

CITplus

12

26. Jahrgang · Dezember · 2023

Das Praxismagazin für **Verfahrens- und Chemieingenieure**

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



Scale-up begaster Fermenter

Verständnis und Modellierung von Reingasfermentationen

Fachkräfte und Wissensmanagement

Personalstrategien im chemischen Mittelstand

S. 8

Safety-Lösungen für die Prozesstechnik

Zuverlässiger Betrieb unter extremen Bedingungen

S. 34

Unterbrechungsfreie Gasversorgung

Druckregelventile zur Notversorgung

S. 46

An den meisten Veranstaltungen
können Sie auch online über
unseren digitalen Campus
teilnehmen!



SEMINARE & TAGUNGEN

VERFAHRENSTECHNIK

Ausbildung zum Brandschutzbeauftragten

22. - 31.01.24 in Essen
11. - 20.03.24 in Essen
03. - 12.06.24 in Essen
01. - 10.07.24 in Travemünde

Ausbildung zum Explosionsschutzbeauftragten

23. - 26.01.24 in Essen
04. - 07.06.24 in Essen
02. - 05.07.24 in Travemünde

Prozesssimulation in der Verfahrenstechnik

30. - 31.01.24 in Essen

Sicherer Betrieb von Anlagen – Betreiberverantwortung und Anlagendokumentation

20. - 21.02.24 in Essen

Dampf- und Kondensatsysteme – Auslegung und Betrieb

27. - 28.02.24 in Essen

Flanschverbindungen – Stand der Technik und Beste verfügbare Technik für Bauteile und ihre Montage

29.02.24 in Essen

Explosionsschutz im Anlagenbau

05. - 06.03.24 in Essen

GHS/CLP Basisseminar

Einstufen und Kennzeichnen mit dem GHS (CLP-Verordnung)
05. - 06.03.24 in Essen
30. - 31.07.24 in Cuxhaven
27. - 28.08.24 in Wolfsburg

Modulare Anlagen in der Prozessindustrie

Flexible Produktionssysteme für eine schnellere Produkteinführung
06. - 07.03.24 in Essen

Vermittlung der Sachkunde nach § 11 ChemVerbotsV

mit Sachkundeprüfung
11. - 13.03.24 in Essen

Vermittlung der Fachkunde für die Erstellung von Sicherheitsdatenblättern

12. - 14.03.24 in Essen

Fachkunde zur Durchführung von Gefährdungsbeurteilungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen

Gemäß DGUV Grundsatz 313-003
12. - 14.03.24 in Essen

1 x 1 der Verfahrenstechnik

Grundlagen und ausgewählte Anwendungen aus der Praxis
09. - 11.04.24 in Essen
27. - 29.08.24 in Timmendorfer Strand

Verfahrenstechnische Fließbilder

12.04.24 in Essen
30.08.24 in Timmendorfer Strand

Rohrleitungsplanung für Industrie- und Chemieanlagen unter Berücksichtigung des ASME-Codes sowie der EG-Richtlinien

18. - 19.04.24 in Essen

Basiswissen Chemie für Kaufleute und Techniker

23. - 25.04.24 in Augsburg
03. - 05.09.24 in Frankfurt am Main

Ertüchtigung von Flachbodentanks und Tanktassen

25. - 26.04.24 in Essen

Der Betriebsleiter in der chemischen – und Prozessindustrie

03. - 07.06.24 in Travemünde

Global Chemical Compliance

Pflege und Inhalt von Stoffdatenbanken
04. - 05.06.24 in Essen

Einführung in die Pneumatische Förderung für Planer, Anwender, Ingenieure und Techniker

18. - 19.06.24 in Essen

IHR ANSPRECHPARTNER:

Dipl.-Ing. Kai Brommann
Leiter Fachbereich Chemie –
Brandschutz – Verfahrenstechnik
Telefon: +49 (0)201 1803-251
E-Mail: fb5@hdt.de



Nicht ob, sondern wie

Wir müssen die richtigen Fragen stellen – ist eine der Schlussfolgerungen, die ich aus den wertvollen Gesprächen auf der Namur Hauptsitzung im November mitnehmen durfte. Unsere krisengeschüttelte Wirtschaft steht vor enormen Herausforderungen, ökologisch und ökonomisch. Die chemische Industrie muss darauf mit technischen Lösungen für ihre Prozesse und Anlagen antworten. Dazu braucht es mutige Entscheider und Finanzmittel sowie Ingenieure, die die Freiheit und Aufgabe haben, innovative Ideen und Technologien zu entwickeln und in der Praxis anzuwenden. Digitalisierung und Elektrifizierung sind zwei wesentliche Lösungswege, um die gesetzten Ziele zu erreichen – trotz mancher Stolpersteine wie Fachkräftemangel und überbordende Bürokratie.

Es geht nicht mehr um „das Ob“, sondern um „das Wie“ wir die Herausforderungen bewältigen, nicht darum, ob wir eine Lösung finden, sondern wie die Lösung aussehen kann und darum, diese dann auch anzuwenden. Das ist auch eine Frage der Haltung und des Mindsets, ob wir tatsächlich Lösungen finden wollen und bereit sind dafür auch Risiken einzugehen und anstrengende Hürden zu überwinden.

Vielleicht ist der Übergang ins nächste Jahr genau die richtige Zeit, um darüber ein paar Gedanken zu verlieren: aus guten Vorsätzen konkrete Handlungsanweisungen für sich selbst abzuleiten.

*Das Schlimmste, was uns widerfährt,
Das werden wir vom Tag gelehrt.
Wer in dem Gestern Heute sah,
Dem geht das Heute nicht allzu nah,
Und wer im Heute sieht das Morgen,
Der wird sich rühren, wird nicht sorgen.*

Johann Wolfgang von Goethe

Meinen Dank sende ich an die Teilnehmer und Referierenden der Namur Hauptsitzung. Selten habe ich so viel Positives von einer Konferenz mitnehmen können: so viele kompetente Frauen auf dem Podium, so viel Optimismus und so viele, sehr gute technische Lösungen, die nun darauf warten, in der Praxis angewendet zu werden. Daher weiß ich schon jetzt: 2024 wird spannend.

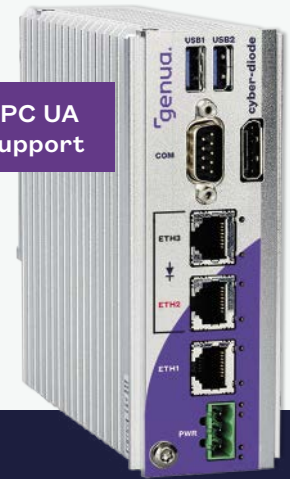
Danke auch an meine Leserinnen und Leser. Wir werden Sie in CITplus über die Entwicklungen und Anwendungen auf dem Laufenden halten. Ich freue mich auch im nächsten Jahr auf Ihre Rückmeldungen und wünsche Ihnen das Allerbeste, Gesundheit und Zeit!



Etwina Gandert
Chefredakteurin

genua.

OPC UA
Support



Predictive Maintenance

– Secure by Design –

Industrielle Datendiode

Cybersicherheit für
sensible Produktionsdaten

Rückwirkungsfrei

One-Way-Datenfluss
vom Feld bis in die Cloud

gemäß NOA

unterstützt die
Empfehlungen der NAMUR
Open Architecture

Ihre
Etwina Gandert
etwina.gandert@wiley.com

Wiley Online Library



Entdecken Sie den Newsletter

CITplus IN SIGHT



Jetzt informieren
genua.de/cyberdiode



16 Scale-up begaster Fermenter Verständnis und Modellierung von Reingasfermentationen

Seit vielen Jahrzehnten sind aerobe Fermentationen im industriellen Maßstab etabliert. Besonders unter anspruchsvollen Betriebsbedingungen und bei hohen Produktionskapazitäten haben sich gerührte und begaste Fermenter aufgrund ihrer hervorragenden Leistung und Flexibilität weitgehend durchgesetzt. Die langjährige Erfahrung von Ekato und Forschung an diesen Fermentertypen haben das Verständnis erheblich vertieft. Dieses vertiefte Verständnis bildet heute die Grundlage für die Auslegung von Produktionsfermentern mit einem Füllvolumen von teilweise mehr als 500 m³, so dass der Betreiber von den „Economies of Scale“ profitieren kann[1].

EKATO Rühr- und Mischtechnik GmbH

Tel.: +49 7622 29 - 0 · info@ekato.com · www.ekato.com

33



KOMPAKT

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

THEMA PERSONALMANAGEMENT

- 8 **Fachkräfte für die Chemieindustrie**
Strategien im Personal- und Wissensmanagement
– Interview mit Heidrun Hausen, Personalleiterin bei Delo Industrieklebstoffe
E. Gandert

REPORT

- 13 **ChemCar-Pokal 2023 des VDI geht nach Berlin**
- 14 **Digitalisierung und Simulation sind Teil der Lösung**
Internationaler Workshop Mathematical Methods in Process Industry am Fraunhofer ITWM
Prof. Dr. M. Bortz, Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM

TITELSTORY

- 16 **Scale-up begaster Fermenter**
Verständnis und Modellierung von Reingasfermentationen
Dr. K. Gezork, A. Schorn, N. Bußmann,
Ekato Rühr- und Mischtechnik

BETRIEBSTECHNIK | SICHERHEIT

- 20 **Sichere Sanierung von Tanklagern**
Zertifizierte Sicherheit und Flexibilität im Gerüstbau
J. Gieseler, freier Journalist für Gemeinhardt Service
- 22 **Effiziente Überwachung von Kondensatableitern**
Intelligente Instandhaltung und Energieoptimierung für Industrieanlagen
M. Lambrecht, Dr.-Ing. J. Schoene,
General Manufacturing & Maintenance, Henkel

Wiley Online Library



**PRODUKTFORUM
GEFAHRSTOFFHANDLING**

26 Sichere Lagerung von Lithium-Ionen-Batterien
GS-zertifizierter Sicherheitsschrank zur Gefahrstofflagerung
S. Sievers, Asecos

25 Produkte
von Cemo, DuPont und Schütz

PUMPEN | KOMPRESSOREN | DRUCKLUFTECHNIK

28 Chemiepumpen als Schlüssel zu mehr Prozesssicherheit
Leistungsfähige Doppelmembranpumpen
S. Anstöter, Timmer

30, 31 Produkte
von Atlas Copco, Boge, Busch und Kaeser

SONDERTEIL SICHERHEIT

33 Safety first
Sicherheit für Mitarbeitende und Anlagen

34 Safety-Lösungen für die Prozesstechnik
Zuverlässiger Betrieb unter extremen Umgebungsbedingungen
C. Gregorius, M. Ungermann, Phoenix Contact Electronics

36 Mit der richtigen Formel vor Cyberangriffen schützen
Neue Gefahren durch künstliche Intelligenz
D. Rausse, DACH & Nordic, Cybeready

38 Additiv gefertigte Halbzeuge im Kommen
Neue Zertifizierung bietet Rechtsicherheit für die Prozessindustrie
G. Kuhn, TÜV SÜD Industrie Service
G. Graf, Leiter Technologie, Rosswag

40 Sicherheit durch Sichtbarkeit
Ein sicherer Umgang mit Wasserstoff durch den Einsatz mikroskaliger Indikatorpartikel
S. Wenderoth, Dr. B. Schug
Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC

37, 42 Produkte
von Genua und Hengstler

MESS-, STEUER-, REGEL-, AUTOMATISIERUNGSTECHNIK

43 Flüchtige Emissionen reduzieren
Geschlossenen Probennahmesystemen gegen unkontrollierte Emissionen
M. Dixon, Swagelok Company

46 Unterbrechungsfreie Gasversorgung
Druckregelventile zur Notversorgung mit technischen Gasen
F.-D. Karolius, Samson

48 In der Praxis erprobt
Wasserstoffgeeignete Prozessarmaturen für einen sicheren Anlagenbetrieb
D. Fröhlich, Bürkert Fluid Control Systems

45 Produkt
von Vega

49 Bezugsquellenverzeichnis

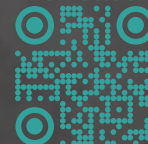
51 Index | Impressum



Safety is for life.™



rembe.de



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

© REMBE® | All rights reserved

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



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



Baustoffe recyceln

Die alkalische Aktivierung oder Geopolymerisation mineralischer Sekundärrohstoffe eröffnet Möglichkeiten, das Recycling von Baureststoffen zu erweitern. In einer Studie wurden Geopolymere aus Ziegelmehl und Mischbauschutt mithilfe einer alkalischen Aktivator-Lösung hergestellt. Das Ausgangsmaterial wurde zerkleinert und bis zu drei aufeinanderfolgenden Aktivierungsprozessen unterzogen. So ließen sich Geopolymere herstellen, mehrfach erneut aufmahlen und reaktivieren, ohne

neues Ausgangsmaterial hinzuzufügen. Auf diese Weise können alkalisch aktivierte Materialien am Ende ihrer Nutzungsdauer nach dem Abriss von Gebäuden und Bauwerken mehrfach wiederverwertet werden und somit deutlich zur Nachhaltigkeit beitragen.

Felix Kugler,
Technische-Hochschule Nürnberg
felix.kugler@th-nuernberg.de
DOI: 10.1002/cite.202300073

pH-Software

Genauere pH-Berechnungen sind unerlässlich, um optimale Reaktorlösungen zu entwerfen. Für komplexe Säure-Basen-Lösungen kann dies aufwendig sein. Visual Water ist ein leistungsstarkes Software-Tool, das genaue pH-Berechnungen mit automatischer, mathematischer Unsicherheitsanalyse ermöglicht. Es liefert zudem die Konzentrationen aller relevanten gelösten Spezies. In einer Studie wurde der Arbeitsablauf der Software beleuchtet und

anhand von Säuren und Basen validiert. Die ermittelte Abweichung von <0,2 pH-Einheiten zwischen gemessenen und berechneten pH-Werten unterstreicht die Zuverlässigkeit der Software, die dazu beitragen kann, die Arbeit von Laien in der Wasserchemie zu vereinfachen.

Pascal Kosse,
Ruhr University Bochum
pascal.kosse-w9z@ruhr-uni-bochum.de
DOI: 10.1002/cite.202300082

Membrane für die Algenfütterung

Im Kontext einer nachhaltigen Energieversorgung können Bioenergiefassaden eine interessante Ergänzung sein – Hybridsysteme, die aus solarer Strahlung sowohl Wärme als auch Mikroalgen-Biomasse produzieren. Die Algen sind wertvolle Rohstoffe in der Kosmetik- und Nahrungsmittelindustrie. In einer Studie wurde aufgezeigt, wie eine dezentrale Wärmeversorgung in städtischen Gebieten basierend auf erneuerbaren Energien mit einer Algenproduktion kombiniert werden kann. Die dezentral erzeugten CO₂-Emissionen werden mittels Membrantrenntechnik für die Biomasse-

produktion nutzbar gemacht. Das Betriebsverhalten der CO₂-selektiven Membranmaterialien wurde über einen Betriebszeitraum von fast 10 Jahren beobachtet. Dies liefert einen soliden Nachweis für die Betriebsbereitschaft der Polymermembran und der Membranzertechnologie. So wird eine weitere Optimierung des Trennverfahrens für zukünftige Anwendungen, auch in einem breiteren Einsatzspektrum, ermöglicht.

Thorsten Wolff, Helmholtz-Zentrum Hereon, Geesthacht
thorsten.wolff@hereon.de
DOI: 10.1002/cite.202300099

Gasentschwefelung

Eine vielversprechende Technologie zur selektiven Entfernung von H₂S aus sauren Gasen wie Koksofengas ist die nass-oxidative Absorption. Dabei wird H₂S in einer zirkulierenden alkalischen Waschlösung absorbiert und durch einen gelösten Redoxkatalysator direkt in elementaren Schwefel umgewandelt. Verschiedene Katalysatorklassen machen das Verfahren sehr flexibel. Basierend auf dem sog. Takahax-Verfahren, das mit dem Natriumsalz der 1,4-Naphtochinon-2-sulfon-

säure arbeitet, wurde eine Pilotanlage unter industriell relevanten Bedingungen mit Kokereigas betrieben. Durch eine geeignete Wahl der Betriebsbedingungen wurde ein stabiler Anlagenbetrieb ohne Schwefelfällung erreicht. Das feststofffreie Betriebsfenster wurde bestimmt und eine Schwefelrücklösungsstrategie entwickelt.

Julian Wurm,
Technische Universität Berlin
j.wurm@tu-berlin.de
DOI: 10.1002/cite.202300076

Zero Liquid Discharge

Der völlige Verzicht auf die Ableitung von Flüssigkeiten (Zero Liquid Discharge, ZLD) ist eine wichtige Voraussetzung für Industrieunternehmen, die mit Wasserknappheit und Umweltschutz zu kämpfen haben. Eine Kombination aus Membrandestillation und Kristallisation (MDC) stellt eine potenzielle Lösung für die Realisierung von ZLD dar. In einer Studie wurde die Leistung eines geimpften Air-Gap-MDC (AGMDC)-Systems anhand von hochsalzigen NaCl-Lösungen bewertet. Beim AGMDC befindet sich ein Luftspalt zwischen Mem-

bran und Kondensationsfläche. Die Rückgewinnungsraten lagen für Wasser bei >95 %, für Salz bei >95,5 %. Impfkristalle hemmen die Membranbenetzung. Auf der Zufuhrseite der Membran eingeführt können sie die Lebensfähigkeit des MDC-Systems als vielversprechende Lösung für ZLD verbessern. Der durchschnittliche thermische Wirkungsgrad lag bei 61,5 %.

Mark W. Hlawitschka, Johannes Kepler Universität Linz, Österreich
mark.hlawitschka@jku.at
DOI: 10.1002/cite.202300084

CKW entfernen

Die Adsorption an Aktivkohle beseitigt organische Verunreinigungen zuverlässig aus Wasser. Ihre Herstellung und Regenerierung sind jedoch Hochtemperaturverfahren mit einem hohen CO₂-Fußabdruck. Dazu kommt oft ein langer Transportweg. In einer Studie wurde ein vor Ort regenerierbares Adsorptionsmittel-Festbett aus Fe-beladenem MFI-Zeolith vom Labor- bis zum Pilotmaßstab entwickelt. Der Zeolith zeigt eine sehr hohe Adsorptionsleistung für hydrophile chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW) aus kontaminier-

tem Grundwasser und kann vor Ort durch Spülen mit H₂O₂ regeneriert werden. Die adsorbierten Schadstoffe werden dabei durch eine katalytische Fenton-ähnliche Reaktion abgebaut. Ein Behandlungsstrang aus Aktivkohle und anschließendem Zeolith-Adsorber erscheint vielversprechend, um die Betriebsdauer von Aktivkohle-Adsorbent zu verlängern.

Anett Georgi, Helmholtz Center for Environmental Research, Leipzig
anett.georgi@ufz.de
DOI: 10.1002/cite.202300096

Dezember 2023

Rhetorik für Ingenieure	12. – 13. Dez.	online	VDI Wissensforum, www.vdi-wissensforum.de
-------------------------	----------------	--------	--

Januar 2024

Modernes Führen im Wandel	15. Jan.	Hamburg	VDI Wissensforum, www.vdi-wissensforum.de
---------------------------	----------	---------	--

Hochtemperaturwärmepumpen für Industrieanwendungen	15. Jan.	online	VDI Bezirksverein München, Ober- und Niederbayern AK Energietechnik, www.technik-in-bayern.de
--	----------	--------	---

Crashkurs: EU-Maschinenverordnung vs. Maschinenrichtlinie	15. – 18. Jan.	online	VDI Wissensforum, www.vdi-wissensforum.de
---	----------------	--------	--

Ausbildung zum Explosionsschutzbeauftragten	23. – 26. Jan.	Essen	Haus der Technik, info@hdt.de , www.hdt.de
---	----------------	-------	---

Prozesssimulation in der Verfahrenstechnik	30. – 31. Jan.	Essen	Haus der Technik, info@hdt.de , www.hdt.de
--	----------------	-------	---

TAR 2024 – Turnarounds, Anlagenstillstände, Revisionen	30. – 31. Jan.	Postdam	TAC Insights, www.tarconference.de
--	----------------	---------	--

März 2024

Die Qualitätssysteme GMP (Gute Herstellungspraxis) und GLP (Gute Laborpraxis) im Überblick – Ein Leitfaden der Guten Praxis	1. Mrz.	Frankfurt/Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de , www.gdch.de
---	---------	----------------	---

Controlling	11. – 12. Mrz.	Frankfur/Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de , www.gdch.de
-------------	----------------	---------------	---

GLP-Intensivtraining mit QS-Übungsaufgaben: Methodvalidierung und Gerätequalifizierung unter GLP (Gute Laborpraxis) - mit Praxisteil	12. – 14. Mrz.	Frankfur/Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de , www.gdch.de
--	----------------	---------------	---

Wiley Online Library



ACHEMA2024

World Forum and Leading Show for the Process Industries



10 – 14 June 2024

Frankfurt am Main, Germany

www.achema.de



Fachkräfte für die Chemieindustrie

Strategien im Personal- und Wissensmanagement – Interview mit Heidrun Hausen, Personalleiterin bei Delo Industrieklebstoffe

LEISTUNG
WISSEN
ERFAHRUNG
KOMPETENZ

©Matthias Richter - stock.adobe.com

Der demografische Wandel verändert auch die Altersstruktur in Unternehmen der Chemieindustrie. Es gilt, nicht nur junge Fachkräfte zu gewinnen, sondern auch Wissen und Erfahrung auf die nachfolgende Generation zu transferieren. CITplus fragt bei mittelständischen Chemieunternehmen nach, wie sie diesen Herausforderungen begegnen und welche Lösungen sie zum Wissensmanagement gefunden haben.

CITplus: Frau Hausen, wie ist Ihre Personalsituation derzeit mit Blick auf die verschiedenen Abteilungen und Aufgabenbereiche des Unternehmens? Beeinträchtigt ein Personalmangel die wirtschaftlichen Entwicklungschancen des Unternehmens?

Heidrun Hausen: Wir spüren natürlich die Auswirkungen des Fach- und Hilfskräftemangels, wie vermutlich jedes andere Unternehmen auch. Noch dazu wächst Delo im Vergleich zu anderen Mittelständlern besonders kräftig, was die Situation verschärft. Wir suchen in allen Bereichen, vor allem Fachkräfte in der Chemie und Physik sind bei uns gefragt. Aber nicht nur:

Auch in der Produktion und Logistik ist – mal mehr, mal weniger – Platz für neue Kolleginnen und Kollegen. Perspektivisch kommen mit dem Bau des neuen Logistikzentrums an unserem Hauptstandort in Windach bei München sicherlich neue Herausforderungen auf uns zu.

Und doch: Unsere gute wirtschaftliche Entwicklung ist noch ungebrochen, unsere Auftragsbücher sind voll, wir halten unsere Fristen ein. Wie sich die Situation in den nächsten Jahren entwickelt, bleibt abzuwarten. In jedem Fall sind unsere Ziele ambitioniert: Mehr als 100 Stellen sind für dieses Geschäftsjahr noch nicht besetzt – und wir planen weitere, neue Stellen.

Welche Maßnahmen ergreifen Sie aktuell und planen Sie in Ihrem Unternehmen und darüber hinaus, um einem Fachkräftemangel entgegenzuwirken?

H. Hausen: Delo ist ein solides, unabhängiges Familienunternehmen. Wir bedienen starke Branchen und bekannte, verlässliche Kunden. Damit bieten wir in diesen unruhigen Zeiten etwas, das gerade nicht alle können: Sicherheit. Wir merken, dass auch jüngere Generationen wieder mehr auf diesen Aspekt achten. Während andere Branchen und Unternehmen die HR-Abteilung verkleinern, stellen wir weiter ein, vor allem gut ausgebildete Recruiterinnen und Recruiter,



Keywords

- **Fachkräfte-Recruiting**
- **Demografischer Wandel**
- **Wissensmanagement**

die uns unterstützen. Uns ist es einfach wichtig, die richtigen Leute für Delo zu finden. Bei jeder Stelle integrieren wir deshalb das bestehende Team in den Auswahlprozess, das heißt, die potenziellen Kolleginnen und Kollegen lernen sich kennen – und können ein "Veto" einlegen, sollten die Persönlichkeiten nicht harmonieren. Dadurch ist unsere "Time to Hire" zwar länger, die Fluktuation jedoch geringer.

Gerade weil unsere guten Leute durch die vielen Vakanzen stark belastet sind, pflegen wir sie. Erst vor kurzem haben wir beispielsweise ein "Employee Assistance Program", kurz EAP, eingeführt. Bei dieser externen Beratung erhalten unsere Mitarbeitenden, genauso wie ihre Angehörigen, Hilfe von Experten aller Art – von Diplompsychologen bis hin zu Rechtsanwältinnen. Sämtliche Kosten trägt Delo.

Welchen Stellenwert haben Bildung, Ausbildung, Weiterbildung in Ihrem Unternehmen?

