiteren metallischen Komponenten, können Diffusions- Transport- und Verteilungs- sowie Stromleitfunktionen in einem Material darstellen. Die Kontaktseite zur Membran kann sehr glatt ausgeführt sein. Sie sind bei der Herstellung eines Stacks so einfach zu handhaben wie vergleichbar ein Stück Blech. In der AEM Elektrolyse werden seit längerem Drahtgewebe aus Nickel als Elektrode und in beschichteter Form als Katalysator eingesetzt.

Die PEM Elektrolyse nutzt Metallfaservliese, u.a. im Werkstoff Titan Grade 1, welche als GDL oder PTL dienen. Vorteile sind exakt



Keywords

- **Elektrolyseur**
- **Drahtgewebe, Lamine**
- **Permeabilität, Gasdiffusion**

© Dorstener Drahtwerke

Der Einsatz von Drahtgeweben und Faservliesen in modernen Brennstoffzellen sorgt für Effizienz und Langlebigkeit.

definierbaren Porositäten und Materialdicken, wobei hier gute Durchflussraten mit einer glatten Oberfläche einhergehen. Diese sorgt auch bei höherem Druck für ein geringes Risiko der Membranschädigung und gute Leitfähigkeit.

Permeabilität für eine gute Verteilung

Drahtgewebe hat eine hohe Permeabilität als Gasdiffusionsschicht, bei gleichzeitig sehr guter Verteilung des Elektrolyts. Dies beugt bspw. dem Austrocknen der Membran vor und schützt so vor einer Unterversorgung mit Wasser, einer verringerten Leitfähigkeit und letztlich einem ungewünschten Anstieg der Zell-

spannung. Gewebedicken mit Toleranzen im μm -Bereich und ein exakt definierbarer Aufbau ermöglichen auch die Auslegung einer gleichmäßigen Stromverteilung mit präzise definierbaren Leitungsquerschnitten. Die porösen Schichten sind in vielen verschiedenen Werkstoffen verfügbar, wie z.B. Nickel, Titan, Edelstahl und Nickelbasis-Werkstoffen, die mechanisch teilweise hoch belastbar oder formbar sind.

Es bestehen mehrere Entwicklungskooperationen mit Herstellern von Stacks. Die Dorstener Drahtwerke Gruppe hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Erzeugung von grünem Wasserstoff als umweltfreundliche, kostengünstige Alternative zu fossilen Brennstoffen durch die Entwicklung und Optimierung der eigenen, breiten Produktpalette bestmöglich zu fördern. In diesem Bestreben fließen die Erfahrungen aus über hundert Jahren im Umgang mit metallischen Werkstoffen zusammen mit modernsten Produktions- und Veredelungsverfahren in innovative Produkte ein, die weltweit für höchste Qualität und Kundennutzen bekannt sind.

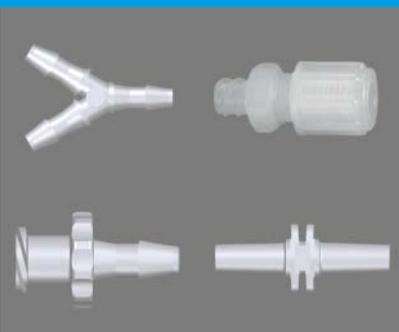
Wiley Online Library



Dorstener Drahtwerke, Dorsten
Tel.: +49 2362 2099 - 0
www.dorstener-drahtwerke.de

Mikro-Schlauchverbinder für die Analytik und Labortechnik

www.rct-online.de



Mikro-Schlauchverbinder und Verschraubungen

- **Viele Ausführungen und Verbindungsmöglichkeiten**
Luer-Lock-Adapter, Schlauchtüllen, Schlauchverschraubungen, Tri-Clamp-Verbinder, Kapillar-Verbinder, Steckverbinder
- **Gefertigt aus hochwertigen Werkstoffen**
Fluorkunststoffe, Edelstähle, Polyolefine, Polyamide u.v.m.
- **Chemikalienresistent, temperaturbeständig und sterilisierbar**
Mit Zulassungen nach FDA und USP Class VI



Reichelt Chemietechnik GmbH + Co.

Englerstraße 18
D-69126 Heidelberg
Tel. 0 62 21 31 25-0
Fax 0 62 21 31 25-10
rct@rct-online.de





Warum Kunststoffmedienleitungen nachhaltiger sind

Einsparpotenziale beim Einsatz von Medienleitungen aus Kunststoff in der Batterieproduktion

Keywords

- **Kunststoffrohre, Medientransport**
- **Kühl- und Heißwasseranwendungen**
- **Batterieproduktion**

Ressourcenschonendere Technologien werden erhebliche Auswirkungen auf die Mobilitäts- und Energiemärkte haben und den Bedarf an zuverlässigen Batterien steigern. Deren Produktion wird eine enorme Nachfrage an Kühl- und Heißwasseranwendungen mit sich bringen. Cyrus Ardjomandi, Business Development Manager mit Schwerpunkt Batterie Applikationen bei GF Piping Systems, legt im Interview dar, welche Energie und CO₂-Einsparpotenziale sich aus dem Einsatz von Kunststoffen in Medienleitungen sowie innovativen Verbindungs- und Automatisierungstechnologien ergeben.

CITplus: Herr Ardjomandi, welche Herausforderungen sieht GF bei Zellfertigungsprojekten?

Cyrus Ardjomandi: Batterietechnologien spielen in der dringend von uns umzusetzenden Energiewende eine zentrale Rolle. Elektromobilität und Stromspeicherlösungen im Gebäudesektor sind dabei nur zwei von vielen Beispielen. Mit den zeitlich festgelegten weltweiten Klimazielen zur Begrenzung der Erderwärmung gibt es jetzt eine neue Dynamik. Eine große Herausforderung ist hierbei, dass es sich meist um global geführte Projekte handelt, bei denen je nach Standort unterschiedliche Standards herrschen. Gleichzeitig sollten Faktoren wie Zeitdruck, Fachkräftemangel oder Platzbeschränkungen nicht den Zeitrahmen und die Qualität der Planung sowie Ausführung beeinflussen. Um die Effizienz in solchen Projekten hochzuhalten und lange Verzögerungen zu vermeiden, unterstützt GF Piping Systems Auftraggeber auch bei der technischen Planung und Off-site Vorfertigung entlang des gesamten Prozesses.

Dabei gilt es auch Alternativen abzuwägen, anstatt nur auf Bekanntes zu setzen. Langlebige Kunststoffrohre können die Effizienz bei der Herstellung von Batteriezellen erhöhen. Ich erläutere das an einem Beispiel:

Im kritischen Bereich der Rein- und Trockenraumtechnik sind kontrollierte Umweltbedingungen von entscheidender Bedeutung. Die Dämmung und die Materialeigenschaften des Rohrleitungssystems können sich erheblich auf den zur Aufrechterhaltung einer stabilen Umgebung erforderlichen Energieaufwand auswirken. Kunststoff hat hier einige bedeutende Vorteile, beispielsweise die Schnelligkeit bei der Installation, weniger Einfluss auf die Statik durch das leichte Gewicht sowie keine Kontamination durch Metallpartikel.

Warum sind Kunststoffe in der Medienverteilung nachhaltiger?

C. Ardjomandi: CO₂-Einsparung fängt schon bei der Produktion der Rohrsysteme an. Rohrleitungssysteme aus Thermoplasten verursachen weniger CO₂-Emissionen als Stahl. Durch die Gewichtseinsparung von bis zu 60 % wird zusätzlich viel CO₂ beim Transport eingespart. Materialfluss, Druck und Durchflussraten können dank der glatten Innenfläche der Kunststoffrohre optimiert werden.

Betrachtet man als Lösung vorgedämmte Rohre, so mindert bei unserem Produkt COOL-FIT die Schaumisolierung unnötige Wärme-

verluste, was wiederum die Energiekosten für Betreiber um bis zu 44 % senkt. Bei dem PE-Material entfällt die Sorge um Ausfälle durch Korrosion. Diese Systeme sind außerordentlich langlebig, in der Regel erreichen sie eine Nutzungsdauer von über 25 Jahren. Sie entsprechen den Standards und Zertifizierungen für ökologisches Bauen und sind damit eine überzeugende Option für nachhaltige Bauprojekte. Vorhandene Umweltproduktdeklarationen (EPD) helfen Anlagenplanern und Ingenieuren, die Gesamtumweltauswirkungen von Rohrleitungssystemen zu erkennen.

Ergänzend dazu bieten wir auch Kunststoff Doppelrohrsysteme, die zum Beispiel bei der Abwasserentsorgung durch eine zusätzliche Schutzebene sichern sowie gleichzeitig die Umweltbelastung minimieren. Außerdem haben wir in unserem Portfolio entsprechende Automationskomponenten zur Verteilung und Regelung der Medien.

Wenn Sie Metallrohrleitungen mit Kunststoffrohrleitungen vergleichen, zu welchen Ergebnissen kommen Sie dann?

C. Ardjomandi: Bei der Zellproduktion spielt Nachhaltigkeit eine entscheidende Rolle. Es ist eines

der Schlüsselthemen auf dem Weg zu mehr Energieeffizienz. Vor diesem Hintergrund hat die Wahl des Materials eine große Relevanz, und es muss eruiert werden, in welchem Maß die gewählte Lösung die nötige Langlebigkeit und Nachhaltigkeit gewährleistet. GF Piping Systems hat unter anderem für diese Betrachtungen eine eigene Nachhaltigkeitsabteilung. GF will dabei keinem Werkstoff seine Daseinsberechtigung absprechen. Kunststoff und Metall sind verschiedene Materialien mit unterschiedlichen Ansprüchen. Bei der Analyse helfen genormte Verfahren wie die Lebenszyklusanalyse (eng: Life cycle assessment, LCA) nach den Prinzipien von ISO 14040 und ISO 14044 oder eine Umwelt-Produktdeklaration (Anm. der Redaktion: eng: Environmental Product Declaration – EPD) nach EN 15804+A1. Zusätzlich arbeiten wir hier mit externen Partnern wie erst kürzlich mit der Fraunhofer FFB, mit der wir eine Studie zur Bewertung von Kunststoffen in den Applikationen einer Zellfabrik erstellt haben. Hier lagen die Schwerpunkte auf den Anforderungen, Potenzialen und Verbesserungsmöglichkeiten. Die Ergebnisse zeigen, dass Kunststoff in vielen Bereichen eine reizvolle Alternative zu anderen Werkstoffen darstellt.

Hochgerechnet auf die riesigen benötigten Energiemengen für die Batterieproduktion, können effiziente, nicht korrodierende Kunststoff-Systeme zu einer hohen Einsparung bei Energie und OPEX – Betriebskosten – beitragen. Bei der Verarbeitung sind weitere Vorteile ersichtlich, da das Material zum Beispiel keine Metallspäne bei der Verarbeitung bildet und es keine Funkenbildung beim Schweißen gibt. Dadurch wird das Medium nicht mit Metallpartikel- oder -ionen kontaminiert. Ebenso sind in diesem schnellleibigen Business mit Kunststoff flexiblere Produktionsanpassungen möglich, zum Beispiel beim Umbau auf neue Geräte. Produkte mit diesem Werkstoff haben also großes Potential, Kosten zu senken, die Qualität der Betriebsprozesse sicherzustellen und das Risiko von Ausfallzeiten durch Leckagen und Verunreinigungen zu verringern.

Wo sieht GF die größten Einsparpotenziale beim Aufbau einer Zellfertigung?

C. Ardjomandi: Größte Einsparungsmöglichkeiten sehen wir bei Kühlwasserleitungen mit vorgedämmten Rohren wie unserem COOL-FIT. Wir sprechen im Bereich der Zellfertigung von sehr hohen eingesetzten Energiemengen. Daher haben bereits kleine Anpassungen eine enorme Auswirkung, und ein Wechsel könnte hier die Energieeffizienz der Kühlsysteme erheblich steigern und die gebäudebedingten CO₂-Emissionen verringern. Die Energieeffizienz ist bei vorgedämmten Rohren qualitativ besser. Außerdem haben sie weniger Gewicht, was zum Erhalt der Statik beiträgt oder bei der

Planung sogar Einsparpotenzial darstellt, wenn sich frühzeitig für leichtere Materialien entschieden wird. Die Komponenten sind durch die starke Dämmung und die diffusionsdichte Dichtlippe gut geschützt, lassen sich schnell verbinden und die Installation ist ohne nachfolgende Maßnahmen zeitsparend in nur einem Gewerk abgeschlossen. Für uns ist es enorm wichtig zu Beginn mit den Kunden festzulegen, wie wir zeit- und kostensparend die Rohrleitungskomponenten auf die individuellen Anforderungen jedes Kunden zuschneiden können.



Was differenziert GF hier von anderen Herstellern?

C. Ardjomandi: GF unterstützt Kunden mit seinem speziell für den Batteriemarkt gegründeten, international agierenden Team aktiv entlang des gesamten Prozesses. Wir sind nicht nur Hersteller, sondern sehen unser Qualitätsmerkmal darin, ebenso vor und nach der Lieferung als Projektpartner erreichbar zu sein. An uns können sich die Kunden mit Detailfragen, Anpassungswünschen, für BIM Daten oder Nachweise zu Ökobilanzen jederzeit wenden. Dadurch ist eine extrem schnelle Integration von Modulen in die Giga-Factory möglich. Eine Durchgehende Nachverfolgbarkeit gewährleisten wir mit unseren Schweißmaschinen, die die Vorgänge zuverlässig protokollieren. Bei neuen Planungen hilft uns auch unser breiter Erfahrungsschatz aus erfolgreichen Projekten in der Halbleiterproduktion mit Rein- und Trockenräumen sowie Reinstmedien.

Welche Themen werden in Zukunft für die Batterieproduktion zur Diskussion stehen?

C. Ardjomandi: Durch den Austausch mit unseren Auftraggebern wissen wir, dass der Kosten- und Zeitdruck in Bereich bei der Batterieproduktion extrem hoch ist. Daher wird es in der Zukunft sehr wichtig sein, die Betriebskosten

nachhaltig zu senken, um die Margen zu erhöhen. Dies merken wir auch in Gesprächen mit Endkunden. Ein weiterer Fokus liegt klar auf Nachhaltigkeit und Energieoptimierung. Auch hier geht GF auf Ideen und Wünsche der Auftraggeber ein und beschäftigt sich weiter mit nachhaltigen Materialien für die Produkte. Ein weiterer wichtiger Faktor wird für uns das Vorschreiten vom reinen Lieferanten zum Service und Projektpartner sein. Generell wird sich der Zukunftsbereich Batterieproduktion in den nächsten Jahren stark weiterentwickeln.

Gibt es weitere Themen, die für die Energiewende eine Rolle spielen?

C. Ardjomandi: Für die Zukunft ist die Wasserstoffproduktion ein zentrales Thema. Beim Medientransport von Reinstwasser in PEM-, AEM- und alkalischen Elektrolyseuren erwarten die Hersteller eine höhere Lebensdauer als mit Metall-Leitungen. Deshalb wird zu diesem Zweck PROGEF Plus im Zulauf bis zum Elektrolyse Stack eingesetzt. Dieser Werkstoff wird auch in der Halbleiter Industrie erfolgreich verwendet, denn dadurch werden Kontaminationen mit Metallionen und TOC (Gesamtgehalt organischer Kohlenstoff) über dem Grenzwert vermieden. Damit haben wir bereits fundierte Erfahrungen gemacht und beraten Unternehmen entsprechend beim Design ihrer Elektrolyseure.

Wiley Online Library



Georg Fischer GmbH, Albershausen
Tel.: +49 160 95022 - 466
cyrus.ardjomandi@georgfischer.com
www.gfps.com

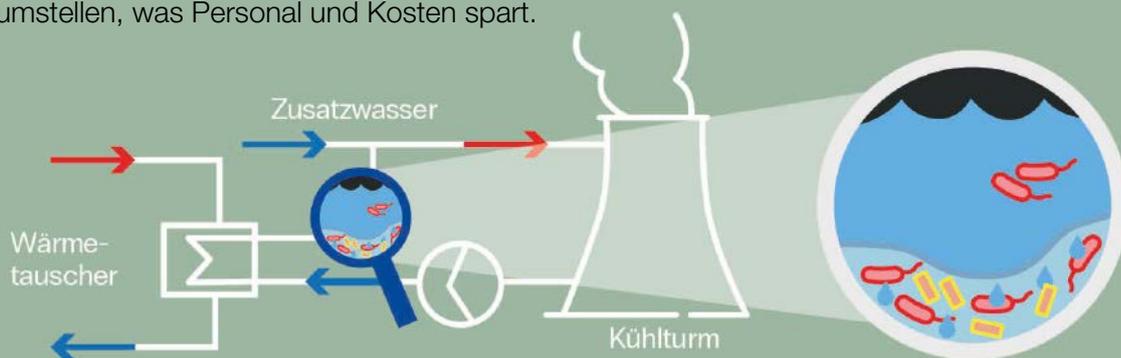
Kühlwassersysteme ohne Biozideinsatz betreiben

Kosteneffiziente und umweltfreundliche Wasserbehandlung für Kühlsysteme

In der Wasserbehandlung von industriellen Verdunstungskühlanlagen gab es über Jahre relativ wenige Innovationen. Doch heute können Biozide durch gutartige Mikroorganismen substituiert werden. Mit der Technologie von Blueactivity und dem Service von Lindemann lässt sich die Kühlwasserbehandlung auf natürliche Mikroorganismen umstellen, was Personal und Kosten spart.

Keywords

- **Kühlwasser**
- **Biozidverzicht**
- **Instandhaltung**



Bei offenen und geschlossenen Kühlwassersysteme besteht die Herausforderung, die sich bildenden Biofilme zu begrenzen.

Das neue auf Mikrobiologie basierende Verfahren zur Behandlung von Kühlwasser macht den Verzicht auf teure Biozide möglich. Das schont nicht nur die Umwelt, sondern spart auch Kosten. Das hat beträchtliche Auswirkungen auf die Instandhaltung, der Wartungsbedarf der technischen Anlagen wird dadurch signifikant reduziert. Der generelle Verzicht auf den Einsatz von Bioziden durch das neue Verfahren, führt zur Reduktion der Anzahl der Gefahrstoffe im Kühlwasserbereich und schafft gleichzeitig Zeitersparnisse für die Anlagenbetreiber, die anderweitig genutzt werden können. Mit dem neuen Verfahren bleiben die Systeme langfristig auf einem sehr sauberen Niveau.

Kurzum: Die Aufgaben für die Instandhaltung werden deutlich einfacher und die Instandhal-

tung gewinnt wertvolle Zeit zurück. Zudem ist das neue Verfahren insgesamt viel kostengünstiger und hat eine sehr positive Wirkung auf Klima, Ressourcen und Natur.

Wasserbehandlung mit funktionellen Mikroorganismen

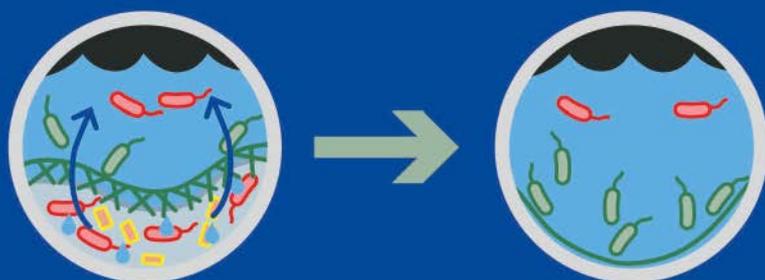
Neu gedacht hat die Wasserbehandlung bei Verdunstungskühlanlagen Blueactivity. Das Clean-Tech Start-up ersetzt in der Wasserbehandlung umweltgefährdende Biozide zu 100 % durch natürliche Mikroorganismen. Bei der Umlaufrückführung von offenen Verdunstungskühlanlagen bilden sich in den Rohrleitungen schadhafte Biofilme. Über die kontinuierliche Zugabe funktioneller Mikroorganismen wird eine natürliche Netzstruktur aufgebaut, die den Lebensraum

der im Biofilm befindlichen Bakterien verändert. Die Biofilmmasse mit allen Bakterien, Legionellen und Pseudomonas bewegt sich so langsam in das fließende Wasser und wird ausgespült. Die eingesetzten gutartigen Mikroorganismen sorgen für einen permanenten natürlichen Reinigungsprozess, wodurch auch die Hygienesicherheit langfristig auf einem sehr hohen Niveau natürlich gesichert werden kann.