H. Hausen: Bei uns wird jedes neue Teammitglied eingestellt nach dem Motto: Ankommen, bleiben, wachsen. Unsere Ausbildungsrate ist überdurchschnittlich hoch, im Moment beschäftigen wir rund 50 Azubis. Nahezu allen von ihnen können wir eine Zukunft bieten. Durch Koope-



Heidrun Hausen,
Personalleiterin bei
Delo Industrieklebstoffe

rationen mit Bildungseinrichtungen versuchen wir, das MINT-Interesse bei Schülerinnen und Schülern schon früh zu wecken und potenzielle Bewerber auf Delo aufmerksam machen.

Dank unseres kontinuierlichen Wachstums steigen bei uns außerdem viele Berufsanfänger ein, was dazu führt, dass unser Altersdurchschnitt deutlich unter dem Durchschnitt liegt. Unsere Belegschaft will noch etwas erreichen im Berufsleben. Das heißt für uns als Arbeitgeber: Fördern, fördern, fördern, sei es durch (Online-) Weiterbildungen in unserer hauseigenen Delo Academy, „Karrierpfade“, die Transparenz in den eigenen Werdegang bringen, oder finanzielle Förderung. Sieben Prozent der direkten Personalkosten investieren wir in Weiterbildung. Auch externe Fortbildungen, zum Beispiel an Technikerschulen, unterstützen wir gerne. Mich persönlich freut es immer sehr zu beobachten, wie sich unsere Mitarbeitenden beispielsweise zu Teamleiterinnen und -leitern entwickeln.

Welche Lösungen nutzen Sie, um Wissen und Erfahrungen sowie Änderungen zu kommunizieren, zu vermitteln und zu konservieren?

H. Hausen: Wir versuchen, möglichst viel Kommunikation zwischen den Abteilungen und (Führungs-) Ebenen zu ermöglichen. Das gelingt uns etwa durch den Austausch in Gremien. Unser „Beraterzirkel“ mit Mitgliedern des mittleren Managements trifft sich regelmäßig und die einzelnen Abteilungen laden regelmäßig zu „Poster Sessions“, um interdisziplinäre Diskussionen zu ermöglichen. In Austauschformaten, zum Beispiel unserem „Coffee Talk“, wiederum kommen durch einen Zufallsgenerator ausgewählte Mitarbeitende mit der Geschäftsleitung ins Gespräch. Abgesehen davon helfen unser Mentoringprogramm und natürlich digitale Lösungen wie unser Labor- und Produktinformationsmanagementsysteme, damit werden Kennwerte zu Klebstoffen, Messwerte und Kennzahlen dokumentiert und zentral verfügbar gemacht.

Welchen Beitrag kann die Digitalisierung gegen den Fachkräftemangel leisten und welche Maßnahmen zur Digitalisierung unterstützen Ihr Personal in der Bewältigung seiner Aufgaben?

H. Hausen: Viele einfache Jobs werden durch die Digitalisierung vielleicht keinen Sinn mehr ergeben. Dafür kann an anderer Stelle mehr Raum für Kreativität und Innovation entstehen. Natürlich arbeiten wir auch an der Digitalisierung, um unsere Kolleginnen und Kollegen zu entlasten. Hybride Meetings, 360°-Kameras in Meetingräumen, Microsoft Teams: All das hilft uns, geografische Grenzen aufzulösen, international enger zusammenzuarbeiten und wichtige Wissensträger, zum Beispiel Mütter, die aus der Elternzeit zurückkehren, früher wieder zu integrieren.

Was uns aktuell außerdem beschäftigt, ist der Umgang mit künstlicher Intelligenz. Ich bin überzeugt: Je mehr wir ChatGPT und noch besser, eigene KI nutzen, desto wichtiger wird Bildung. In Zukunft wird es weniger darauf ankommen, die richtigen Antworten zu kennen, als die richtigen Fragen zu stellen. Für uns bedeutet KI perspektivisch: Wir werden in Zukunft vielleicht weniger schnell Personal aufbauen müssen, aber dafür noch besser ausgebildetes Personal benötigen.

Stellen Sie repräsentative Unterschiede in den Erwartungen und in den Ausgangsvoraussetzungen Ihrer Bewerber und Arbeitnehmer verschiedener Generationen fest und wenn ja, welche?

H. Hausen: In Abhängigkeit von der jeweiligen Lebensphase gleichen sich die Herausforderungen, mit denen unsere Mitarbeitenden zu tun haben: Die richtige Balance zwischen Arbeit und Freizeit finden, Kinderbetreuung, Pflege von Angehörigen, kritische Lebensereignisse. Unser Ziel ist, dass die Leute lange bei uns bleiben. Was uns auffällt: Die Gehaltsvorstellungen unserer jüngeren Bewerberinnen und Bewerber sind teilweise sehr sportlich, sie sind offener in ihren Forderungen als ihre Vorgänger. Ältere Generationen sind da oft noch realistischer. Diese Diskrepanz zeigt sich auch nach der Einstellung. Gut qualifizierte Fachkräfte werden gebraucht – dessen sind sich gerade die Jüngeren bewusst. Sie fordern auch nach Vertragsunterschrift mehr. Wer gute Arbeitskräfte halten will, muss heutzutage einfach mehr bieten – von Events bis hin zu Sportangeboten. Ich sehe das positiv: Jede Generation bringt Vorteile mit sich. Wie immer gilt: Die Mischung macht's.

Was erwarten Sie von der Politik, um dem demografischen Wandel und dem damit verbundenen Kompetenz- und Fachkräfteverlust zu begegnen?

H. Hausen: Was wir von der Politik fordern, pflegen wir auch bei uns: Entbürokratisierung. Viele Prozesse können erleichtert oder sogar abgeschafft werden. Im Alltag geht dafür gerne der Blick verloren. Es muss das Ziel sein, Arbeit zu reduzieren, vor allem wenn sie keine Wertschöpfung bringt. Außerdem erwarten wir eine aktivere, zukunftsorientiertere Auseinandersetzung mit dem demografischen Wandel und konkrete Maßnahmen. Es gibt einige Schlüsselbereiche, in denen Neuerungen dringend erforderlich sind, zum Beispiel eine kluge, effektive und unbürokratischere Fachkräfteeinwanderung. Es würde bereits helfen, wenn Berufserfahrung durch Unternehmen geprüft würde statt durch Behörden und behördliche Prozesse digitalisiert würden. Gerade in den Botschaften dauert die Bearbeitung bei sehr eindeutigen Bluecard-Fällen oft lange. So lange, dass wertvolle Bewerber in andere Staaten abwandern.

Delo Industrie Klebstoffe

Delo Industrie Klebstoffe ist ein Hersteller von Industrieklebstoffen mit Sitz in Windach bei München. Das eigentümergeführte Unternehmen bietet seit 60 Jahren maßgeschneiderte Spezialklebstoffe und Gerätesysteme für Anwendungen in High-Tech-Branchen – vom Automobilsektor und der Luftfahrt über die Optoelektronik bis hin zur Elektronikindustrie. Mit Tochtergesellschaften in den USA, China, Singapur, Malaysia und Japan sowie weltweiten Vertretungen und Repräsentanzen ist sichergestellt, dass Kunden weltweit kompetent beraten werden. Gemeinsam mit Kunden entwickelt das Unternehmen maßgeschneiderte Lösungen: Bereits in der Entwicklungsphase eines neuen Produkts arbeiten Vertrieb, Produktmanagement, Forschung und Entwicklung sowie Engineering Hand in Hand, helfen bei der Integration der Produkte in die Herstellungsprozesse und begleiten die laufende Produktion. www.delo.de

Was macht Sie als Unternehmen besonders attraktiv für Arbeitnehmer und Arbeitnehmerinnen und welche Perspektiven eröffnen sich für sie in Ihrem Unternehmen?

H. Hausen: In sämtlichen HR-Umfragen betonen unsere Angestellten den engen Zusammenhalt unter den Mitarbeitenden. Das freut mich persönlich und ist sicher eine Besonderheit. Abgesehen davon sind wir ein klassischer „Hidden Champion“. Unsere Klebstoffe sind hochinnovativ und die Labore hervorragend ausgestattet – das begeistert unsere Tüftler natürlich. Unser starkes Wachstum birgt viele Chancen, bei Delo aktiv mitzuwirken und unsere Strukturen mitzugestalten. Wir bieten dafür gerne den Rahmen, setzen aber weiterhin auf das Prinzip Leistung: Wer weiterkommen will, sollte sich beweisen und Initiative zeigen, dann bieten sich regelmäßig tolle Chancen in allen Abteilungen. Zukünftig werden wir aber den Fokus stärker auf unsere Talente legen. Wir möchten konkrete Wege aufzeigen, die es für motivierte Mitarbeitende geben kann, sich zu entwickeln. Egal ob in einer Fach- oder Führungslaufbahn.

Das Interview führte Dr. Etwina Gandert, Chefredakteurin CITplus.

Wiley Online Library



DELO Industrie Klebstoffe GmbH & Co. KGaA,
Windach
Tel.: +49 8193 9900 - 144
info@delo.de
www.delo.de

Europa braucht Innovationen

Am 6. Februar 2024 findet zum achten Mal das ECP als Industrie Speed Dating Event statt. Über 400 Teilnehmer werden sich in Frankfurt im Dechema-Haus treffen. Der Austausch über Disziplinen, Unternehmen und Regionen hinweg ist so wichtig, um Inspirationen für die Lösungen der aktuellen Probleme zu finden. Antizyklisch in der Krise trotz Inflation und Energiepreis zu handeln und insbesondere den heute noch Jungen, doch morgen schon Verantwortlichen den Zugang zu Netzwerken zu ermöglichen, ist so wichtig. Das ECP, 2017 als European Chemistry Partnering gestartet, ist ein interdisziplinärer und internationaler Austausch. In Präsenz und zwei Wochen später digital werden sich die Entscheidungsträger aus Großunternehmen, Mittelstand und Start-ups treffen, um gemeinsam und – vor allem – mit Investoren und Förderern von Innovationen treffen. Die Partnering-Gespräche dauern 20 Minuten und können vorab vereinbart werden. Die Veranstalter rechnen mit über 1.000 dieser konspirativen Treffen, um den Fortschritt zu bewegen. Weitere Inspirationen gibt es zur Eröffnung, in Workshops und Pitch Session. Christian Kohlpaintner, CEO von Brenntag wird das 8th ECP eröffnen. Die Gründer-Keynote wird Marc Struhalla vom Enzymspezialisten c-LEcta halten: Er hat in zwanzig Jahren ein Uni-Start-up zum Global Player entwickelt. Der Garant für einen wertvoll investierten Tag ist Holger Bengs, der Initiator des ECP; durch seinen Mentor Helmut Ringsdorf und seiner Zeit bei Hoechst kennt er die Kraft des Austausches sehr gut: raus aus den Laboren, den Fluren, Gebäuden und Industrieparks, um im interessierten und durch Neugier getriebenen Miteinander unser gemeinsames Morgen zu ermöglichen. Bis zum 6. Dezember gilt der Early-Bird-Tarif. <https://ecp-event.com/>



© Videophilia Stock/Stocksy - stock.adobe.com

TAR 2024 – Turnarounds, Anlagenstillstände, Revisionen

Die steigende Komplexität von Turnarounds und Revisionen erfordert eine Neubewertung bewährter Vorgehensweisen. Doch welche Hebel gibt es, die nächsten Großabstellungen zum Erfolg zu führen? Fach- und Führungskräfte, die mit Aufgaben im Stillstandsmanagement betraut sind, treffen sich vom 30. bis 31. Januar in Potsdam, um sich über die Herausforderungen und Trends für den sicheren, wertschöpfenden Betrieb prozesstechnischer Anlagen auszutauschen. Die Jahrestagung TAR 2024 – Turnarounds, Anlagenstillstände, Revisionen, die in Kooperation mit Accenture durchgeführt wird, ist seit nunmehr 20 Jahren ein Treffpunkt für die Community. Namhafte Unternehmen zeigen auf, welche Auswirkungen der Einsatz neuer Technologien auf Prozess, Mensch und Maschine hat.

Ob Bedarfsplanung, Vergabestrategie und Kapazitätssicherung, dynamisches Risikomanagement oder Multiprojektmanagement durch die Integration von Capex-Projekten in den Turnaround – Teilnehmende erhalten einen Einblick in bewährte Prozesse und Methoden, um den nächsten Turnaround erfolgreich zu meistern. Auch Genehmigungs- und Behördenmanagement sowie Nachhaltigkeit durch die Einbindung von Entsorgungs- und Recyclingkonzepten in die TAR-Planung stehen im Fokus. Erfahrungsberichte aus verschiedenen Branchen geben wertvolle Impulse, sowohl aus Sicht der Betreiber als auch der technischen Dienstleister. Interaktive iFores bestehend aus Impulsvortrag und Diskussion beziehen die Teilnehmenden aktiv ein und fördern den gemeinsamen Austausch. Innovationen und technologische Weiterentwicklungen werden anhand von Demo Jam Sessions erlebbar gemacht. Keynotes und Spotlights regen dazu an, auch außerhalb der sonst üblichen Grenzen zu denken. Sie beleuchten Marktentwicklungen und helfen, Trends richtig einzuordnen sowie Ansätze für die betriebliche Praxis zu entwickeln. www.tarconference.de

Wachstum in der Prozessautomation schwächt sich ab

Nach zwei starken Jahren liegen die Umsätze bei den Mitgliedsunternehmen des ZVEI-Fachbereichs Messtechnik und Prozessautomatisierung (M+P) auch im Zeitraum Januar bis September 2023 einstellig über Vorjahr. Bei den globalen Auftrageingängen hingegen ist ein leichter Rückgang im mittleren einstelligen Bereich zu erkennen, der noch bis Anfang 2024 anhalten könnte. Die globalen Trends Elektrifizierung und Digitalisierung, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit sind weiterhin einflussreiche Faktoren. Dadurch erwarten die Unternehmen ab Frühjahr wieder deutlich positive Impulse für die Branche. Etwa kann durch Digitalisierungslösungen, wie z.B. der NAMUR Open Architecture (NOA), der großen Herausforderung des Fachkräftemangels begegnet werden. So können unter anderem Monitoring und Optimierung sowie die Wartung in verfahrenstechnischen Anlagen digitalisiert und effizienter gestaltet werden.

Während bei Produkten und Lösungen aus dem Geschäftsfeld „Instrumentierung“ noch Wachstum zu erkennen ist, zeigt sich der Bereich „Leittechnik“ bereits schwächer. Im Hinblick auf die Regionen kommen positive Signale aus dem US-amerikanischen Markt. Auch der asiatische Markt entwickelt sich zum überwiegenden Teil erfreulich. Insbesondere Indien sticht positiv heraus, China dagegen schwächelt. Auch das Europa- und insbesondere Deutschlandgeschäft zeigt sich eher schwach. Vor allem bei der deutschen Chemieindustrie ist eine erkennbare Investitionszurückhaltung zu vernehmen, die zu einem Geschäftsrückgang in dieser Branche führt. Zuwächse konnten hingegen in der Pharmaindustrie sowie in den Sektoren Öl, Gas, Wasserstoff, Wasser und Abwasser erzielt werden. In der Prozessindustrie hilft Automatisierung bei Effizienzsteigerung und führt somit zu einer Verbesserung der Kostenbasis. www.zvei.org

Wiley Online Library



Maintainer 2024 – die Auszeichnung für herausragende Instandhaltung

Die aktuellen Herausforderungen in den Märkten erfordern neue Ansätze und eine konsequente Umsetzung von Best Practices, um Anlagenperformance und Produktivität auf das gewünschte Level zu heben. Instandhaltungsteams aus Industrieunternehmen und Industrieservice sowie Hersteller von Maschinen und Ausrüstungen oder Lösungsanbieter sind herzlich eingeladen, ihre Optimierungserfolge und Innovationen einer Fachöffentlichkeit zu präsentieren: Gesucht werden wieder die besten Instandhalter des Jahres in den Kategorien Maintainer – Excellence in Instandhaltung & technischem Service sowie Maintainer – Sonderpreis für Innovation. Eine Fachjury kürt in beiden Kategorien den Gewinner. Auch in diesem Jahr setzt sie sich aus unabhängigen und hochkarätigen Expert:innen aus dem Instandhaltungsumfeld zusammen: Dr. Alba Mena-Subiranas, Vice President Global Operations Additives & Resins, BASF; Thomas Lichti, Leiter Instandhaltung Zerspanung, Mercedes-Benz Werk Mannheim, Daimler Truck; Dr. Andreas Weber, Vice President CID – OPM, Technical Services, Evonik Operation; Dr. Etwina Gandert, Chefredakteurin CITplus, Wiley-VCH sowie Frank-Uwe Hess, Managing Director – Industry X, Intelligent Asset Management ASG Lead, Accenture. Alle Aktivitäten mit nachweisbaren Ergebnissen haben eine Chance auf die Auszeichnung Maintainer Award 2024, der mit freundlicher Unterstützung von Accenture und CHEManager gesponsert wird. Die Gewinner der jeweiligen Kategorie präsentieren ihre Projekte, Lösungsansätze oder Produkte auf der Fachtagung Mairdays 2024 am 12. März 2024 in Berlin. Bewerbungsschluss ist der 31. Januar 2024. www.mairdays.de



Dexpi-Initiative gründet eingetragenen Verein

Die Mitglieder der DEXPI (Data Exchange in the Process Industry) Initiative haben den Dexpi e.V. gegründet mit dem Ziel, als eigenständige Einheit die Interoperabilität in der Prozessindustrie künftig noch stärker voranzutreiben und die Vereinsmitglieder in die Gestaltung und Umsetzung des Datenaustausch-Standards einzubeziehen. In den vergangenen Jahren war die Dexpi-Initiative unter dem Dach der ProcessNet (einem Zusammenschluss von Dechema und VDI-GVC) innerhalb der Fachsektion Prozess-Apparate und Anlagentechnik (PAAT) aktiv. Die offizielle Gründungsversammlung fand am 26. Oktober 2023 im Dechema-Haus in Frankfurt am Main statt. Ziel ist es, einen offenen, neutralen und zuverlässigen Datenaustausch-Standard für die Prozessindustrie zu schaffen. Gründungsmitglieder sind die Unternehmen Autotec, Autodesk, Aveva, BASF, Bayer, Cadmatic, Equinor, Evonik, Hexagon, Industrial Analytics, IT & Factory, Pnb Plants & Bytes, PTC, Semantum, Shell und Wotten Consulting. <http://dexpi.org>



DISCOVER ISPE GUIDANCE DOCUMENTS

Shape the Future of Pharma™
with the Gold Standard in
Peer-Driven Insights

Keep up with the latest industry trends, technological advancements, and regulatory expectations. Written and reviewed by your industry peers, ISPE Guidance Documents provide best practices that help narrow the interpretation of regulatory standards and help you maintain a competitive edge in the market.

Are You Ready to
Shape the
Future of Pharma™?



[ISPE.org/Guidance-Documents](https://www.ispe.org/guidance-documents)

The International Society for Pharmaceutical Engineering

Jessica Bethune ist neue Vice President Industrial and Process Automation bei Schneider Electric

Jessica Bethune ist neue Verantwortliche für den Industriebereich von Schneider Electric in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Die studierte Wirtschaftsrechtlerin ist seit Januar 2022 beim Tech-Konzern tätig und war zuvor als Managing Director für das Segment Prozessautomation in der Region Mitteleuropa zuständig. Anders als ihr Vorgänger Pierre Bürkle, der von Juli 2021 bis August 2023 das Industriegeschäft in der DACH-Region geleitet hat, wird das Aufgabenfeld von Bethune noch um die Sparte Prozessautomatisierung erweitert. Dabei stehen insbesondere Themen wie herstellerunabhängige Automatisierung, IT-OT-Konvergenz sowie Lösungen für mehr Energieeffizienz auf ihrer Agenda. Auch das industrielle Metaversum und die Entwicklung von auf künstlicher Intelligenz basierenden Anwendungen spielen bei der Weiterentwicklung des Industrieportfolios von Schneider Electric eine wichtige Rolle.

Mit mehr als 20 Jahren Erfahrung im Vertrieb und Sales Operations Management, Geschäftsentwicklung und strategischem Projektmanagement kann Bethune auf ein hohes Maß an Expertise bei der Digitalisierung verschiedener Branchen zurückgreifen. Vor ihrer Zeit bei Schneider Electric arbeitete die in Deutschland aufgewachsene Amerikanerin



© Schneider Electric

bei verschiedenen Softwareunternehmen, etwa beim Schneider Electric-Partnerunternehmen OSIsoft. Zuletzt leitete sie den Vertrieb von Equinix, einem weltweit tätigen Anbieter von Rechenzentren. Bethune engagiert sich aktiv in Branchenverbänden wie dem VDMA und dem ZVEI, wo sie Know-how und Best Practices zu den Themen Prozessautomatisierung und Digitalisierung weitergibt. Als Mitglied von Valence Community und Mission Female setzt sie sich auch außerberuflich für Diversität und Integration ein.

Mit dem dediziert auf Nachhaltigkeit zugeschnittenen Geschäftsmodell von Schneider Electric kann Jessica Bethune sich voll und ganz identifizieren. „Ich bin der festen Überzeugung, dass gerade ein von Nachhaltigkeit und Digitalisierung geprägtes unternehmerisches Mindset beste Voraussetzungen dafür bietet, dass unser Wirtschaftsstandort wieder an Resilienz gewinnt“, sagt Bethune mit Blick auf die von Fachkräftemangel und hohen Energiepreisen geprägte Lage. „Und gerade die vielen Berufsgruppen, die wir in der Industrie vorfinden, bringen mit ihrem jeweiligen Know-how doch schon unglaubliches Potenzial für einen klimafreundlichen Umbau unserer Wirtschaft mit. Aber für die Nutzung dieses Potenzials müssen auch Anreize geschaffen werden. Das erfordert das Schaffen von verlässlichen und zukunftsweisenden Rahmenbedingungen durch die Politik. Aber auch technologisch sind gewisse Voraussetzungen gefragt. Dabei denke ich zum Beispiel an Skalierbarkeit, Systemoffenheit oder Benutzerfreundlichkeit.“

www.se.com.de

Dennis Lippmann erhält den Meyer-Galow-Preis

Dr. Dennis Lippmann, Präsident der Thyssenkrupp Uhde, Houston/USA, erhält den Meyer-Galow-Preis für Wirtschaftsschemie 2023. Der Preis der gleichnamigen Stiftung ist bei der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) angesiedelt und mit 10.000 EUR dotiert. Dr. Lippmann hat mit seinem Team ein Verfahren entwickelt und erfolgreich in den Markt eingeführt, mit dem die Kapazität von Ammoniakanlagen deutlich vergrößert und die Energieeffizienz verbessert werden kann. Das Uhde-Zweidruckverfahren vermeidet Risiken, die beim Hochskalieren anderer Verfahren entstehen. Der Preisträger erhält die Auszeichnung im Rahmen einer Feierstunde bei Thyssenkrupp Uhde in Dortmund vom GDCh-Präsidenten Professor Dr. Karsten Danielmeier. Mit dem Meyer-Galow-Preis für Wirtschaftsschemie würdigt die GDCh die Markteinführung dieses Verfahrens. Im Jahr 2006 ging mit der SAFCO-IV Anlage in Saudi-Arabien die erste entsprechende Anlage mit einer Kapazität von 3.300 t pro Tag in Betrieb – heute sind es bereits fünf, eine weitere ist im Bau und die nächste in der Planung. Der Preisträger Dr. Dennis Lippmann ist CEO und Präsident der Thyssenkrupp Uhde in den USA. Vor seinem Wechsel im Jahr 2015 arbeitete er als Vizepräsident der Synthesegas- und Düngersparte von KBR. Zuvor war er bereits von 1995 bis 2013 in verschiedenen Positionen bei Uhde in Deutschland und den USA tätig. Dr. Lippmann hat sein Chemieingenieurstudium an der Technischen Universität Clausthal im Jahr 1995 mit der Promotion abgeschlossen.



© GDCh

www.gdch.de

Dechema Forum – das neue Format für mehr Interaktion und Vernetzung

Vom 11. bis zum 13. September 2024 findet in Friedrichshafen das Dechema Forum statt. Ein Thema, zwei Tage, wertvolle Kontakte – so bringt es Kathrin Rübberdt, Bereichsleiterin Wissenschaft und Industrie beim Dechema e.V., auf den Punkt. „Wissenschaft und Industrie im Dialog“ ist unser Motto. Das möchten wir im Dechema Forum als neuer Veranstaltungsreihe ganz besonders zum Ausdruck bringen. Es geht darum, ein hochaktuelles, anwendungsrelevantes Thema aus vielen Perspektiven zu beleuchten und sich in Vorträgen, Diskussionen und Workshops über praxisnahe Lösungen auszutauschen.“ Das jeweilige Thema der Veranstaltung wird seitens der Industrie definiert. Sie stellt damit die zentrale Frage und die wissenschaftliche Community wird dann die Antworten darauf haben, ist Rübberdt überzeugt. „Im Jahr 2024 beschäftigen wir uns mit dem Thema – Wie können Chemie, Pharma und Life Sciences ihre Produktion schon heute nachhaltiger gestalten?“ Außerdem sollen eine Firmenausstellung und Angebote wie Workshops oder Speed-Dating den wissenschaftlichen Nachwuchs und die Unternehmen zusammenbringen.

https://dechema.de/dechema_Forum_2024.html



© Dechema

Wiley Online Library

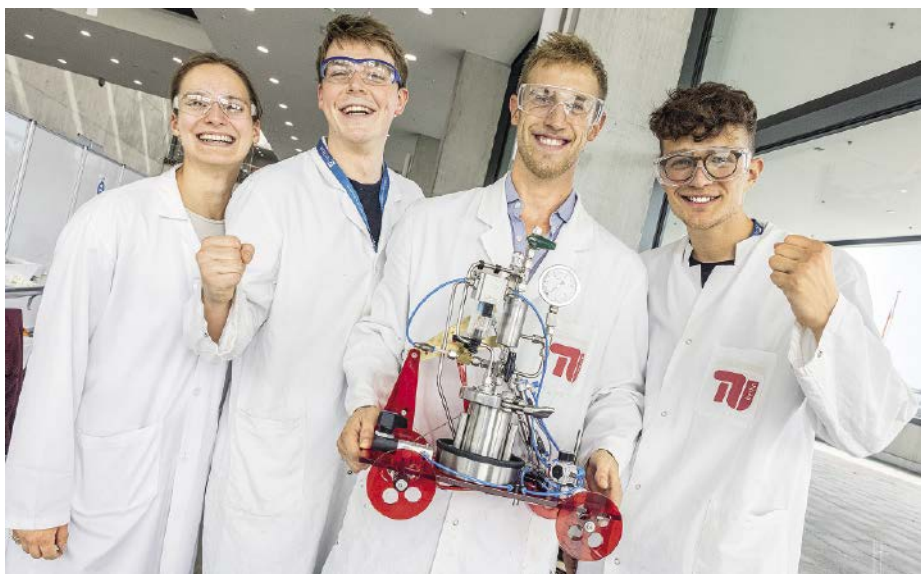


ChemCar-Pokal 2023 des VDI geht nach Berlin

Den ersten Platz beim diesjährigen ChemCar-Wettbewerb sicherte sich das Team der TU Berlin, mit ihrem ChemCar „Ronny V5“, gefolgt vom Team „Reactics“ der Universitas Gadjah Mada aus Indonesien und dem Team „DOpportunity“ der TU Dortmund auf den Plätzen zwei und drei.

Zum 18. Mal hatten die Veranstalter – die kreativen jungen Verfahreningenieure (kVIs) der VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (GVC) – Studierende aufgerufen, kleine Fahrzeuge zu bauen, die für Antrieb und Steuerung ausschließlich (bio-)chemische Reaktionen nutzen. Die jährliche Herausforderung des Wettbewerbs ist es, ein innovatives ChemCar zu entwerfen und am Wettbewerbstag die am Morgen kurzfristig ausgeloste Strecke von 12,5 m mit einem Zusatzgewicht von diesmal 0 % möglichst punktgenau zu erreichen. Das Sieger-ChemCar „Ronny V5“ ähnelte einer Draisine und wurde mittels gasförmigem Sauerstoff angetrieben, der bei der Zersetzung von Wasserstoffperoxid durch Eisen(III)-Nitrat. Das Berliner Team nutze seinen Heimvorteil und bewältigte die Strecke bravourös mit nur einer Differenz von 24 cm konnte den begehrten ChemCar-Pokal sowie 2.000 EUR Preisgeld höchst verdient einheimen. Für die sichere Durchführung des Wettbewerbs waren zwei Sicherheitsexperten der Firma Inburex sowie Feuerwehrleute und Sanitäter vor Ort.

Auch die ChemCars der anderen Teams gingen sehr erfolgreich an den Start. So freuten sich die Teams aus Indonesien über den zweiten Platz. Auch ihr ChemCar wird mittels gasförmigen Sauerstoffs angetrieben, der aus einer Kaliumiodid katalysierten Was-



© Messe Berlin

serstoffperoxid-Zersetzung entsteht, zusätzlich löst eine Jod-Uhr-Reaktion über ein Magnetventil den Bremsmechanismus aus. Das Team DOpportunity landete auf dem dritten Platz und konstruierte einen Elektromotor, der von einer Zn/NaOH-Anoden- und einer Cu/CuSO₄-Kathoden-Halbzelle angetrieben wird. Das ChemCar wird mittels Polymerabsorption abgebremst, bei dem durch Erhöhung des pH-Wertes im Getriebe ein dort gelöster Superabsorber anschwillt und die Zahnräder blockiert. Gewinner der Herzen auf dem vierten Platz war das Team HyFuel AC der RWTH Aachen. Das Team konstruierte ein sehr innovatives ChemCar, bei dem ein Elektromotor von einer Wasserstoff-Brennstoffzelle gespeist wird. Der benötigte Wasserstoff wird durch die Reaktion von Natronlauge mit Aluminiumpulver direkt erzeugt und verbraucht, sodass kein Tank erforderlich ist. Als Stoppreaktion wird das aus Natriumhydrogencarbonat mit Salzsäure entstehende CO₂ genutzt, das einen Kolben

bewegt, der schließlich den Bremsmechanismus aktiviert.

Der Wettbewerb fand im Rahmen des Internationalen Kongresses ECCE/ECAB in Berlin statt, sodass über 1.400 internationale Kongressteilnehmer den spannenden Wettbewerb verfolgen konnten. Engagement, Aufregung und Emotionen der vier Teams aus Deutschland und Indonesien waren entsprechend hoch und mittels Online-Übertragung fieberten auch digitale Zuschauer begeistert mit. VDI und kVI danken den unterstützenden Unternehmen und deren Jurymitgliedern: BASF, Covestro, Evonik, Inburex, Lanxess und Merck sowie Dechema und Messe Berlin für die Unterstützung vor Ort. www.vdi.de/chemcar

Wiley Online Library



Genau, wartungsfrei und preiswert:

Neu

Hochgenaue, druckverlustarme Messung von Energieströmen

deltaflowC2



deltaflowC2

Doppelt so genau wie das bereits extrem präzise messende Vorgängermodell. Ideal für die Massendurchflussmessung in Druckluft, Verbrennungsluft, Erdgas u.v.m. In zwei Varianten verfügbar: Als Einstecksonde und als Einschraubventuri.

Die Sonden-Version benötigt nur einen Stutzen auf der Rohrleitung, die Venturi-Version wird in ein Rohrstück eingeschraubt.

- Durchflussmessung von sauberen und leicht verschmutzten Gasen
- Integrierte Druck- und Temperaturmessung
- Ideal für die Druckluftabrechnung, Brennerregelung, HKL, Belebungsluft
- Einfachste Inbetriebnahme, simpler Einbau
- 4..20 mA, 0..10 VDC, CAN, MODBUS, Impulsausgang
- IP67-M12 Anschluss für raue Umgebungen
- Langzeit-genau, driftarm
- Sehr günstig in der Anschaffung



systemec
CONTROLS

Mess- und Regeltechnik GmbH
Lindberghstraße 4
D - 82178 Puchheim
Tel.: 0 89 / 8 09 06 - 0
info@systemec-controls.de
www.systemec-controls.de

Digitalisierung und Simulation sind Teil der Lösung

Internationaler Workshop Mathematical Methods in Process Industry am Fraunhofer ITWM

Welchen Beitrag kann die Wissenschaft leisten, den großen wirtschaftlichen Veränderungen zu begegnen, denen sich insbesondere die chemische Industrie aktuell stellen muss? Antworten zeigte der zweitägige Workshop „Mathematical Methods in Process Industry“ Anfang Oktober am Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM in Kaiserslautern auf. Im Diskurs zeigten Vertreter von Wirtschaft und Wissenschaft Lösungswege auf, die auf Digitalisierung und Simulation basieren und sich in der Praxis anwenden lassen.



Keywords

- Digitalisierung
- Simulation, Virtualisierung
- Transformation, Effizienz

Teilnehmende des internationalen Workshops Mathematical Methods in Process Industry.

Die chemische Industrie in Deutschland befindet sich im Umbruch: Hohe Energiepreise, eine schwächelnde Gesamtwirtschaft und ambitionierte Klimaziele führen zu tiefgreifenden Veränderungen in der Energieversorgung, der Prozessentwicklung und der Koordination von Produktions- und Lieferprozessen. Die Geschwindigkeit, mit der Antworten auf diese neuen Herausforderungen gefunden werden müssen, ist enorm – und viel zu groß, als dass traditionell empirische Vorgehensweisen hier verlässlich zum Ziel führen könnten. Die Digitalisierung von Prozessen ist daher im industriellen Fokus, um die Wirksamkeit von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz, zur Verkürzung des Time-to-Market und zur Steigerung der Resilienz von Produktionsprozessen und Lieferketten frühzeitig zu evaluieren. Darüber hinaus kann die Virtualisierung von Prozessen Entscheidungen unterstützen, indem Optionen transparent und vergleichbar gemacht werden.

Praxisrelevante Innovation

Unter diesen Vorzeichen fand der internationale Workshop „Mathematical Methods in Process Engineering“ am Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM in Kaiserslautern statt, organisiert durch das Leistungszentrum Simulation und softwarebasierte Innovation. In sechs Sessions berichtete jeweils ein renommierter akademischer Forscher von seinen Arbeiten, Vertreter und Vertreterinnen der Industrie stellten dem ihre Anforderungen und Fortschritte gegenüber und Mitarbeitende von Fraunhofer und RPTU Kaiserslautern illustrierten, wie Forschung in Form von praxisrelevanter Innovation den Weg in die Anwendung findet.

BASF plant CO₂-Neutralität bis 2050

Den inhaltlichen Rahmen des Workshops setzte Dr. Alice Glättli, Senior Vice President bei der BASF in ihrer Keynote. Das Erreichen der ehrgeizigen Klimaziele der BASF – CO₂-Neu-

tralität bis 2050 – ist nur mit dem Einsatz von Modellierung, Simulation und Optimierung, sowohl daten- wie wissensbasiert als auch auf den unterschiedlichen Skalen – vom Molekül über Mischungseigenschaften bis hin zu Apparaten, Anlagen, Verbänden und globalen Lieferketten – möglich. Dies demonstrierte Dr. Glättli anhand repräsentativer Projekte wie der Methanpyrolyse oder der neuesten Wärmepumpentechnik der BASF in Ludwigshafen (Power-to-steam).

Erfolge dank Methoden des maschinellen Lernens

So zeigten die verschiedenen Beiträge, dass mit Methoden des maschinellen Lernens auch in der Anwendungsdomäne der chemischen Verfahrenstechnik, die traditionell eher mit wissensbasierten Modellen arbeitet, sichtbare und verwertbare Erfolge erzielt werden. Beispiele sind Graph Neural Networks zur Vorhersage von Stoffeigenschaften, die Molekül-



Dr. Alice Glättli, Senior Vice President, Central Research, BASF, hielt die Keynote die Anwendung mathematischer Methoden der BASF auf dem Weg zu NetZero 2050.

und Stoffauswahl (Prof. Kai Sundmacher, MPI Magdeburg), Bayes-basierte ML-Methoden als Globalisierungsstrategie bei der modellbasierten Prozessoptimierung (Dr. Norbert Asprien, BASF), der Einsatz von Surrogaten bei der rigorosen mathematischen Optimierung (Prof. Larry Biegler, CMU), das Modellieren unbekannter Mischungen (Jun.-Prof. Fabian Jirasek, RPTU Kaiserslautern-Landau) und die Integration von qualitativem Nutzerwissen, wie Monotonien, in ML-Verfahren (Dr. Jochen Schmid, Fraunhofer ITWM).

Relevante Querschnittsthemen

Der stark skalenübergreifende, interdisziplinäre Aspekt wurde ebenfalls in verschiedenen Beiträgen aufgegriffen. Angefangen beim virtuellen Design von Katalysatorformen (Dr. Arne Hoffmann, BASF) über die Formoptimierung von Reaktoren (Dr. Sebastian Blauth, Fraunhofer ITWM) und die Prozessintensivierung auf Basis von multiplen Trennwandkolonnen (Prof. Thomas Grützner, Universität Ulm), der Kombination von Membran- und Destillationstechnologie (Prof. Mirko Skiborowski, TUHH) und Ohmscher Reaktoren (Dr. Sebastian Osterroth, Fraunhofer ITWM) wurden auch Prozessketten (sowohl aus der Sicht von AirLiquide von Dr. Vanessa Gepert wie aus Bayer-Sicht von Dr. Thomas Runowski und aus Arxada-Perspektive von Dr. Daniel Staak) bis hin zu digitalen Lieferketten (Prof. Ignacio Grossmann, CMU) inhaltlich intensiv diskutiert.

Die Entscheidungsunterstützung beim Design des Produktportfolios (Dr. Helene Krieg, Fraunhofer ITWM), der numerisch effiziente

Umgang mit Modellunsicherheiten (Dr. Tobias Seidel, Fraunhofer ITWM) sowie die Frage des Managements von Veränderungen, die mit digitalen Technologien einhergehen, innerhalb von Unternehmen (Dr. Matthias Schmidt, P&G) bildeten Querschnittsthemen.

Neuaufgabe in zwei Jahren

Es war ermutigend zu sehen, wie alle Beteiligten weniger die Größe von Problemen als vielmehr die Möglichkeit von Lösungen diskutierten. Eine Neuaufgabe der Veranstaltung ist in zwei Jahren geplant.



Der Autor
Prof. Dr. Michael Bortz,
 Abteilungsleiter Optimierung
 – Technische Prozesse und stellvertretender Bereichsleiter Optimierung, Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM

Wiley Online Library



Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM, Kaiserslautern
 www.itwm.fraunhofer.de

WILEY

Fünf Minuten Kaffee-pause...

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

...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

Scale-up begaster Fermenter

Verständnis und Modellierung von Reingasfermentationen

Seit vielen Jahrzehnten sind aerobe Fermentationen im industriellen Maßstab etabliert. Besonders unter anspruchsvollen Betriebsbedingungen und bei hohen Produktionskapazitäten haben sich gerührte und begaste Fermenter aufgrund ihrer hervorragenden Leistung und Flexibilität weitgehend durchgesetzt. Die langjährige Erfahrung von Ekato und Forschung an diesen Fermentertypen haben das Verständnis erheblich vertieft. Dieses vertiefte Verständnis bildet heute die Grundlage für die Auslegung von Produktionsfermentern mit einem Füllvolumen von teilweise mehr als 500 m³, so dass der Betreiber von den „Economies of Scale“ profitieren kann^[1].

Zusätzlich zur aeroben Fermentation rücken in jüngster Zeit auch Fermentationen mit reinen Gasen verstärkt in den Fokus. Beispiele hierfür sind Prozesse wie Power-to-Food oder Power-to-Gas. Diese Prozesse weisen sowohl Gemeinsamkeiten mit herkömmlichen aeroben Fermentationen auf als auch deutliche Unterschiede, die eher an Reaktionen mit reinen Gasen, wie bspw. Hydrierungen, erinnern. Viele dieser neuen Prozesse werden bisher in Pilot- oder kleineren Produktionsmaßstäben betrieben. Um von den „Economies of Scale“ zu profitieren, muss das Verständnis dieser Prozesse noch deutlich verbessert werden. Hierzu können allerdings die bereits errungenen Erfahrungen mit aerober Fermentation und Reaktionen mit reinen Gasen genutzt werden, um diese Aufgabe zu lösen.

In aeroben Fermentationen und Reingasreaktionen kommen zwei grundlegend unterschiedliche Reaktortypen zum Einsatz (Abb. 2 und Abb. 3). Einerseits werden für Reingasreaktionen Reaktoren mit Gasrezirkulation aus dem Kopfraum verwendet. Diese Variante ist besonders für Prozesse geeignet, bei denen das dem Prozess zugeführte Gas vollständig umgesetzt werden soll. Das Frischgas wird in der Regel im Reaktorboden eingeleitet, wo es mithilfe eines Primärdispersierers in möglichst kleine Gasblasen zerteilt wird. Gleichzeitig wird nicht vollständig umgesetztes Gas aus dem Kopfraum mithilfe eines gasansaugenden Rührorgans über eine Hohlwelle erneut dispergiert. Das Rührsystem kann somit aus nur zwei Rührorganen bestehen, und oft werden Reaktoren mit einer relativ kompakten Form verwendet, was ein geringes Höhe-zu-Durchmesser-Verhältnis bedeutet. Im Vergleich dazu wird für aerobe Fermentationen i.d.R. ein wesentlich höheres Höhe-zu-Durchmesser-Verhältnis eingesetzt. Bei aerob betriebenen Fermentern wird ebenfalls Frischgas im Bodenbereich zugeführt und dispergiert. Weitere Rührorganstufen werden eingesetzt, um Gas auch über die Fermenterhöhe immer wieder neu intensiv mit der Flüssigphase zu mischen und dadurch

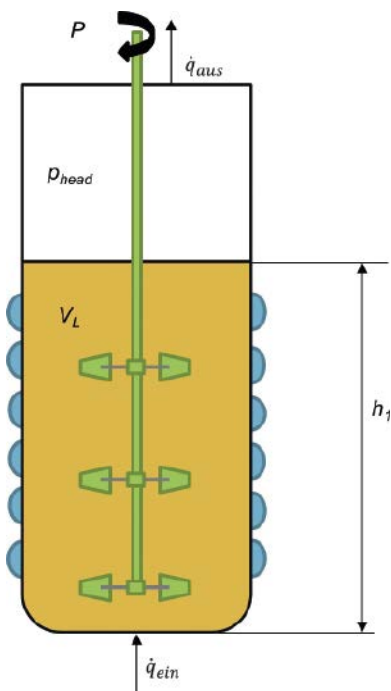
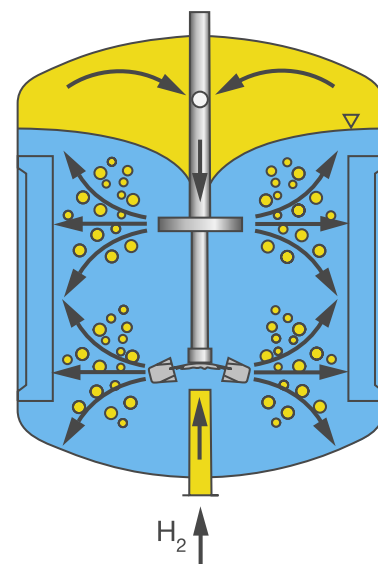


Abb. 1: Reaktor und Betriebsbedingungen



Abb. 2: Reaktorvarianten ohne (a) und mit Gasrezirkulation (b) aus dem Kopfraum



den Stoffaustausch zwischen Gas- und Flüssigphase zu fördern. Im Vergleich zur ersten Bauart kommen hierbei meist wesentlich mehr Rührorganstufen zum Einsatz und die Fermenter haben zumeist ein deutlich höheres Höhe-zu-Durchmesser-Verhältnis. Für die geometrische Auslegung von aeroben Fermentern werden u.a. verfahrenstechnische, ökonomische oder konstruktive Gründe gegeneinander abgewogen.

Prozess An- und Herausforderungen

Um zu entscheiden, welche Fermenterausführung für die Reingasfermentation geeignet ist, müssen zunächst die Prozessanforderungen genauer untersucht werden und die möglichen Herausforderungen, die zu einer Prozesslimitierung führen können, analysiert werden. Im Vergleich zur aeroben Fermentation, bei der meist < 50 % des mit der Luft zugeführten Sauerstoffs in die Flüssigphase transferiert wird, muss dieser Anteil bei der Reingasfermentation, je nach Prozess, deutlich höher sein. Im Extremfall muss die komplette Gasphase transferiert werden. Außerdem müssen bei vielen Prozessen mehrere Gaskomponenten übertragen werden. Die Prozesslimitierung kann dann bei einer Gaskomponente liegen, die die schlechteste Löslichkeit in der wässrigen Fermentationsbrühe aufweist. Hierbei kann das Produkt entweder in eine gasförmige oder auch in fest/flüssige Form vorliegen, so dass es zu extremen Differenzen zwischen zugeführter Begasungsrate \dot{q}_{in} und abgeführter Begasungsrate \dot{q}_{aus} vorliegen kann. (Abb. 1) Dies ist auch ein großer Unterschied zu aeroben Fermentationen, wo die zu- und abgeführten Begasungsraten ähnlich sind.

Eine mögliche Beurteilung der Fermenterleistung kann analog zum OTR bei der aeroben Fermentation für eine geeignete Gaskomponente (Edukt oder Produkt) definiert werden gemäß

$$GTR(Gk_i) = \left| \frac{\dot{q}_{Gk_i,aus} - \dot{q}_{Gk_i,ein}}{V_L} \right| \quad (1)$$

wobei GTR die volumetrische Gastransferrate ist, \dot{q}_{Gk_i} der Volumenstrom von Gaskomponente i , bezogen auf Eingang (ein) und Ausgang (aus) des Fermenters und V_L das Flüssigkeitsvolumen im Fermenter ist.

Um den GTR zu optimieren, muss auf der technischen Seite der für die Produktbildung notwendige Stoffübergang der zugeführten

Abb. 3: Ekato Kombibegasung mit Ekato Phasejet (unten) und Ekato-Gasjet (oben)



Gaskomponenten aus der Gas- in die Flüssigphase maximiert werden. Auf der biologischen Seite müssen geeignete Mikroorganismen verwendet oder entwickelt werden, die einen möglichst hohen Aufnahme und Umsatz der Gaskomponenten in das Produkt ermöglichen. Durch diesen biologischen Metabolismus wird eine beachtliche Wärmemenge freigesetzt, die zur Gewährleistung von einer konstanten und für den Prozess optimalen Temperatur kontinuierlich abgeführt werden muss.

Außerdem müssen weitere für den Metabolismus der Mikroorganismen benötigte Nährstoffe in die Fermentationsbrühe zugegeben und möglichst schnell verteilt werden, um die Verfügbarkeit für die Mikroorganismen im gesamten Fermenter zu gewährleisten.

Grundlagen des Stofftransports (gas-flüssig)

Entscheidend für die Fermentation ist der Übergang der gasförmig zugeführten Komponenten in die Flüssigphase.^[2]

Die in Gleichung

$$GTR(Gk_i) = \left| \frac{\dot{q}_{Gk_i,aus} - \dot{q}_{Gk_i,ein}}{V_L} \right| \quad (1)$$

über eine Bilanzgrenze um den Fermenter beschriebene volumetrische Gastransferrate kann über eine Bilanzierung der fermentationsbrühe auch über

$$GTR(Gk_i) = k_L a \cdot (c^*(Gk_i) - c_L(Gk_i)) \quad (2)$$

beschrieben werden, wobei $k_L a$ der Stoffübergangskoeffizient, $c^*(Gk_i)$ die Sättigungskonzentration von Gaskomponente i und $c_L(Gk_i)$ die tatsächliche Konzentration von Gk_i in der Fermentationsbrühe ist.

Der $k_L a$ -Wert kann über den spezifischen Leistungseintrag P/V und die Leerrohrgeschwindigkeit v_{sg} korreliert werden, d.h.

$$k_L a \propto \left(\frac{P}{V_L}\right)^\alpha v_{sg}^\beta \quad (3)$$

wobei P der Leistungseintrag durch die Rührorgane in die Fermentationsbrühe und V_L das Volumen der Fermentationsbrühe ist. Die Exponenten α und β bewegen sich für herkömmliche aerobe Fermentationen meist in der Größenordnung von 0,3–0,7. Bei Kenntnis aller Parameter kann mit Hilfe von Gleichung (2) und (3) $GTR(Gk_i)$ berechnet werden.

Mit $c_L / c^* = DG$ (engl. dissolved gas) gilt

$$GTR(Gk_i) \propto k_L a \cdot c^*(Gk_i)(1 - DG(Gk_i)) \quad (4)$$

Zur Optimierung des GTR müssen daher der $k_L a$ und die Sättigungskonzentration c^* maximiert werden und der DG minimiert werden, wobei Wechselwirkungen zwischen den verfahrenstechnischen und biologischen Parametern sehr gut bekannt sein müssen.

Hiermit ergeben sich wesentliche Parameter wie Kopfdruck des Fermenters, Temperatur der Fermentationsbrühe, Leistungseintrag des Rührorgans, Begasungsrate q und die Geometrie des Fermenters, über die Einfluss auf den GTR genommen werden kann.

Hierbei ergeben sich bspw. für den $k_L a$ -Wert und die Sättigungskonzentration c^* folgende gegenläufige Zusammenhänge:

- $k_L a$ steigt mit steigender Temperatur und sinkt mit steigendem Druck
- c^* steigt mit steigendem Druck und sinkt mit steigender Temperatur

Steigender Leistungseintrag durch die Rührorgane hat einen positiven Einfluss auf den GTR , allerdings muss der Leistungseintrag ökonomisch sinnvoll sein. Der $k_L a$ und der c^* kann zudem bei einer schlanken Bauart über die Erhöhung des durchschnittlichen hydrostatischen Drucks und der Gasleerrohrgeschwindigkeit positiv beeinflusst werden. Allerdings gibt es hierfür konstruktive Grenzen. Außerdem wird es bei einer schlanken Bauart immer schwieriger die Homogenität sonstiger für den Metabolismus notwendigen Zugaben ausreichend homogen zu verteilen.