Der Einsatz der funktionellen Mikroorganismen wird durch Biopolymere auf Basis nachwachsender Rohstoffe für Korrosionsschutz sowie Härtestabilisierung ergänzt und steigert damit zusätzlich die Effizienz der Kühlwasserbehandlung insgesamt. Diese Biopolymere haben u.a. den Vorteil, dass der Eintrag von Phosphaten ins Kühlwasser auf

Unsere Lösung:

Austragen des Biofilms mit gutartigen Mikroorganismen



Das Austragen der Biofilme übernehmen funktionelle Mikroorganismen, was einen Verzicht auf Biozide ermöglicht.

Die Folge:

Oberflächenschutz durch Dominanzstellung

Rot: Humanpathogene Bakterien
Grün: gutartige Mikroorganismen

ein Fünftel gesenkt wird, so dass die Abwassergrenzwerte deutlich besser eingehalten werden. Die Kombination von funktionellen Mikroorganismen und Biopolymeren führt für den Anwender somit in jedem Fall zur Reduktion der Nutzung von Gefahrstoffen am Industriestandort.

360-Grad-Service für die Wasserbehandlung

Für das neue Verfahren hat das CleanTech Start-up ein „Rundum-sorglos-Paket“ für seine Industriekunden entwickelt. Dieses umfasst neben den eingesetzten Betriebsstoffen, die Implementierung des hauseigenen modernen Online-Monitorings verbunden mit einem bedarfsgerechten Vor-Ort-Service.

Die technischen Services für dieses neue Verfahren verantworten Blueactivity und Lindemann Industrie Service gemeinsam. Die Industriespezialisten holen bereits im Vorfeld Daten über die bisherige Wasserbehandlung der Verdunstungskühlanlagen ein, um die Behandlung optimal auf die vorhandenen Systembedingungen anzupassen. Darüber hinaus schaffen sie bei den Industrieunternehmen ein Verständnis für das neue Verfahren. Denn diese müssen die Gewissheit haben, dass sie mit dem neuen Verfahren kein erhöhtes Risiko eingehen. Zudem lässt sich die biozidfreie, neue Wasserbehandlung in der Pilotphase jederzeit und innerhalb kürzester Zeit wieder durch Zugabe des vorhandenen Biozids ersetzen.

Service unterstützt Prozessverständnis

Der Service umfasst jedoch mehr als ein Entnehmen von Proben und Ablesen von Messwerten. Mit dem neuen Verfahren werden viel mehr Messwerte erhoben, die natürlich auch verstanden und interpretiert werden müssen. Das Online-Monitoring beinhaltet eine 24/7-Überwachung und visualisiert die relevanten KPIs in Echtzeit über ein Dashboard. Hiermit wird nicht nur ein schnelles Eingreifen gewährleistet, sondern es dient auch dazu, stetige Optimierungen der Fahrweise, inklusive einer Predictive Maintenance, zur Verfügung zu stellen. Somit führt dieses Verfahren zu einem noch besseren Verständnis beider Partner bzgl. Zusammenwirken von Technik und funktioneller Mikrobiologie zur Erhöhung von Anlagensicherheit sowie deren Verfügbarkeit.

Detektieren die Sensoren auf dem Online-Dashboard fehlerhafte Systemparameter, wird automatisch ein Alarm ausgelöst. Unsere Mitarbeiter können zu jeder Zeit die Daten der Verdunstungskühlanlage analysieren und bei Bedarf im ersten Schritt Gegenmaßnahmen über die Fernwartung einleiten. Sollte in wenigen Fällen ein physisches Eingreifen notwendig sein, werden die speziell ausgebildeten Techniker der Herausforderung durch Know-how und praktische Erfahrung fachgerecht begegnen.

Beide Unternehmen haben nicht nur die Wasserbehandlung für Verdunstungskühlanlagen neu gedacht, sie haben auch ein 360-Grad-Dienstleistungsangebot entwickelt.

So lässt sich die Wasserbehandlung problemlos, binnen kurzer Zeit, auf einen nachhaltigen Betrieb umstellen, wodurch die Anwender zeitnah gleichermaßen von ökonomischen sowie ökologischen Vorteilen profitieren.

Die Autoren



Lars Havighorst,
Gründer und CEO,
CleanTech-Start-up
Blueactivity



Eduard Lindemann,
Gründer und Geschäftsführer,
Lindemann Industrie
Service-Gesellschaft

Wiley Online Library



BlueActivity GmbH, Heidelberg
info@blueactivity.de · www.blueactivity.de

Lindemann Industrie Service GmbH, Heppenheim
kontakt@lindemann-service.de
www.lindemann-service.de

Bilder © Lindemann

Universelle Leuchte: platzsparend, aber hell

Papenmeier stellt eine neue Systemleuchte für den universellen Einsatz in industriellen Bereichen vor. Die Lumistar USL 03LED ist eine platzsparende Schauglasleuchte, die mit ihrer kompakten Bauweise besonders für Anwendungen geeignet ist, bei denen Platzmangel ein Problem darstellt und herkömmliche Schauglasleuchten nicht verwendet werden können. Die Leuchte gewährleistet eine sichere Überwachung von Tanks, Rohrleitungen, Kesseln, Reaktoren und anderen geschlossenen Behältern mit Inhalten wie Flüssigkeiten oder Gasen. Ihre robuste Konstruktion und ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber aggressiven Medien wie Säuren, Laugen und Ölen sorgen für eine lange Lebensdauer und Zuverlässigkeit in anspruchsvollen Umgebungen. Die platzsparende Schauglasleuchte kann in vielen Industriezweigen eingesetzt werden wie z.B. in der Chemie-, Öl- und Gas-, Lebensmittel- und Getränkeindustrie. Sie hilft bei der Überwachung des Betriebs der Anlage in Echtzeit. Das Gerät hat eine Gesamtlänge von 79 mm, einen Durchmesser von 53 mm und ist für alle Schauglasgrößen passend. Es kann bei Umgebungstemperaturen bis maximal 50 °C eingesetzt werden, bei Tastbetrieb sind bis zu 70 °C möglich. Neben der Standard-Lichtfarbe 5700 K tageslichtweiß sind weitere Lichtfarben auf Anfrage erhältlich. Der Abstrahlwinkel beträgt 18° oder 30°, der Lichtstrom 400 lm. Die Leuchte ist in Schutzart IP 65 nach EN 60529/DIN VDE 0470 Teil 1 ausgeführt. www.papenmeier.de



Registrieren Sie sich hier:
[www.chemanager-online.com/
citplus/newsletter](http://www.chemanager-online.com/citplus/newsletter)

WILEY VCH

rembe Safety is for life.

Our Products are
engineered
designed
certified
customized
safe
unique.

rembe.de
© REMBE™ | All rights reserved

REMBE™ GmbH Safety+Control
Gallbergweg 21 | 59929 Brilon, Germany | T +49 2961 7405-0 | hello@rembe.de

Einsparungen durch energiesparendes Trocknen

Mit der Kondensations-trocknung auf Wärmepumpenbasis können Anwender ihren Energie- und CO₂-Verbrauch enorm reduzieren. Wer seine konventionellen Trockner ausrangiert und



sich für modernste Trocknungstechnologie entscheidet, dem sind beim Einsatz von Technologie des Anlagenbauers Harter hohe Einsparungen garantiert. Seit 2017 werden Kondensationstrockner auf Wärmepumpenbasis in der D-A-CH Region staatlich bezuschusst. Dass Produkte vollständig trocken werden und das innerhalb einer kurzen Taktzeit, können Betreiber mit der Kondensationstrocknung auf Wärmepumpenbasis endlich realisieren. Schüttgüter werden homogen durchgetrocknet, Oberflächen sind nach der Trocknung fleckenfrei. Das liegt mitunter auch an den schonenden und niedrigen Prozesstemperaturen zwischen 40 und 75 °C. Harter-Trockner sind allesamt lufttechnisch geschlossene Systeme. Sie arbeiten gänzlich abluftfrei und sind damit auch von Jahreszeiten unabhängig. Auch bleiben die Produktionsräume und die Mitarbeitenden von thermischen Belastungen verschont. Harter-Trockner eignen sich für Chargensysteme ebenso wie für kontinuierliche Prozesse. Ebenso wird die Technologie für die Trocknung von vorentwässerten Industrieschlämmen eingesetzt, um Gewicht und Volumen der Schlämme zu reduzieren. Durch die Schlammtrocknung ergeben sich Einsparungen bei Entsorgungs- und Transportkosten von bis zu 60 %.

www.harter-gmbh.de

Wärmetauscher für die Energiewende

Die Plattenwärmetauscher von Alfa Laval ermöglichen eine simultane Frischwasserproduktion und Elektrolyseurkühlung, beschleunigen die Wasserstoffbetankung und sind jetzt auch speziell für



© Alfa Laval

Brennstoffzellensysteme einsetzbar. Ebenso optimieren sie die Absorption und Desorption in der Kohlenstoffdioxidabscheidung. Für einen erfolgreichen Ausbau der Wasserstoffwirtschaft ist es entscheidend, die Prozesse immer energieeffizienter und nachhaltiger zu gestalten. Neben Strom werden für die elektrolyseurbasierte Wasserstoffproduktion etwa 50 bis 60 m³ sauberes Wasser pro Tag für 10 MW Elektrolyseurleistung benötigt. Die neuen Frischwassererzeuger HyDuo von Alfa Laval erzeugen aus Meer-, Fluss- und Brackwasser hochreines Prozesswasser und sorgen simultan für eine zuverlässige Kühlung der Elektrolyseanlage. HyDuo nutzt bei der Vakuumverdampfung des Wassers die entstehende Abwärme der Elektrolyse, sodass nahezu keine zusätzliche Energie benötigt wird. Anders als bei herkömmlichen Verfahren müssen fast keine Chemikalien zugesetzt werden, um die erforderliche Wasserqualität zu erzielen. Die gleichzeitige Kühlung des Elektrolyseurs ermöglicht Anwendern, eine hohe Produktivität, Effizienz und Lebensdauer ihrer Anlage sicherzustellen. So senken die kompakten Frischwassererzeuger den Strombedarf und schonen wertvolle natürliche Ressourcen.

www.alfalaval.com

Umweltverträglicheres Kältetrocknen

Beko Technologies bietet den bewährten Kältetrockner Drypoint RA in einer Version an, die das deutlich umwelt- und ozonfreundlichere Kältemittel R513A verwendet. Der Kältetrockner Drypoint RA R513A ist eine wirtschaftliche Standardlösung bei Anwendungen mit stabilen Einsatzbedingungen und konstanten Drucktaupunkten von +3 °C – mit niedrigem Treibhauspotenzial. Es gibt verschiedene Modelle für Leistungen von 20 bis 17.600 m³/h. Das Kältemittel R513A birgt die Herausforderung, dass mehr Volumen für kleine Leistung benötigt wird. Trotzdem erreicht der Drucklufttrockner die gewohnte Zuverlässigkeit bei ungefähr gleicher Energieeffizienz. Das Gerät trocknet die Druckluft durch Wärmeaustausch im Gegenstromverfahren (Counter Flow) über die gesamte Strecke. Der Counter-Flow-Wärmetauscher setzt sich u.a. aus einem Luft-Luft- sowie einem Luft-Kältemittel-Wärmetauscher zusammen und kühlt die Druckluft bis auf eine Temperatur von +3 °C herunter. Die Baugröße begünstigt nicht nur eine effektive Abkühlung, sondern senkt auch den Strömungswiderstand auf ein Minimum.



© Beko

www.beko-technologies.com

www.beko-technologies.com

Mehr Sicherheit durch Leckageüberwachung und Umweltschutz

Beim Sicherheitsdoppelrohrwärmetauscher des Typus VEV-DR/VEV-L-DR garantieren doppelwandige Rohre und ein Sicherheitsraum mit Leckageüberwachung die Anlagensicherheit und steigern die Anlageneffizienz. Selbst wenn das innere Rohr defekt ist, bleiben die Medien des inneren und äußeren Rohres getrennt, denn das Sperrmedium befindet sich im Leckageraum zwischen dem Doppelrohrsystem und löst durch Druckdifferenz einen Alarm aus. Ein leistungsstarkes Konzept für den sicheren Transport von umweltgefährdenden Medien, die Reduzierung von Versicherungsrisiken und dem Schutz der Umgebung. Die Sicherheitswärmetauscher des Gasfiltrations- und Vorwärmungsspezialisten GTS Thielmann findet man in verschiedenen industriellen Bereichen, bei der Ölkühlung von Turbinen, Getrieben und Kompressoren in der Brauchwassererwärmung oder in der Chemie und Petrochemie. Von der Energiewirtschaft bis zur Lebensmittelindustrie sind die Wärmetauscher national und international gefragt. Ebenso wie die Sicherheitsdoppelrohrwärmetauscher und (fast) alle Produkte des Gasfiltrationsexperten, werden auch die Verdampfer auf die Betriebswerte und Designansprüche des Kunden ausgelegt. Hier hat das Kasseler Unternehmen für einen Partner aus der chemischen Industrie einen Verdampfer für ein Stoffgemisch aus Propan, Butan und Pentan ausgeliefert, der eine Gesamtleistung von rund 1,4 MW bei einem Massenstrom von 10,5 t/h umsetzen kann.



© Thielmann

www.gts-thielmann.de

Wiley Online Library



CITplus

Das Praxismagazin für Verfahrens- und Chemieingenieure

Digitalisierung für besseren Service

„Klimaschutz und Nachhaltigkeit stehen in der ganzen Welt inzwischen ganz oben auf der Agenda der Industrie“, resümierte Thilo Brodtmann, Hauptgeschäftsführer des VDMA, nach der Hannovermesse in diesem Jahr. Mit energieeffizienten, digitalisierten und wartungsarmen Maschinen und Anlagen kommt die Industrie diesen Zielen schrittweise näher. Auch in diesem Sonderteil lesen Sie, wie die Digitalisierung Kosten und den CO₂-Ausstoß bei der vorausschauenden Instandhaltung und bei der Optimierung der Betriebsparameter senken kann.

Sonderteil Pumpen

Weitere Themen

- VDMA-Orientierungshilfe für Smart Services **S. 38**
- Digitaler Service senkt Druckluftkosten **S. 40**
- Optimieren mit System **S. 42**
- Präzises Zudosieren von Geruchsstoff **S. 44**

Wiley Online Library





VDMA Kompressoren, Druckluft- und Vakuumtechnik hat auf der diesjährigen Compressed Air and Vacuum, internationale Leitmesse der Druckluft- und Vakuumtechnik und Teil der Hannover Messe, die „Orientierungshilfe Smart Service Druckluft 4.0/Vakuum 4.0“ vorgestellt. Diese geht u.a. der Frage nach, ob und wie Smart Services durch eigenes Personal oder durch Druckluft-Dienstleister erbracht werden. Der Fokus liegt danach auf einzelnen Anwendungsszenarien und beinhaltet auch eine Risikoabschätzung durch erfahrende Druckluft- und IT-Experten.

Smart Service für Druckluft und Vakuum

VDMA veröffentlicht Orientierungshilfe mit Anwendungsszenarien und Risikoabschätzung



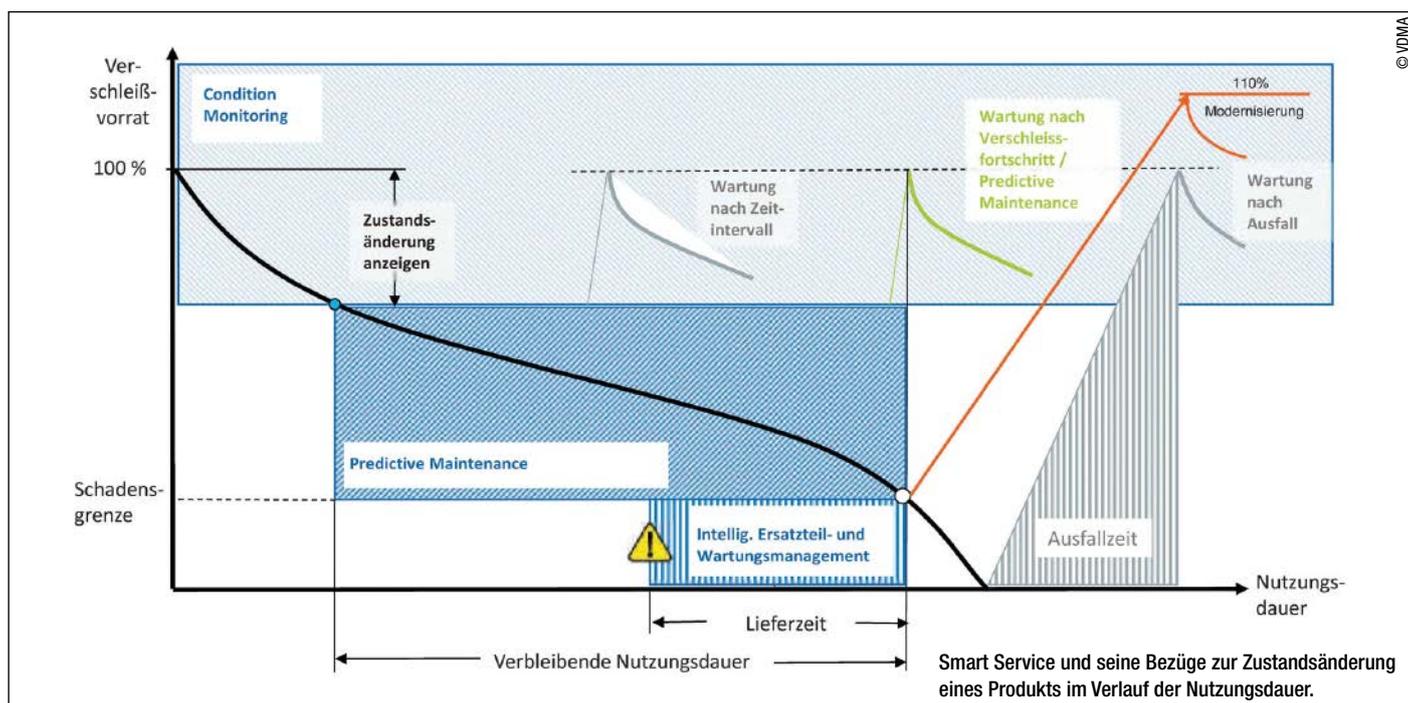
Keywords

- *Druckluft-, Vakuumanlagen*
- *Service, Instandhaltung*
- *Monitoring, Digitalisierung*

Im Rahmen von Industrie 4.0 ist schon viel über Smart Service wie z.B. Condition Monitoring, Predictive Maintenance und Intelligentes Ersatzteil- und Wartungsmanagement

publiziert worden, aber wenig Konkretes über deren praktische Anwendung für Druckluftsysteme und Vakuumtechnik. Hier möchte die Orientierungshilfe Abhilfe schaffen. Denn die

gewinnbringende und nachhaltige Verwertung von realen Maschinendaten im Lebenszyklus eines Druckluftsystems ist eine nicht unerhebliche Herausforderung an die unterschiedlichen



Akteure. Um optimale Ergebnisse zu erzielen ist eine kollaborative und vertrauensvolle Zusammenarbeit zwischen Maschinenhersteller, Betreiber und ggf. Software-/IT-Dienstleister notwendig. Bereits mit der ersten, schon 2019 veröffentlichten Orientierungshilfe "Druckluft 4.0/Vakuum 4.0: vorausschauende und vernetzte Intelligenz" sollte Entscheidern die Voraussetzungen für Predictive Maintenance bzw. Smart Service bewusst gemacht werden.

Orientierungshilfe für Zustandsüberwachung und Instandhaltung

Die nun veröffentlichte weiterführende VDMA-Orientierungshilfe befasst sich mit Smart Service als Condition Monitoring, Predictive Maintenance und Intelligentes Ersatzteil- und Wartungsmanagement und beschreibt die notwendigen Schritte zur Auswahl von Anwendungen für eine vorausschauende Energie- und Instandhaltungsstrategie. Dafür haben erfahrene Experten Nutzen, Risiken und Aufwand einer Druckluftsystems beispielhaft definiert und bewertet.

Die Orientierungshilfe sollte prinzipiell für alle Betriebe, die Drucklufttechnik nutzen und/oder Service hierfür anbieten, als Blaupause verwendbar sein. Die obengenannten Anwendungen der Smart Services sind Teilbereiche von Industrie 4.0, die aufeinander aufbauen:

- Beim Condition Monitoring möchte man wissen, wie es dem Druckluftsystem momentan geht.
- Bei Predictive Maintenance möchte man wissen, ab wann es dem Druckluftsystem nicht mehr gut gehen könnte.
- Beim Intelligenten Ersatzteil- und Wartungsmanagement möchte man wissen, ob die benötigten Teile und Fachleute rechtzeitig zur Verfügung stehen, damit es dem Druckluftsystem nach einer Wartung oder Instandsetzung wieder gut geht und keine Ausfälle zu befürchten sind.