Die hauptsächliche Limitierung der GTR kann u.U. in der sehr niedrigen Löslichkeit einer verwendeten Gaskomponente in der wässrigen Fermentationsbrühe liegen. Wasserstoff z.B. hat eine über 100fach geringere Löslichkeit als Kohlendioxid.

Reaktorvarianten

Aus den Prozessanforderungen ergeben sich zwei mögliche Reaktorvarianten, die für den Prozess geeignet erscheinen. Zum einen wäre

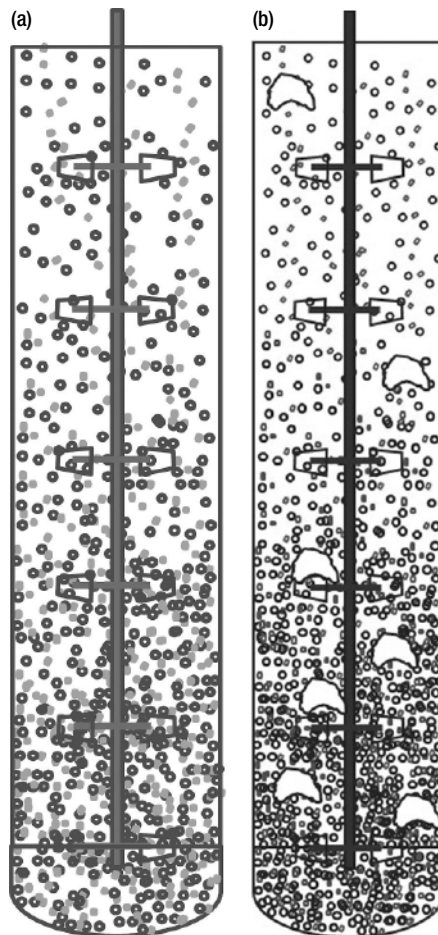


Abb. 4: Homogene (a) und heterogene Blasenströmung (b)

ein Reaktor mit einem hohen Schlankheitsgrad (Abb. 2 a und Abb. 3) vorteilhaft. Abgesehen vom positiven Einfluss auf die Sättigungskonzentration und den $k_L a$, könnten hierdurch auch Kurzschlussströmungen zwischen Ein- und Ausgang verhindert werden.

Andererseits könnte durch die für Reaktionen mit reinen Gasen übliche Kombibegasung mit einem Gasverteiler im Boden und einem mit einer Hohlwelle verbundenen Ekato Gasjet (Abb. 2 b) Gas aus dem Kopfraum in die Fermentationsbrühe zurückgeführt werden. Auf diese Weise würde der $k_L a$ durch eine steigende Begasungsrate mittels des zurückgeführten Gases aus dem Kopfraum erhöht. Diese Bauart wird seit vielen Jahren u.a. erfolgreich für Hydrierung eingesetzt.

Scale-up

Beim Scale-up eines Fermentationsprozesses ist oftmals das Ziel, die volumetrische Übertragungsrates der gasförmigen Komponenten und damit auch die volumetrischen Aufnahme- und Umsetzung der Gaskomponente durch die Mikroorganismen mindestens konstant zu halten. Um dies zu erreichen, wird zum einen die Konzentration an Biomasse und zum anderen die Begasungsrate pro Volumen an Fermentationsbrühe (vvm) konstant gehalten. [2]

Für den vvm gilt

$$vvm = \frac{\dot{q}_N}{V_L} \propto \frac{\dot{q}_N}{d_1^2 \cdot h_1} \quad (5)$$

Bei geometrisch ähnlichem Scale-up gilt damit für die Gasleerrohrgeschwindigkeit.

$$v_{sg} \propto vvm \frac{h_1}{p} \quad (6)$$

wobei der Druck p über

$$p = p_{head} + \rho_L \cdot g \cdot h_1 \quad (7)$$

gegeben ist. Hierbei ist p_{head} der absolute Kopfdruck und g die Erdbeschleunigung.

Während eines Scale-up, bei dem $vvm = const.$ bleiben soll, wird vor allem h_1 deutlich ansteigen (Gl. 6) wohingegen p kaum verändert wird. Durch diesen Effekt kommt es zu einem starken Anstieg von v_{sg} während des Scale-ups. Dieser Anstieg hat einen positiven Einfluss auf GTR .

In aeroben Fermentationen kann der Anstieg von c^* und v_{sg} beim Scale-up dazu führen, dass der Leistungseintrag über die Rührorgane reduziert werden kann. Dieser Umstand kann auch bei Reingasfermentationen ausgenutzt werden. Allerdings muss beim Scale-up geprüft werden, ob die steigende Begasungsrate vom unteren Rührorgan (Primärdispersierier) noch dispergiert werden kann. Wenn dies nicht der Fall ist und der Primärdispersierier geflutet ist, würde dies signifikante negative Auswirkungen auf den $k_L a$ haben. Je schlanker der Fermenter, desto größer ist die Neigung zum Fluten. Zudem muss auch geprüft werden, ob es beim Scale-up zu einem Übergang von homogener zu heterogener Blasenströmung kommt (Abb. 4). Auf Grund der Bildung von großen Gasblasen ist der $k_L a$ im heterogenen Strömungsbereich beeinträchtigt (Abb. 4 b). Der heterogene Strömungsbereich tritt ab einer bestimmten, vom Gas/Flüssigkeits-System abhängigen, Gasleerrohrgeschwindigkeit v_{sg} und daher mit zunehmendem Schlankheitsgrad des Behälters früher ein.

Im Falle, dass es auf Grund der metabolischen Umwandlung zu deutlichen Differenzen zwischen zugeführter und abgeführter Begasungsrate kommt, muss auch geprüft werden, ob es zu deutlichen Gradienten der Leerrohrgeschwindigkeit im Fermenter kommen kann. Dies hätte auch signifikante $k_L a$ - und GTR -Gradienten zur Folge, die bei der Bilanzierung und Reaktoroptimierung berücksichtigt werden müssen.

Um das Ziel eines maximalen GTR oder aber eine bestimmte Ausgangskonzentration einer Gaskomponente zu erreichen, können neben der Optimierung der Geometrie und der Betriebsbedingungen des Fermenters auch Vor- und Nachteile verschiedener Reaktorkonzepte (Abb. 2) gegeneinander abgewogen werden. Während im kleinen Maßstab der Stoffübergang von der Gas- in die Flüssigphase in der Regel zu Prozesslimitierung führt, muss mit

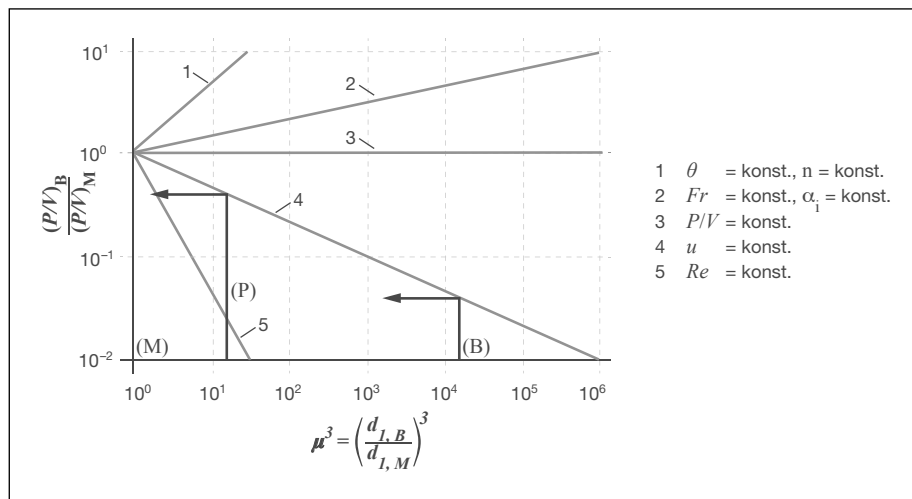


Abb. 5: Penney Diagramm für den turbulenten Strömungsbereich

steigendem Maßstab darüber hinaus besondere Aufmerksamkeit auf den Wärmeübergang und das schnelle Homogenisieren von zugegebenen Nährstoffen gelegt werden. Das in Abb. 5^[3] dargestellte sogenannte Penney-Diagramm stellt verschiedene Scale-up Strategien und deren Einfluss auf den Trend des spezifischen Leistungseintrags im Produktionsmaßstab, $(P/V)_P$ im Verhältnis zum spezifischen Leistungseintrag im Modellmaßstab $(P/V)_M$ dar. Die Forderung einer konstanten Mischzeit würde gemäß des Penney Diagramms zu einem deutlichen Anstieg des spezifischen Leistungseintrags mit steigendem Maßstab führen (Linie 1). Kurze Mischzeiten sind für die Verteilung der von den Mikroorganismen für den Metabolismus benötigten Nährstoffen vorteilhaft, um zu verhindern, dass Bereiche im Fermenter mangelhaft versorgt werden. Allerdings ist beim Scale-up zu akzeptieren, dass die Mischzeiten länger werden und andere Strategien bei der Nährstoffdosierung wie multiple Unterniveau-Dosierpunkte verwendet werden müssen, um eine ausreichende Homogenität der Nährstoffkonzentration im Fermenter zu erreichen.

Übliche Scale-up-Strategien bewegen sich in der Fermentation zwischen einem konstanten spezifischen Leistungseintrag, P/V (Linie 3) und einer konstanten Rührerblattgeschwindigkeit (Linie 4, $u = \text{const.}$). Linie 4 entspricht dabei einer extremen Forderung bei Pilzfermentationen, um die Zerstörung von Myzellstrukturen zu vermeiden. Durch diese Scale-up-Strategie ist nicht zu verhindern, dass auch der innere Wärmeübergangskoeffizient α , absinkt (Linie 2). Hinzu kommt, dass auch Wandstärken mit zunehmendem Maßstab aus mechanischen Gründen dicker ausgelegt werden müssen und die spezifische Kühlfläche beim Scale-up über die Behälterwand $A_{\text{wand}} \sim 1/d_1$ abnimmt. Um die benötigte Kühlfläche für den Fermenter zu bestimmen, muss eine Wärmebilanz über alle

ein- und ausgehenden Wärmeströme um den Fermenter erstellt werden. Falls nicht ausreichend Wärme über die Behälterwand abgeführt werden kann, müssen weitere, i.d.R. innenliegende Kühlflächen, vorgesehen werden.

Zusammenfassung

Reingasfermentationen kommt ein steigendes Interesse zu, z.B. zur Speicherung von Energie oder Produktion von Proteinen. Begaste und gerührte Fermenter haben sich für diese Prozesse als besonders geeignet erwiesen. Für die Auslegung und das Scale-up dieser Fermenter kann auf das Know-how von aeroben Fermentationen und Reingasreaktionen wie z.B. Hydrierungen zurückgegriffen werden. Allerdings gibt es bei Reingasfermentationen z.T. auch entscheidende Unterschiede in Bezug auf Prozessanforderungen und des Reaktor-designs im Vergleich zu den bekannten aeroben Fermentationsprozessen. Obwohl einige dieser Prozesse technisch schon sehr weit entwickelt sind, ist weitere intensive Forschung nötig, um das Verständnis und die Modellierung von Reingasfermentationen weiter zu verbessern und darüber zu einer ökonomisch optimalen Lösung für den Produktionsmaßstab zu gelangen.

Referenzen

[1] W. Himmelsbach, K. Gezork, W. Keller, B. Multner and W. Last; Economies of Scale – Agitator Technology for World-Scale Plants; Chemie Ingenieur Technik, DOI: 10.1002/cite.202000141

[2] K. Gezork, M. Rosellen, Auslegungssache – Scale-up und Engineering von Fermentern, CIT plus 2017, 20 (1-2), 2-4.

[3] EKATO. THE BOOK, ISBN 978-3-00-037510-1, S. 102ff

Die Autoren



Dr. Klaus Gezork,
Senior Process Engineer,
Ekato Rühr- und Mischtechnik



Annika Schorn,
Process Engineer,
Ekato Rühr- und Mischtechnik



Niels Bußmann,
Process Engineer,
Ekato Rühr- und Mischtechnik

Wiley Online Library



EKATO Rühr- und Mischtechnik GmbH
Tel.: +49 7622 29-0
info@ekato.com · www.ekato.com

Sichere Sanierung von Tanklagern

Zertifizierte Sicherheit und Flexibilität im Gerüstbau

Unternehmen, die große Tanks vorhalten, müssen diese Anlagen alle zehn Jahre sanieren und auf den neusten technischen Stand bringen. Jeder Tank ist anders und mit vielen Besonderheiten ausgestattet. Sicherheit, Arbeits- und Umweltschutz haben im Gerüstbau für die Sanierung höchste Priorität, was bei Gemeinhardt Service mit dem SCCP-Zertifikat belegt wird.

Laut Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) sank der Absatz von Mineralölprodukten in Deutschland im Zeitraum von Januar bis Mai 2023 gegenüber der Vorjahresperiode um 4,8 % von 41,4 auf 39,5 Mio. t. Eine wichtige Rolle bei der Versorgung und bei der Krisenvorsorge spielen Tanklager. Deren Kapazität lag Anfang 2016 bei rund 62 Mio. m³. Zwei Fünftel entfielen auf unterirdische Kavernen. Und von den oberirdischen Lagern wurde etwa ein Drittel von raffinierunabhängigen Unternehmen betrieben.

Alle diese Anlagen müssen nach Wasserhaushaltsrecht regelmäßig geprüft werden. Je nach Größe des Tanklagers und dem Standort – innerhalb oder außerhalb eines Schutzgebietes – ist der Turnus alle fünf, zehn oder 15 Jahre. Zum einen geht es um den Korro-

sionsschutz und die Materialprüfung, zum anderen um die Aktualisierung etwa von Brandschutz, Luftreinhaltung oder Emissionsschutz. In der Regel dauert die Prüfung durch Sachverständige zwischen drei und sechs Monaten, weil der gesamte Tank mit Röntgengeräten und Ultraschall nach feinen Rissen untersucht wird. Dazu muss der Tank vorher abgepumpt und entgast werden, damit danach Gerüstbauer die Gerüste als Arbeitsvoraussetzung für die Prüfer aufbauen können.

Sicherer Gerüstbau für petrochemische Tanks

Gemeinhardt Service ist ein Unternehmen, das sich unter anderem auf die Petrochemie spezialisiert hat. „Die Arbeit ist extrem diffizil“, erzählt Projektleiter Ingolf Stuber. Allein für die Planung

benötigt der Gerüstbaumeister rund 14 Tage: Dazu gehört ein Tag für die Besichtigung vor Ort, um alle Besonderheiten zu fotografieren und so möglichst vor Überraschungen gefeit zu sein. Aufwendig ist es ebenso, die Termine auch mit den anderen Gewerken abzustimmen, damit ein Rädchen ins andere greift und möglichst wenig Reibungsverluste entstehen. Zudem wird von den Gerüstbauern während der Sanierung hohe Flexibilität gefordert. Denn wegen dem technischen Umbau aufgrund der gesetzlichen Neuregelungen müssen Teile des Gerüsts immer wieder kurzfristig umgebaut werden.

Bis zu 120 t Gerüstteile auf sechs Sattelzügen werden auf eine Baustelle gebracht, wenn ein stehender Tank 30 m Durchmesser hat. Diese werden dann von den vier bis acht Handwerkern händisch in den Tank gebracht.



Keywords

- **Instandhaltungsservice**
- **Gerüstbau**
- **Sicherheit**

Der Gerüstbau am Petrotank erfordert hohe Sicherheitsmaßnahmen und Flexibilität des Gerüstbauers.





„
Ich könnte nicht ruhig schlafen,
wenn wir nicht alles für die
Arbeitssicherheit getan hätten.“

Walter Stuber, Geschäftsführer, Gemeinhardt Service

Denn vor allem bei stehenden Tanks existiert nur ein 62 cm großes „Mannloch“. So können die Gerüstbauer aus dem sächsischen Roßwein manches Material aufgrund der Größe überhaupt nicht einsetzen. „Wir haben teilweise kleinere Stahlböden angeschafft, da die Standard-Belastungstafeln, Robustböden oder Leitergänge gezielt für den Einsatz in Kraftstofftanks nicht möglich waren“, so Stuber.

Bevor auch nur ein Mitarbeiter in den Tank steigt, müssen die hohen Arbeitsschutzanforderungen erfüllt sein. So steht im Außenbereich des Tanks ein Zelt, in dem sich die Mitarbeiter auch bei Regen trocken umziehen können: Antistatische und feuerfeste Kleidung anziehen, Schutzbrille und spezielle Handschuhe. Speziell für derartige Arbeitseinsätze haben die eingesetzten Mitarbeiter das persönliche SCCP-Zertifikat erworben, das Unternehmen aus der Petrochemie inzwischen meist voraussetzen.

Sicherheitszertifikate vorausgesetzt

Das Unternehmen verfügt seit vielen Jahren über einige Zertifikate, um Arbeitsprozesse und den Gesundheitsschutz zu optimieren. „Letztlich ist das SCC-Zertifikat das umfangreichste und anspruchsvollste“, betont Dirk Eckart, einer von zwei Geschäftsführern von Gemeinhardt Service. SCC steht für Safety Certificate Contractors und bezeichnet einen internationalen Standard für Sicherheits-, Gesundheits- und Umweltschutzmanagement für technische Dienstleistungsunternehmen, wie es der Spezialgerüstbauer ist. Für etliche Auftraggeber ist dieses Zertifikat eine Voraussetzung für die Auftragsvergabe, für andere ist es zumindest ein großes Plus.

Seit einem Jahr verfügt der Gerüstbauer auch über das SCCP-Zertifikat, das speziell für die Petrochemieindustrie entwickelt wurde. „Unser Berater hatte gesagt, dass wir die Voraussetzungen bereits erfüllen“, so Eckart. Da die Gefährdung für Sicherheit, Gesundheit und Umwelt in dieser Branche größer ist, hatten 1995 einige Industrieunternehmen wie Raffinerien, chemische Kraft- und Stahlwerke mit der Berufsgenossenschaft ein Regelwerk zur Sicherheit, Gesundheit und Umweltschutz (SGU) aus den Niederlanden übernommen, erzählt Jens Morgenstern, TÜV-Auditor und Berater. Durch die erhöhten Anforderungen sollen Arbeitsunfälle systematisch und präventiv verhindert werden. So müssen 90 % der operativ tätigen Führungskräfte und Mitarbeiter geschult sein und eine Prüfung abgelegt haben. „Das ist eine Verschärfung, die im Industrieumfeld so nicht üblich ist“, sagt der Sicherheitsingenieur.

Erfahrung und Kompetenz mit Zertifikat

In diesem Jahr war Gemeinhardt Service bereits sechs Mal für ein Unternehmen tätig, das für Mineralölkonzerne unterschiedliche Kraftstoffe in Tanks lagert. Für das kommende Jahr sind weitere fünf Einsätze geplant. „Wir haben bereits vor drei Jahren problemlos zusammengearbeitet“, sagt der zweite Geschäftsführer von Gemeinhardt Service Walter Stuber, „deshalb hätten wir den Auftrag wohl auch ohne das neue SCCP-Zertifikat bekommen, aber es wird unsere Überzeugungsarbeit künftig bei anderen Auftraggebern erleichtert.“

Die Wirkung auf Auftraggeber und die Akquise von Aufträgen ist für den Geschäftsführer die eine Seite des Zertifikats. „Unser Leitsatz ist: Wir produzieren Sicherheit“, so der Unternehmer. Das gelte allerdings nicht nur für die Gerüstnutzer, sondern auch für seine 44 Mitarbeiter. „Ich gehe davon aus, dass ich keine Nacht mehr ruhig schlafen könnte, wenn sich ein Kollege schwer verletzt oder gar stirbt, und ich hätte das Gefühl, ich habe nicht alles für die Arbeitssicherheit getan“, so der gebürtige Schwabe. Deshalb ist das Zertifikat auch ein Mittel, um die Mitarbeiter an alle Sicherheitsmaßnahmen zu erinnern, die sich im Arbeitsalltag leicht verschleifen.

Alle Bau- und Projektleiter sowie die Monteure wurden entsprechend geschult und geprüft, denn bei diesem Zertifikat werden einzelne Personen zertifiziert, die die Vorgaben des SCCP-Managementsystems auf den Baustellen letztlich umsetzen. Das Unternehmen protokolliert seine Arbeitsabläufe gerade auf den Baustellen, um das Bewusstsein der Mitarbeiter für Gefahren am Arbeitsplatz fortlaufend zu schärfen. Um dem SCCP-Zertifikat zu entsprechen, muss bspw. immer eine



„
Wir haben seit vielen Jahren
einige Zertifikate, um unsere
Arbeitsprozesse und den Ge-
sundheitsschutz zu optimieren.“

Dirk Eckart, Geschäftsführer, Gemeinhardt Service

sogenannte Last Minute Risk Analysis (LMRA) gemacht werden, also eine kurze Bewertung der Gesundheits- und Umweltgefährdung. „Gesetzlich wird völlig berechtigt vieles gefordert“, so Stuber, die Bauunternehmen stehen aber auch selbst in der Verantwortung, ihre Mitarbeiter immer wieder an die Risiken auf der Baustelle zu erinnern.

Laut BG Bau gab es 2021 etwas mehr als 112.000 Arbeitsunfälle mit leicht steigender Tendenz gegenüber dem Vorjahr. Davon endeten 97 tödlich. Und auch die Zahl der Berufskrankheiten stiegen auf knapp 16.500. „Unser Ziel ist es, Unfälle zu vermeiden und gesundheitliche Schäden zu verhindern“, so Walter Stuber. Zugleich ist die neue Zertifizierung für Gemeinhardt Service die Chance, neue Auftraggeber aus der Chemie- und Petrochemiebranche zu gewinnen.

Der Autor

Jens Gieseler, freier Journalist für Gemeinhardt Service

Wiley Online Library



Gemeinhardt Service GmbH, Roßwein
Tel.: +49 34322 472 - 0
info@spezialgeruestbau.de
www.spezialgeruestbau.de


 Keywords

- *Instandhaltung*
- *Kondensatableiter*
- *Energieeffizienz*

Effiziente Überwachung von Kondensatableitern

Intelligente Instandhaltung und Energieoptimierung für Industrieanlagen

Manuelle Inspektionen von Kondensatableitern sind eine bekannte Herausforderung in der Industrie. Weil sie oft auf jährliche Intervalle beschränkt sind, kann die dadurch verzögerte Fehlererkennung aufgrund signifikanter Ausfallraten von Kondensatableitern zu erheblichen Energieverlusten und unnötigen CO₂-Emissionen führen. Blockierte Kondensatableiter können wiederum Sicherheitsrisiken und Produktionsausfälle zur Folge haben. Industrie 4.0-Technologie hat schon länger die Art und Weise revolutioniert, wie industrielle Anlagen betrieben werden. Das IIoT-basierte System Loctite Pulse Smart Steam Trap bietet eine kontinuierliche Überwachung mit deutlich reduzierter Detektionszeit.

Potenziale der Digitalisierung müssen für die betriebliche Effizienz sukzessive weiterentwickelt und erschlossen werden. Dabei bleiben die Instandhaltung und Energieoptimierung von Industrieanlagen und deren Komponenten von grundlegender Bedeutung für die Effizienz und Wirtschaftlichkeit der Produktionsprozesse. So gelten Kondensatableiter als wichtige Komponenten in Dampfsystemen, gehören jedoch zu den am häufigsten ausfallenden Bestandteilen einer Industrieanlage: Statistisch gesehen versagen Kondensatableiter mit einer Wahr-

scheinlichkeit von bis zu 25 % pro Jahr⁽¹⁾. Die Industrie sieht sich hier mit großen Herausforderungen konfrontiert, denn die manuellen Inspektionen der Anlagen reichen nicht aus. Das liegt auch daran, dass die Inspektionssequenzen der Kondensatableiterüberwachung in der Regel jährlich erfolgen. Im offenen Zustand versagende Kondensatableiter können durch diese temporär verzögerte Fehlerdetektion zu Energieverlusten von bis zu 100.000 EUR pro Jahr und Ableiter und zu unnötig hohen CO₂-Emissionen führen. Diese unzureichende

Überwachung kann darüber hinaus zu erheblichen Problemen führen, etwa zu Kondensatstau, Wasserschlag sowie den damit verbundenen Sicherheitsrisiken.

Kosteneinsparung und Risikominimierung

Als Hersteller von Klebstoffen, Dichtstoffen und Funktionsbeschichtungen bietet Henkel ein breites Portfolio an Lösungen für Wartung, Reparatur und Instandhaltung. Das Anwendungsportfolio wird analog zur konsequenten industriellen Weiterentwicklung angepasst und

„ Mit unseren smarten Wartungslösungen erreichen wir mehrere Ziele auf einmal: Wir erhöhen Effizienz, Sicherheit und Nachhaltigkeit von Industrieanlagen, sparen gleichzeitig Kosten und Ressourcen ein und hinterlassen einen kleineren CO₂-Fußabdruck.

Tim Reinhold, Head of Engineering Infrastructure Services, Henkel



optimiert. Daher schöpft Henkel auch die Möglichkeiten der künstlichen Intelligenz weiter aus und die Art und Weise, wie industrielle Anlagen betrieben werden. So bietet das IIoT-basierte System Loctite Pulse Smart Steam Trap eine kontinuierliche Überwachung von Kondensatoren mit deutlich reduzierter Detektionszeit. Somit können betriebliche Unregelmäßigkeiten oder Störungen frühzeitig erkannt und Energieverlusten und Produktionseinbu-

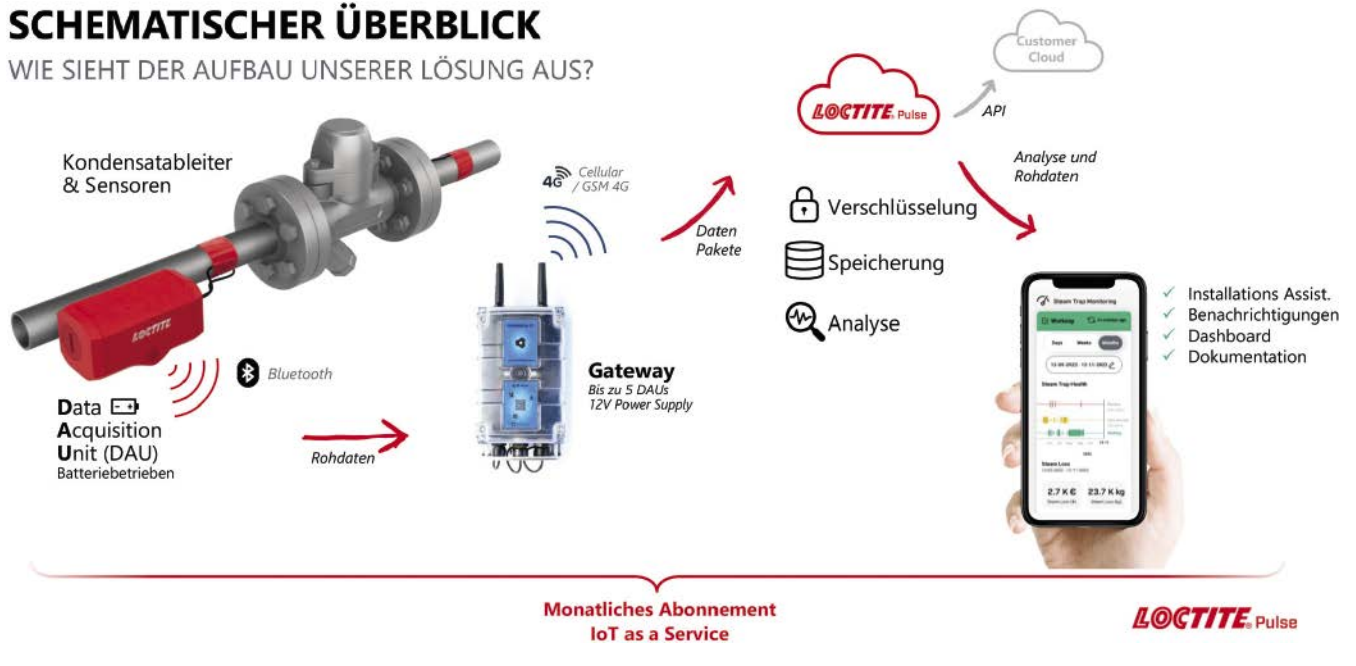
ßen vorgebeugt werden. Bei Dampfkosten von 100 EUR pro Tonne und im Vergleich zu einer jährlichen Inspektion können Unternehmen durch die Lösung z.B. bei einem Kondensatableiter von DN 25 bei 20 bar im Durchschnitt ca. 12.000 EUR einsparen.

Der Anbieter konnte in eigenen Fallstudien bereits große Erfolge erzielen. Am Standort Düsseldorf in der Klebstoffproduktion sparte der Einsatz von Loctite Pulse Smart Steam

Trap über den Zeitraum von sechs Monaten über 73.000 EUR ein und ermöglichte einen ROI der Lösung von unter einem Jahr. Der Algorithmus verzeichnete Fehlermeldungen wie das Erkennen eines offenstehenden Kondensatableiters. Dieser hätte bis zur nächsten Inspektion signifikante Dampfverluste verursacht. Eine weitere Fehlererkennung bezog sich auf einen geschlossenen Kondensatableiter, der zu ungewöhnlichen Zyk-

SCHEMATISCHER ÜBERBLICK

WIE SIEHT DER AUFBAU UNSERER LÖSUNG AUS?



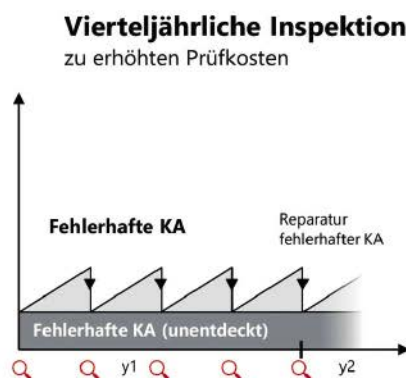
KONDENSATABLEITERÜBERWACHUNG

VERGLEICH VERSCHIEDENER INSPEKTIONSFREQUENZEN



- Sehr hohe Ausfallstunden
- Niedrige Inspektionskosten
- **Hohe Gesamtkosten**

Inspektion und Reparatur
Erkennungswahrscheinlichkeit von KA-Fehlern bei manueller Inspektion ~80% aufgrund von Werkzeugzuverlässigkeit und wechselnden KA-Bedingungen



- Hohe Ausfallstunden
- Hohe Inspektionskosten
- **Geringere Gesamtkosten**

LOCTITE_{Pulse} Kontinuierliche Überwachung



- ✓ Ausfälle werden schnell erkannt
- ✓ KA kann mit geringer Verzögerung repariert werden

- Geringe Ausfallstunden
- Mittlere Inspektionskosten
- **Niedrigste Gesamtkosten**

LOCTITE_{Pulse}

lustrumern führte. Die Untersuchung zeigte eine mögliche mechanische Beschädigung. Neben den signifikanten Kosteneinsparungen konnte das Unternehmen von weiteren Vorteilen profitieren, etwa von der Zeiteinsparungen der Mitarbeitenden, dem Aufbau einer Instandhaltungshistorie der Kondensatableiter und der kontinuierlichen Optimierung des Dampfsystems.

Künstliche Intelligenz erkennt Muster in Messdaten

Die Lösung des intelligenten Kondensatableiters besteht aus zwei Temperatursensoren, einem für den Einlass des Kondensatableiters und einem für den Auslass, die beide an eine Datenerfassungseinheit (DAU) angeschlossen sind. So werden kontinuierlich Informationen zum Zustand der Anlage gesammelt. Ein Gateway wird zur Bündelung und Weiterleitung der Daten verwendet. Die Loctite Pulse Smart-Kondensatableiter-Sensoren nutzen eine neue Technologie, die Durchblasen und Blockierungen in Kondensatableitern erkennen kann. Das Sensorsignal wird kontinuierlich erfasst und vom DAU analysiert, sodass Muster und Abnormalitäten des angeschlossenen Systems erkannt werden können. Das DAU ist batteriebetrieben, wartungsfrei und in Standard- oder ATEX-zertifizierter Ausführung erhältlich. Die zelluläre LTE-Kommunikation bietet generell eine zuverlässige Datenübertragung unabhängig von Unternehmens- oder lokalen Netzwerken. Eine End-to-End-Ver-

schlüsselung gewährleistet Datensicherheit auf dem neuesten Stand der Technik. Über ein einzelnes Gateway können bis zu fünf DAUs mit der Loctite Pulse Online-Plattform verbunden werden. Die Plattform ermöglicht es Betreibern und Wartungspersonal, den Status ihrer Anlagen rund um die Uhr über das Web oder eine mobile Anwendung zu überwachen. Die Dokumentation der Daten wird dabei visualisiert, sodass der Nutzer die Analyseergebnisse, den Zustandsverlauf und Angaben zu Dampf- und monetären Verlusten einfach ablesen kann.

“Loctite Pulse Industrial Internet of Things (IIoT)-Lösungen tragen dazu bei, die betriebliche Effizienz auf die nächste Stufe zu heben“, erklärt Tim Reinhold, Head of Engineering – Infrastructure Services.

Von reaktiv zu präskriptiv

Das Loctite Sortiment entwickelt sich von den reaktiven Produktlösungen – etwa der Reparatur von beschädigten Anlagen – weiter zum prädiktiven und präskriptiven Ansatz. Dank der Kombination der neuesten Sensortechnologie, intelligenten Materialien und Datenanalyse kann die Instandhaltung in ein digitales Zeitalter gebracht werden. Die Loctite Pulse Lösungen wurden in diesem Jahr mit dem Digital Innovation Award ausgezeichnet. Laut der Jury erfolgte die Auszeichnung unter anderem auf Grund des hohen Innovationsgrads und des herausragenden Potenzials das Lösungsportfolio in Zukunft weiter auszubauen.

Referenz

[1] Risko, J., Understanding Steam Traps, Chemical Engineering Progress, Feb 2011

Die Autoren



Maren Lambrecht,
Business Development Manager
Loctite Pulse / MRO 4.0 – Henkel
Adhesive Technologies, General
Manufacturing & Maintenance



Dr.-Ing. Jens Schoene,
Senior Principal Application
Engineer, Loctite Pulse / MRO 4.0
– Henkel Adhesive Technologies,
General Manufacturing & Maintenance

Wiley Online Library



Henkel AG & Co. KGaA, Düsseldorf
Stefanie Fast
Market & Customer Activation Adhesive Technologies
Tel.: +49 2117977 - 179
stefanie.fast@henkel.com · www.henkel.de

Sicherheitsschränke entsprechen dem neuesten Normentwurf

Gefahrstoffe nahe am Arbeitsplatz bereitzuhalten ist nicht nur im Labor wichtig, auch in vielen anderen Branchen werden häufig Kleber, Lösungsmittel, Harze und feine Metallpulver zum Drucken etc. gebraucht. Sind diese Chemikalien giftig, brennbar oder gesundheitsschädlich müssen sie in Sicherheitsschränken gelagert werden. Die neuen Sicherheitsschränke der Serie Proline von Cemo bieten dafür Rundumschutz, sind baumustergeprüft und erfüllen alle aktuellen Normen (siehe Technikasten). Außerdem wurde bereits die neueste Normenausgabe der DIN EN 14470-1:2023-09 berücksichtigt. Damit sind die Schränke in Feuerwiderstandsklasse F90 eine zukunftssichere Investition. Sie bieten bei Außenmaßen von 196 x 120 x 60 cm (H x B x T) einen Innenraum mit 157 x 105 x 43 cm und wiegen zusammen mit den serienmäßigen drei Wannensböden und einer Bodenwanne mit Lochblecheinlage ca. 450 kg. Standardfarben sind grauer Korpus mit orangenen Türen. Weitere Farben sind auf Anfrage erhältlich. Die Schränke hielten im Brandkammertest über 107 Minuten lang der Prüfbefuerung stand.



Neben dem guten thermischen Schutz bieten sie feststellbare Türen, die im Brandfall automatisch schließen. Zum Absaugen brennbarer oder schädlicher Dämpfe sollten die Schränke an ein technisches Lüftungssystem angeschlossen werden. Sie können im Einzelfall, mit Anschluss an einen Potenzialausgleich (Erdung) gegen statische Aufladung, auch ohne Lüftung betrieben werden. Schrank und Auffangwanne sind für bis zu 30 l fassende Behälter zugelassen, die Tragkraft der einzelnen Böden beträgt 75 kg. Eine optionale Kabeldurchführung, z.B. für Messtechnik, und eine innovative Zweipunkt-Türverriegelung oben und unten verbessern die Sicherheit weiter. Ein Auflastnachweis für einen Absaugventilator auf der Schrankdecke, höhenverstellbare Füße sowie eine abnehmbare Sockelblende, um mit Stapler oder Hubwagen den Schrank zu unterfahren, verbessern den praxistgerechten Aufbau weiter. Zusätzliche Wannensböden für eine kleinere Aufteilung sowie eine Kabelführung für die Selbstmontage an der Schrankdecke gibt es als Zubehör.

www.cemo.de

Doppelte Sicherheit für brennbares Gefahrgut

Der Ecobulk SX-D mit 1.000 l Füllvolumen ist einsetzbar in EX Zonen 1+2 und eignet sich darüber hinaus für besonders sensible Bereiche, in denen Brand- und Auslaufschutz sowie Risikominimierung höchste Priorität haben. Der IBC ist für Dich-



ten bis maximal 1,9 g/cm³ zugelassen. Die Sicherheit der Verpackung wurde von unabhängigen Institutionen bestätigt: Der Container verfügt neben dem Label „FM Approved“ auch über das Prüfzeichen „UL listed“ nach dem UL-Test 2368 von Underwriters Laboratories. Der IBC entspricht nach erfolgreichem Test damit auch der Brandschutzrichtlinie „NFPA30: Flammable and Combustible Liquids Code“ der National Fire Protection Association in den USA und erhält die Zulassung für Füllprodukte mit einem Flammpunkt von $\geq 37,8$ °C/100 °F. Die Füllgutentnahme erfolgt mittels Pumpenanschluss über das Schütz Dip-Tube-System, das in den vorderen der beiden Spunde auf der Containeroberseite integriert ist. Durch diese Position erreicht das Entnahmerohr den tiefsten Punkt des Innenbehälters, was eine hervorragende Restentleerbarkeit sicherstellt. Das geschlossene Entnahmesystem bietet den zusätzlichen Vorteil, dass es zu keinem Kontakt mit dem Füllprodukt kommt – auch nicht in Form etwaiger austretender Dämpfe. Die Stahlkappen, die sowohl die Spunde als auch die Einfüllöffnung des IBC während Transport und Lagerung schützen, lassen sich per Bajonettverschluss schnell und ohne Werkzeug abnehmen und montieren. Die doppelwandige Bauart und das geschlossene Entnahmesystem machen den SX-D zur Empfehlung von Schütz für alle Füllstoffe und Einsatzzwecke mit besonderem Bedarf an Sicherheit. Daher ist der Container auch für anspruchsvolle Gefahrgüter der Klasse 6.1, wie z.B. Toluoldiisocyanat (TDI) geeignet.

www.schuetz-packaging.net

Belüfteter Schutzanzug

Dupont hat einen neuen belüfteten Schutzanzug vorgestellt. Der Schutzanzug DupontTychem 6000 AL (Air-Line) kombiniert maximalen Schutz vor schädlichen Chemikalien mit hohem Tragekomfort. Er ist geeignet



für Anwendungen in der Pharma- und Chemikalienproduktion sowie der Öl- und Gasindustrie. Der Anzug schützt vor gefährlichen Chemikalien in Form von Flüssigkeiten, Sprühnebeln und Aerosolen (Kategorie III – Typ 3-B, 4-B und 6-B). Er verfügt über gesteppte und überklebte Nähte und eine vollständig geschlossene Überkapuze. Die optional angearbeiteten ableitfähigen Socken, Innenhandschuhe und Überstiefel bieten Schutz von Kopf bis Fuß und helfen, beim Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen eine statische Aufladung zu verhindern. Darüber hinaus ist der Luftdruck im Inneren des Schutzanzugs (zwischen 4,5 und 5,7 bar) deutlich höher als in der Umgebung, was dazu beiträgt, dass keine gefährlichen Partikel und Tröpfchen eindringen können. Im Gegensatz zu anderen belüfteten Schutzanzügen ist der Air-Belt vor Verunreinigungen geschützt, da er sich im Inneren des Schutzanzugs befindet. So wird das versehentliche Einatmen von Schadstoffen verhindert. Diese Funktion trägt auch zur Kostensenkung bei, da der Air-Belt mehrfach wiederverwendet werden kann. Das Visier bietet ein Sichtfeld von mehr als 180°. Der Anzug ist leicht anzulegen und kann durch einen Notausstiegsstreifen schnell ausgezogen werden.

www.dupont.com

Wiley Online Library





Der Ion-Line bietet GS-zertifizierte Feuerwiderstandsfähigkeit gemäß GS Prüfgrundsatz EK5/AK4 22-01.

Sichere Lagerung von Lithium-Ionen-Batterien

GS-zertifizierter Sicherheitsschrank zur Gefahrstofflagerung

Lithium-Ionen-Batterien verfügen über eine hohe Energiedichte, einen hohen Wirkungsgrad und zeigen keinen unerwünschten Memory-Effekt wie andere Akkutypen. Was jedoch stets beachtet werden sollte: Lithium und viele seiner Verbindungen sind leichtentzündlich und hochreaktiv. Sicherheit beim Lagern und Laden von Lithium-Ionen-Akkus ermöglichen zertifizierte und GS-geprüfte Sicherheitsschrankmodelle.



Keywords

- *Lithium-Ionen-Akkus*
- *Gefahrstofflagerung*
- *Sicherheitsschrank*

Lithium-Ionen-Batterien sind heute unverzichtbar, bergen aber aufgrund ihrer hohen Energiedichte ein erhöhtes Brandrisiko. Das Merkblatt VdS 3103 der deutschen Versicherer (GDV) zur Schadensverhütung gibt Hinweise zur sicheren Lagerung von Lithium-Ionen-Akkus: Die Batterien sind grundsätzlich wie ein Gefahrstoff zu behandeln. Es wird dringend empfohlen, ein ganzheitliches Brandschutzkonzept zu erstellen. Denn, wenn ein Lithium-Ionen-Akku, das Ladegerät oder das Verbindungskabel defekt ist, kann ein Feuer entstehen. Die sich entwickelnde Wärme führt zu einer Selbsterhitzung der einzelnen Zellen bis hin zum thermischen Durchgehen, was häufig einen von kleinen, explosionsartigen Zersetzungen begleiteten Brand verursacht. Die Gefährdung steigt massiv, sobald die Akkus unbeaufsichtigt, bspw. außerhalb der Arbeitszeit, aufgeladen werden. Um diesem Gefahrenpotenzial Rechnung zu tragen, wurde der GS Prüfgrundsatz EK5/AK4 22-01 erarbeitet. Dieser definiert klar und unabhängig einen Prüfstandard für Sicherheitsschränke zur aktiven und passiven Lagerung von Lithium-Ionen-Batterien.

Was bedeutet GS?

Die GS-Zertifizierung steht für „Geprüfte Sicherheit“ und ist ein deutsches Gütesiegel für die

Sicherheit und Qualität eines Produkts. Die GS-Zertifizierung für Lithium-Schränke definiert den aktuellen Stand der Technik, indem sie, ergänzend zum deutschen Produktsicherheitsgesetz (ProdSG), spezialisierte Prüfungen für Lithium-Schränke vorschreibt. Das deutsche Produktsicherheitsgesetz wiederum ist die Umsetzung der europäischen Verordnung über die allgemeine Produktsicherheit (EU 2023/988). Die EU-Verordnung enthält ausführliche Vorgaben, die von allen EU-Mitgliedsstaaten umgesetzt werden müssen. Sicherheitsschränke, die eine Komplettprüfung und anschließende Zertifizierung nach diesem Prüfgrundsatz durchlaufen haben, sind für die Lagerung und auch das unbeaufsichtigte Laden von neuen und gebrauchten Batterien geeignet und werden mit dem GS-Siegel gekennzeichnet. So wie der neue Ion-Line-Ultra Sicherheitsschrank von Asecos.

Maximaler Brandschutz

Der Sicherheitsschrank gewährleistet doppelten Schutz im Brandfall, denn die GS-Prüfung fordert: 90 Minuten Feuerwiderstand von außen nach innen und von innen nach außen. Während der neunzigminütigen Brandschutz für die Lagerung von Gefahrstoffen (wie z.B. brennbaren Flüssigkeiten oder Druckgasfla-

schen) schon lange selbstverständlich ist, hat sich das hohe Schutzniveau nun auch für Lithium-Ionen-Akkus etabliert. Um die Feuerwiderstandsfähigkeit des Schrankes zu ermitteln, erfolgte eine Brandprüfung von außen nach innen in Anlehnung an die DIN EN 14470-1:2004-07, allerdings nach deutlich verschärften Bedingungen. Die Temperaturerhöhung im Schrankinnenraum darf nach 90 Minuten max. 100 Kelvin betragen – zum Vergleich: 180 Kelvin bei der Prüfung von Sicherheitsschränken zur Lagerung von brennbaren Flüssigkeiten. Dieser strengere Prüfwert berücksichtigt sowohl die mögliche Entzündung von Kunststoffgehäusen wie auch die Schmelztemperatur von Separatoren in der Zelle. Erreicht die Erwärmung das Zellinnere, kann dies unmittelbar einen sogenannten Thermal Runaway, das thermische Durchgehen, auslösen. Ein weiteres Novum des GS-geprüften Schrankes ist seine Rauchdichtigkeit. Die gesamte Schrankkonstruktion ist so ausgeführt, dass es bei einem Batteriebrand möglich ist, das entstehende Rauchgas gezielt aus dem Schrank abzuführen. Selbst bei im Brandfall automatisch geschlossenen Zu- oder Abluftöffnungen, ermöglicht der Schrank einen definierten Druckabbau und eine sichere Rauchableitung

über eine Druckentlastungsklappe im Kopfteil. Die Konstruktion des Ion-Line-Ultra Sicherheitsschranks wurde für höchste Sicherheit und Ergonomie optimiert. Das Ein- und Auslagern von Akkus ist dank einer 10-sekündigen Türöffnung und automatischer Türschließung komfortabel. Beide Schranktüren lassen sich gleichzeitig mit einem einzigen Türgriff öffnen und die permanente Zweipunktverriegelung entspricht den GS-Prüfanforderungen.

Das neue Sicherheitskonzept

Beim Laden von Lithium-Ionen-Batterien entsteht Wärme, die das Gefahrenpotenzial der Akkus steigert. Daher sieht die GS-Prüfung für Lithium-Schränke einen Erwärmungsnachweis vor. Der Erwärmungsnachweis ist essenzieller Bestandteil der GS-Prüfung des Ultra-Schranks. Der Nachweis belegt, dass die Temperatur im Schrankinnenraum auch während des Ladevorgangs nicht über 60 °C ansteigt. Hierfür werden Wärmequellen im Schrank verteilt, welche die Erwärmung von Ladegeräten und Batterien beim Ladevorgang simulieren und der Innenraumtemperaturverlauf über zwölf Stunden gemessen. Die zulässige maximale Innenraumtemperatur von 60 °C



Schutzkontaktsteckdosen zum Anschluss von Ladegeräten und das Brandunterdrückungssystem.

wurde während des Tests zu keinem Zeitpunkt überschritten. Sensoren überwachen kontinuierlich die Temperatur des Abluftstroms und

bei steigender Temperatur wird die Drehzahl des Lüfters angepasst. Die neuen Schränke detektieren neben Wärme auch Rauch und signalisieren sofort die nach GS-Prüfgrundsätzen geforderte Alarmmeldung am Schrankgehäuse durch eine LED-Leuchte mit Blinkfunktion und Farbwechsel. So kann der Anwender frühzeitig die Art der Gefahr erkennen, ohne den Schrank öffnen zu müssen. Jeder Ion-Line-Ultra Sicherheitsschrank ist werkseitig mit einem potenzialfreien Schaltkontakt ausgestattet, der im Schadensfall Warmmeldungen an eine Leitstelle sendet. Durch den unterfahrbaren Sockel kann der Schrank ins Freie evakuiert werden. Sach- und Personenschäden werden so minimiert.



Der Autor
Sven Sievers,
Bereichsleiter Produktmanagement
& -entwicklung, Asecos

Wiley Online Library



asecos GmbH, Gründau
Tel.: +49 6051 9220-0
info@asecos.com · www.asecos.com

Bilder: © Asecos

SEEPEx.

An Ingersoll Rand Business

DIE INTELLIGENZ DER PUMPE PUMP MONITOR



Der Pump Monitor bringt Intelligenz in die Exzentrerschneckenpumpe und sichert einen effizienten Betrieb.

- Grenzwertüberwachung durch Alarmierungen
- Performance Analysen zur Betriebsoptimierung
- Mehr Sicherheit durch kontinuierliche Überwachung
- Transparenz der Pumpenleistung
- Optimierung der Betriebskosten

SEEPEx GmbH
T +49 2041 996-0
www.seepex.com

Chemiepumpen als Schlüssel zu mehr Prozesssicherheit

Leistungsfähige Doppelmembranpumpen

Angesichts der eingesetzten Substanzen, der Komplexität der Verfahren sowie der potenziellen Gefahren für Mensch und Umwelt, spielt die Prozesssicherheit in der Chemieindustrie eine so maßgebliche Rolle wie in kaum einer anderen Branche. Allgemein gilt: Umso höher die Auswirkungen bei einem störungsbedingtem Ausfall, desto wichtiger ist der Einsatz von zuverlässigen, überprüfbaren Komponenten. Besonders im Bereich der Pumpentechnik ist dies essenziell. Pumpen fungieren als Schlüsselkomponente chemischer Prozesse und sorgen für Sicherheit der gesamten Anlage.