Für alle drei Teilbereiche werden aktuelle Messdaten aus der Anlage benötigt, die nicht nur zur Steigerung der Verfügbarkeit, sondern darüber hinaus auch zur Optimierung des Betriebs und damit letztendlich zur Verbesserung der Energieeffizienz bzw. der Energieeinsparung und der Reduzierung des CO₂-Fußabdruckes genutzt werden können.

Nutzen durch Datenvernetzung und -analyse

Die Maschinendaten allein haben dabei für sich gesehen eigentlich keinen wirtschaftlichen Wert. Der Nutzen entsteht erst durch die Vernetzung und Analyse/Auswertung. Auch persönliche Daten erhalten ihren Wert bei den großen Plattformen erst durch die Vernetzung zur zielgruppenorientierten Werbung.

Mit dieser Ausrichtung sind detailliertere Ziele und Nutzenaspekte für die Teilbereiche verbunden. Ausgehend von diesen Zielen und Nutzenaspekten

des Smart Services konnten die jeweiligen Risiken und Vermeidungsmaßnahmen (mit entsprechendem Aufwand) identifiziert werden. Zur Bewertung der vorher festgestellten Risiken und der Vermeidungsmaßnahmen wurde auf das bewährte Konzept zur Risikobeurteilung „Fehlermöglichkeiten und Einflussanalyse“ (FMEA) zurückgegriffen. Dabei werden nur Konzeptions- und Auslegungsrisiken der Anwendungsszenarien betrachtet und Sabotage bzw. mutwillige Zerstörung ausgeschlossen. In entsprechenden Tabellen sind die Risiken und Vermeidungsmaßnahmen für Condition Monitoring etc. an einem Druckluftsystem (DL-System) dargestellt, die von Druckluftexperten gemeinsam festgestellt wurden.

Mehr Nutzen als Risiko

Als Ergebnis ist zu erkennen, dass die Risiken benenn-, überschaubar- und beherrschbar sind. Vermeidungsmaßnahmen zu den Risiken sind vorhanden und ausführbar. Zusätzlich führen diese Smart Services zu einer längeren Nutzung des entsprechenden Kompressors, einer verbesserten Abstimmung bei den Dienstleistungen und weniger redundanten Aktivitäten.

Zur Einführung des Smart Service Konzepts des Druckluftdienstleisters sollte zuerst in einem internen Workshop unter Beteiligung der eigenen IT-Abteilung und ggf. mit dem Druckluftdienstleister eine FMEA nach dem Muster dieser Handlungsempfehlung durchgeführt werden.

Voraussetzung für eine Wertschöpfung aus Maschinendaten ist die Integration in ein IT-Sicherheitskonzept. Ein Beispiel hierfür wird bereits im Leitfaden „Sichere Fernwartung“ des VDMA Arbeitskreises „Software und Digitalisierung“ beschrieben. Die Risiken werden gesenkt, wenn die Daten unidirektional gesendet werden.



Der Autor
Dr. Andreas Brand,
Referent Technik und Normung für Kompressoren/Drucklufttechnik, VDMA Kompressoren, Druckluft- und Vakuumtechnik

Wiley Online Library



VDMA Kompressoren, Druckluft- und Vakuumtechnik; Frankfurt am Main
Tel.: +49 69-6603-1283
andreas.brand@vdma.org · www.vdma.org

WIR FÖRDERN FLÜSSIGKEITEN

Liquid Handling
im ICP und Labor



Spritzenpumpe SYMAX
(nl - ml Bereich)



Peristaltische Pumpen Perimax
(ml Bereich)



Standards: ICP, AAS, pH



Pumpenschläuche mit Reitern & Sonderschläuche

SPETEC[®]

spetec@spetec.de
+49 (0) 8122 95909-0

www.spetec.de

Digitaler Service senkt Druckluftkosten

Verbräuche messbar machen und Verluste durch Leckagen und Ineffizienzen vermeiden

Druckluft wird in der Industrie für den Betrieb von Pressen, Greifern, Werkzeugen, Spritzkabinen und in zahlreichen anderen Anwendungen eingesetzt. Gleichzeitig ist Druckluft eine der teuersten Energieformen: Unternehmen berichten, dass die Kosten für diesen Energieträger bis zu acht Mal höher sind als die Kosten für Elektrizität. Entsprechend fällt der CO₂-Footprint von Druckluft aus – zumal Leckagen und Ineffizienzen den Wirkungsgrad weiter verschlechtern können. Folgerichtig wird in der Norm ISO 50001:2018 beim Aufbau von Energiemanagementsystemen auch der Ver-

brauch von Druckluft berücksichtigt. Der digitale Service Monitoring Box FTMg Premium hilft, Ursachen für Druckluftverluste zu erkennen und Maßnahmen zu ergreifen, um Druckluftverbräuche effizient, nachhaltig und signifikant zu reduzieren.

Digitaler Service für umfassendes Druckluftmonitoring

Die digitale Service-Monitoring-Box FTMg Premium ermöglicht neben der kontinuierlichen Druckluftüberwachung eine frühzeitige Detektion von Leckagen, eine zuverlässige Identifi-

Ein digitaler Service von Sick ermöglicht ein kontinuierliches Druckluftmonitoring. Die digitale Applikation kann Leckagen frühzeitig detektieren und per Alarm melden sowie Verbrauchsverluste durch Ineffizienzen in Maschinen oder Prozessen identifizieren. Zudem ist der digitale Service in der Lage, Druckluftverbraucher verbrauchs- und kostenmäßig miteinander zu vergleichen und so Hinweise auf Optimierungsmöglichkeiten zu geben.

kation von Verbrauchsverlusten durch Ineffizienzen in Maschinen oder Prozessen sowie den Vergleich von Druckluftverbrauchern. Die digitale Lösung für die Überwachung und Analyse von Druckluftverbräuchen besteht aus drei Komponenten: einem oder mehreren multifunktionalen FTMg-Durchflusssensoren, einem Gateway-System TDC sowie der neuen Monitoring-Box FTMg Premium. Der Service kann plug-and-play unabhängig von anwenderseitig vorhandenen IT-Systemen implementiert und betrieben werden. Die Box ist ohne weitere Konfigurationsmaßnahmen zeitnah startklar



Keywords

- **Druckluftmonitoring**
- **Digitaler Service**
- **Verbrauch, Effizienz**

Der digitale Service Monitoring Box FTMg Premium ermöglicht eine kontinuierliche Druckluftüberwachung, eine frühzeitige Detektion von Leckagen, eine zuverlässige Identifikation von Verbrauchsverlusten durch Ineffizienzen sowie den Vergleich von Druckluftverbrauchern.

– zumal es weder des Eingriffs in Steuerungen noch besonderer Programmierkenntnisse bedarf. Die Monitoring-Box FTMg Premium selbst läuft standardmäßig in der Sick-Cloud und auf Anfrage auch in der Cloud des Kunden. Sie kann per URL über jedes geeignete mobile Endgerät aufgerufen werden. Auch die Bereitstellung von Rohdaten oder verarbeiteten Daten über eine gängige Schnittstelle in einem kundenseitigen Energiemanagementsystem ist möglich.

Verbrauchs- und Kostentransparenz durch Data Analytics

Während sich die bereits erfolgreich im Markt eingeführte Monitoring-Box FTMg Basic auf die kontinuierliche Druckluftüberwachung fokussiert, bietet die Premiumversion einen erweiterten Funktionsumfang, wie er derzeit am Markt für Lösungen dieser Art ein Alleinstellungsmerkmal ist. Das Condition Monitoring der Basic-Variante wird um die Funktionalität Data Analytics erweitert. Diese bietet sowohl die Möglichkeit der Leckagedetektion als auch der Analyse von Druckluftdaten. Auf diese Weise können auch Verbrauchsverluste durch Ineffizienzen identifiziert werden, deren Ursachen in Maschinen

oder Prozessen liegen (bspw. verursacht durch einen verdreckten Filter). Die Premiumvariante macht dabei nicht nur die Kosten für Druckluft, Leckagen, Ineffizienzen und Überverbräuche transparent – sie ermöglicht auch ein „Druckluft-Benchmarking“, d.h. die Gegenüberstellung des Druckluftverbrauchs an vergleichbaren Messstellen, Maschinen, Linien oder Produktionsstandorten. Dies ermöglicht, valide, datenbasierte Rentabilitätsrechnungen sowie die realistische Quantifizierung und Darstellung möglicher Kosteneinsparungen.

Positive Auswirkungen auf Produktionseffizienz, CO₂-Footprint und Service

Die Identifikation von Leckagen, Ineffizienzen und Überverbräuchen in Druckluftsystemen mit der Monitoring-Box FTMg Premium führt zu Kosteneinsparungen in Produktionsprozessen sowie einer gesteigerten Gesamtrentabilität. Die Daten, die der digitale Service bereitstellt, können genutzt werden, um Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs nach ISO 50001 abzuleiten. Konkret sind dies z.B. das An- und Abschaltmanagement von Prozessen und Maschinen, die Kompressorregelung oder das Spitzenlastmanagement. Die

erweiterten Informationen der Datenanalyse ermöglichen somit eine zielgenaue Entscheidungsfindung für mehr Produktionseffizienz. Unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit hilft der digitale Service, den Druckluftverbrauch um bis zu 30 % zu reduzieren. Die gesteigerte Energieeffizienz verringert Kohlenstoffemissionen bei der Druckluftherzeugung – und damit den CO₂-Fußabdruck des Unternehmens. Für den Service bietet die erweiterte Version auf die Anwendung zugeschnittene Dashboards und Alerting-Tools. Wartungsarbeiten können bedarfsorientiert durchgeführt werden. Dies spart Zeit und Kosten. Gleichzeitig kann Transparenz, die der digitale Service ermöglicht, helfen, ungeplante Servicemaßnahmen und Maschinenstillstände zu vermeiden.

Wiley Online Library



SICK AG, Waldkirch

Tel.: +49 7681 202 - 0 · www.sick.de



© Atlas Copco

Hoher Wirkungsgrad, wenig Verschleiß

Atlas Copco hat seine neue DVS-Vakuumpumpenserie mit dem Fokus auf Nachhaltigkeit, Leistungsfähigkeit und Ergonomie entwickelt. Bei den neuen Modellen handelt es sich um ölfreie, trockene Drehschieberpumpen für einen emissionsfreien, laufruhigen Betrieb, der die Prozesse nicht verunreinigt. Die Modelle sind leise, verschleißarm sowie energiesparend und beanspruchen nur wenig Stellfläche. Sie erzielen hohe Wirkungsgrade zu wettbewerbsfähigen Kosten. Dies wird zum einen durch das bewährte Funktionsprinzip der Drehschieberpumpe erreicht und zum anderen durch die Verwendung robuster Materialien. So dreht sich im Inneren der Pumpen ein Rotor mit Graphitschaufeln. Durch die Zentrifugalkräfte werden die Schaufeln an die Innenseite der Gehäusewand gedrückt und dichten die Kammer für ein sicheres, unterbrechungsfreies Betriebsvakuum hermetisch ab – bei minimalen Reibungsverlusten. Der effiziente Pumpenmechanismus und der modulare Aufbau sorgen für einen sehr geringen Verschleiß. Um die Temperatur der ausgestoßenen Luft zu reduzieren, wird die Abluft durch einen Luftkühler geleitet. Die Baureihe ist mit einem serienmäßigen Einlassfilter, Rückschlagventil, Schalldämpfer, einer geräuschkämmenden Haube sowie einem energieeffizienten IE3-Elektromotor ausgestattet. Das Zusammenspiel dieser Komponenten bildet die technologische Basis für eine zuverlässige Pumpe mit hoher Vakuumleistung und niedrigeren Lebenszykluskosten. Die trockenen Drehschieber-Vakuumpumpen sind mit einem Nennsaugvolumenstrom von 5 m³/h bis 140 m³/h und einem Endvakuum bis zu 120 bis 150 mbar(a) erhältlich, höhere Förderströme erreicht die Baureihe DZS.

www.atlascopco.com/vacuum

Pumpen & Systeme

robust und leistungsstark

- Fasspumpen
- Handpumpen
- Dickstoffdosierpumpen
- Exzenterschneckenpumpen
- Membranpumpen
- Kreiselpumpen
- Abfüllanlagen
- Zubehör



04. - 05.10.2023
Rotterdam AHOY
Stand P118

JESSBERGER
pumps and systems

Jägerweg 5-7
D-85521 Ottobrunn

Tel.: +49 (0) 89 - 66 66 33 400
Fax: +49 (0) 89 - 66 66 33 411

info@jesspumpen.de
www.jesspumpen.de
shop.jesspumpen.de



Optimieren mit System

Digitaler Zwilling spart Energie und steigert Betriebssicherheit

Ein systemischer Ansatz bei der Beurteilung zur Energieeinsparung ist die Voraussetzung, um auch das gesamte Einsparungspotential einer hydraulischen Anlage zu analysieren. Mit numerischen Modellen und Simulationswerkzeugen für den Pumpenbetrieb können unnötige Verluste leichter erkannt und Problemstellen genauer identifiziert werden.

Hartnäckig hält sich die These, dass bei Störungen in hydraulischen Systemen eine Komponente – meist jene, welche die Probleme verursacht – die Schuldige sei. Dabei wird außer Acht gelassen, dass auch ein ungünstiges Zusammenwirken der verschiedenen Bauteile die Ursache bzw. Fehlerquelle darstellen kann. Oftmals wird vergessen, dass erst mit dem idealen Zusammenspiel der einzelnen Komponenten eine optimale Anlage entstehen kann.

Ähnliches gilt, wenn das Thema Energieeinsparung/Effizienzoptimierung einer Anlage betrachtet wird. Welche Komponente verbraucht am meisten Energie? Welche Komponente muss optimiert werden? Natürlich sticht hier sofort die Pumpe hervor, verbraucht diese doch zumeist den Löwenanteil an Energie in einer Anlage. Aber halt! Verbraucht die Pumpe tatsächlich Energie, oder ist es nicht deren Aufgabe dem hydraulischen System Energie zuzuführen, welche dort benötigt wird? Natürlich macht es Sinn eine Pumpe mit geringem Wirkungsgrad gegen eine neue, optimierte zu ersetzen.

Oftmals ist eine Pumpe aber falsch ausgewählt oder ausgelegt. Eventuell haben sich auch die Anforderungen des Systems über die

Jahre verändert. So wird bspw. mit einer zu groß dimensionierten Pumpe (durch zusätzliche Sicherheiten bei der Auslegung) unnötige Energie in das System gepumpt, welche an anderer Stelle durch ein Regelorgan weggedrosselt werden muss. Aber nicht nur unnötige Energieaufnahme ist die Folge, das Pumpenaggregat wird dann auch abseits des Auslegungspunkts betrieben. Erhöhte Belastungen an der Pumpe und unter Umständen auch eine gesteigerte Kavitationsgefahr sind die Folgen. Kurzum, es sinkt die Zuverlässigkeit und die Effizienz und es steigen Ausfallswahrscheinlichkeit und Wartungsanforderungen. In solchen Fällen ist die Betrachtung der Pumpe alleine keine Lösung.

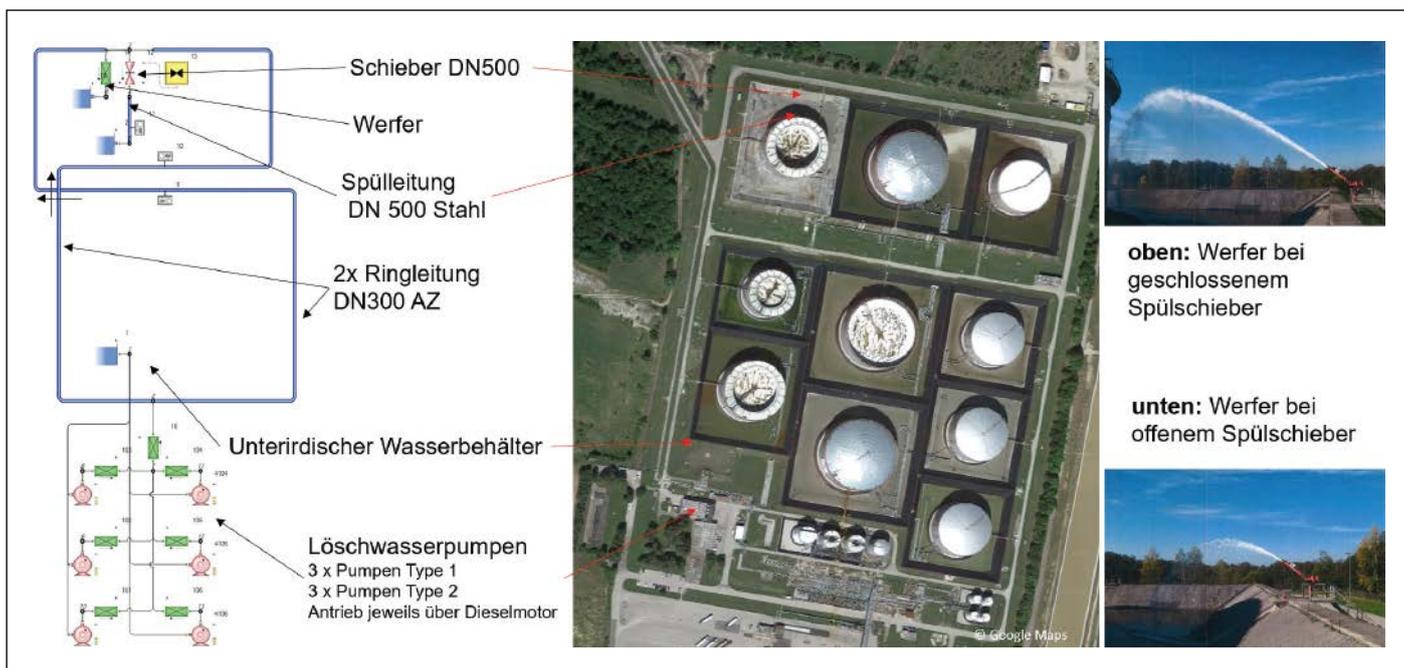
Datenerfassung für ein numerisches Modell

Ein systemischer Ansatz in der Bewertung von Optimierungsmaßnahmen ist also eine Grundvoraussetzung, die richtigen Entscheidungen zu treffen. Durch den Einsatz und die Verknüpfung verschiedener Simulationsmodelle können komplette hydraulische Anlagen numerisch abgebildet werden. Es wird also ein digitaler Zwilling als mathematisches Modell des realen Systems erstellt.

Das Simulationsmodell kann jedoch nur so gute Ergebnisse liefern, wie die Qualität der notwendigen Randbedingungen bzw. Eingabedaten ist. Dem Erfassen der notwendigen Daten und deren Aufbereitung ist daher besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Gerade bei komplexen Systemen ist es oftmals nicht möglich, vorab alle notwendigen Parameter festzustellen. Dadurch entstandene Unschärfen können durch eine Kalibration mit vorhandenen Messdaten aus der realen Anlage auf ein Minimum reduziert werden. Und es ist sichergestellt, dass das numerische Modell zuverlässige Ergebnisse liefert. Häufig reichen hier bereits für die Betriebsführung sowieso vorhandene Messdaten aus.

Welche Vorteile und Erkenntnisse können dadurch für gewonnen werden?

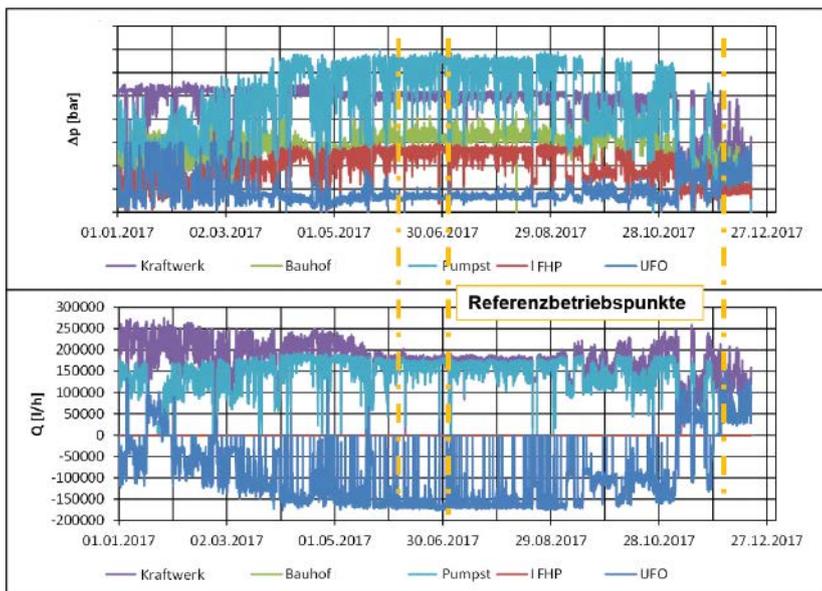
- Jede Komponente untersuchen, und feststellen, ob diese optimal läuft,
- festlegen einer Steuerungs- bzw. Regelstrategie,
- Simulation von An- und Abschaltvorgängen,
- Überprüfung eines Sicherheitskonzepts,



oben: Werfer bei geschlossenem Spülschieber

unten: Werfer bei offenem Spülschieber

Feuerlöschanlage: Simulationsmodell und reale Anlage



Betriebsdaten – links;
Membrangesteuertes Bypass-Ventil (rechts im Vordergrund)

- feststellen der Auswirkungen bei Erweiterungen oder Umbauten.

Wie diese Methodik bereits mehrfach erfolgreich angewendet werden konnte, sollen die nachfolgenden Beispiele zeigen.

Fallstudie 1: Schadensanalyse Fernwärmanlage

Im Zuge eines Umbaus samt Erweiterung einer Fernwärmetransportleitung und deren Netzanbindung wurde eine Systemanalyse durchgeführt. Deren Ziel war einerseits die Überprüfung, ob die Erweiterung mit den derzeit installierten Pumpen zuverlässig möglich ist. Andererseits wurden in der Vergangenheit immer wieder Probleme an einer membrangesteuerten Bypass-Armatur festgestellt bzw. wurde diese bei Auslösung wiederholt beschädigt.

Der zu untersuchenden Teil der Fernwärmanlage, dieser erstreckt sich über eine Rohrleitungslänge von mehr als 25 km, wurde zunächst auf Basis von vorhandenen Unterlagen numerisch modelliert. Eine stichprobenartig durchgeführte Verifikation des Simulationsmodells anhand ausgewählter Referenzbetriebspunkte aus vorhandenen Mess- bzw. Betriebsdaten der Anlage, bestätigte den Modellierungsansatz durch eine sehr gute Übereinstimmung von Messdaten und Simulationsergebnissen.

Mit Hilfe des Simulationsmodells konnte die Ursache für die unzulässigen Belastungen rasch eruiert werden. Die Bypass-Armatur wurde ursprünglich auf ein Ansprechen bei Überschreiten des maximal zulässigen Rohrbahndrucks im Vorlauf eingestellt. Mit dem kalibrierten Simulationsnetzwerk konnte eindeutig nachgewiesen werden, dass bei Differenzdruckregelung anstelle einer Maximaldruckregelung der auftretende Höchstdruck stark reduziert und auf ein akzeptables Niveau

gesenkt werden kann. Ebenso konnte die Fahrweise bzw. Regelung der installierten Umwälzpumpen optimiert werden, um die zukünftig erweiterte Anlage betriebssicher und effizient betreiben zu können.

Fallstudie 2: Feuerlöschanlage einer Gaslagerstätte

Nach dem Umbau der Feuerlöschanlage eines Gaslagers im Bereich eines Spülschiebers, traten beim Spülen der Anlage wiederholt Pumpenausfälle auf. Zunächst konnte das Problem im erstellten Simulationsmodell nicht exakt nachgebildet werden. Aufgrund von Widersprüchen und Mängeln in der Dokumentation der Feuerlöschpumpen sowie unzureichender Messdaten aus der Anlage wurde eine Messkampagne erarbeitet und Vor-Ort begleitet. Mit dem kalibrierten Simulationsmodell konnte das Problem rasch identifiziert werden. Durch eine Adaption im Regelkonzept der Feuerlöschpumpen, welche jeweils von einem Verbrennungsmotor angetrieben werden, konnte nicht nur das Problem der Pumpenausfälle behoben werden, sondern zusätzlich gelang es auch, die Betriebsweise im Ernstfall besser auf die installierten Pumpen abzustimmen.

Fallstudie 3: Kühlwasserversorgung Stahlwerk

Im Zuge eines Neubaus der Kühlwasserversorgung in einem Stahlwerk wurde zur Druckstoßanalyse ein numerisches Modell der neu zu errichtenden Kühlwasseranlage erstellt. Seither wurde das Stahlwerk mehrmals adaptiert und nötige Umbauten am Kühlwassersystem waren die Folge. Jede Maßnahme konnte dabei im Vorfeld mit dem mitwachsenden, mathematischen Abbild der realen Anlage analysiert und bewertet werden. Gleichzeitig wurde das Simulationsmodell stetig um Teile der Bestandsanlage erweitert, sodass schlussendlich ein digi-

taler Zwilling der relevanten Teile der Anlage vorhanden ist. Im Gegensatz zur Modellierung einer Neuanlage, welche vollständig dokumentiert ist, gestaltet sich die Datenerhebung bestehender Rohrleitungssysteme oft als zeitintensive Aufgabe. Vorhandene Messdaten aus dem laufenden Betrieb ermöglichen auch bei diesem Beispiel eine Kalibrierung des Simulationsmodells.

So konnte erfolgreich eine Energieeinsparung durch Erarbeitung einer optimalen Einsatzstrategie der Kühlwasserpumpen realisiert werden. Es wurde das Sicherheitskonzept bei Fehlsteuerungen analysiert und der Ausfall verbrauchintensiver Komponenten untersucht, um Auskunft über die Anlagenbelastung bei Störfällen wie Stromausfall oder der Betrieb mit einer Notstromversorgung zu geben. Auch wurde eine Ursachenforschung von dokumentierten Betriebsproblemen erfolgreich durchgeführt.



Der Autor
Stefan Höller,
Senior Engineer,
Prof. Dr. Jaberg & Partner

Wiley Online Library



Prof. Dr. Jaberg & Partner GmbH,
Vasoldsberg, Österreich
stefan.hoeller@jabergundpartner.com
www.jabergundpartner.com
www.pump-engineer.org
www.praktiker-konferenz.com

Präzises Zudosieren von Geruchsstoff

Odorierung von Erdgas mit Spotleak an neuem LNG-Erdgas-Terminal

Da Erdgas selbst geruchlos ist, muss es als Sicherheitsmaßnahme für die öffentliche Gasversorgung gemäß dem Regelwerk DVGW G 280 mit Geruchsstoffen versetzt werden. Ein Energieversorger entschied sich bei dem neuen LNG-Terminal für den Odorservice der CeH4 technologies. Der gastechnische Anlagenbauer wiederum beauftragte den Pumpenhersteller Lewa mit der Bereitstellung der insgesamt sieben benötigten Odorieranlagen sowie der Anpassung einer Bestandsanlage.



Keywords

- LNG, Erdgas
- Odorierung
- Dosierpumpen

Angesichts der Energiekrise rückte die Versorgungssicherheit mit Erdgas 2022 in den Fokus der öffentlichen Aufmerksamkeit. Im Rahmen dieser Entwicklung plante die Bundesregierung die Inbetriebnahme neuer LNG-Terminals, wovon das erste bereits seit Januar 2023 am Netz ist. Doch mit der Installation neuer Terminals ist es nicht getan: „Das heutzutage genutzte, gereinigte Erdgas ist im Gegensatz zum früher verwendeten Stadtgas nahezu geruchlos“, erklärt Lars Hück, Projektleiter Service bei CeH4. „Deswegen muss es zur Sicherheit der Endverbraucher mit einem deutlich wahrnehmbaren Geruchsstoff versetzt werden.“ Dieser dient als Warnsignal, falls es in der öffentlichen Gasversorgung oder privaten Anlagen zu Leckagen kommt. Bei Verteilnetzen werden spezielle Odorieranlagen daher an Gas-Druckregel- und Messsysteme (GDRM-Anlagen) angebunden.

Kurzfristige Auftragsabwicklung dank flexibler Konfiguration

Im Rahmen seiner Netzausbauten beauftragte ein Energieversorger im Norden Deutschlands im vergangenen Jahr CeH4 technologies mit der Odorierung des neuen LNG-Terminals mit dem Geruchsstoff Spotleak 1005. Insgesamt sieben neue Odorieranlagen sollten gemeinsam mit drei Bestandsanlagen an entsprechenden Netzkoppelpunkten eingebunden werden. Dabei kam es zu einem Wettlauf gegen die Zeit: Um die Versorgungssicherheit über die Wintermonate zu gewährleisten, mussten die Anlagen noch im Dezember 2022 in Betrieb gehen. Doch Hück zeigte sich zuversichtlich: „Aufgrund guter Erfahrungen in der Vergangenheit vertrauen wir Lewa auch dieses zeitkritische Projekt an.“

Odorieranlagen für Gase in Verteilnetzen sind keine Produkte von der Stange. Für ihre Auslegung spielt neben der geförderten Gasmenge und dem jeweiligen Druckbereich auch der eingesetzte Geruchsstoff eine wichtige Rolle. Um

◀ Die Odorieranlagen sind mit hydraulisch angelegten, magnetbetriebenen Mikrodosierpumpen ausgestattet und verfügen über explosionsdruckstoßfeste Tanks. Im Bild zu sehen ist eine OD60 mit 60 l-Behälter.

die engen Lieferfristen dennoch einzuhalten, greift Lewa auf frei konfigurierbare Standardkomponenten zurück. Gemäß den Vorgaben des Auftrags nutzt Ceh4 in diesem Fall Spotleak 1005, das sich aus 70 % Tetrahydrothiophen (THT) und 30 % tert-Butylmercaptan (TBM) zusammensetzt. „Es ist wichtig, dass das geruchsintensive Odoriermittel sehr präzise dosiert wird“, erklärt Ingo Janßen, Gebietsverkaufsleiter bei Lewa. „Das neue Terminal speist im Durchschnitt 200.000 m³/h ein, daher liefern wir passend für die vorgesehenen Netzkoppelpunkte sechs OD60, die jeweils über einen explosionsdruckstoßfesten 60 l-Behälter verfügen, sowie eine OD450 mit 450 l-Tank – alle mit optischer Füllstandskontrolle.“

Hochpräzise Membran-Mikrodosierpumpen in wetterfester Aufstellung

Die insgesamt sieben Modelle sind mit hydraulisch angelenkten, magnetbetriebenen Mikrodosierpumpen ausgestattet, die sich durch eine hohe Dosiergenauigkeit von $\pm 1\%$ bei kleinsten Förderströmen auszeichnen. Ihre diffusionsdichte und dauerfeste Metallmembran verhindert Leckagen und Anlagenausfälle. „Die kleineren Modelle OD60 arbeiten mit einem maximalen Arbeitsdruck von 20 bar bei einem Förderstrom von 0,17 l/h, sodass hier die kleinste Pumpenvariante MAH zum Einsatz kommt“, erläutert Janßen. „Die OD450 verfügt dagegen über eine MLM-Pumpe, die 0,5 l/h bei einem maximalen Druck von 560 bar fördern kann.“ Dank der nahezu druckunabhängigen Fördercharakteristik gestaltet sich die konstante Überwachung der Förderleistung mit dem Durchflussmesser KMM 1 einfach und präzise.

Aufgrund ihrer Außenaufstellung war es erforderlich, die Odorieranlagen zuverlässig vor sämtlichen Witterungseinflüssen zu schützen. Daher wurden sie vom Hersteller in passenden Edelstahlchränken verbaut, die auf die jeweiligen Behältergrößen von 60 bzw. 450 l zugeschnitten sind. Für die Platzierung der Steuerung mussten sich die erfahrenen Monteure allerdings eine kreative Lösung einfallen lassen. „Wir sahen uns mit der Herausforderung konfrontiert, die Steuerung zwar außerhalb der Ex-Zone, aber zugleich witterungsgeschützt unterzubringen“, berichtet Michael Töpel, der als Projektleiter ESMR bei Ceh4 für den elektrischen Teil der Odorieranlagen verantwortlich war. „Um beide Bedingungen zu erfüllen, haben wir uns schließlich entschieden, sie extern auf entsprechenden Stützen zu montieren.“

Projektziel in kurzer Zeit erreicht

Aufgrund der 2022 bestehenden Energiekrise war es dringend erforderlich, dass die neuen Odorieranlagen innerhalb von nur fünf Monaten bis November geliefert wurden. Mit ihrer fristgerechten Inbetriebnahme

Leise und leistungsstark

Eine neue leistungsstarke Mikro-Gaspumpe hat KNF für Anwendungen ausgelegt, bei denen geringe Geräusch- und Vibrationsemissionen oberste Priorität haben: Für ihre Performance ist die NMP 820 außergewöhnlich leise. Mit einem außergewöhnlichen Größen-Leistungs-Verhältnis liefert die neue Pumpe eine Förderrate bis zu 2,1 l/min, erreicht einen Betriebsdruck bis zu 1,3 bar relativ und erzeugt ein Vakuum bis zu 300 mbar absolut. Wird ein zweiter Pumpenkopf eingesetzt, erhöht sich die Förderleistung auf bis zu 3,6 l/min und das Endvakuum auf bis zu 100 mbar absolut. Durch das optimierte Pumpendesign wird ein außergewöhnlich niedriger Geräusch- und Vibrationspegel erreicht, sodass sich die Pumpe für eine Vielzahl von Anwendungen eignet, bei denen ein leiser und vibrationsarmer Betrieb entscheidend ist. Zur flexiblen und unkomplizierten Montage ist eine Standard-Montageplatte im Lieferumfang enthalten. Außerdem ist ein vierlitziger bürstenloser Motor zur Steuerung mittels PWM-Signal erhältlich. www.knf.com

am 15. Dezember sowie der Anpassung einer Bestandsanlage ebenfalls durch den Pumpenhersteller konnte der Energieversorger das LNG-Terminal bereits im Januar 2023 ans Netz nehmen und so die Bereitstellung von Erdgas über die Wintermonate sicherstellen. Die neuen Odorieranlagen sollen dort voraussichtlich bis Mitte 2024 im Einsatz bleiben. „Alles in Allem benötigten wir für unseren Kunden eine technische Komplettlösung in einer mobilen Anlage. Mit den Odorieranlagen inklusive passenden Behältnissen in witterungsbeständigen Edelstahlchränken hat Lewa die Anforderungen trotz der Kürze des Projekts zu unserer Zufriedenheit erfüllt“, resümiert Hück.



Der Autor
Walter Richter,
Head of Sales Odorization &
Gas Distribution, Lewa

Wiley Online Library



Ceh4 technologies GmbH, Celle
Tel.: +49 5141 933 48-0
info@ceh4.de · www.ceh4.de

LEWA GmbH, Leonberg
Tel.: +49 7152 14-0
lewa@lewa.de · www.lewa.de

Bilder © Lewa



GERÄT NICHT SO LEICHT INS SCHWITZEN

**Pumpen der EP Serie
für Temperaturen bis 200°**



Speziell für die chemische und petrochemische Industrie konzipiert, entfalten die ebenso servicefreundlichen wie robusten Pumpen der EP-Serie einen überragenden Wirkungsgrad. Selbst Temperaturen von bis zu 200 °C und dauerhaft hohe Drücke bis 18 bar lassen sie kalt.

VOGELSANG – LEADING IN TECHNOLOGY
vogelsang.info/de/ep-pumpe

VOGELSANG 

Kompressoren mit hoher Energieeffizienz

Die CSD/CSDX-Baureihe von Kaeser Kompressoren produziert Druckluft nun noch effizienter, zuverlässiger und energiecostensparender. Die Baureihe punktet mit den bestmöglichen Energieeffizienzklassen im Antrieb – ob bei Drehzahlregelung (IE5) oder Festdrehzahl (IE4). Herzstück aller Kompressoren ist zudem ein speziell für diesen Leistungsbereich entwickelter Kompressorblock mit dem strömungstechnisch optimierten Sigma Profil. Mit Motorleistungen von 45 bis 110 kW decken die Modelle Liefermengen von 8,4 bis ca. 19,4 m³/min ab. Sie sind für Drücke bis 15 bar ausgelegt. Insbesondere bei niedrigen Drücken können noch höhere Liefermengen realisiert werden. Das neue Design verbessert zudem die Zugänglichkeit aller relevanten Komponenten und die Wartungsfreundlichkeit. Das Fluid-Filterelement ist metallfrei ausgeführt und kann nach Gebrauch ohne weitere Behandlung thermisch entsorgt werden. Neben den Standardversionen sind Modelle mit angebaute Kältetrocknermodul verfügbar, die eine Druckluftherzeugung und -trocknung auf kleiner Stellfläche erlauben. Der Kältetrockner ist für hohe Umgebungstemperaturen dimensioniert und arbeitet mit sehr niedrigem Druckverlust. Gegenüber der bisherigen Version zeichnet er sich durch einen nochmals deutlich reduzierten Energiebedarf und eine um etwa 25 % niedrigere Kältemittelmenge aus. Die Kompressoren sind auch mit Drehzahlregelung lieferbar.



© Kaeser

www.kaeser.com

Die Drücke im Blick behalten

Viscotec präsentiert die Auswerteeinheit Flowplus-Monitor QC, mit der sich prozessrelevante Drücke überwachen und auswerten lassen. Die aufgrund von zwei Kanälen flexibel einsetzbare Auswerteeinheit eignet sich für das Monitoring an 1K- und 2K-Systemen. Wahlweise kann auch ein Kanal mit dem Vordruck und der zweite mit dem Signal für den Dosierdruck belegt werden. Diese Einsatzvarianten eröffnen vor allem Anwendern mit älteren Steuerungsmodellen zusätzliche Optionen für die Qualitätssicherung: Die Daten können erfasst, gespeichert und bewertet werden. Der Export und eine Dokumentation der Messwerte erfolgen über eine entsprechende Schnittstelle mittels USB-Stick. Über diese Schnittstelle können auch Updates für die Auswerteeinheit eingespielt werden. Über eine weitere, 15-polige Sub-D Schnittstelle lässt sich die Einheit an übergeordnete Systeme anbinden. Die Inbetriebnahme erfolgt via Plug & Play, die Sensoren werden an standardisierte vierpolige M8 Flanschdosen angeschlossen. Verarbeitet werden Spannungssignale zwischen 0 und 10 V, was die Auswerteeinheit zusammen mit den Sensoren Flowplus16 bzw. Flowplus-SPT M6 zu einem effektiven Qualitätssicherungsinstrument macht. Die jeweiligen Wertebereiche 0 bis 16 bar bzw. 0 bis 40 bar können in den Einstellungen einfach umgestellt werden. Die Bedienung der Auswerteeinheit erfolgt intuitiv über ein farbiges 5" Touch-Display. Dargestellt werden Drucksignale und Grenzkurven in einer Ansicht – mehrere Bildschirmenebenen gewährleisten eine detaillierte Parametrierung der Messwerte.



© Viscotec

www.viscotec.de

Kompressortechnologie für Offshore-Gasförderung

Der Energielösungsanbieter Yinson hat bei MAN Energy Solutions neun Radialkompressorstränge für die Gasproduktion, -injektion sowie den Gaslift und -export für ein FPSO-Schiff (Floating Production Storage and Offloading) in Auftrag gegeben. Darüber hinaus sind zwei Schraubenkompressorstränge bestellt, die als Low Pressure (LP)-Kompressionseinheiten für das gleiche Schiff eingesetzt werden. Die insgesamt elf Kompressorstränge werden an Bord eines von Azule Energy betriebenen Schiffes im Agogo-Feld rund 180 km westlich von der Küste Angolas zum Einsatz kommen. Das 2019 entdeckte Feld im Angola-Block 15/06 liegt in einer Wassertiefe von etwa 1.650 m, wo derzeit bereits zwei Schiffe im Einsatz sind. Nach seiner Inbetriebnahme wird das dritte FPSO eine tägliche Produktionskapazität von bis zu 120.000 Barrel Öläquivalent haben. Auch bei diesem neuen Auftrag wird die komplette Ausstattung der Kompressortechnologie aus einer Hand angeboten. Der Lieferumfang für die Gaslift-, Gasinjektion- und Gasexport-Anwendung des FPSOs umfasst neun elektrisch angetriebene Zentrifugal-Kompressorstränge zur Maximierung der Fördermenge und Effizienz der Gasproduktion: drei Stränge als Mitteldruckanlagen (Typ RB 45), drei weitere als Hochdruckanlagen (Typ RB 35) sowie drei Stränge mit je zwei Kompressoren des Typs RB 28 als Hochdruck- und Gasinjektionsanlagen. Die beiden elektrisch angetriebenen Schraubenkompressoren des Typs Skuel510 werden als Niederdruckverdichter eingesetzt. Dabei wird das entstehende Flash-Gas von den Schraubenkompressoren unter Druck gesetzt und wieder in den Prozess zurückgeführt, anstatt abgefackelt zu werden. Dieses Verfahren führt nicht nur zu einer effizienteren Gasproduktion, sondern auch zu einer erheblichen Reduzierung der CO₂-Emissionen.