Keywords

- Pumpen
- Instandhaltung
- Explosionsschutz

Um Mensch und Umwelt zu schützen, steht die Prozesssicherheit bei chemischen Vorgängen immer im Fokus. Eine besonders wichtige Rolle spielen Pumpen, die als fester Bestandteil in den Prozess integriert sind. Denn sie tragen eine maßgebliche Verantwortung für einen reibungslosen Ablauf des Prozesses. So kommen sie bspw. zum Einsatz, um Flüssigkeiten wie chemische Lösungen zu fördern. Aufgrund der hohen Risiken werden in der Chemieindustrie spezielle Anforderungen an die Prozesspumpen der Anlage gestellt. Die richtige Auswahl, Installation, Wartung und Überwachung ermöglichen eine sichere und effiziente Durchführung der chemischen Vorgänge. Auch die Beschaffenheit der Pumpen muss den Anforderungen standhalten. So müssen die Komponenten chemikalien- und korrosionsbeständig, sowie oft auch explosionsgeschützt sein. Zahlreiche Anforderungen, die Doppelmembranpumpen von Timmer erfüllen.

Ein Blick in das Innere der Pumpe zeigt das Dichtungskonzept, welches das Risiko einer Undichtigkeit deutlich minimiert. Der gut durchdachte Aufbau ermöglicht einen einfachen Zugang bei Reparaturen und einen schnellen Service vor Ort.



Beständiges Material für mehr Sicherheit

Vom Material über die Konstruktion bis hin zur einfachen Zugänglichkeit in der Reparatur: Chemiepumpen müssen in der Praxis einwandfrei funktionieren, hier gibt es keinen Raum für Fehler. Bereits der Einsatz von geeignetem Material der Pumpe ist ein wichtiger Faktor. Der in anderen Branchen bewährte Edelstahl eignet sich bspw. häufig nicht in der Chemie, da er von Laugen und Säuren angegriffen wird. Stattdessen sind die Pumpen der Produktlinie TimChem mit einem Gehäuse aus Kunststoff ausgestattet. Das verwendete Polytetrafluorethylen (PTFE) ist mit den eingesetzten Chemikalien verträglich.

Zuverlässiger Schutz für das Herzstück der Chemieanlage

Die optimale Materialauswahl muss dabei ganzheitlich gedacht und selbst auf Ebene der einzelnen Pumpenkomponenten optimal umgesetzt werden. Auf dem Markt gängig sind bspw. im Kunststoffgehäuse verschraubte Gewindehülsen. Durch externe Einflüsse wie hohe Temperaturschwankungen ändert das Material seine Form und das Gehäuse neigt dann zu Undichtigkeiten an den Verbindungen.

Der Pumpenhersteller mit Sitz in Neuenkirchen verwendet bei seinen Pumpen eine Bauweise, die die hochbeständigen Kunststoffbauteile mit Medienkontakt durch Zuganker verbindet. Die Kraft der Zuganker verteilt sich durch die großflächigen Verstärkungsbleche – dadurch werden Verformungen des Kunststoffes stark minimiert. Das von dem Pumpenspezialisten entwickelte System TimFix verteilt die Kräfte der Zuganker gleichmäßig – und minimiert Verformungen des Kunststoffes.

Um einen maximalen Schutz zu gewährleisten, umfassen Edelstahlbleche die Pumpe und schaffen Stabilität für die gesamte Konstruktion. Wichtig ist hier jedoch: Das Metall kommt mit dem Medium im Inneren der Pumpe nicht in Kontakt. Lediglich der auf Beständigkeit geprüfte Kunststoff umschließt das verarbeitete Medium – und bringt einen weiteren Vorteil mit. Das Material ist FDA-konform und damit lebensmittelverträglich. Eine Eigenschaft, die auf den ersten Blick in der Chemieindustrie keine Rolle spielt. Hier lohnt sich jedoch ein Blick hinter die Kulissen. Denn die Chemieindustrie ist maßgeblich an der Herstellung pharmazeutischer Produkte beteiligt. Auch wenn das Endprodukt, wie bspw. eine gängige

Schmerztablette, mit der Chemiepumpe nicht in Berührung kommt – die einzelnen Substanzen durchlaufen die Chemiepumpe in verschiedenen Prozessen. So kommen diese Vorprodukte lediglich mit Materialien in Berührung, die FDA-konform sind.

Optimale Abdichtung und Explosionsschutz

Für die Prozesssicherheit ist die optimale Dichtigkeit der Pumpen besonders wichtig. Die Konstruktion folgt einer simplen Regel: Umso weniger Dichtflächen, desto weniger Möglichkeiten einer Undichtigkeit. Daher sind Chemiepumpen von Timmer mit nur vier Dichtstellen versehen. Auch die einzelnen Komponenten sind optimal aufeinander abgestimmt. Die gewählten Bauteile sind nicht nur sicher und dicht, sie können bei Bedarf auch schnell ausgetauscht werden. Der gut durchdachte Aufbau ermöglicht zudem einen schnellen und einfachen Service vor Ort. Hier ist weniger mehr, denn die minimierte Anzahl an Verschleißteilen schafft einen geringeren Wartungs- und Kostenaufwand.

In der Chemieindustrie spielt neben einer zuverlässigen Abdichtung und beständigen Materialien der Pumpen ein weiterer Faktor



**Bis zu 12,6 x 200 Liter-
Behälter in 14 Min
pro Akkuladung.***

* ermittelt mit Pumpwerk PP 41-L
DL bei voller Drehzahl

Leistungsstarke Akku-Serie

Kabellose Power für den professionellen Einsatz in der Industrie

Weitere Informationen unter www.lutz-pumpen.de/battery

safety is our concern

eine wichtige Rolle: der Explosionsschutz. Der Pumpenbauer konstruiert und fertigt Chemiepumpen, die diese Richtlinie erfüllen und dementsprechend ATEX-konform sind.

Einfacher Zugang bei Reparaturen

Fällt eine Pumpe trotz hoher Qualitätsstandards aus, ist eine schnelle Reparatur in der Chemieindustrie essenziell. Im schlimmsten Fall treten potenziell gefährliche Stoffe aus, die gesundheitliche Folgen für die Mitarbeitenden und die Bevölkerung haben und sich auch negativ auf die Umwelt auswirken können. Außerdem sind lange Stillstandzeiten immer auch mit wirtschaftlichen Schäden für Anwender verbunden. Durch proaktive Wartung und schnelle Reparaturen können Unternehmen potenzielle Probleme frühzeitig erkennen und beheben, bevor sie zu größeren Schäden führen. Daher sind die Timmer-Chemiepumpen serienmäßig mit einem intelligenten Sensor zur Zustandsüberwachung ausgestattet. Dieser lässt sich direkt in das Prozessleitsystem des Anwenders

integrieren. Dort zeigt der Sensor den Echtzeitzustand der Pumpe an und schlägt mittels Zusatzsystems im Fall einer Fehlermeldung sofort Alarm. Das Unternehmen kann dabei selbst entscheiden, wie die Pumpe in das System integriert werden soll und welche Daten sie anzeigt. Kommt es zu einer Fehlermeldung und in der Konsequenz zu einer notwendigen Reparatur, profitieren Servicetechniker von der leichten Zugänglichkeit der Pumpen. So lassen sich die Ventilkugeln und -Körbe ohne Demontage der Seitendeckel austauschen. Der Einsatz von Spezialwerkzeug ist dabei nicht notwendig.

Für einen reibungslosen Ablauf sorgt das Herzstück der Pumpe, ein spezielles Keramik-Sprungventil, das besonders verschleißarm ist. Sämtliche Reibpaarungen des Ventils bestehen aus Keramik in Verbindung mit feingeschliffenen Schiebern aus Hochleistungskunststoffen. Das führt zu einem minimalen Verschleiß im Ventil selbst. Um die Standzeiten der Membrane zu erhöhen, setzt der Herstel-

ler auf die Verwendung des Kurzhubprinzips. Der reduzierte Hubweg schont die Membrane nachhaltig.



Der Autor
Stefan Anstöter,
Produktmanager, Timmer

Wiley Online Library



Timmer GmbH, Neuenkirchen
Tel.: +49 59 73 94 93-0
www.timmer.de

Trocken, sauber und ölfrei

Atlas Copco erweitert sein Vakuum-Programm um neue Seitenkanalverdichter. Seitenkanalverdichter eignen sich für Applikationen, in denen hohe Durchflussraten gefordert sind. Das Vakuum entsteht durch die kinetische Energie eines rotierenden Laufrads: Die Räder sind an einer Motorwelle befestigt, das Fördermedium wird angesaugt und im Seitenkanal verdichtet. Das trockene Grobvakuum der Modelle der neuen DB-Serie sind vor allem für raue Industrieprozesse gedacht, etwa in der Trocknung, in der pneumatischen Förderung, in Absaugprozessen oder der Wasseraufbereitung. Die modulare Bauweise sorgt für einen hohen Wirkungsgrad, eine zuverlässige Leistung und einen geräuscharmen Betrieb. Dank des trockensten, berührungslosen Pumpprinzips kann die Abluft der Vakuumpumpen nicht kontaminiert werden. Das Vakuum ist völlig öl- und staubfrei, ohne Emissionen und Verunreinigungen. Die Modelle sind serienmäßig mit IE3-Motoren im Ecodesign ausgestattet und entsprechen den cURus-Normen. Diese Zertifizierung erfüllt sämtliche Sicherheitsanforderungen für den kanadischen und den amerikanischen Markt. Je nach geforderter Vakuumleistung sind die Pumpen in ein- und zweistufiger Ausführung erhältlich, optional mit jeweils einem Laufrad oder Doppellaufrädern. Die einstufige Variante stößt das Fördermedium nach einer Umdrehung wieder aus, während es bei der zweistufigen Variante nach einer Rotation in die zweite Stufe gelangt. Ein Betrieb mit zwei Laufrädern erhöht die Förderleistung des Gebläses. Die zweistufige Ausführung mit doppelten Laufrädern bewältigt große Luftströme und erzielt ein höheres Vakuumniveau. www.atlascopco.com/vacuum



Leise und kompakt: Scroll-Kompressoren für sensible Arbeitsumgebungen

Boge hat die EO-Baureihe neu aufgelegt und den Leistungsbereich erweitert: Die kompakten Kompressoren sind nun in insgesamt drei Baugrößen für den Leistungsbereich von 4 bis 7 kW, 11 bis 23 kW und 30 kW erhältlich. Die Kompressoren mit ihren leisen und vibrationsarmen Scroll-Verdichtern sind vor allem für sensible Arbeitsumgebungen mit hohen Anforderungen an Ölfreiheit und Prozesssicherheit ausgelegt, z.B. Medizintechnik und Landwirtschaft. Das Konstruktionsprinzip ermöglicht eine effiziente Erzeugung völlig ölfreier Druckluft bei besonders kleiner Aufstellfläche. Dies gilt auch für die Variante mit integriertem Trockner. Dank des modularen Konzepts ist der Kompressor auch mit einem Druckluftbehälter, als Doppelanlage sowie mit integriertem oder externem Kältetrockner erhältlich. Die Änderungen der Verdichterleistung und Kompressorabmessungen verringern die Anschaffungskosten und erhöhen die Effizienzwerte, unter anderem indem die mechanischen Verluste verringert werden. Beispielsweise ist der Kompressortyp EO 7 in einem kleineren Gehäuse verfügbar und mit einem Scroll-Verdichter ausgestattet, während der frühere Typ EO 8 zwei Verdichter in einem Gehäuse mittlerer Größe integriert. Eine zweistufige Nachkühlung sorgt für optimierte Austrittstemperaturen. Ausgelegt sind die Kompressoren auf einen Drucktaupunkt von 3 °C. Die stärkeren Modell integrieren zwei, drei bzw. vier Verdichter, die sich mit der Steuerung focus control 2.0 einzeln regeln lassen. Das System kann damit an den jeweiligen Bedarf angepasst werden. Darüber hinaus sorgt es für Prozesssicherheit und schafft Redundanzen, denn flexibel lassen sich Verdichter hinzu- oder abschalten. www.boge.com



Energiesparend pumpen

Die bewährte Drehschieber-Vakuumpumpe R5 RA von Busch ist jetzt in einer verbesserten Version mit einem komplett neu gestalteten Innenraum erhältlich. Dank des angepassten Verdichtungsverhältnisses und optimierter Abmessungen der Pumpenstufe ist die neue Vakuumpumpe 25 % energieeffizienter als ihr Vorgänger. Sie ist auch mit dem variablen Drehzahlregelungsantrieb (VSD) Ecotorque erhältlich, mit dem das Saugvermögen exakt an die Anforderungen des Prozesses angepasst werden kann. Dadurch können zusätzliche Energieeinsparungen bis zu 50 % und eine Steigerung des Saugvermögens um 20 % erzielt werden. Diese Version erweitert den von der Vakuumpumpe unterstützten Spannungsbereich und ist damit für den Einsatz in fast allen Ländern der Welt geeignet. Die kostengünstige Lösung ist auch als Retrofit erhältlich. Verglichen mit der Vorgängergeneration hat die R5 RA 0520 A einen um 20 % geringeren Platzbedarf. Sie ist um 25 % niedriger und das Fehlen von externen Rohrleitungen verbessert die Dichtigkeit. Das kompakte und hygienische Design ist wasser- und schmutzabweisend. Die Wartung gestaltet sich schnell und



effizient, da die Gesamtanzahl der Ersatzteile um 40 % verringert wurde und sich alle servicerelevanten Teile auf einer Seite befinden. Durch ein verbessertes Kühlsystem, das eine optimale Betriebstemperatur der Pumpe mit einer kompakten Bauweise kombiniert, konnten die Wärmeemissionen verringert werden. Die neue Vakuumpumpe ist für den Dauerbetrieb im Grobvakuumbereich bis 0,1 hPa (mbar) ausgelegt. Feldprüfungen wurden erfolgreich durchgeführt, um Leistung und Zuverlässigkeit zu validieren. Die Pumpen eignen sich für verschiedene Anwendungen, z.B. in den Bereichen Vakuumverpacken, Lebensmittel- und Kunststoffverarbeitung. www.buschvacuum.com

Steuerung für Öl-Wasser-Trenner in Kompressoren verlängert Betriebsdauer

Bei der Erzeugung von Druckluft entsteht immer Kondensat. Bevor es als Abwasser entsorgt werden kann, muss das enthaltene Öl abgetrennt werden. Marktübliche passive Öl-Wasser-Trenner in Kompressoren arbeiten nach dem Schwerkraftprinzip: Anfallendes Kondensat sickert durch einen Filter, der das Öl absorbiert. Anders der aktive Aquamat i.CF von Kaeser. Dessen neue netzwerkfähige interne Steuerung Aquamat Control überwacht das Kondensatniveau im Öl-Wasser-Trenner. Ist der Maximalstand erreicht, wird das Kondensat mit leichten Druckluftstößen durch die Filterkartuschen geführt. So wird die Adsorptionskapazität der Kartuschen deutlich besser ausgenutzt und das Gerät arbeitet selbst bei anspruchsvollem Betrieb zuverlässig und ressourcenschonend. Falls doch eine Störung auftritt, wird diese sofort erkannt und gemeldet. Dank dieser aktiven Betriebsweise lässt sich die Reststandzeit der Filterkartuschen beladungsabhängig ermitteln. Die Wartung des Öl-Wasser-Trenners wird nicht nur planbar, die Steuerung führt auch gezielt durch die notwendigen Arbeitsschritte. Durch die Druckbeaufschlagung werden die Kartuschen vor dem Wechsel entleert und können



so leicht gewechselt werden. Der Kartuschenwechsel erfordert keinerlei Kontakt zum Kondensat und erfolgt völlig schmutzfrei – das schützt die Umwelt und das Servicepersonal. Das Gerät wird in fünf neuen Modellvarianten für Kompressoren mit einer Liefermenge von 8 bis 90 m³/min angeboten. Alle Modelle nutzen nur eine Kartuschengröße. Dadurch vereinfacht sich die Ersatzteilhaltung und -versorgung. Die unterschiedlichen Kapazitäten der fünf Modellvarianten werden durch eine Parallelschaltung mehrerer Kartuschen realisiert. Dank des modularen Aufbaukonzeptes ist eine einfache Anpassung der jeweiligen Kapazität auch noch nachträglich problemlos möglich. Die Trenngeräte sind für die Aufbereitung von Kompressor-kondensaten aus mineralischen und synthetischen Ölen vom Institut für Bautechnik Berlin zertifiziert und zugelassen und bieten damit Aufbereitung nach dem „Stand der Technik“. Für den Betreiber bedeutet das sowohl technische als auch rechtliche Sicherheit. www.kaeser.com

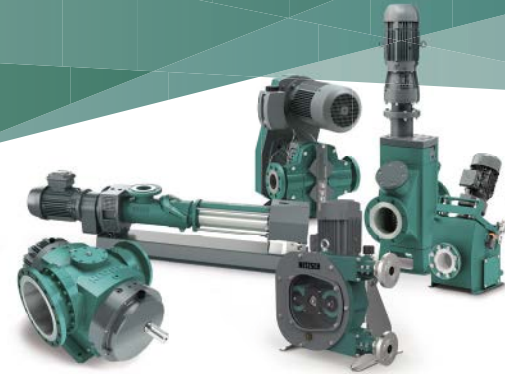
Wiley Online Library



NETZSCH

Proven Excellence.

Ihr globaler Partner für komplexes Fluidhandling



So fördern Sie komplexe Medien effektiv

Die Wahl der richtigen Pumpe optimiert die Prozesse und reduziert Energiekosten. NETZSCH bietet Ihnen alles aus einer Hand:

- ✓ Objektive & individuelle Beratung
- ✓ Über 70 Jahre Erfahrung
- ✓ 5 verschiedene Technologien

Jede Technologie bietet für Sie spezifische Vorteile. Kontaktieren Sie uns, wir finden für Ihre Anwendung die optimale Lösung.

Partnerschaft hört bei uns nicht mit dem Kauf auf

Wir unterstützen Sie von der Beratung, Wartung bis hin zur Instandsetzung und Modernisierung Ihrer Pumpe.



Jetzt unsere Experten kontaktieren:



NETZSCH Pumpen & Systeme GmbH
www.pumps-systems.netzsch.com

60 Jahre Busch Vacuum Solutions

Vor 60 Jahren wurde Busch Vacuum Solutions von Ayhan und Dr.-Ing. Karl Busch gegründet. Heute arbeiten weltweit 8.000 Menschen in 110 Tochtergesellschaften für das Familienunternehmen, das seit Jahrzehnten Weltmarktführer im Marktsegment Vakuumverpacken ist.



Familie Busch mit Ayla, Dr. Karl, Sami, Ayhan und Kaya Busch. (v.l.n.r.)

Ayhan und Dr.-Ing. Karl Busch lernten sich in München kennen, wo sie Medizin und er Maschinenbau studierte. Nach seiner Promotion im Jahre 1960 zum Thema „Reibung und Verschleiß in wassergeschmierten Rotationskompressoren“ arbeitete er als Konstruktionsleiter in der Maschinenfabrik seines Großvaters Karl Wittig in Schopfheim im Schwarzwald, bevor seine Frau und er dort 1963 die „Dr.-Ing. Karl Busch GmbH“ gründeten. 1972 zog das Unternehmen in den Nachbarort Maulburg, wo es bis heute ansässig ist.

Als Anfang der 1960er Jahre SB-Supermärkte in Deutschland aufkamen, entwickelte

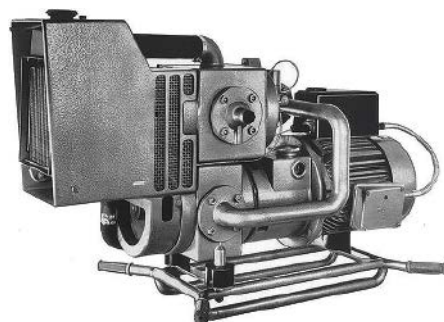
Dr.-Ing. Karl Busch die erste Vakuumpumpe speziell für das Verpacken von Lebensmitteln: die HUCKEPACK, eine besonders kompakte und robuste Vakuumpumpe mit übereinander angeordneten Pumpenstufen.

Ayhan Buschs unternehmerischer Weitblick war es zu verdanken, dass das junge Unternehmen so schnell wuchs. Sie erkannte frühzeitig, wie wichtig es ist, international zu expandieren. 1971 gründet Busch seine erste Auslandsniederlassung in Großbritannien. In nur 15 Jahren folgten weltweit weitere 18 Tochtergesellschaften und vier Produktionsstätten. Dabei verließ sich das Ehepaar



Mit der R5, einer ölgeschmierten Drehschieber-Vakuumpumpe, setzte das Unternehmen einen neuen Industriestandard und wurde zum Weltmarktführer im Bereich Vakuumverpacken.

© Busch Vacuum Solutions



Die Stufen der Drehschieber-Vakuumpumpe HUCKEPACK sind übereinander angeordnet.

Busch beim Aufbau seines Unternehmens nie auf Banken, sondern nutzte immer das selbst erwirtschaftete Kapital. 1981 unterzeichnete Busch als erstes deutsches Industrieunternehmen einen Kooperationsvertrag zur Produktion in China. Mit dem HUCKEPACK Nachfolger, der R5, einer ölgeschmierten Drehschieber-Vakuumpumpe, setzte das Unternehmen einen neuen Industriestandard und wurde zum Weltmarktführer im Marktsegment Vakuumverpacken.

Heute bietet Busch Vakuumlösungen für eine Vielzahl von Anwendungen für verschiedenste Industrien an. Das Unternehmen ist mit 110 Tochtergesellschaften in aller Welt vertreten, darunter Produktionen in China, Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Indien, Korea, Rumänien, der Schweiz, Tschechien, den USA und Vietnam. Zur internationalen Busch Gruppe gehört auch die Pfeiffer Vacuum AG, ein Vakuumpumpen-Hersteller mit Sitz in Nordhessen.

Busch Vacuum Solutions wird gemeinsam von Ayhan und Dr.-Ing. Karl Busch sowie ihren drei Kindern Ayla, Sami und Kaya Busch geführt. Noch immer trifft Familie Busch alle wichtigen Entscheidungen gemeinschaftlich. Dieses Prinzip, das Ayhan Busch etabliert hat, ist noch heute das Erfolgsrezept, auf dem das Unternehmen fußt. In Anerkennung ihrer gelebten Diversität zwischen den Generationen, Geschlechtern und Kulturen wurde Familie Busch 2022 die renommierteste Ehrung für Familienunternehmen in Deutschland zuteil, die Auszeichnung „Familienunternehmer des Jahres“.

Darüber hinaus erhielten Ayhan Busch und Dr.-Ing. Karl Busch 2015 gemeinsam die Ehrenbürgerwürde der Gemeinde Maulburg. 2019 ernannte die Technische Universität München Dr.-Ing. Karl Busch zum Ehrensenator. Im selben Jahr wurden seine Frau und er für ihre herausragenden unternehmerischen Leistungen mit der Wirtschaftsmedaille des Landes Baden-Württemberg und 2022 für ihr soziales und kulturelles Engagement mit der Ehrenmedaille des Landkreises Lörrach in Gold ausgezeichnet.

Dr.-Ing. K. Busch GmbH
Maulburg
Tel.: +49 7622 681-0
info@busch.de
www.buschvacuum.com

BUSCH
VACUUM SOLUTIONS

CITplus

Das Praxismagazin für Verfahrens- und Chemieingenieure

Safety first

Sicherheit für Mitarbeitende und Anlagen

Sicherheit ist in der Chemieindustrie ein heikles Thema. Um das Risiko für Mensch und Umwelt so gering wie möglich zu halten, gelten hohe Anforderungen für die Prozesse, im Betrieb und in der Instandhaltung. Digitale Tools und digitale Netzwerke in den Anlagen verlangen zudem eine erhöhte Sicherheit, um sich gegen Cybercrime zu schützen. Im Sonderteil informieren wir unter anderem über die Umsetzung sicherheitsgerichteter Automatisierungslösungen, wie sich die Qualität additiv gefertigter Druckgeräte prüfen lässt und stellen einen Sensor für den sicheren Umgang mit Wasserstoff vor.