© MAN

www.man-es.com

Erweiterte Temperatur- und Druckbereiche

AWS Apparatebau Arnold bietet eine breite Auswahl an Rückschlagklappen und Ventilen für verschiedene Temperatur- und Druckbereiche in den unterschiedlichsten Werkstoffen an. Jetzt wurde das Portfolio ergänzt. Im Produktsegment der Zwischenflanschrückschlagklappen und der Disco-Rückschlagventil-Baureihe 932 wurde der Druckbereich erhöht. Durch Änderungen bzw. durch die Vereinheitlichung der Compounds für Elastomere im Bereich ZRK, ZRKF und 932er sind erhebliche Erweiterungen im Temperaturbereich erzielt worden: So sind die Modelle mit Dichtungen aus NBR jetzt von -30 bis +100 °C einsetzbar, die mit EPDM-Dichtungen von -65 bis +150 °C, mit FKM von -30 bis +230 °C und die Modelle mit PTFE-Dichtungen von -200 bis +250 °C. Daneben gibt es ein neues Disco-Rückschlagventil: Typ 932-HD hält Hochdruckanwendung bis 160 bar Betriebsdruck bei sicherer Funktionalität langfristig stand. Zudem ist die Baureihe der Doppelflügelrückschlagklappe 916 nun auch als Stahlguss-Variante verfügbar (Gehäuse 1.0619 – Flügel 1.4308 – metallisch dichtend).



© AWS

www.aws-apparatebau.de

Zwei Druckmessumformer an einer Messstelle

Die Produktionsprozesse in der Industrie sind komplex und stark schwankende Temperaturen und Drücke sind eine potenzielle Fehler- und Gefahrenquelle. Auch schwer zugängliche Stellen oder besonders große oder kleine Behälter bedeuten in vielen Fällen eine Herausforderung für die eingesetzten Messgeräte. Wenn Messgeräte „von der Stange“ nicht ausreichen, müssen



individuelle Lösungen gefunden werden. Labom macht solche individuellen Messlösungen in vielen Fällen möglich. Etwa bei einer für ein Unternehmen aus der Pharmaindustrie entwickelten Lösung, eine Füllstandmessung in einem Behälter. Die Herausforderung war, bei deutlich variierenden Drücken und einer großen Temperaturspanne an nur einer Messstelle mit einer sehr hohen Genauigkeit zu messen. Als Lösung wurden zwei Druckmessumformer der Serie Pascal CV3 eingesetzt, die jeweils unterschiedliche Messbereiche abdecken und beide zusammen auf nur einen Druckmittler montiert sind. Je nach Zeitpunkt im Prozess und Füllstand im Behälter kann dieses System von einem höheren Messbereich bis 4 bar zu einem kleineren Messbereich bis 400 mbar wechseln – bei jeweils höchsten Messgenauigkeiten. Der kleinere Messbereich ist zudem überlastsicher und der Sensor gegen die höheren Drücke unempfindlich. Um die hohe Messgenauigkeit bei starken Temperaturschwankungen zu erreichen, wurde der Druckmittler zusätzlich mit einer selbst entwickelten und patentierten LTC-Membran versehen. Die LTC-Membran (LTC = Low Temperature Coefficient) gleicht temperaturbedingte Volumenausdehnungen der Füllflüssigkeit mit einer speziell geformten Edelmembran aus und erhöht die Messgenauigkeit gegenüber herkömmlichen Sinusmembranen um bis zu 70 %. Die mechanisch robuste Edelmembran mit einer Stärke von mindestens 0,1 mm wird durch ein spezielles Herstellungsverfahren so in eine Position zwischen zwei Nulllagen gebracht, dass sie nahezu richtkraftlos arbeitet. Dadurch nimmt die Membran Volumenänderungen der Flüssigkeit durch Temperatureinfluss nahezu rückwirkungsfrei auf.

www.labom.com

Hochdruckkompressoren mit Luftkühlung

Sauer Compressors führt eine neue Serie von Hochdruckkompressoren für die Industrie ein, die sich für die Verdichtung vieler Gase in unterschiedlichsten Anwendungen eignen. Die Serie Orkan basiert auf einem flexiblen Baukastensystem und umfasst luftgekühlte, ölgeschmierte Kolbenkompressoren mit einer Leistung bis zu 110 kW für Enddrücke bis 500 bar(ü) sowie Boostervarianten mit Vordrücken bis zu 16 bar(ü). Eine neu entwickelte wartungs- und verschleißfreie Magnetkupplung macht die sehr kompakten Kompressoren hermetisch gasdicht. Zu den nun eingeführten vier Standardtypen gehören zwei Hochdruckkompressoren für Luft mit maximalen Enddrücken von 350 bzw. 500 bar(ü), ein Hochdruck-Heliumverdichter mit einem maximalen Enddruck von 350 bar(ü) und ein Hochdruck-Stickstoffbooster mit einem maximalen Enddruck von 350 bar(ü) sowie einem Vordruck von 4 bis 8 bar(ü). Über die intelligente Steuerung ecc 4.0 können die Geräte einfach bedient werden. Weitere Standardtypen z.B. für CNG und Wasserstoff werden in Zukunft folgen. Der flexible Baukasten der Baureihe ermöglicht darüber hinaus auch individuelle Engineered-to-order-Maschinen, die exakt auf die jeweiligen Anforderungen abgestimmt sind. Das neuartige Kühlerkonzept der Baureihe ermöglicht eine reine Luftkühlung, was für eine Leistungsklasse bis 110 kW Antriebsleistung ungewöhnlich ist. Durch den CubeCooler werden Rückkühltemperaturen erreicht, die um mehr als 30 % niedriger als bei herkömmlichen Konfigurationen liegen. Diese hohe Leistung resultiert aus der radialen Anordnung der Kühler um das kombinierte Lüfter- und Schwungrad.



www.sauercompressors.com

Wiley Online Library



www.pump-engineer.org

Das Fernstudium für
pumpenspezifisches Fachwissen

- Technik
- Betrieb
- System

STARTET JEDES JAHR IM JULI



PRAKTIKERKONFERENZ GRAZ

*Pumpen in der Verfahrenstechnik,
Kraftwerks- und Abwassertechnik*

27. Praktikerkonferenz Graz
8.-10. April 2024 | Congress Graz



www.praktiker-konferenz.com



Praktikerkonferenz
Graz



Prof. Dr.
Jaberg und Partner GmbH
Technologie und Strategie

www.jabergundpartner.com

Kerschekstrasse 41
8070 Vasoideberg / Graz
TEL. +43 316 393186
AUSTRIA

IHR SPEZIALIST FÜR
PUMPEN, TURBINEN & SYSTEME

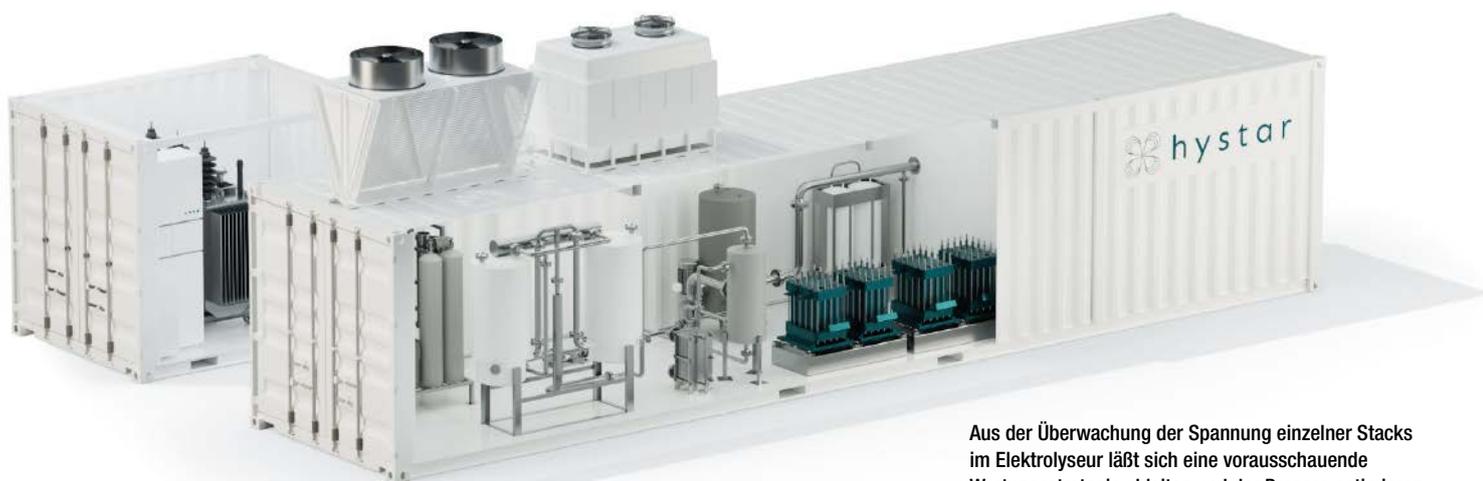
- VOR-ORT-ANALYSEN
- TROUBLE-SHOOTING
- NUMERISCHE SIMULATIONEN
- MODELLVERSUCHE NACH ISO

PUMPEN. TURBINEN. ARMATUREN. ANLAGEN.

Die Wasserstoffproduktion optimieren

Überwachung der Einzelzellspannungen reduziert Elektrolyseausfallzeiten

Um Elektrolyseure stabil, verlässlich und vorhersehbar betreiben zu können, sind verschiedene Analysetechniken eine Grundlage: Von der Güte der eingesetzten Chemikalien und Rohstoffe bis hin zur kontinuierlichen Überwachung des Energiebedarfes. Die Zellspannungsüberwachung (CVM) ist dabei einer der Schlüsselparameter, wenn es um Effizienzsteigerung und Ausfallvermeidung geht.



Aus der Überwachung der Spannung einzelner Stacks im Elektrolyseur läßt sich eine vorausschauende Wartungsstrategie ableiten und der Prozess optimieren.

Der Bedarf an Wasserstoff ist riesig – und er wird weiter steigen. In einer Wasserstoff-Roadmap von Anfang 2020 berechnen mehrere beteiligte Fraunhofer Institute allein für Deutschland ein Wachstum der installierten Elektrolyseleistung auf 50 bis 80 GW bis zum Jahr 2050. Um diese Größenordnung zu erreichen, müssen bei Elektrolyseuren jährliche Zuwachsraten im zweistelligen Megawattbereich und bis Ende der 2020er Jahre im Bereich von einem Gigawatt erreicht werden, schreiben die Forscher.

Das bisher gängigste Herstellverfahren für Wasserstoff war und ist die Dampfreformierung von Erdgas oder niedrig siedenden Erdölfraktionen. Der Nachteil bei der Dampfreformierung von Kohlenwasserstoffen ist, dass die Ausbeute bei nur etwa 60 % liegt, Erdöl als Rohstoff dazu verwendet wird und nebenbei auch noch das unerwünschte CO₂ entsteht. Die Elektrolyse von Wasser hingegen benötigt als Rohstoffe nur sauberes Wasser und Strom. Durch den Einsatz von Strom lassen sich mit der Elektrolyse Ausbeuten bis 85 % erzielen und bei Verwendung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen sogar grüner Wasserstoff herstellen.

Gerade PEM-Elektrolyseure sind für die Anwendung Power-to-X sehr gut geeignet,

da diese ein kurzes Ansprechverhalten zeigen und innerhalb weniger Sekunden vom Stand-by-Betrieb auf Nennlast fahren können. Auch während des Lastbetriebes können sie nahezu verzögerungsfrei zwischen 10 und 100 % der Nennleistung geregelt werden – ideal für den Betrieb mit erneuerbaren Energien, deren Produktion sowohl von natürlichen Faktoren wie Wind und Sonnenschein als auch von der Auslastung der Übertragungsnetze beeinflusst wird.

Elektrolyseurtypen- und -verfahren

Die Elektrolyseurtypen unterscheiden sich im Aufbau und in der Prozessführung, nach Auftrennung der Gase sowie nach Druck und Temperatur. Die alkalische Elektrolyse ist schon seit vielen Jahrzehnten erprobt. Der derzeit weltweit größte Elektrolyseur arbeitet am Assuan-Staudamm in Ägypten. Drei Tonnen Wasserstoff werden stündlich erzeugt, die elektrische Nennleistung beträgt 156 MW. Vorteile alkalischer Elektrolyseure sind ihre kosteneffiziente Bauweise und die hohe Langzeitstabilität – bis zu 90.000 Betriebsstunden lassen sich erreichen. Allerdings reagieren alkalische Elektrolyseure eher träge bei Laständerungen.

Für den Betrieb mit einer variablen Stromversorgung, etwa aus erneuerbaren Quellen,

sind PEM-Elektrolyseure besser geeignet. Sie neigen anders als alkalische Elektrolyseure im Teillastbetrieb nicht zu Gasverunreinigungen und weisen deutlich kürzere Kaltstartzeiten auf. Allerdings ändern sich durch das dynamische Lastprofil der regenerativen Energien immer wieder die Betriebsbedingungen des Elektrolyseurs, was mit Effizienzverlusten und Lebensdauereinschränkungen verbunden ist. Bei der Entwicklung eines PEM-Elektrolyseurs stehen daher Effizienz, Kosten, Leistungsdichte (Flächenverbrauch) sowie Langlebigkeit im Fokus.

Messen und optimieren

Um eine kostengünstige und zuverlässige Wasserstoffproduktion zu erreichen, muss an allen Stellschrauben gearbeitet und optimiert werden. Wer optimieren will, muss messen. Schon in der Entwicklungs- und Erprobungsphase gilt es daher, den Gesundheitszustand der Zellen im Elektrolyseestack sowie der einzelnen Komponenten, insbesondere der Zell-Membrane zu überwachen, um ungünstige Betriebsbedingungen zu erkennen.

Während des Leistungsbetriebes geht es darum, Ausfallzeiten – und besonders ungeplante Stillstände – zu vermeiden sowie eine möglichst lange Lebensdauer zu erreichen. Zum Beispiel kann die Lebensdauer verlän-

gert werden, indem schädliche Betriebsmodi verhindert werden, etwa die Zuführung von unreinigtem Wasser. Ungeplante Ausfallzeiten lassen sich vermeiden, indem Zustand und Leistungsfähigkeit des Elektrolyseurs laufend überwacht werden. Das macht eine vorausschauende Wartung möglich.

Verschiedene chemische und physikalisch-elektrische Kenngrößen dienen der Prozesssteuerung und machen eine vorausschauende Stauseinschätzung des Elektrolyseurs möglich. Das sind zum einen die chemischen Parameter für die Rohstoffe – Wasser oder Sole – und Rückläufe, die physikalischen Kenngrößen Temperatur, Dichte, Fluss und die elektrischen Größen des Gesamtstrombedarfs aus den Gleichrichtern. Zum anderen sind die Spannungswerte der einzelnen Zellen von enormer Wichtigkeit. Denn dadurch lassen sich frühzeitig Veränderungen in der Performance feststellen und bspw. planbare Reparaturen im Rahmen von regelmäßigen Revisions- und Wartungsarbeiten bedarfsgerecht durchführen. Das liefert einen weiteren Baustein im Bereich der verantwortungsvollen Ressourcennutzung.

Überwachung der Einzelspannung vermeidet ungeplante Ausfälle

Die Systeme zur Überwachung der Einzelspannungen in Elektrolyseestacks, sogenannte CVM (Cell Voltage Monitoring) -Systeme, schauen quasi in den Zellstapel hinein, visuali-

sieren den gegenwärtigen Betriebszustand und liefern die Daten über Feldbusprotokolle zur Prozesssteuerung in Echtzeit an ein übergeordnetes Prozessleitsystem. Der Betreiber hat dann die Möglichkeit, den jeweiligen Stack abzuschalten, bevor größere Schäden entstehen und die entsprechenden Reparaturen sowie den Austausch einzelner Komponenten bei der nächsten anstehenden Wartung mit einzuplanen.

Natürlich lässt sich der Zustand des Elektrolyseurs auch beobachten, indem lediglich die Gesamtspannung gemessen wird. Die Überwachung der Einzelzellspannungen bietet jedoch den Vorteil, dass die Wartungszyklen besser geplant und effizienter durchgeführt werden können. Schon im Vorfeld der Wartung ist bekannt, wie viele Zellen Probleme aufweisen, wo vermutlich die Membrane ausgetauscht werden müssen. Die entsprechenden Ersatzteile können vorab beschafft werden, so dass sich die Ausfallzeit während der Revision im Plan bleibt.

Kürzere Ausfallzeiten, geringere Wartungskosten

Die vorausschauende Wartung vermeidet zusätzliche Ausfallzeiten sowie die damit verbundenen ungeplanten Kosten und Produktionsausfälle sowie Verstöße gegen etwaige Lieferverträge. CVM-Systeme sind ein wesentlicher Teil der Analytik, die eine solche Wartungsstrategie ermöglichen.

Je nach Installationsort müssen sie verschiedene Kriterien erfüllen: Die Zellspannungsmessung sollte möglichst nah am Elektrolyseur installiert werden. Lange Leitungen mit Fehlerquellen werden dadurch vermieden. Über dem Elektrolyseur sind die Sicherheitsanforderungen am höchsten, seitlich daneben sind die Anforderung geringer. Ein Explosionsschutz für Komponenten und eine entsprechende ATEX-Zertifizierung wird von einem unabhängigen Prüf- und Zertifizierungsinstitut ausgestellt.

Das CVM selbst ist im Prinzip ein Sensor, der noch zusätzliche Funktionen wie die Kommunikation mit einer Steuereinheit übernehmen kann. Die Sicherheitsanforderungsstufe 2 (SIL-Level 2) ist hier ausreichend, um auch als Messkomponente Bestandteil der Sicherheitskette zu sein. Eine Montage möglichst nah am Elektrolyseur ist auch deshalb ratsam, um elektromagnetische Störungen gering zu halten. Die CVM-Systeme von Smart Testsolutions werden aktuell mit Einzel-, Doppel-, Trippel- oder einer sogenannten Quadrupel-Zellabtastung angeboten.

Die Herstellung des begehrten Rohstoffs aus Wasser wird durch die Elektrolyse mit Polymermembran-Technologie (PEM) skalierbar und effizient. Mit einer Zellspannungsüberwachung wird der Prozess transparent, einzelne Zellen werden erfasst und liefern in Echtzeit Daten an ein Prozessleitsystem um verlässlich eine Alternative zu den fossilen Energieträgern zu bilden.



Das Cell Voltage Monitoring-System kann die Messdaten in Echtzeit Daten an ein Prozessleitsystem senden.



Der Autor
Gerhard Kirner,
Ingenieur, Smart Testsolutions

Wiley Online Library



SMART TESTSOLUTIONS GmbH, Stuttgart
Tel.: +49 (0) 711 / 25521 - 10
info@smart-ts.de
www.smart-testsolutions.de



Echtzeiteinblicke in die Methanol-Synthese

Faseroptische Temperaturmessung für die chemische Verfahrenstechnik



Keywords

- **Faseroptischer Temperatursensor**
- **Methanol-Synthese, Mini-Plant**
- **Katalysator, Verfahrensoptimierung**

Im Prinzip bestehen faseroptische Messsysteme aus zwei Komponenten: einer Auslese-einheit und der daran angeschlossenen, passiven Sensorfaser. Die Auslese-einheit sendet Licht in die Faser und analysiert die reflektierten oder zurückgestreuten Anteile. Dabei wird zwischen punktförmig und verteilt messenden Systemen unterschieden. Punktförmige Sensorlösungen messen wie ihre elektrischen Pendanten jeweils an einer definierten Messstelle. Für die chemische Verfahrenstechnik und artverwandte Disziplinen dagegen sind verteilt messende Systeme interessanter, mit denen komplette Temperaturprofile mit dichter Messpunktfolge erfasst werden können. Dazu müssen keine speziellen Sensoren in die Faser eingebracht werden. Vielmehr wird das vom Fasermaterial selbst zurückgestreute Licht ausgewertet, um die gewünschte Information über

Faseroptische Systeme spielen ihre Stärke vor allem dort aus, wo eine große Anzahl von Messstellen benötigt wird, und gleichzeitig kompakte Bauform und geringe thermische Masse wichtig sind. Für viele verfahrenstechnische Anwendungen rund um die aktuellen Power-to-X-Technologien sind sie deshalb eine gute Lösung, da sie ein lückenloses Temperaturprofil liefern. Oft sind sie die einzige Möglichkeit, die hohe Messdatendichte zu realisieren, die erforderlich ist, um Prozesse zu bewerten und zu optimieren.

die Temperatur zu erhalten. Die gesamte Faser wird damit zum Sensor. Dabei lassen sich zwei Arten unterscheiden: Systeme, die auf dem Raman-Effekt basieren, eignen sich für Messstrecken bis zu einigen 10 km bei Messpunkt-abständen auf der Faser von bis zu 25 cm.

Temperaturprofile mit „unendlich“ vielen Messstellen

Die zweite Art bilden Systeme, die auf der Auswertung der Rayleigh-Streuung basieren und Auflösungen im Millimeterbereich erlauben. Damit ist praktisch jeder Punkt der Glasfaser ein Sensor. Herkömmliche Verfahren würden dafür Hunderte oder Tausende konventioneller Punktsensoren mit zugehörigen Leitungen benötigen, ein oft nicht akzeptabler Installations- und Kostenaufwand. Im Bereich der chemischen Verfahrenstechnik finden faserop-

tische Systeme, die auf der Rayleigh-Streuung basieren, deshalb regen Anklang. Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE in Freiburg setzt sie bspw. in einer Miniplant-Anlage zur Methanol-Synthese ein.

Mini-Plant für die Weiterentwicklung der Methanol-Synthese

Bei der Methanol-Synthese wird als Teil eines Power-to-Liquid-Prozesses Methanol aus Wasserstoff und CO₂ hergestellt. Die Fraunhofer-Anlage dient dabei zur Erforschung der Synthese im industrienahen Maßstab. Schwerpunkte der Untersuchungen sind der dynamische Reaktorbetrieb sowie unkonventionelle Gaszusammensetzungen aus der Kopplung von elektrolytischem Wasserstoff mit CO₂-haltigen Gasströmen. Die Miniplant-Anlage setzt Wasserstoff und CO₂ in einem kontinuierlichen



Bei verteilt messenden faseroptischen Systemen müssen keine Sensoren in die Faser eingebracht werden. Vielmehr wird vom Fasermaterial selbst zurückgestreutes Licht ausgewertet, um die gewünschte Temperaturinformation zu erhalten.

Prozess zu Methanol um. Dabei wird Wärme frei und es entsteht Wasser als Nebenprodukt. Zur fundierten großtechnischen Umsetzung dieses Verfahrens in Kombination mit einer Bioraffinerie sind auf dem aktuellen Stand der Wissenschaft jedoch noch einige Fragestellungen offen. So führen beispielsweise hohe CO₂-Anteile im Synthesegas zu einer beschleunigten Alterung des eingesetzten Katalysators und damit verringerten chemischen Umsätzen. Zudem können eventuelle Schwankungen in der Produktion des Wasserstoffs aus volatilen erneuerbaren Energien ebenso wie Schwankungen im gekoppelten Prozess zur Bereitstellung von CO₂ einen dynamischen Synthesebetrieb erfordern. Eine solche Dynamik ist bei heutigen Prozessen, die überwiegend auf herkömmlich gewonnenen Grundstoffen basieren, jedoch noch nicht vorgesehen.

Messdaten für einen dynamischen Reaktorbetrieb

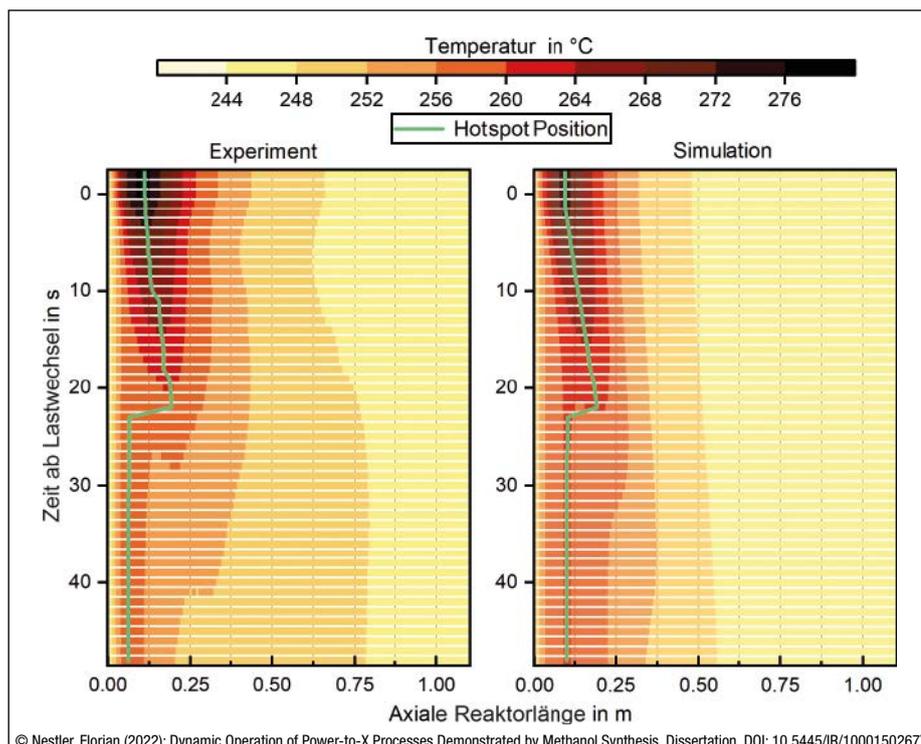
Das Fraunhofer ISE untersucht deshalb diese Randbedingungen für die Methanol-Synthese experimentell und mittels Simulationen. Der Fokus liegt dabei auf den katalytischen Vorgängen im Synthesereaktor. Dazu wurde eine dynamische Simulationsplattform entwickelt, die stationäre und dynamische Wärmeübergänge, das Reaktionsverhalten und zeitliche sowie räumliche Temperaturkurven berechnen kann. Um die Ergebnisse mit möglichst geringem Aufwand und in kurzer Zeit auf eine Industrieanlage zu übertragen, ist der Synthesereaktor als Kernstück der Miniplant ein Scale-Down, also eine Maßstabsverkleinerung, einer industriellen Ausführung. Durch ein speziell angepasstes Kühlsystem kann im Betrieb der Anlage ein ähnliches thermisches

und reaktionskinetisches Verhalten wie in einer großskaligen Anlage erreicht werden. Dadurch lassen sich Modellierungs- und Simulationsansätze aus der Literatur mithilfe dieser Anlage validieren und erweitern. Die Daten dafür liefert ein zeitlich und räumlich hochauflösendes Analytiksystem, das in der Miniplant integriert ist: Mithilfe der Fourier-Transformations-Infrarotspektroskopie (FT-IR) lässt sich die Konzentration der Synthesegase dynamisch messen. Für die orts aufgelöste Temperaturmessung im Inneren des Reaktors sorgt ein faseroptisches Messsystem (ODISI 6000 Serie) von Polytec (vgl. Firmenkasten). Es arbeitet mit einer Auflösung von 0,1 °C und wurde bereits in vielen verfahrenstechnischen Prozessen zur Temperaturerfassung außerhalb des Fraunhofer ISE eingesetzt.

Echtzeitaussagen über die Vorgänge im Reaktor

Werden die Daten von Temperaturmessung und FT-IR kombiniert, sind Echtzeit-Aussagen im Sekundentakt über die Vorgänge im Reaktor möglich. Die Messdaten des Analytiksystems lassen sich dann zur Anpassung der Modellparameter sowohl für die stationäre als auch für die dynamische Simulation nutzen. Zukünftig sind so neben Aussagen zur Reaktionskinetik auch Erkenntnisse über die Desaktivierung des Katalysators in Langzeitmessungen möglich. Unterschiedliche Betriebspunkte können sehr schnell charakterisiert werden, wodurch sich selbst umfangreiche Parameterräume zügig abarbeiten lassen. Die gewonnenen Erkenntnisse werden mit der bestehenden dynamischen Simulationsplattform des Fraunhofer ISE verknüpft. Dies erlaubt die Untersuchung von Lastwechseln, wie sie zukünftig in realen Industrieanlagen auftreten würden. Daraus lassen sich wiederum wertvolle Auslegungsdaten generieren, die dazu beitragen, dass Methanol aus nachhaltigen Rohstoffen und erneuerbarem Strom gewonnen und somit zukünftig in verschiedenen Anwendungen als Energiespeicher, Chemikalie, sowie Kraftstoff (additiv) genutzt werden kann.

Wärmeverteilung über die Reaktorlänge im zeitlichen Verlauf nach einem Lastwechsel. Das Ergebnis der faseroptischen Messung (links) im Vergleich zur Simulation (rechts).



© Nestler, Florian (2022): Dynamic Operation of Power-to-X Processes Demonstrated by Methanol Synthesis. Dissertation. DOI: 10.5445/IR/1000150267

Die Autoren

Jörg Schwarz, Vertrieb faseroptische Sensorik, Polytec
Ellen-Christine Reiff, Redaktionsbüro Stutensee

Wiley Online Library



Polytec GmbH, Waldbronn
 Tel.: +49 7243 604 - 0
 j.schwarz@polytec.de · www.polytec.de

Neue Denkansätze für mehr Energieeffizienz

Neues, hydraulisches Stellgliedkonzept bietet Lösung zur Dekarbonisierung aller Pipeline-Applikationen

Energieeffizienz, insbesondere resultierend aus der Vermeidung von Emissionen, bietet eines der größten Potenziale für Unternehmen, den steigenden Energiekosten zu begegnen. Ein neues, hydraulisches Antriebskonzept für Stellantriebe, kann dazu beitragen Emissionen zu reduzieren und damit nicht nur Kosten zu sparen, sondern auch die Nachhaltigkeitsziele schneller zu erreichen.

Energieintensive Industriebranchen – wie bspw. petrochemische Betriebe – stehen aktuell mehr denn je im Fokus, wenn es um das Erreichen von Nachhaltigkeitszielen („Net-Zero“) geht. Eines dieser Ziele besteht darin, den ökologischen Fußabdruck und somit die Dekarbonisierung voranzutreiben. Der Ausstoß von Emissionen, die den Treibhauseffekt verstärken und die globale Erderwärmung verursachen, ist möglichst einzugrenzen.

Um welche Treibhausgase geht es

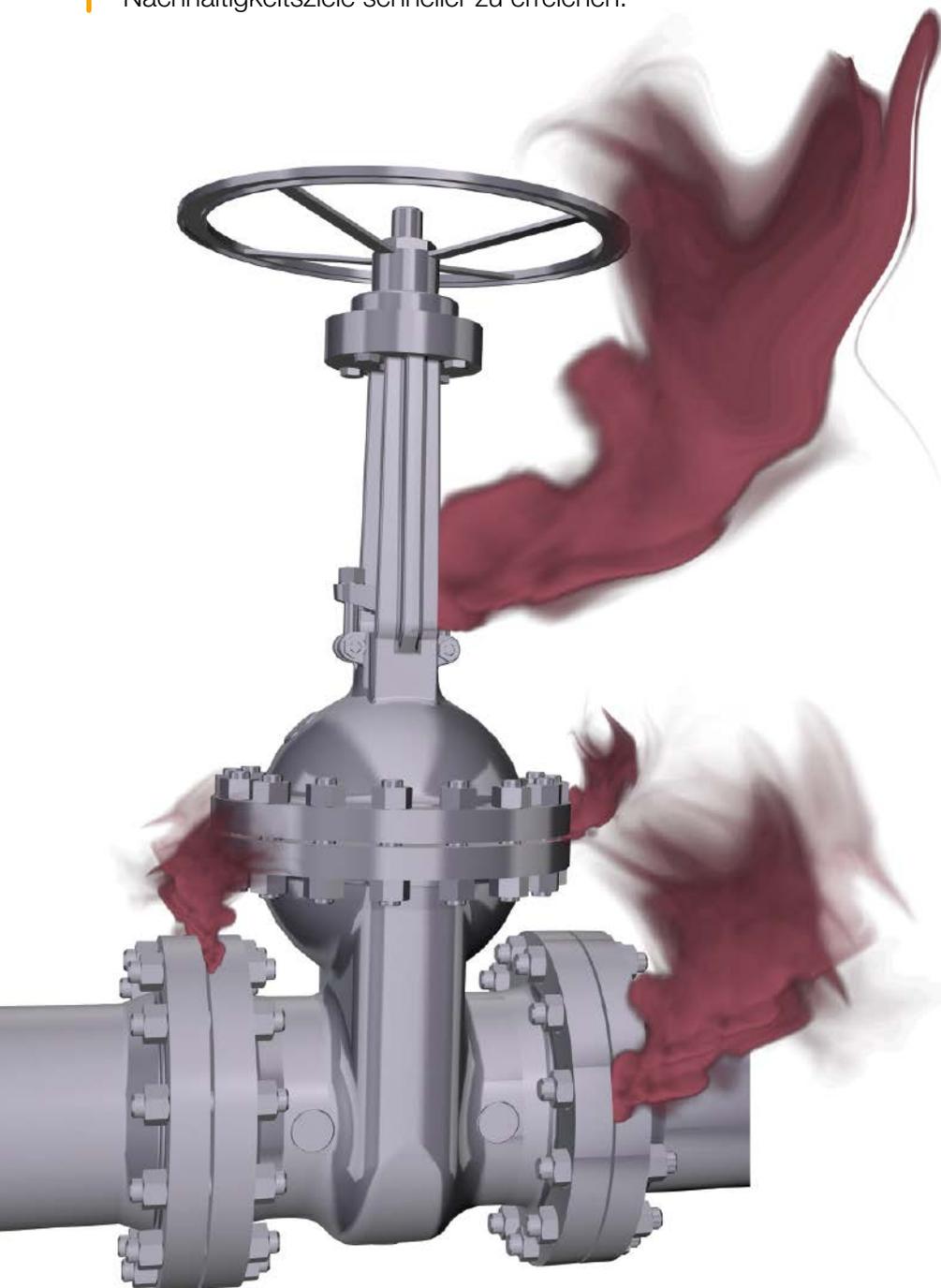
Die Diskussion über die Dekarbonisierung und die damit verbundene Reduktion von Kohlendioxid und Methan ist bei vielen Firmen im vollen Gange. Doch welche Emissionen von Treibhausgasen gibt es noch, und welche davon haben negative Auswirkungen auf unser Klima?

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen flüchtigen Emissionen (fugitive emissions) und fluorierten Emissionen. Flüchtige Emissionen entstehen durch Verbrennung oder durch Abgase, wozu Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), und Lachgas (N₂O) zählen. Emissionen fluoriertester Treibhausgase („F-Gase“) werden i.d.R. bewusst produziert, weshalb in diesem Artikel nicht gesondert darauf eingegangen wird.

Die Industrie insgesamt hat 2022 rund 196 Mio. t Klimagas ausgestoßen (Abb. 1) – weniger als vor zwanzig Jahren, allerdings etwas mehr als 2010. Bis 2050 soll diese Menge nun drastisch reduziert werden – eine Herausforderung für alle Branchen.

Emissionsausstoß in petrochemischen Anlagen und Pipelines

Allein die Öl- und Gas-Pipelines, welche das Produkt zur Weiterverarbeitung in die Raffinerien transportieren, geben pro Jahr fast 50 t Emissionen an die Atmosphäre ab, die chemische Prozessindustrie zusätzliche 25 t pro Jahr. Methan, mit 6 % anthropischen Treibhausgasemissionen beteiligt, ist ein Hauptbestandteil des Rohöls. Dies ist bis zu 30-mal schädlicher als Kohlendioxid. Emissionsaustritte in petrochemischen Anlagen, insbesondere in der mehrstufigen Rohölverarbeitung, sind dank strenger Messungen und Überwachung sehr



gering, was die Gefahr für Mensch und Natur in unmittelbarer Nähe reduziert. Um das Medium jedoch vorab in die Verarbeitung zu bringen, muss dies durch das Rohölfertleitungsnetz, welches bspw. bei uns in Deutschland eine Gesamtlänge von 2.400 km ausmacht, transportiert werden. Obwohl der Pipelinetransport als eine besonders sichere und effektive Transportform betrachtet werden kann, ist diesem durchweg für fast alle energieintensiven Branchen ein gemeinsamer kritischer Punkt zu eigen, welcher oftmals zum potenziellen Emissionsaustritt führt: der Ausstoß von Gasen des in der Rohrleitung beförderten Mediums. Dies geschieht jedoch nicht durch die Pipeline selbst, sondern durch notwendige, eingesetzte Komponenten.

Um entstehende Druckverluste ausgleichen zu können und somit den Volumenstrom zu regeln, kommen Verdichterstationen (Kompressorstationen) zum Einsatz. Und zur Verteilung und Absperrung des Mediums werden automatisierte Industriearmaturen mit großen Nennweiten und Druckstufen verwendet. Hierbei können – bedingt durch die Art der Armaturen und deren zugehörigen Antrieb – unbeabsichtigte, flüchtige Emissionen in die Atmosphäre austreten. Spröde gewordene Dichtungen oder Leckagen in der Packung der Industriearmatur können zum Emissionsaustritt führen.

Fachmännisch ausgelegte Stellglieder mit speziell zur Emissionsreduzierung konstruierten Industriearmaturen minimieren die Kosten, die entstehen, wenn ein Produkt durch undichte Industriearmaturen verloren geht. Neben den Kosten für das ausgetretene Medium, die in Hunderten von Euro pro Jahr gemessen werden könnten, verursacht das verlorene Durchflussmedium sekundäre Kosten, wie z.B. eine geringere Ausbeute an Endprodukten. Der Verlust von Durchflussmedium bedeutet zudem verlorene Energie, da Pumpen oder Kompressoren stärker beansprucht werden, um die Leckage auszugleichen. Folglich kann das Minimieren flüchtiger Emissionen durch geeig-

Abb. 2: Ursache möglicher Emissionsaustritte in Prozessanlagen.

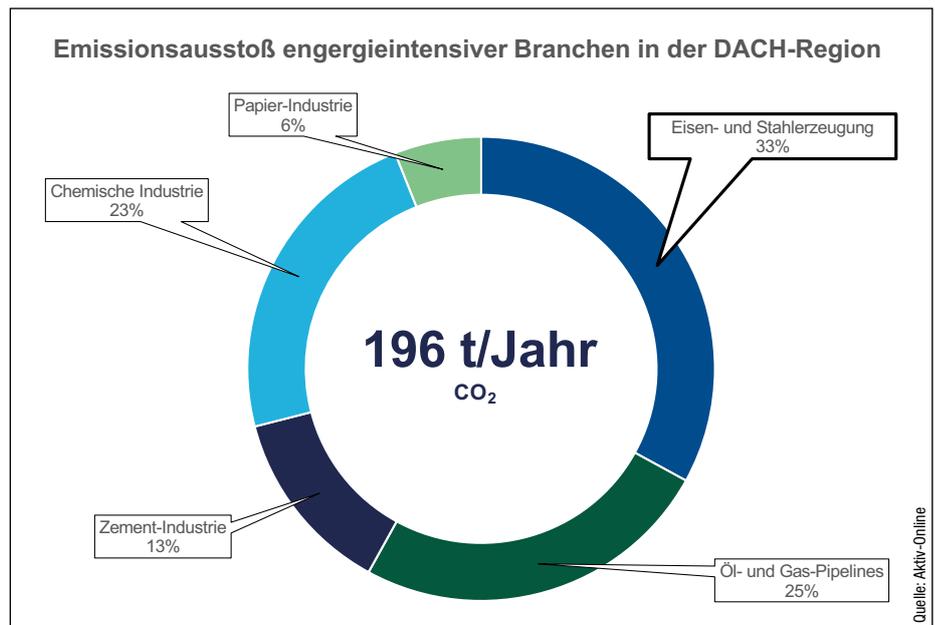
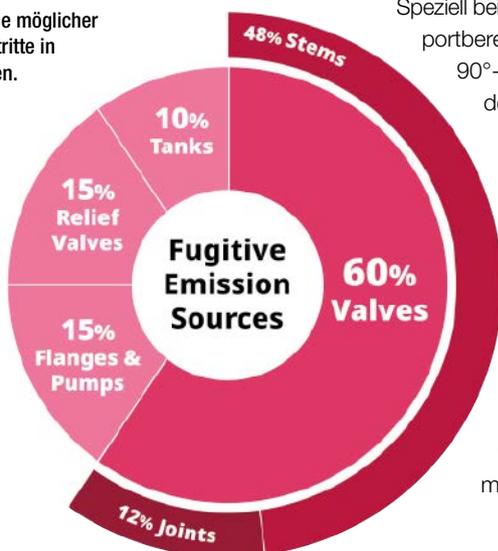


Abb. 1: Emissionsausstoß energieintensiver Branchen in der DACH-Region.

nete Konstruktion und Wartung der Stellglieder eine beträchtliche Menge an Kapital einsparen.