Sonderteil Sicherheit



Weitere Themen

- Safety-Lösungen für die Prozesstechnik **S. 34**
- Mit der richtigen Formel vor Cyberangriffen schützen **S. 36**
- Gesicherte Qualität additiv gefertigter Druckgeräte **S. 38**
- Sicherheit durch Sichtbarkeit **S. 40**



Safety-Lösungen für die Prozesstechnik

Zuverlässiger Betrieb unter extremen Umgebungsbedingungen

Wenn es um die Einsatz- und Umgebungsbedingungen geht, erweisen sich die Anforderungen des klassischen Maschinenbaus an die funktionale Sicherheit als unkompliziert. Mögliche Herausforderungen ergeben sich jedoch bei der Umsetzung sicherheitsgerichteter Automatisierungslösungen in der Prozess- oder Verfahrenstechnik. Mit der Produktfamilie PSR-modular XC und den Profisafe-Modulen der Baureihe AXL FXC lassen sich die Aufgabenstellungen an die funktionale Sicherheit zuverlässig lösen.

In vielen Branchen müssen Maschinen und Anlagen unter extremen Bedingungen arbeiten – sei es in der Öl- und Gasindustrie, im Bergbau oder in der Lebensmittelproduktion. In diesen Bereichen treten teilweise hohe Temperaturen, starke Vibrationen, Feuchtigkeit, Staub oder explosive Atmosphären auf. Um für die Sicherheit, Effizienz und Zuverlässigkeit solcher Anlagen zu sorgen, werden erhöhte Anforderungen an entsprechende Automatisierungslösungen gestellt. Derartige Systeme müssen in der Lage sein, unter solch herausfordernden Bedingungen störungssicher zu funktionieren, ohne dass es zu Fehlfunktionen oder Ausfällen kommt.

Betrieb bei hohen Temperaturen über längere Zeiträume

Ein besonderes Problem resultiert vor allem aus hohen Temperaturen, da sie eine potenzielle Gefahr für elektronische Komponenten darstellen. Extreme Wärme kann zu Beschädigungen führen oder die Leistungsfähigkeit der Geräte beeinträchtigen. In diesem Kontext ist es von entscheidender Bedeutung, dass Auto-

tomatisierungslösungen unter derart hohen Temperaturen unterbrechungsfrei arbeiten. Daher sind robuste Materialien zu nutzen und spezielle Konstruktionsmerkmale zu beachten, die den besonderen Anforderungen standhalten. Die Komponenten müssen die erzeugte Wärme effizient ableiten und eine optimale Betriebstemperatur aufrechterhalten können, sodass sie stets zuverlässig funktionieren.

Die Herausforderung besteht darin, dass hohe Temperaturen nicht nur eine direkte Wärmebelastung der Geräte bewirken, sondern auch andere mögliche Schwierigkeiten nach sich ziehen können. Zum Beispiel ist es möglich, dass sich die thermischen Ausdehnungen verschiedener Materialien unterscheiden, woraus Spannungen und Verformungen resultieren. Daraus ergibt sich wiederum eine Störung der elektrischen Verbindungen und die Gesamtleistungsfähigkeit der Automatisierungslösung wird beeinträchtigt. Darüber hinaus können hohe Temperaturen die Lebensdauer der elektronischen Komponenten verkürzen. Die erhöhte Wärmebelastung kann die Alterung der Bauteile beschleunigen



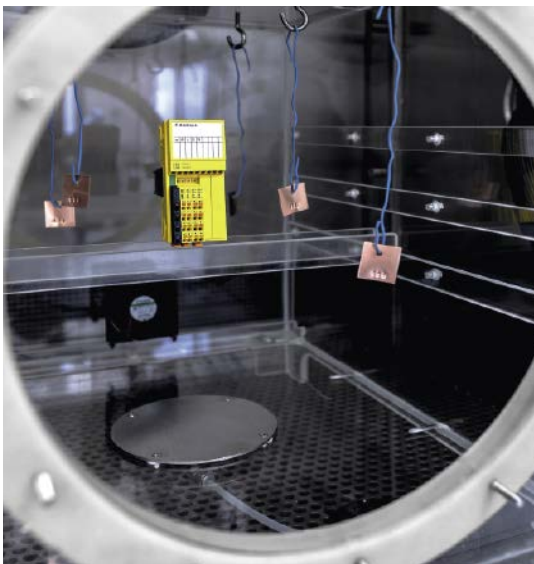
- **Funktionale Sicherheit**
- **sicherheitsgerichtete Automatisierung**
- **Sicherheitszertifikate: ATEX, IEC, Hazloc, Det Norske Veritas**

und so ihre Zuverlässigkeit im Laufe der Zeit verringern. Deshalb ist es von großer Bedeutung, dass Automatisierungslösungen darauf ausgelegt sind, den Betrieb selbst bei hohen Temperaturen über längere Zeiträume hinweg sicherzustellen, ohne dass Leistungseinbußen oder unvorhergesehene Ausfälle eintreten.

Insgesamt erweist es sich als unerlässlich, dass Automatisierungslösungen in einem Temperaturbereich bis zu 70 °C problemlos arbeiten. Dies erfordert eine sorgfältige Entwicklung und Auswahl von Geräten, die den thermischen Belastungen standhalten können, sowie das Implementieren passender Kühlungs- und Wärmemanagementmaßnahmen, um für eine optimale Leistung und Betriebssicherheit zu sorgen.

Zertifizierung für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen

In einigen Branchen – bspw. der Öl- und Gasindustrie – finden Automatisierungssysteme in explosionsgefährdeten Bereichen Anwendung. Hier müssen die Komponenten spezielle Anforderungen erfüllen, damit keine unzulässig hohen Temperaturen erzeugt werden, die



Das Profisafe-Modul AXL F XC beim Schädgastest.

Stand-Alone-Lösung für kleinere Anlagen

Bei PSRmodular handelt es sich um eine konfigurierbare Kleinststeuerung. Mit der Lösung lassen sich mehrere Sicherheitsfunktionen in einer Applikation überwachen. Die Sicherheitslogik wird mit der entsprechenden Software einfach per Drag-and-Drop erstellt. Das System funktioniert als Stand-Alone-Konzept und kann an kleineren Maschinen die gesamte Maschinensteuerung übernehmen. Zu diesem Zweck kommt das Grundmodul als einzelne Komponente zum Einsatz. Auf einer Baubreite von 22,5 mm stehen folgende Funktionen zur Verfügung:

- acht sichere Eingangssignale zur Auswertung sicherer Sensoren
- bis zu vier sichere Ausgänge (bis Kategorie 4)
- Takt- und Meldeschaltausgänge
- Kontaktvervielfachung oder -verstärkung durch externe Schütze in Verbindung mit integrierter Überwachung möglich.

Reicht die I/O-Zahl nicht aus, ist das System modular mit bis zu 18 sicherheitsgerichteten Erweiterungsmodulen ausbaubar. Diese werden über den Tragschienen-Busverbinder einfach an das Basismodul angeschlossen. Über ein Gateway lässt sich die modulare Sicherheitstechnik in bestehende Netzwerke einbinden.



PSRmodular als XC-Variante für extreme Umgebungsbedingungen.

eine Explosion auslösen könnten. Der Nachweis ihrer diesbezüglichen Eignung wird über internationale Standards und gesetzliche Vorgaben geregelt. Eine wichtige Rolle spielt dabei die europäische ATEX-Richtlinie, die für den Einsatz von Geräten in explosionsgefährdeten Bereichen gilt. Für Automatisierungskomponenten muss bei einer Installation in Zone 2 gemäß der ATEX-Geräteklasse 3 mit einer explosionsfähigen Atmosphäre gerechnet werden, die nur selten und lediglich für kurze Zeit auftritt. Hier handelt es sich um Bereiche, in denen brennbare Gase, Dämpfe oder Nebel bei normalen Betriebsbedingungen nicht in gefährlichen Mengen vorhanden sind, aber gelegentlich entstehen können.

Außerhalb Europas werden mit Hazloc und IEC EX entsprechende Zertifizierungen genutzt. Hazloc (Hazardous Location) ist ein Begriff, der hauptsächlich in Nordamerika verwendet wird. Hazloc-Zertifizierungen basieren auf den Normen und Vorschriften von Organisationen wie der National Fire Protection Association (NFPA) und den Underwriters Laboratories (UL). Sie legen die Anforderungen für Geräte fest, die in Nordamerika in gefährlichen Umgebungen eingesetzt werden. Bei IEC EX (International Electrotechnical Commission Explosive) geht es um ein globales Zertifizierungssystem für explosionsgeschützte Geräte und Anlagen. Das System wird von der IEC verwaltet und von verschiedenen, nationalen Zertifizierungsstellen anerkannt. IEC Ex-Zertifizierungen ermöglichen den internationalen Handel mit explosionsgeschützten Produkten.

Die Profisafe-Module der Baureihe AXL F XC verfügen über die Zulassungen ATEX/IEC EX Zone 2 und UL Hazloc. Für das konfigurierbare Sicherheitssystem PSRmodular findet

sich die Zulassung für ATEX und UL Hazloc in Vorbereitung.

Schadgasbeständigkeit gemäß der Klassifikation G3 der ISA S71.04

Besonders bei chemischen Prozessen ergeben sich in bestimmten Bereichen schadgasaltige Atmosphären von Chlorgas oder Schwefelwasserstoff. Diese Zusammensetzungen erweisen sich häufig als kritisch für Elektronikkomponenten, speziell wenn es sich um Geräte für die funktionale Sicherheit handelt. Zur Umsetzung der hohen Anforderungen an die Schadgasbeständigkeit der Klassifikation G3 in Anlehnung an die ISA S71.04 (Instrumentation Society of America) sind die XC-Baureihen der Produktfamilien PSRmodular und AXL F mit einem besonderen Schutzlack versehen, der mit einem speziellen Sprühverfahren aufgebracht wird. Eine Herstellererklärung dokumentiert den entsprechenden Nachweis.

Neben prozess- und verfahrenstechnischen stellen maritime Applikationen ebenfalls erhöhte Anforderungen an Automatisierungslösungen. Dies betrifft die Umgebungsbedingungen wie Temperatur, Vibration, elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) und Luftfeuchtigkeit. Die Det Norske Veritas (DNV) ist als international akkreditierte Zertifizierungsstelle ermächtigt, die technischen Standards für den Bau und den Betrieb von Schiffen und anderen mobilen Offshore-Strukturen in internationalen Gewässern festzulegen. Ihre Klassifizierungsstandards umfassen Sicherheits-, Zuverlässigkeits- und Umweltauflagen. Mit dem DNV-Zertifikat besitzt Phoenix Contact ein international anerkanntes Nachweisdokument für das konfigurierbare Basismodul aus der PSRmodular-XC-Familie.

Verwendung in allen Anlagengrößen

Die XC-Varianten des Sicherheitssystems PSRmodular und des Portfolios der Profisafe-I/O-Module bieten Anwendern zwei Ansätze zur Verwendung von sicherheitsgerichteten Automatisierungslösungen unter extremen Umgebungsbedingungen. Während die PSRmodular-Familie für den Einsatz in kleinen bis mittleren Anwendungen optimiert ist, lassen sich mit den Profisafe-Modulen der Baureihe AXL F auch verteilte Systemarchitekturen bis SIL 3 respektive PL e realisieren.

Die Autoren

Carsten Gregorius,
Manager Strategic Product Marketing Safety,

Manuel Ungermann,
Strategic Product Management Safety, Geschäftsbereich Automation Infrastructure, Phoenix Contact Electronics

Wiley Online Library



Phoenix Contact GmbH & Co. KG, Blomberg
www.phoenixcontact.de/safety



Mit der richtigen Formel vor Cyberangriffen schützen

Neue Gefahren durch künstliche Intelligenz



Keywords

- **Cybersecurity**
- **Training**
- **künstliche Intelligenz**

Daten aus Industrieunternehmen sind ein lukratives Ziel für Angreifer, die inzwischen vermehrt auch KI-Tools einsetzen. Während sich vernetzte Anlagen und Systeme z.B. durch Firewalls, Antivirenprogramme und Co. gegen Hackerangriffe schützen lassen, gibt es noch einen weiteren bedeutenden Risikofaktor: die Mitarbeiter. Für einen effektiven Schutz vor Cybercrime, ist ein regelmäßiges Training nützlich, um für Phishing zu sensibilisieren und den Umgang mit KI-Tools zu schulen.

Branchenübergreifend sind Mitarbeiter eine der größten Schwachstellen in puncto Cybersicherheit. Ungeschulte Mitarbeiter können Angreifern unwissentlich die Türen zum Unternehmen öffnen – und das bereits durch einen falschen Klick.

Phishing-Angriffe sind eine der häufigsten Methoden, um Mitarbeiter zu täuschen, durch sie an sensible Informationen zu gelangen oder sich in das Unternehmensnetz einzuschleusen.

Was ist Phishing?

Bei Phishing handelt es sich um gefälschte E-Mails, die von Cyberkriminellen versendet werden. Sie zielen darauf ab, an vertrauliche Informationen zu gelangen oder Schadsoftware wie Malware zu installieren und sich so Zugriff auf das Unternehmensnetzwerk – inklusive IT-Systemen oder vernetzten Maschinen und Anlagen – zu verschaffen. Phishing-Mails enthalten nicht nur Aufforderungen, sensible Infor-

mationen preiszugeben, sondern häufig auch schädliche Links oder Anhänge. Sobald diese angeklickt oder heruntergeladen werden, kann die Malware das Gerät infizieren und Cyberkriminellen eine Tür in das Unternehmensnetzwerk öffnen.

Mit ein wenig Übung konnten Phishing-Mails bislang gut an unprofessionellen Designs, fehlerhafter Grammatik oder Rechtschreibung erkannt werden. Doch dies ändert sich nun. Grund ist der Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI).

Neue Gefahren durch künstliche Intelligenz

KI bietet viele Möglichkeiten, um Prozesse in Unternehmen zu beschleunigen oder zu optimieren. Auch zur Verbesserung der Cybersicherheit kann künstliche Intelligenz einen wichtigen Beitrag leisten. Diese Vorteile haben allerdings auch Cyberkriminelle schnell erkannt. Viele Hacker nutzen generative KI-Tools wie

GPT-4, um ihre Taktiken zu verbessern. Die Fortschritte in der KI ermöglichen es Angreifern, authentisch aussehende Phishing-Mails zu erstellen, die von legitimen E-Mails nur schwer zu unterscheiden sind. Traditionelle Methoden zum Erkennen von Phishing-Angriffen stoßen dadurch mittlerweile an ihre Grenzen.

KI-Tools in den Händen von Mitarbeitern

Aber nicht nur in den Händen von Cyberkriminellen können KI-Tools Schaden für Unternehmen anrichten. Immer mehr Mitarbeiter nutzen Tools wie ChatGPT für alltägliche Aufgaben – vom Schreiben professioneller Inhalte bis hin zur Behebung von Fehlern in Quellcodes. Meist sind sie sich nicht darüber im Klaren, dass dies ihr Unternehmen dem Risiko von Datenschutzverletzungen und Sicherheitslecks aussetzen kann.

Auch wenn der Chat mit KI-Bots privat erscheinen mag, sammeln diese Tools alles,

was dort eingegeben wird. Darüber hinaus liefern KI-Tools nicht immer zuverlässige Informationen. Da die KI-Engines von Eingaben der Nutzer „lernen“, können sie Fehlinformationen oder sogar schadhafte Code enthalten.

Tipps zum Schutz vor KI-gesteuerten Cyberangriffen

- Absender von E-Mails überprüfen und deren Identität bestätigen. Dies ist entscheidend, da es sich um einen Bereich handelt, den Hacker nur sehr schwer fälschen können.
- Validierung von Hyperlinks in unbekanntenen Texten und E-Mails. Dazu mit dem Mauszeiger über die Links fahren und sie auf verdächtige URLs überprüfen, die nicht mit der Textbeschreibung übereinstimmen. Auf diesem Weg lässt sich vermeiden, dass das Gerät und das Netzwerk versehentlich Sicherheitsbedrohungen ausgesetzt werden.
- Bei der Nutzung von KI-Tools für die Arbeit sollten die Eingaben (Prompts) keine persönlichen Informationen wie Namen, E-Mail-Adressen usw. enthalten.
- Finanzielle Informationen, Quellcode oder interne Kommunikation sollten aus Prompts in KI-Tools entfernt werden.
- Keine Inhalte, die sich auf die Unternehmensstrategie beziehen, in ein KI-Tool eingeben.

Wichtiger denn je ist ein ganzheitliches Sicherheitskonzept, das nicht nur technische, sondern insbesondere auch menschliche Faktoren und bewährte Praktiken einschließt. Folgende

Schritte können Unternehmen ergreifen, um sich besser gegen aktuelle Gefahren aus dem Netz zu wappnen:

- **E-Mail-Filterung und -Authentifizierung:** Unternehmen sollten fortschrittliche E-Mail-Filter und -Authentifizierungssysteme einsetzen, um verdächtige E-Mails frühzeitig zu erkennen und zu blockieren.
- **Patch-Management:** Die Aktualisierung von Software und Systemen ist entscheidend, um bekannte Schwachstellen zu beheben und Angriffspunkte zu minimieren.
- **Monitoring und Incident Response:** Die kontinuierliche Überwachung des Netzwerks und eine effiziente Incident-Response-Strategie sind unverzichtbar, um Angriffe frühzeitig zu erkennen und abzuwehren.
- **Künstliche Intelligenz nutzen:** Unternehmen können selbst KI-Tools einsetzen, um verdächtiges Verhalten zu erkennen und automatisch Gegenmaßnahmen zu ergreifen.
- **Regelmäßiges Cybersecurity Training:** Schulungen und Phishing-Simulationen können Mitarbeiter für die Gefahren von Phishing-Angriffen und anderen Social-Engineering-Techniken sensibilisieren. Wichtig ist, dieses Training mit kurzen Lerneinheiten regelmäßig durchzuführen, um jederzeit auch die neuesten Angriffsmethoden zu kennen und darauf vorbereitet zu sein. Dabei sollten die individuellen Positionen, Abteilungen, Standorte und Risikolevel der Mitarbeiter berücksichtigt werden. Denn während ein HR-Mitarbeiter vielleicht eine gefälschte

Bewerbung per Mail erhält, bekommen Mitarbeiter in der Buchhaltung eine falsche Zahlungsaufforderung und Produktionsmitarbeiter wiederum eine falsche Information zu Änderungen im Produktionsprozess.

Um das Sicherheitsrisiko durch das eigene Team zu reduzieren, ist regelmäßiges Security Awareness Training unerlässlich. Moderne Trainingsplattformen mit Machine Learning dienen als effektives Tool, um individuell das Sicherheitsbewusstsein aller Mitarbeiter zu schärfen und sich auch vor neuesten Gefahren aus dem Netz zu wappnen.



Der Autor
Dirk Rausse,
Regional Sales Director
DACH & Nordici, Cybeready

Wiley Online Library



Cybeready, Santa Clara, USA
dirk@cybeready.com · www.cybeready.com/de

Fernwartung für sicherheitskritische Anlagen

Der IT-Sicherheitsspezialist genua unterstützt für seine Fernwartungslösung genubox neben seiner bewährten nativen Microsoft-Windows-App nun auch den Remote-Zugriff via Webinterface. Die Fernwartung wird damit noch unabhängiger von Zeit, Ort sowie dem Betriebssystem des Fernwartungs-Clients. Selbst mobile Fernwartungs-Sessions von unterwegs auf sicherheitskritische Maschinen und Anlagen, z.B. über den Browser eines Tablet-PCs, lassen sich so zuverlässig geschützt durchführen. Das neue Webinterface erlaubt den https-basierten Aufbau einer Remote-Desktop-Verbindung zu einem Rendezvous-Server, um eine vorkonfigurierte Fernwartungssession zu initiieren. Die Identität des Benutzers wird dabei über Identity Provider wie Okta, Azure Active Directory oder Keycloak mittels des Identitätsprotokolls OpenID Connect geprüft. Der Rendezvous-Server kann sich dabei in der demilitarisierten Zone (DMZ) des LAN-Betreibers, des Fernwarters oder in der Cloud befinden. War der Log-in erfolgreich und wurde die Fernwartungssession vom Anlagenbetreiber genehmigt, sehen Fernwarter anschließend alle mittels RDP (Remote Desktop Protocol), VNC oder SSH (Secure Socket Shell) angebundene Zielsysteme, für die sie autorisiert sind. Dabei wird äußerst granular gesteuert, welcher Fernwarter mit welcher Applikation auf welches Zielsystem zugreifen darf. So werden moderne Zero-Trust-Konzepte unterstützt. Als Rendezvous-basierte Lösung entspricht die Fernwartung dem vom Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) empfohlenen



Goldstandard für sichere Fernwartungsarchitekturen. Sie erfüllt zudem alle BSI-Empfehlungen an eine sichere Fernwartung im industriellen Umfeld. Je nach Anforderungen sind Hardware-basierte, virtualisierte oder hybride Setups möglich.

www.genua.de

Additiv gefertigte Halbzeuge im Kommen

**Neue Zertifizierung bietet
Rechtsicherheit für die
Prozessindustrie**



Additive Fertigung ermöglicht komplexere Strukturen und damit Leistungssteigerungen bei Wärmetauschern.



Keywords

- **Additive Fertigung**
- **Zertifizierung, Druckgeräterichtlinie (DGRL)**
- **Halbzeuge, Wärmetauscher**

Mit additiv gefertigten Bauteilen und Halbzeugen lassen sich Stillstandzeiten durch ungeplante Ausfälle verkürzen. Denn der 3D-Druck ergänzt die Lieferkette und erleichtert die Ersatzteilbevorratung – erfordert allerdings auch langjähriges Expertenwissen. Rosswag Engineering hat jetzt als erster Dienstleister Deutschlands auch ein TÜV-Süd-Zertifikat für die additive Fertigung von Halbzeugen erhalten. Das bringt Rechtssicherheit für Betreiber durch die Konformität mit der Druckgeräterichtlinie.

Bauteile aus dem 3D-Drucker sind kurzfristig verfügbar, ihre Herstellung lässt sich zeitlich gut planen und die Qualität steht mittlerweile der von konventionell gefertigten Teilen in nichts nach. Auch für sicherheitsrelevante Druckgeräte eignet sich die additive Herstellung. Selbst komplexe Geometrien lassen sich dabei realisieren, z.B. eine stark vergrößerte Austauschfläche und damit höhere Effizienz in Wärmetauschern.

Rosswag Engineering fertigt so mit einem neuen Design bspw. Hochleistungswärmetauscher aus nickelbasierten Stählen. Diese sind für Anwendungen mit niedrigem Druckverlust und bis zu 1.000 °C Umgebungstemperatur konzipiert. Gegenüber konventionell gefertigten Teilen bieten sie bis zu vier Mal mehr Leistung pro Kubikmeter bei einem um das 25-fache reduzierten Volumen. Der Wärmetauscher gilt dabei als sogenanntes Bauteilhalbzeug, weil er erst im weiteren Prozess unter anderem durch den Anbau von Flanschen fertiggestellt wird. Halbzeuge sind üblicherweise Vormaterialien wie Stahlbleche, aus denen wiederum komplexere Bauteile gefertigt werden.

Das Unternehmen setzt hierfür das Laserschmelzverfahren (Laser Powder Bed Fusion, LPBF) ein. Ob additiv oder auf herkömmliche Weise hergestellt: Sämtliche Bauteile müssen der Druckgeräterichtlinie (DGRL) entsprechen. Um diese Konformität zu gewährleisten, hat Rosswag sich vor einigen Jahren zunächst als erstes Unternehmen für die Herstellung von Metallpulver zertifizieren lassen. Die Erfahrung mit den regulatorischen Anforderungen und die Kenntnisse in der Anlagentechnik, die für eine Zertifizierung additiv gefertigter Druckgeräte nötig sind, fasst TÜV Süd in einem eigenen Qualifizierungsprogramm zusammen.

Qualität ist entscheidend

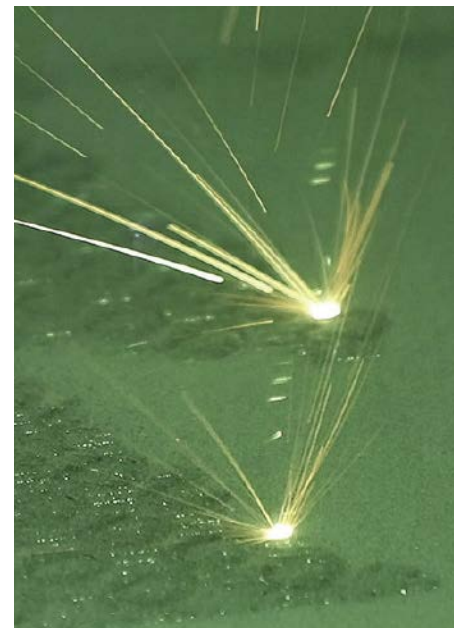
Hochwertige Bauteile lassen sich nur aus hochwertigem Pulvermaterial herstellen. Schon dazu gehört viel Erfahrung mit additiver Fertigung. So ist die Verteilung der Partikelgrößen im Pulver entscheidend für die Qualität des Bauteils. Chemische Elemente wirken auf die Fertigungsparameter ein, und innerhalb des Bauraums einer Maschine verhalten sich die Pulverpartikel unter-

schiedlich. Noch komplexer wird die Qualitätssicherung, wenn Hersteller die Pulverwerkstoffe chemisch modifizieren um neue Legierungen zu erzeugen und anschließend Prozessparameter wie die Laserleistung anpassen. Das Ziel solcher Maßnahmen ist die Optimierung der mechanischen und physischen Eigenschaften der Komponenten. Allerdings steigt damit der Aufwand, um die relevanten Prozesse und die werkstofftechnischen Anforderungen abzusichern.