Doch welche Elemente sind besonders „anfällig“ für Gasaustritte? Überraschenderweise werden Emissionsaustritte in Prozessanlagen hauptsächlich durch Stellglieder verursacht (Abb. 2).

Normen bieten grundlegende Richtlinien

Grundlegende Richtlinien zu flüchtigen Emissionen bei Stellgliedern bieten Normen wie unter anderem die TA-Luft (VDI 2440), welche den Einsatz geeigneter Dichtungen für Flanschverbindungen und Armaturen sicherstellt. Die Hochwertigkeit wird durch den Verweis auf die VDI 2440 und eine spezifische Leckagerate definiert. Letztere muss durch eine Bauartprüfung im Labor nachgewiesen werden. Die DIN EN ISO 15848-1:2017-07 trägt maßgeblich zu den Mess-, Prüf- und Qualifikationsverfahren für flüchtige Emissionen bei und geht einher mit dem Qualifikationsverfahren für die Bauartprüfung von Armaturen (ISO 15848-1:2015 + Amd.1:2017).

Speziell bei Pipeline-Applikationen im Transportbereich kommen fast ausschließlich 90°-Absperrarmaturen, aufgrund derer konstruktionsbedingter Vorteile wie bspw. einer sehr geringen Leckagerate, hoher Druckstufe und Nennweite bei einem gleichzeitig großen Temperaturbereich, zum Einsatz. Hierbei haben sich seit Jahrzehnten zwei Arten erfolgreich etabliert: Absperrklappen und Kugelhähne.

Bei Absperrklappen werden weichdichtende Armaturen oftmals für die Anforderungen einer

langen Lebensdauer bei bestmöglicher Dichtung verwendet, Hochleistungsarmaturen für hohe Druck- und Temperaturanforderungen bei gleichzeitig großer Nennweite und ausgekleidete Ventile für hochkorrosive Flüssigkeiten, Gase und Schlämme. Kugelhähne bieten den vollen (oder optional reduzierten) Durchgang bei einem absolut dichten Abschluss. Diese sind somit in Bezug auf flüchtige Emissionen (ISOV 15848-1) meist die erste Wahl. Aus diesem Grund wird typischerweise eine Entwerder-oder-Entscheidung gefällt.

Spezielles C-Kugeldesign bietet signifikante Vorteile in der Performance

Der Emerson AEV C-Ball Kugelhahn (Abb. 3) ähnelt einem herkömmlichen Kugelhahn, jedoch ist das Stellelement keine Kugel, sondern eine Halbkugel in Form eines „C“. Aufgrund der über die Schallwelle zugeführten Bewegungsenergie bewegt sich diese „C“-Kugelform entlang zweier Bewegungsvektoren, um gegen einen Festsitz zu schließen und abzudichten. Die beidseitig uneingeschränkt bidirektionale Armatur erfordert keine Entlüftung, was eine optimierte Rohrführung mit weniger Absperrventilen bei einem um 30 % verringerten Gewicht im Vergleich zu traditionell starr gelagerten Top-Entry-Kugelhähnen ermöglicht. Durch speziell entwickelt und getestete Dichtungen werden etwaige Emissionsaustritte ausgeschlossen bzw. auf das Minimum reduziert.

Automatisierung der Industriearmatur

Ein weiterer Aspekt des Emissionsausstoßes bei Stellgliedern liegt in der Betätigung des Absperrorgans. Aber welche Möglichkeiten der Automatisierung von Industriearmaturen stehen zur Verfügung, um ungewünschte Emissionen



Abb. 3: Emerson AEV C-Ball Kugelhahn mit pneumatischem Scotch Yoke Antrieb.

zu verringern und gleichzeitig die Kosten, die mit den Optimierungen verbunden sind, möglichst gering zu halten?

Pipeline-Applikationen und somit meist sehr hohe erforderliche Drehmomente schließen generell konventionelle, pneumatische oder elektrische Antriebstechnik oftmals aus, da der erforderliche Steuerdruck und/oder die Spannungsversorgung nur durch zusätzlichen Aufwand und Kosten gewährleistet werden können.

Zudem sind pneumatisch betätigte Stellantriebe i.d.R. so konstruiert, dass ein geringer (permanenter) Austritt von Steuerluft unabdingbar ist. Aus diesen Gründen kommen speziell in Öl- und Gas-Pipelines vier grundlegende Betätigungsarten von Stellantrieben in Frage: Gasmotoren, eigenmediumbetriebene Stellantriebe, (elektro-) hydraulische Antriebstechnik oder intelligente emissionskontrollierte Antriebstechnologien (Abb. 4).

Gasmotoren, eine Untergruppe der Verbrennungsmotoren, verwenden das komprimierte Pipelinegas zum Antrieb pneumatischer Stellantriebe, die die Armatur betätigen. Gasmotoren sind jedoch mit aktueller „Valve Automation“ nicht mehr vergleichbar. Obwohl Gasmotoren keine elektrische Energie benötigen, kommen diese u.a. durch deren erheblichen Ausstoß an Methan nur noch sehr selten zum Einsatz. Größere Armaturen, speziell solche, welche sich schnell bewegen müssen, benötigen jedoch ein entsprechend großes Losbrech-, Lauf- und Endmoment, um die gewünschte Funktion sicher zu erzielen.

Hierzu haben sich eigenmediumgesteuerte Systeme (Gas-über-Öl Antriebe) als beste Option herauskristallisiert. Sie bieten den Vorteil,

dass hierzu keine separate Versorgung erforderlich ist. Die Stellglieder finden ihren Einsatz in Pipelines, welche in der Regel Hunderte von Kilometern durch unterentwickelte Gebiete durchlaufen, in denen keine pneumatische Niederdruck-Instrumentenluft- oder Hochdruck-Hydraulik-Versorgungsleitungen verfügbar sind. Die Rohrleitung an sich steht unter hohem Druck und stellt somit eine „eigene“ Versorgungsquelle für eigenmediumgesteuerte Systeme dar. Leider sind auch hier Emissionsausströbe nicht zu 100 % vermeidbar.

Eine weitere, tatsächlich fast emissionsfreie Option zur Armaturenautomation bietet der Einsatz von elektrischer oder elektrohydraulischer Antriebstechnik. Bei der elektrohydraulischen Alternative findet die Gasrückgewinnung dank des Ersatzes der vorhandenen

pneumatischen und/oder hydraulischen Komponenten statt. Diese werden zusätzlich mit „smartem“ Zubehör automatisiert, also mit elektropneumatischen Komponenten, welche zu einer geringeren Methanlüftung führen und (zeitweise) Mediaustritt verringern. Erste erfolgreich installierte Solarzellen und Batteriespeichersysteme haben den Einsatzbereich dieser Alternative, besonders bei elektrischen Stellantrieben, erfolgreich vorangetrieben. Um die Hydraulikflüssigkeit bei der elektrohydraulischen Lösung unter Druck zu setzen und damit das Stellglied einfach- oder doppelwirkend zu betätigen, muss sichergestellt werden, dass die Spannungsversorgung des Motors ununterbrochen aufrechterhalten wird.

Der Einsatz von reinen DC-Elektro-Antrieben und somit die Auswahl der Komponente mittels Batteriepaket und Solarsystem schließt auf der einen Seite etwaige Leckagen komplett aus, jedoch sind die schnell zu realisierenden Anforderungen an die Schließzeiten zu beachten, was meist einen Ausschluss unter hohen Druckstufen und Nennweiten zur Folge hat. Außerdem sind Aspekte wie eine fehlende Handpumpe, welche die Armatur im Notfall – auch ohne Spannungsversorgung – in eine sichere Position bewegt, und vor allem die zwingend erforderliche Spannungsversorgung (Sonnenkraft bei Solarpanel) zu bedenken. Gleiches gilt auch für eine mit Elektromotor betriebene Ölpumpe, die Öl aus dem Öltank in den Blasen- oder Kolbenspeicher pumpt. Bei Erreichen des für die Anlage benötigten Druckes schaltet sich die Pumpe automatisch aus. Sobald eines von zwei Magnetventilen (entweder für Öffnen oder für Schließen) ein Signal von der Steuerung bekommt, öffnet es die entsprechende Leitung, und Hydrauliköl strömt vom Speicher in den Hydraulikzylinder. Emissionen sind bei der Betätigung im Vergleich zu anderen Arten deutlich verringert,

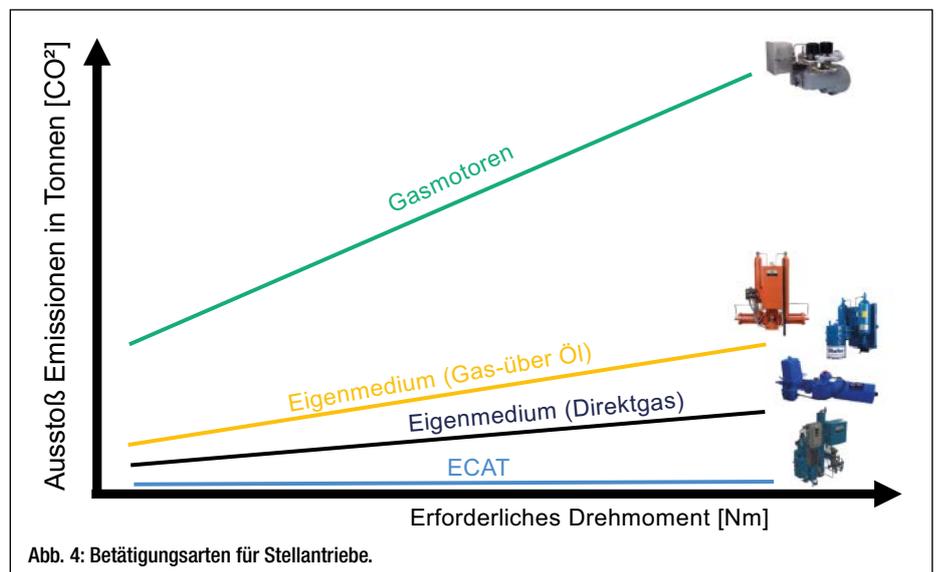


Abb. 4: Betätigungsarten für Stellantriebe.

Vergleich zu Hochdruck-Gas-Betrieb	Pneumatisch	Elektrisch	Elektro-Hydraulisch	Emerson ECAT	
Geschwindigkeit	✓	●	●	✓	 Sustainability  Reliability  Compatibility  Performance
Ausfallsicherheit (Rückhub)	✓	●	✓	✓	
Dimension / Drehmoment	●	✓	●	✓	
Steuereinheit	✓	●	●	✓	
Wartung	●	✓	●	✓	
Netto-Null-Emissionen	✓	✓	✓	✓	
Maße	✗	✓	✗	✓	
Stellantriebsversorgung	Druckluft	Spannung	Spannung	Pipeline Gas	
✓ Zutreffend ● Teilweise zutreffend ✗ Nicht zutreffend					

Abb. 5: Vergleich konventioneller Stellantriebstechnik mit Emerson Shafer ECAT

können jedoch nicht komplett ausgeschlossen werden.

Emissionskontrolle bei eigenmediumbetriebener Stellantriebstechnik

Besteht die Möglichkeit, die Armaturenbetätigung für Erdgaspipelines mit allen Vorteilen eigenmediumbetriebener (gasbetriebener) Stellantriebe durchzuführen, jedoch dabei gleichzeitig Emissionen zu überwachen – analog dem zuvor beschriebenen Emerson AEV C-Ball Kugelhahn?

Eine komplett smarte emissionskontrollierte Lösung wird durch das Emerson Shafer ECAT System (Emissions Controlled Actuation Technology) sichergestellt. Prinzipiell ist dieses Antriebssystem ähnlich aufgebaut wie ein Gas-Öl-Hydrauliksystem und bietet daher alle o.g. vollumfänglichen Vorteile des eigenmediumbetriebenen Antriebs, besonders für Anwendungen in ökologisch sensiblen Bereichen. Zusätzlich punktet dieses im direkten Vergleich zu konventioneller Antriebstechnik, insbesondere im Hochdruckbereich.

Der vorhandene Druck des Mediums wird entweder durch Scotch-Yoke- oder Drehschieber-Varianten genutzt. Emissionsfreie, elektrohydraulisch automatisierte Armaturen verwenden eine Kombination aus einem Elektromotor und einem federrückstellenden, hydraulisch angetriebenen Stellantrieb,

um eine ausfallsichere Ventilbetätigung zu gewährleisten. Sobald der Hub jedoch abgeschlossen ist, wird die integrierte Pumpe durch einen (solarbetriebenen) Elektromotor angesteuert, um die Hydraulikflüssigkeit umzukehren und somit das Gas unmittelbar für die nächste Betätigung zurück in die Rohrleitung zu befördern.

Bei vielen bestehenden erprobten Antriebskombinationen kann der mechanische Stellantrieb selbst erhalten bleiben und nur das vorhandene Gas-Öl-Hydrauliksystem durch das patentierte ECAT ersetzt werden. Diese Nachrüstung eliminiert nachweislich mehr als 99 % aller Gasemissionen bei kurzfristigem Return on Investment.

Fazit

Mit dem europäischen Klimagesetz („Fit für 55“) wird die Realisierung des Klimaziels der EU, die Netto-Treibhausgasemissionen bis 2030 um mindestens 55 % zu senken, zu einer rechtlichen Verpflichtung.

Stellglieder in Pipelines sind nachweislich zu 60 % am Treibhausausstoß beteiligt. Pipelineanwendungen werden durch die Netto-Null-Ziele der Politik noch stärker in den Fokus rücken, was nicht nur bestehende Pipeline-Netze und petrochemische Anlagen betrifft, sondern auch neue Investitionen erfordert.

Die emissionskontrollierte Technologie (ECAT), bietet zusätzlich zu allen vorhandenen Vorteilen der eigenmediumgeführten Antriebstechnik signifikante Lösungen zur Vermeidung von Emissionen. Insbesondere durch die Nachrüstbarkeit sowie in Verbindung mit dem für diese Anwendung konstruierten C-Kugelhahn stellt das Stellglied die beste Lösung für Hochdruck-Pipeline-Applikationen dar, die dem Anspruch höchster Zuverlässigkeit, Erfahrung und Lebensdauer genügt.



Der Autor
Knut Riegel, Sr. Sales Manager,
Emerson Final Control Germany

Wiley Online Library



Emerson

Tel.: +49 2173 3348 - 0 · info.de@emerson.com
knut.riegel@emerson.com · www.emerson.de

Bilder: © Emerson

Stellantriebe für Ex-Zonen

Aris Stellantriebe erweitert sein Produktportfolio mit dem neuen, hauseigen entwickelten Ex-Tensor, einem kompakten, nachhaltigen Antrieb für explosionsgefährdete Bereiche. Die Ex-Zonen 1 und 21 definieren Bereiche, in denen im Normalbetrieb explosionsfähige Atmosphären auftreten können. Mit der Zulassung für die Explosionsgruppe IIC, ATEX-Zertifizierungen für Gas und Staub, der IECEx-Zulassung

und der EU-Baumusterprüfbescheinigung ist der vollelektronische Präzisionsantrieb flexibel nutzbar. Das Gerät kann z.B. als Dreh- und Schwenkantrieb zum Verstellen von Klappen, Ventilen sowie Regelarmaturen eingesetzt werden. Ausstattungsmerkmale sind ein Handrad, ein Schauglas mit elektronischer Stellungsanzeige und ein intuitiv bedienbares OLED-Display mit einfacher Menüführung. Der Antrieb

ist einfach in der Handhabung und zielt auf Benutzerfreundlichkeit und Ressourcenschonung ab. Drehmoment und Stellzeit können auch nachträglich konfiguriert werden. Die robuste und verschleißarme BLDC-Motortechnologie sorgt für eine lange Lebensdauer und eine geringe Energieaufnahme des Motors. Funktionserweiterungen können schnell und einfach erhalten werden. www.stellantriebe.de

Mit automatisiertem Datenlogging Fehlerursachen schneller finden

Instandhaltungs- und Wartungsmaßnahmen sind für einen reibungslosen Anlagenbetrieb essenziell. Mit den Bürkert-Plus-Service-Paketen bietet Bürkert eine passende Unterstützung. Für Ventile, die z.B. zur Regelung der Prozesstemperatur eingesetzt werden, gibt es jetzt eine neue Lösung. Durch ein automatisiertes Datenlogging lässt sich Optimierungspotenzial schneller und kostengünstig aufspüren. Das reduziert den Instandhaltungsaufwand und kann Anlagenstillstände verhindern. Dazu wird ein vorkonfiguriertes Logging-Modul eine bestimmte Zeit auf die Serviceschnittstelle des Regelsystems gesteckt und danach an den technischen Service zur Analyse geschickt. Über eine mobile Internetverbindung ist es zudem möglich, die Daten direkt in die Analyse-Cloud zu übertragen. Der kleine Mobilfunk-Router verbindet sich drahtlos mit der Cloud und wird mit einer Halterung am Regelsystem befestigt. Dabei lassen sich auch individuelle Lösungen zum automatisierten Datenlogging realisieren. Der Vorteil der neuen Servicedienstleistung: Der Techniker hat für seine Analyse nicht nur eine Momentaufnahme und der Anwender muss kaum Zeit dafür investieren. www.buerkert.de



© Bürkert

Neue Sensoren, neues Zubehör

Smartgas hat sein Portfolio erweitert. Neu sind tragbare Gas-Analysatoren, die sich für gängige Gasmessanwendungen im Außeneinsatz eignen. Beide Ausführungen, Portable Analyzer und Portable Analyzer mini, haben eine Akku-Betriebsdauer von 8 h und können bis zu drei Messaufgaben gleichzeitig erledigen. Zur Wahl stehen diverse Schnittstellen wie RS232, USB oder Bluetooth, die Bedienung erfolgt per Touchpad. Die Sensorik arbeitet im Temperaturbereich von 5 bis 40 °C, das System ist mit integrierter Pumpe, Filter und Sensor-Kalibrierung komplett. Die Gasanalysatoren der Baureihe Anarex sind jetzt für eine Vielzahl weiterer Gasanalysen einsetzbar. Bis zu fünf messbare Gase können gleichzeitig untersucht werden. Zum System gehören Filter und Pumpen zum Ansaugen und Aufbereiten der Gasprobe und zum Schutz der Sensorik. Das paramagnetische Sauerstoffgas-Sensormodul wird intern auf 55 °C beheizt, sodass die Umgebungstemperatur im Normalbetrieb nur minimalen Einfluss auf das Ausgangssignal hat. Neu sind auch Schutzgehäuse für die Sensoren mit thermischer Abriegelung und integrierter Stromversorgung. www.smartgas.eu



© smartGas

Allround-Lösungen für die Füllstandsmessung

Ob in Chemieanlagen oder in der Öl- und Gasindustrie – Vibrationsgrenzschnalter erfassen jederzeit zuverlässig den Füllstand von Flüssigkeiten. Pepperl+Fuchs bietet jetzt zwei neue Serien an Vibrationsgrenzschnaltern, die sich dank ATEX- und IECEx-Zulassungen in explosionsgefährdeten Bereichen weltweit einsetzen lassen. Die Variante Vibracon LVL-M3 ist für den universellen Einsatz in allen pumpfähigen Flüssigkeiten geeignet und hält Prozesstemperaturen von -40 °C bis +150 °C sowie Prozessdrücken bis zu 40 bar stand. Die Variante LVL-M4 ist für Sicherheitsanwendungen bis SIL 3 gedacht. Der Sensor widersteht Prozesstemperaturen von -50 °C bis +150 °C sowie Prozessdrücken bis zu 100 bar. Das Modell verfügt über eine Bluetooth-Schnittstelle, über die das Gerät mit der P+F-Level-App verbunden werden kann. Diese mobile Anwendung bietet eine Vielzahl an Möglichkeiten von der Status- und Fehleranzeige bis hin zur Durchführung von Wiederholungsprüfungen. Die Vibrationsgrenzschnalter der Serie besitzen keine mechanisch bewegten Teile und zeichnen sich daher durch eine besonders lange Gebrauchsdauer aus. Dank Plug-and-Play-Prinzip ist keine Kalibrierung auf unterschiedliche Medien nötig. Eine umfangreiche Auswahl an Prozessanschlüssen und Elektroneinsätzen ermöglicht die flexible Adaption auf unterschiedliche Umgebungen. www.pepperl-fuchs.com



© Pepperl+Fuchs

Kompakter Endlagenrückmelder

Auf Schwenkarmaturen in Rohrleitungssystemen werden Positionsrückmeldungs-systeme eingesetzt, die auf Anwendungsbedingungen und Schwenkantriebsgrößen abgestimmt sein müssen. Der optisch-elektrische Endlagenrückmelder Bar-miniswitch von Bar pneumatische Steuerungssysteme ist ein flexibler Allrounder für den Anlagenbetrieb. Dabei benötigt das kompakte Design nur ein Minimum an Einbauraum. Mit mechanischen oder induktiven Schaltern stellt das Gerät die Schaltpunkte der Endlagen selbsttätig ein. Die elektrischen Anschlüsse werden einfach eingesteckt, sodass die Box weder zum Einstellen noch für den elektrischen Anschluss geöffnet werden muss. Das spart Montagezeit und Installationskosten, denn im Anlagenbau bzw. bei einem Austausch der Box wird kein Fachpersonal benötigt. Alle Bauteile bestehen aus korrosionsbeständigen Werkstoffen und durch den flachen Aufbau mittels Montageplatten ist das Antriebsritzel gut geschützt. Trotz der geringen Größe der Endlagenrückmeldung können die Durchflusswege sowohl bei 2/2-Wege- als auch bei 3/2-Wege-Armaturen gut erkannt werden. Um die positiven Eigenschaften des Geräts auch bei Schwenkantrieben in größerer Bauweise nutzen zu können, wurde eine spezielle Montagebrücke für das nötige Bohrbild 130 x 30 mm entwickelt. Eine optionale Ritzverlängerung setzt die fehlerfreie Endlagenrückmeldung um. Die Brücke selbst ist zweiteilig ausgeführt, sodass auch eine nachträgliche Montage in bestehenden Anlagen unkompliziert erfolgen kann. Die Endlagenrückmeldung bietet Schutzklasse IP68 (10 m 72 h). Insgesamt ist der Positionsrückmelder ein flexibles Konzept, um den Anlagenbetrieb einfacher und sicherer zu gestalten. www.bar-gmbh.de



© bar pneumatische Steuerungssysteme



Anlagentechnik

Armaturen

GEMÜ

**GEMÜ Gebr. Müller
Apparatebau GmbH & Co. KG**
Fritz-Müller-Straße 6-8
D-74653 Ingelfingen
Tel.: +49 (0) 79 40 / 123 0
E-Mail: info@gemu.de
<http://www.gemu-group.com>

Armaturen

NOGE
Technik

NOGE TECHNIK GMBH
Pappelstr. 2
85649 Brunnthal-Hofolding
Tel. 08104/6498048
Fax. 08104/648779
E-Mail: info@noge-technik.de
<http://www.noge-technik.de>

Dichtungen



**RCT Reichelt
Chemietechnik GmbH + Co.**
Englerstraße 18 · D-69126 Heidelberg
Tel.: 06221/3125-0 · Fax: -10
info@rct-online.de · www.rct-online.de
*Schläuche & Verbinder, Halbzeuge aus
Elastomeren & Kunststoffen*

Pumpen



KSB SE & Co. KGaA
Johann-Klein-Straße 9
D-67227 Frankenthal
Tel.: +49 (6233) 86-0
Fax: +49 (6233) 86-3401
<http://www.ksb.com>



Lutz Pumpen GmbH
Erlenstr. 5-7 / Postfach 1462
97877 Wertheim
Tel./Fax: 09342/879-0 / 879-404
info@lutz-pumpen.de
<http://www.lutz-pumpen.de>



**RCT Reichelt
Chemietechnik GmbH + Co.**
Englerstraße 18 · D-69126 Heidelberg
Tel.: 06221/3125-0 · Fax: -10
info@rct-online.de · www.rct-online.de
*Schläuche & Verbinder, Halbzeuge aus
Elastomeren & Kunststoffen*

Pumpen

JESSBERGER
pumps and systems

JESSBERGER GMBH
Jaegerweg 5 · 85521 Ottobrunn
Tel. +49 (0) 89-6 66 63 34 00
Fax +49 (0) 89-6 66 63 34 11
info@jesspumpen.de
www.jesspumpen.de

Pumpen, Zahnradpumpen



Beinlich Pumpen GmbH
Gewerbestraße 29
58285 Gevelsberg
Tel.: 0 23 32 / 55 86 0
Fax: 0 23 32 / 55 86 31
www.beinlich-pumps.com
info@beinlich-pumps.com

*Hochpräzisionsdosier-, Radial-
kolben- und Förderpumpen,
Kundenorientierte Subsysteme*

Regelventile

GEMÜ

**GEMÜ Gebr. Müller
Apparatebau GmbH & Co. KG**
Fritz-Müller-Straße 6-8
D-74653 Ingelfingen
Tel.: +49 (0) 79 40 / 123 0
E-Mail: info@gemu.de
<http://www.gemu-group.com>

Reinstgasarmaturen

GEMÜ

**GEMÜ Gebr. Müller
Apparatebau GmbH & Co. KG**
Fritz-Müller-Straße 6-8
D-74653 Ingelfingen
Tel.: +49 (0) 79 40 / 123 0
E-Mail: info@gemu.de
<http://www.gemu-group.com>

Rohrbogen/Rohrkupplungen



HS Umformtechnik GmbH
Gewerbestraße 1
D-97947 Grünsfeld-Paimar
Telefon (0 93 46) 92 99-0 Fax -200
kontakt@hs-umformtechnik.de
www.hs-umformtechnik.de

Strömungssimulationen

PROCENG®
MOSER

Ihr Spezialist für
Strömungssimulationen
in der Verfahrenstechnik.
www.proceng.ch

Ventile

GEMÜ

**GEMÜ Gebr. Müller
Apparatebau GmbH & Co. KG**
Fritz-Müller-Straße 6-8
D-74653 Ingelfingen
Tel.: +49 (0) 79 40 / 123 0
E-Mail: info@gemu.de
<http://www.gemu-group.com>

Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung

HELLING
WERKSTOFFPRÜFUNG · UMWELTSCHUTZ
MEDIZINTECHNIK · SICHERHEITSTECHNIK

Spökerdamm 2
25436 Heidgraben
Tel. +49(0)4122 922-0
info@helling.de
www.helling.de

Ingenieurbüros

Biotechnologie



Vogelbusch Biocommodities GmbH
A-1051 Wien, PF 189
Tel.: +431/54661, Fax: 5452979
vienna@vogelbusch.com
www.vogelbusch-biocommodities.com

*Fermentation, Destillation
Evaporation, Separation
Adsorption, Chromatographie*

Lager- und Fördertechnik

Dosieranlagen

ProMinent Dosiertechnik GmbH
Im Schuhmachergewann 5-11
D-69123 Heidelberg
Tel.: 06221/842-0, Fax: -617
info@prominent.de
www.prominent.de

Mechanische Verfahrenstechnik

Koaleszenzabscheider

ALINO-IS
Alino Industrieservice GmbH

Alino Industrieservice GmbH
D-41334 Nettetal
Tel.: +49 (0) 2157 / 8 95 79 91
www.alino-is.de · mail@alino-is.de

Magnetfilter & Metallsuchgeräte

GOUDSMIT MAGNETICS GROUP BV
Postfach 18 / Petunialaan 19
NL 5580 AA Waalre
Niederlande
Tel.: +31-(0)40-2213283
Fax: +31-(0)40-2217325
www.goudsmitmagnetics.com
info@goudsmitmagnetics.com

Tröpfchenabscheider

ALINO-IS
Alino Industrieservice GmbH

Alino Industrieservice GmbH
D-41334 Nettetal
Tel.: +49 (0) 2157 / 8 95 79 91
www.alino-is.de · mail@alino-is.de

Vibrationstechnik

Findeva
pneumatische Vibratoren + Klopfer

ALDAK VIBRATIONSTECHNIK
Redcarstr. 18 • 53842 Troisdorf
Tel. +49 (0)2241/1696-0, Fax -16
info@aldak.de • www.aldak.de



Messtechnik

**Aerosol- und
Partikelmesstechnik**



Seipenbusch particle engineering
76456 Kuppenheim
Tel.: 07222 9668432
info@seipenbusch-pe.de
www.seipenbusch-pe.de

Durchflussmessung



**GEMÜ Gebr. Müller
Apparatebau GmbH & Co. KG**
Fritz-Müller-Straße 6-8
D-74653 Ingelfingen
Tel.: +49 (0) 79 40 / 123 0
E-Mail: info@gemu.de
http://www.gemu-group.com

Ventile



**GEMÜ Gebr. Müller
Apparatebau GmbH & Co. KG**
Fritz-Müller-Straße 6-8
D-74653 Ingelfingen
Tel.: +49 (0) 79 40 / 123 0
E-Mail: info@gemu.de
http://www.gemu-group.com

**Thermische
Verfahrenstechnik**

Abluftreinigungsanlagen



ENVIROTEC® GmbH
63594 Hasselroth
06055/88 09-0
info@envirotec.de · www.envirotec.de



U MWELTTECHNIK
www.venjakob-umwelttechnik.de
mail@venjakob-ut.de

**WK Wärmetechnische Anlagen
Kessel- und Apparatebau
GmbH & Co. KG**
Industriestr. 8-10
D-35582 Wetzlar
Tel.: +49 (0)641/92238-0 · Fax: -88
info@wk-gmbh.com
www.wk-gmbh.com

Vakuumsysteme

www.vacuum-guide.com

(Ing.-Büro Pierre Strauch)
Vakuumpumpen und Anlagen
Alle Hersteller und Lieferanten

Verdampfer



GIG Karasek GmbH
Neusiedlerstrasse 15-19
A-2640 Gloggnitz-Stuppach
phone: +43/2662/427 80
Fax: +43/2662/428 24
www.gigkarasek.at

Wärmekammern



Will & Hahnstein GmbH
D-57562 Herdorf
Tel.: 02744/9317-0 · Fax: 9317-17
info@will-hahnstein.de
www.will-hahnstein.de

www.chemanager.com

chemanager-online.com/reinraumtechnik
chemanager-online.com/citplus
lvt-web.de

Top-Titel

für die Chemie-, Pharma-
und Lebensmittelindustrie



CHEManager – Die führende Branchenzeitung für die Märkte der Chemie und Life Sciences

LVT LEBENSMITTEL Industrie – Die Zeitschrift für Fach- und Führungskräfte der Lebensmittel- und Getränkeindustrie

CITplus – Das Praxismagazin für Verfahrens- und Chemieingenieure

ReinRaumTechnik – Die führende Fachpublikation für Betreiber und Nutzer von Reinräumen

WILEY

Alfa-Laval Mid Europe	36	Envirotec	58	Klinger	23	Pumpen Center Wiesbaden	57
Alino	57	F.H. Papenmeier	35	KNF Neuberger	45	RCT Reichelt Chemietechnik	31, 57, Beilage
Aramco	2, US	Findeva	57	KSB	30, 57	Reicat	28
Aris Stellantriebe	55	Flexim Flexible Industriemesstechnik	9	Labom Mess- und Regeltechnik	47	Rembe Safety + Control	35
Atlas Copco Vacuum Technique	41	Flux Geräte	11	Lewa	44	Schenck Process Holding	9
AWS Apparatebau Arnold	46	Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration	20	Lindemann Industrie Service	34	Seipenbusch particle engineering	58
Bar Pneumatische Steuerungssysteme	56	GEA Group	36	Lutz-Pumpen	57	Sick	40
BASF	3	Gemü	57, 58	MAN Energy Solutions	46	Smart Testsolutions	29, 48
Bayer	11	Georg Fischer	32	Meorga	6	Smartgas	56
Beinlich Pumpen	57	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)	6	Mesago Messe Frankfurt	6	Spetec	39
Beko Technologies	36	GIG Karasek	58	Namur Geschäftsstelle	6	Thielmann Energietechnik	36
BlueActivity	34	Goudsmit Magnetics Systems	57	Netter Vibration	57	Venjakob	58
Bungartz	10	GVT Forschungsges. Verfahrenstechnik	6	Noge	57	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA)	38
Bürkert	56	Harter	36	NSB gas processing	58	Verein Deutscher Ingenieure (VDI)	3, 10, 22
C. Otto Gehrckens (COG)	21	Helling	57	NürnbergMesse	6	Viscotec Pumpen- und Dosiertechnik	46
CeH4 technologies	44	Hessen Trade & Invest	16	Palas	58	Vogelbusch	57
Cena	19	HS Umformtechnik	57	Pepperl+Fuchs	56	Vogelsang	45
Dechema	6, 16	HTE	11	Phoenix Contact	Titelseite, 15	Will & Hahnenstein	58
Dorstener Drahtwerke	31	Ing.-Büro Pierre Strauch	58	Polytec	50	Witte	57
Eagleburgmann	8	J. P. Sauer & Sohn Maschinenbau	47	Pörner Ingenieurgesellschaft	24	WK Wärmetechnische Anlagen-, Kessel- und Apparatebau	58
EDL Anlagenbau Gesellschaft	24	Jessberger	41, 57	Proceng Moser	57	Zeppelin Systems	8
Emerson	52	Kaesar Kompressoren	46	Prof. Dr. Jaber & Partner	8, 42, 47		
Endress+Hauser	Einhefter, 18			Prominent Dosiertechnik	57		

Impressum

Herausgeber

GDCh, Dechema e. V., VDI-GVC

Verlag

Wiley-VCH GmbH
 Boschstraße 12, 69469 Weinheim
 Tel.: 06201/606-0, Fax: 06201/606-100
 citplus@wiley.com, www.gitverlag.com

Geschäftsführer

Sabine Haag
 Dr. Guido F. Herrmann

Director

Roy Opie

Publishing Director

Dr. Heiko Baumgartner

Produktmanager

Dr. Michael Reubold
 Tel.: 06201/606-745
 michael.reubold@wiley.com

Chefredakteurin

Dr. Etwina Gandert
 Tel.: 06201/606-768
 etwina.gandert@wiley.com

Redaktion

Dr. Volker Oestreich
 voe-consulting@web.de

Redaktionsassistentin

Bettina Wagenhals
 Tel.: 06201/606-764
 bettina.wagenhals@wiley.com

Fachbeirat

Dr. Hans-Erich Gasche,
 Bayer, Leverkusen
 Prof. Dr. Thomas Hirth,
 Karlsruhe Institute of Technology (KIT),
 Karlsruhe

Prof. Dr.-Ing. Norbert Kockmann,
 TU Dortmund

Dipl.-Ing. Eva-Maria Maus,
 Fachhochschule Nordwestschweiz, Basel

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Peukert,
 Universität Erlangen-Nürnberg

Dr. Christian Poppe,
 Covestro, Leverkusen

Prof. Dr. Ferdi Schüth,
 Max-Planck-Institut für Kohlenforschung,
 Mülheim

Prof. Dr. Roland Ulber,
 TU Kaiserslautern

Erscheinungsweise 2023

10 Ausgaben im Jahr
 Druckauflage 20.000
 (IVW Auflagenmeldung:
 Q2 19.929 tvA)

Bezugspreise Jahres-Abonnement 2023

10 Ausgaben 234,40 €, zzgl. MwSt.
 Schüler und Studenten erhalten
 unter Vorlage einer gültigen
 Bescheinigung 50% Rabatt.
 Im Beitrag für die Mitgliedschaft bei der
 VDI-Gesellschaft für Chemieingenieur-
 wesen und Verfahrenstechnik (GVC) ist
 der Bezug der Mitgliederzeitschrift
 CITplus enthalten.
 CITplus ist für Abonnenten der Chemie
 Ingenieur Technik im Bezugspreis enthal-
 ten. Anfragen und Bestellungen über den
 Buchhandel oder direkt beim Verlag (s.o.).

Wiley GIT Leserservice

65341 Eltville
 Tel.: +49 6123 9238 246
 Fax: +49 6123 9238 244
 E-Mail: WileyGIT@vusevice.de
 Unser Service ist für Sie da von Montag
 bis Freitag zwischen 8:00 und 17:00 Uhr

Abbestellung nur bis spätestens
 3 Monate vor Ablauf des Kalenderjahres.

Produktion

Wiley-VCH GmbH
 Boschstraße 12
 69469 Weinheim

Bankkonto

J.P. Morgan AG, Frankfurt
 Konto-Nr.: 61 615 174 43
 BLZ: 501 108 00
 BIC: CHAS DE FX
 IBAN: DE55 5011 0800 6161 5174 43

Herstellung

Jörg Stenger
 Melanie Radtke (Anzeigen)
 Elli Palzer (Litho)
 Andreas Kettenbach (Layout)

Anzeigen

Zurzeit gilt die Anzeigenpreislise
 vom 1. Oktober 2023

Stefan Schwartze
 Tel.: 06201/606-491
 sswartz@wiley.com

Thorsten Kritzer
 Tel.: 06201/606-730
 tkritzer@wiley.com

Hagen Reichhoff
 Tel.: 06201/606-001
 hreichhoff@wiley.com

Sonderdrucke

Bei Interesse an Sonderdrucken,
 wenden Sie sich bitte an
 Stefan Schwartze,
 sswartz@wiley.com

Originalarbeiten

Die namentlich gekennzeichneten Beiträge stehen
 in der Verantwortung des Autors. Manuskripte
 sind an die Redaktion zu richten. Hinweise für
 Autoren können beim Verlag angefordert werden.
 Für unaufgefordert eingesandte Manuskripte
 übernehmen wir keine Haftung! Nachdruck, auch
 auszugsweise, nur mit Genehmigung der Redakti-
 on und mit Quellenangaben gestattet.
 Dem Verlag ist das ausschließliche, räumliche und
 inhaltlich eingeschränkte Recht eingeräumt, das
 Werk/den redaktionellen Beitrag in unveränderter
 oder bearbeiteter Form für alle Zwecke beliebig
 oft selbst zu nutzen oder Unternehmen, zu denen
 gesellschaftsrechtliche Beteiligungen bestehen,
 sowie Dritten zur Nutzung zu übertragen. Dieses
 Nutzungsrecht bezieht sich sowohl auf Print- wie
 elektronische Medien unter Einschluss des Internet
 wie auch auf Datenbanken/Datenträger aller Art.

Alle in dieser Ausgabe genannten und/oder
 gezeigten Namen, Bezeichnungen oder Zeichen
 können Marken ihrer jeweiligen Eigentümer sein.

Unverlangt zur Rezension eingegangene Bücher
 werden nicht zurückgesandt.

Druck

westermann DRUCK | pva
 Printed in Germany | ISSN 1436-2597



WILEY-VCH

Nachhaltigkeit Kreislaufwirtschaft Digitalisierung

ACHEMAreporter 2024 – im Einsatz.

Vom 10. bis 14. Juni 2024 wird das Messegelände in Frankfurt am Main wieder zum Weltforum für die Prozessindustrie. Die Transformation in der Prozessindustrie zu einer klimaneutralen und ressourcenschonenden Produktion sowie die Digitalisierung auf allen Ebenen sind große Herausforderungen, die es zu bewältigen gilt. Dafür stellen über 2.000 Aussteller bei der ACHEMA 2024 ihre neuen Produkte, Lösungen und Verfahren zur Diskussion.

ACHEMA
reporter
gesucht!

Wir suchen **ACHEMAreporter**, die die technischen Lösungen und Trends aufgreifen und von der ACHEMA berichten. Als ACHEMAreporter eingeladen sind Studierende der chemischen Verfahrenstechnik, des chemischen Apparate- und Anlagenbaus, der Mess- und Regeltechnik sowie der Pharma- und der Biotechnik. Auch bewerben können sich fachjournalistisch Interessierte mit einer technischen Vorbildung. Die Berichte publizieren wir auf dem Zielgruppenportal www.chemanager-online.com sowie in den tagesaktuellen Newslettern.

Interessenten melden sich bitte bei:

citplus@wiley.com unter dem Stichwort „ACHEMAreporter“.



Ihre Ansprechpartner:

Etwina Gandert
Chefredakteurin
+49 (0) 6201 606 768
egandert@wiley.com

Bettina Wagenhals
Assistenz
+49 (0) 6201 606 764
bwagenhals@wiley.com

ACHEMA2024

**Besuchen Sie uns
auf der ACHEMA**
Foyer 4.1, Stand A31

CITplus

CHEManager

WILEY-VCH