Eigenspannungen im Material oder eine geringe Belastbarkeit sind die Folge, wenn der Prozess nicht fachgerecht ausgelegt wird. Besonders kritisch ist dies bei komplexen Einzelstücken, die nicht mit Standardmethoden zerstörungsfrei geprüft werden können. Fachwissen ist erforderlich, um die Standardeinstellungen des verwendeten 3D-Druckers mit den Werkstoffen und angepassten Prozessparametern zu kombinieren. Eine weitere Herausforderung ist die Reproduzierbarkeit, da selbst scheinbar identische Bauteile aufgrund der Positionierung im Bauraum der Produktionsmaschine unterschiedliche Eigenschaften aufweisen können.



Beim Verdüsen zerstäubt geschmolzenes Metall zu Tröpfchen, die anschließend zu Pulverpartikeln erstarren.



Die Rohrbündel-Wärmetauscher werden im Laserschmelzverfahren (LPBF) hergestellt.

Mit Simulationen erprobt Rosswag verschiedene Produktionsparameter und die Positionierung der Bauteile, um die Reproduzierbarkeit der Materialeigenschaften zu gewährleisten. Qualitätssicherung hat hier einen besonders hohen Stellenwert: Von den etwa 200 Mitarbeitenden befassen sich 10 % mit der additiven Fertigung. Das zusätzliche Zertifikat über die additive Fertigung von Halbzeugen ist ein weiterer Schritt in Richtung verkürzter Herstellungsprozesse und einer höheren Anlagenauslastung.

Der Weg zum Zertifikat

Für eine Zertifizierung wird die gesamte Prozesskette bzw. die zugehörige Qualitätssicherung

Zahlreiche Probekörper werden mit zerstörenden und zerstörungsfreien Verfahren geprüft.



betrachtet. Dabei stehen die eingesetzten Werkstoffe, das Personal und alle Prozesse ebenso im Fokus wie die Nachverfolgbarkeit von Daten und deren Eignung für den geplanten Einsatz.

In die Zertifizierung für additiv gefertigte Halbzeuge fließen zahlreiche Normen und Regelwerke ein. Neben der übergeordneten Druckgeräte Richtlinie DGRL/2014/68/EU, die die allgemeinen Sicherheitsanforderungen festlegt, gilt die Norm DIN/TS 17026 für additiv gefertigte Druckbehälter und deren Bauteile. Unter die DIN/TS 17026 fällt die Zusammensetzung des Pulvers, der Herkunftsnachweis und der Nachweis der Zug- und Kerbschlagbiegung an Probekörpern. Zusätzlich gilt auch ein Teil der EN 13445-4 über die Herstellung unbefestigter Druckbehälter sowie die zukünftige EN 13445-14.

Für jedes im 3D-Druck gefertigte Druckgerät, also ein additiv gefertigtes Bauteil im Einsatz unter hohem Prozessdruck, ist eine individuelle Bauraumqualifizierung vorgeschrieben. Dafür muss nachgewiesen werden, dass die mechanisch-technologischen Eigenschaften der Bauteile reproduzierbar sind. Auch die Lage und die Orientierung im Bauraum werden betrachtet. Im Zertifizierungsprozess bei Rosswag prüfte TÜV Süd zu diesem Zweck mehr als 100 Probekörper mit zerstörenden und zerstörungsfreien Verfahren.

Im Anwendungsbereich der vielen verschiedenen Regelwerke tauchen immer wieder offene Fragen in Bezug auf die additive Fertigung auf. Die Zertifizierungsexperten schließen eventuelle Lücken dank der umfangreichen Expertise bei metallischen Werkstoffen und Schweißverfahren. Mit erfolgreichem Abschluss eines Zertifizierungs- und Prüf-

programms positionieren Unternehmen sich im Wachstumsmarkt der additiv gefertigten Druckgeräte. Die nachgewiesene Qualitätssicherung ist gerade in der chemischen Industrie ein deutlicher Wettbewerbsvorteil.

Die Autoren



Gunther Kuhn,
Leiter Produktmanagement,
TÜV SÜD Industrie Service



Gregor Graf,
Leiter Technologie,
Rosswag

Wiley Online Library



TÜV SÜD Industrie Service GmbH, München

Tel.: +49 89 5791 - 2827
gunther.kuhn@tuvsud.com
www.tuvsud.com/de-is

Rosswag GmbH, Pfnitzal

Tel.: +49 7240 94 10 - 131
info@rosswag-engineering.de
www.rosswag-engineering.de

Sicherheit durch Sichtbarkeit

Ein sicherer Umgang mit Wasserstoff durch den Einsatz mikroskaliger Indikatorpartikel

Ein partikulärer Indikator kann die Anwesenheit von Wasserstoff schnell, zuverlässig, mit bloßem Auge erkennbar anzeigen und das sogar in geringen Konzentrationen des Gases unterhalb der Explosionsgrenze. Der zweistufige Farbumschlag zeigt zunächst eine einmalige Wasserstoffexposition und kann im zweiten Schritt eine akute Wasserstoffbelastung sichtbar machen. Der Farbindikator wurde in der Zusammenarbeit zwischen dem Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC und der Friedrich-Alexander-Universität entwickelt.



Keywords

- **Wasserstoff**
- **Sensor, Indikator**
- **Leckage, Arbeitssicherheit**



© Fraunhofer ISC

Abb. 1: Handschuh mit Wasserstoff-Indikator-Suprapartikeln zur einfachen Detektion von Wasserstoff.

Die Nationale Wasserstoffstrategie geht für die Bundesrepublik Deutschland von einer Steigerung des jährlichen Wasserstoffbedarfes von 55 bis 60 TWh im Jahr 2020 auf 90 bis 110 TWh bis 2030 aus. Ob bei der Herstellung, dem Transport oder der Speicherung – der sichere Umgang mit Wasserstoff daher ist unumgänglich und wird immer wichtiger. Zukünftig werden nicht nur Fachpersonal in speziellen Anlagen, sondern auch Privatpersonen, z.B. im Straßenverkehr, damit in Kontakt kommen. Um Unfälle zu vermeiden, ist das einfache, leicht verständliche und schnelle Erkennen von Leckagen besonders wichtig. Zudem muss die Technik sicher und kostengünstig sein.

Wasserstoff sichtbar machen

Wasserstoff ist ein farbloses und geruchloses Gas, das im richtigen Mischungsverhältnis mit Sauerstoff in Anwesenheit einer Zündquelle in einer Knallgasreaktion explodieren kann. Um dies zu verhindern und austretenden Wasserstoff aus Leckagen sichtbar zu machen, haben Forschende des Fraunhofer-Institut für Silicatforschung ISC und der Friedrich-Alexander-Universität (FAU) ein Indikatorsystem entwickelt, mit dem einfach und schnell austretendes Wasserstoffgas sichtbar gemacht werden kann. Aufgebracht, z.B. auf einen Handschuh (Abb. 1), kann ein solches Indikatorsystem genutzt werden, um Leckagen an Steckverbindungen von Rohrleitungen einfach zu detektieren. Durch den raschen Farbumschlag kann mit bloßem Auge erkannt werden, ob die Leitung dicht ist oder aber Wasserstoff austritt. Die Besonderheit der Funktionsweise dieses flexibel einsetzbaren, pulverförmigen Indikators liegt im Aufbau der einzelnen Partikel. Dabei handelt es sich um sogenannte Suprapartikel^[1], die aus

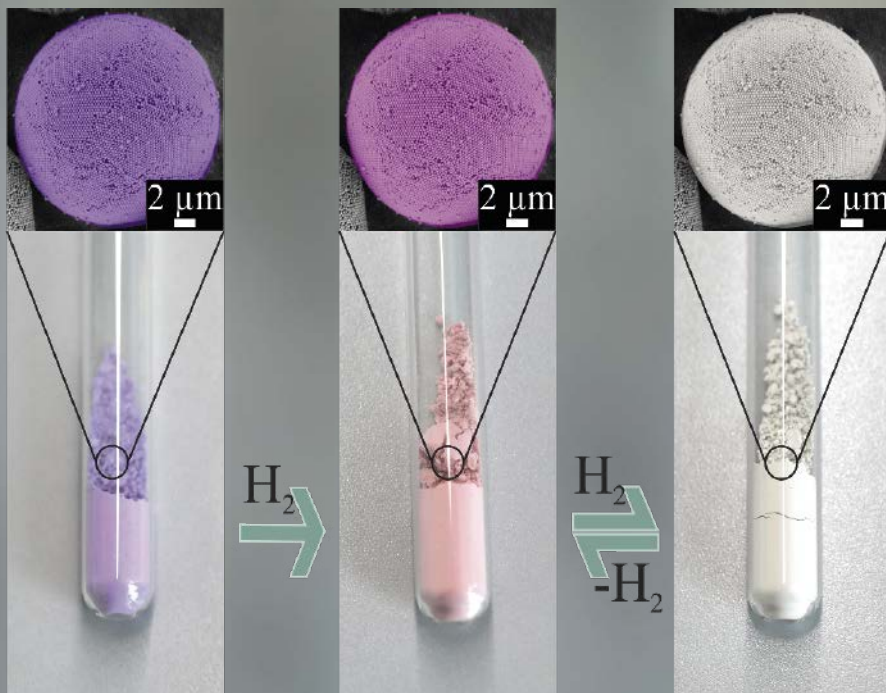


Abb. 2: Das Wasserstoffindikatorpulvern im Ausgangszustand (violett), nach Wasserstoffbeaufschlagung (pink) und bei akuter Wasserstoffbeaufschlagung (farblos) mit entsprechend eingefärbten Rasterelektronenmikroskopieaufnahmen eines Suprapartikels.

unterschiedlichen Nanobausteinen aufgebaut sind. Bei den Wasserstoff-Indikator-Suprapartikeln werden verschiedene Bausteine (Trägerpartikel, Katalysatorpartikel, Farbstoff) eingesetzt, die alle eine bestimmte Funktion in der Detektion von Wasserstoffgas haben (Abb. 2). Kommt Wasserstoff nun in Kontakt mit den Indikator-Suprapartikeln, wird das im Ausgangszustand violette Pulver zunächst pink. Bei anhaltender Wasserstoffbelastung entfärbt sich das Pulver vollständig. Wenn keine weitere Wasserstoffbelastung mehr auftritt, verfärbt sich das Pulver wieder pink. Durch den ersten irreversiblen Farbwechsel von violett nach pink kann somit eine einmalige Wasserstoffbelastung im Lebenszyklus des Indikators angezeigt werden.

Durch den reversiblen Farbwechsel von pink zu farblos kann austretendes Wasserstoffgas „live“ verfolgt und somit lokalisiert werden.

Herstellung der Indikatorpartikel

Die Herstellung der Indikatorpartikel erfolgt über den Sprühtrocknungsprozess (Abb. 3). Hierbei werden die drei Bausteine: (i) Silica Nanopartikel, die als Trägermaterial dienen; (ii) Platin Nanopartikel, die als Katalysator eingesetzt werden; und (iii) ein organischer Farbstoff, der die Anwesenheit von Wasserstoffgas durch einen Farbwechsel anzeigen kann, zunächst in Wasser dispergiert. Anschließend wird die Dispersion in eine Düse gepumpt, an deren Ende mittels Druckluft die Zerstäubung zu einem fei-

nen Nebel erfolgt. Dieser Sprühnebel wird in einer geheizten Kammer erzeugt. Durch die vorherrschende Temperatur verdunstet das Lösemittel und die Nanobausteine werden in immer engeren Kontakt gezwungen, bis das gesamte Lösemittel verdampft ist und mikroskalige Partikel übrigbleiben. Durch ein leichtes Vakuum in der Anlage wird der Partikelstrom in einen Zyklon geleitet, dort abgeschieden und kann gesammelt werden. Der Trocknungsprozess verläuft extrem schnell im Bereich von Millisekunden bis Sekunden, wodurch den fein vernebelten Tröpfchen keine Zeit bleibt, sich wieder zu vereinigen. Die Größe der resultierenden Suprapartikel wird maßgeblich von der Feststoffkonzentration in der Speise und der Tröpfchengröße bestimmt. Mit dem Verfahren können relativ hohe Ausbeuten erzielt werden; ca. 85 bis 95 % des eingesetzten Feststoffs kann als Pulver abgeschieden werden. Die Verteilung von Silica- und Platin-Nanopartikeln und Farbstoff ist statistisch über die Partikel gleich. Da das System zu 99,8 % aus kommerziellen Silica-Nanopartikeln aufgebaut ist, kann es kostengünstig hergestellt werden. Der Sprühtrocknungsprozess ist in der Industrie eine etablierte Methode und somit ist das ganze System auch im Großmaßstab herstellbar.

Funktionsweise

Organische Farbstoffe können ihre Struktur durch äußere Trigger wie pH-Wert-Änderungen oder Reaktionen mit anderen Molekülen in der Regel nur in flüssiger Phase, d.h. in einem Lösemittel, ändern. Im festen Aggregatzustand funktioniert dies normalerweise nicht. Mit Hilfe der suprapartikulären Struktur ist es gelungen auf kleinstem Raum eine Mikroumgebung zu schaffen, in der die Farbstoffe ihre molekulare Struktur und somit ihre Farbe ändern können (Abb. 4). Die Silica-Nanopartikel bilden ein poröses Netzwerk innerhalb des Suprapartikels, in dem Wasser aus der Atmosphäre, ähnlich einem Schwamm, aufgesaugt werden kann. Der organische Farbstoff kann sich in diesem Porenwasser frei bewegen, ohne dass er aus dem Partikel rausgeschwemmt wird. Kommt der Suprapartikel nun in Kontakt mit Wasserstoff, kann dieser in das Porensystem eindringen und an den reaktiven Oberflächen der Katalysatorpartikel dissoziieren. Die Wasserstoffatome können dann im Folgenden mit den Farbstoffmolekülen reagieren, wodurch diese im ersten Schritt irreversibel reduziert werden und ein erster Farbumschlag von violett nach pink beobachtet werden kann. Bei fortdauernder Wasserstoffbelastung kann das Farbstoffmolekül weiter reduziert werden und der zweite Farbumschlag von pink nach farblos setzt ein. Sobald es keine Wasserstoffbelastung mehr gibt, spaltet das Farbstoffmolekül



Abb. 3: Zum Einsatz kommt der Laborsprühtrockner Büchi B290. Schematische dargestellt ist die Speise, der Trocknungseffekt, sowie die Zusammensetzung des resultierenden Wasserstoff-Indikator-Suprapartikels

den angelagerten Wasserstoff wieder ab und die Rückreaktion in den pinkfarbenen Zustand ist begünstigt.^[2]

Ausblick auf weitere Anwendungen

Der große Vorteil dieses neu entwickelten suprapartikulären Pulvers ist die große potenzielle Anwendungsbreite. Prinzipiell lassen sich die Indikatorpartikel an jeder Stelle, also z.B. bei der Herstellung, der Lagerung, dem Transport und der Nutzung von Wasserstoffgas, anwenden. Durch die Flexibilität, die ein Pulver als einsetzbares Additiv bietet, z.B. bei der Verwendung in Beschichtungen, Lecksuchsprays, Siliconspritztuben, auf Arbeitsschutz-

kleidungen oder als Teststreifen, kann von Pipelines, über Tanks und kleineren Rohrleitungen bis hin zum zukünftigen Hausgebrauch in Heizungen oder in Fahrzeugen dieses System überall Anwendung finden. Zum Auslesen der Ergebnisse ist weder eine elektronische Einheit noch Fachpersonal notwendig, da der Farbumschlag mit bloßem Auge von jedermann erkannt werden kann.

Literatur

1) Wintzheimer, S., Reichstein, J., Groppe, P., Wolf, A., Fett, B., Zhou, H., Pujales-Paradela, R., Miller, F., Müsigg, S., Wenderoth, S., Mandel, K., Supraparticles for Sustainability. Adv. Funct. Mater. 2021, 31, 2011089.

2) Reichstein, J., Schötz, S., Macht, M., Maisel, S., Stockinger, N., Collados, C. C., Schubert, K., Blau-meiser, D., Wintzheimer, S., Göring, A., Thommes, M., Zahn, D., Libuda, J., Bauer, T., Mandel, K., Supraparticles for Bare-Eye H2 Indication and Monitoring: Design, Working Principle, and Molecular Mobility. Adv. Funct. Mater. 2022, 32, 2112379.

Die Autoren



Sarah Wenderoth, wissenschaftliche Mitarbeiterin Partikeltechnologie, Fraunhofer-Institut für Silicatiforschung ISC



Dr. Benedikt Schug, stellvertretender Leiter Partikeltechnologie, Fraunhofer-Institut für Silicatiforschung ISC

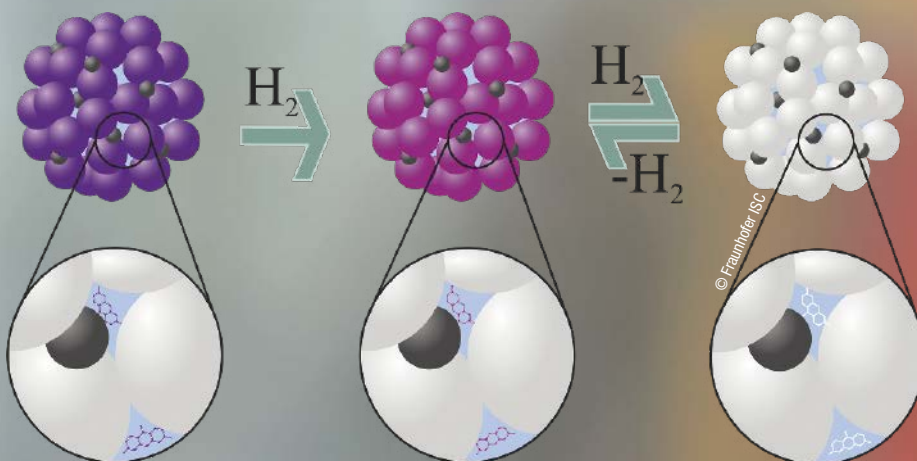


Abb. 4: Schematische Darstellung des Funktionsprinzips der Wasserstoff-Indikator-Suprapartikel. Wasserstoff, der in das Porensystem eindringt, kann an der Katalysatoroberfläche dissoziieren und reagiert in der Folge mit dem Farbstoffmolekül, das im Porenwasser frei beweglich ist. Dabei wird der Farbstoff reduziert, wodurch sich die Farbe irreversibel von violett zu pink verfärbt. Bei weiterer Wasserstoffzufuhr wird das Farbstoffmolekül weiter reduziert und entfärbt sich. Wird die Wasserstoffzufuhr wieder unterbrochen, kann das Farbstoffmolekül wieder oxidiert werden und verfärbt sich erneut pink.

Wiley Online Library



Fraunhofer-Institut für Silicatiforschung ISC
 sarah.wenderoth@isc.fraunhofer.de
 Tel.: +499314100-429
 https://www.partikel.fraunhofer.de

Sicher zählen und positionieren

Ob in der Öl- und Gas- oder der Lebensmittel- und Pharma-Industrie, in Lackieranlagen oder in Bereichen mit Faulgasen: In vielen Anwendungen herrscht latente Explosionsgefahr. Sämtliche Komponenten in kritischen Bereichen dieser Anlagen müssen Ex-zertifiziert sein. Hengstler hat dafür zahlreiche ATEX- und IECEx-zugelassene Drehgeber und Zähler im Programm. Zu den wichtigsten Ex-Drehgebern zählen die Absolutwertgeber ACURO AX71. Die Encoder zeichnen sich durch Auflösungen bis zu 12-Bit Multiturn (batterielos) und bis zu 22-Bit Single Turn aus. Sie erfassen u.a. die Position von Bohrantrieb und Hebewerk an Anlagen für die Erschließung von Öl-, Gas- und Geothermie-Vorkommen. Die Drehgeber eignen sich aber ebenso für Anwendungen in der Petrochemie, in Getreidemühlen, Silo-Anlagen oder an Kraftwerksaufzügen (Ex II 2 G/EX II 2 D). Die Encoder weisen einen hohen EMV- und Blitzschutz auf und sind sehr temperaturbeständig (-40 °C bis +60 °C in Ex-relevanten Umgebungen). Da die Absolutwertgeber zudem unempfindlich gegenüber Salzwasser sind, werden sie auch häufig in marinen Anwendungen verwendet. Speziell für gas- und staubexplosionsgefährdete Bereiche ist der Acuro AX73 ausgelegt. Der hochpräzise Encoder ist einfach zu installieren und bietet Auflösungen von 10...22 Bit (Singleturn) und 12 Bit (Multiturn). Der kompakteste Ex-Drehgeber seiner Klasse ist der Acuro AX65 mit einer Bautiefe von lediglich 70 mm und einem Durchmesser von 59 mm. Dieser Encoder kann selbst in engen Bauräumen installiert werden, in denen das bisher aus Platzgründen

nicht möglich war. Neben der Auflösung von 12 Bit Singleturn und 12...16 Bit Multiturn bietet der Encoder eine hohe Schockfestigkeit von 200 g und eine Vibrationsfestigkeit von 30 g. Dank seiner Robustheit und der „Mining“-Zulassung kann der Absolutwertgeber sowohl im Bergbau als auch in allen anderen Umgebungen mit explosionsfähigen Gasen und Stäuben eingesetzt werden. Mit den inkrementalen ISD- und HSD-Drehgeber-Typen sowie den Absolutwertgebern AI25 – C1D2 sind zudem Ex-geschützte Encoder im Angebot, die nach der in den USA noch weit verbreiteten amerikanischen NEC 500-Normvorgabe zertifiziert wurden. Sie eignen sich für den Einsatz in Anlagen mit der Einordnung nach Class, Division und Group. Weitere gefragte Ex-Produkte sind die pneumatischen Zähler und Zeitglieder. Sie eignen sich zur Überwachung und Steuerung aller zahlen- und zeitabhängig zu kontrollierenden Abläufe in pneumatischen Steuerungen und Anlagen. Die Vorwählzähler werden z.B. an Druckluftimpulsanlagen verwendet, die Blockaden an Förderbändern lösen. Sie dienen aber ebenso zur Stück- bzw. Batch-Zählung an Abfüllanlagen in der Lebensmittel- und Pharma-Industrie. Die pneumatischen ex-geschützten Zähler sind als Summen-, Zeit- und Vorwählzähler gefertigt. Letztere ermöglichen präzise Einstellungen zwischen 0,2 sec und 99.999 min (69 Tagen).



www.hengstler.de

Flüchtige Emissionen reduzieren

Geschlossene Probenahmesysteme gegen unkontrollierte Emissionen

In Raffinerien und Chemieanlagen kann es an vielen Stellen zu einer unbeabsichtigten Freisetzung von Gasen und Fluiden kommen. Flüchtigen Emissionen durch Leckagen stehen zunehmend im Fokus der Aufsichtsbehörden, was Anlagenbetreiber zusätzlich antreibt, sie zu reduzieren oder gar vollständig zu beseitigen. Ein geschlossenes Probenahmesystem kann unbeabsichtigte Freisetzungen verhindern.

Unkontrollierte Emissionen können an zahlreichen Probenahmestellen in komplexen Anlagen auftreten. Die Möglichkeit für Leckagen ist dabei unabhängig davon, ob durch ein etwaiges Verschütten von Probenbehältern oder weil eine mangelhafte Systemkonstruktion vorliegt.

Potenzielle Leckagestellen können auch auftreten, wenn Komponenten altern oder defekt werden. Es ist von entscheidender Bedeutung, die zahlreichen Probenahmestellen in einer Anlage genau zu prüfen. Denn je nach Vorgehensweise bei der Probenahme, der Qualität des Probe-

nahmesystems und der Qualifikation des Technikers kann es an all diesen Stellen potenziell zu einer Leckage kommen. Solche Leckagen und flüchtige Emissionen an Probenahmestellen lassen sich mit relativ einfachen und kostengünstigen Mitteln vermeiden bzw. reduzieren.



Keywords

- **Probenahme**
- **flüchtige Emissionen**
- **leckagefrei**



Nehmen Sie Ihr Probenahmesystem genau unter die Lupe. So können Sie sicherstellen, alle potenziellen Leckagestellen bei der Stichprobenahme zu ermitteln.

Was ist eine Stichprobenahme?

- Eine Stichprobenahme ist auch als Probenahme in einem geschlossenen System bekannt und beschreibt die Entnahme von Flüssigkeiten oder Gasen aus einer Rohrleitung, einem Behälter oder einem anderen industriellen System, um die Probe zur Analyse an ein Labor zu schicken. Mit industriellen Stichprobensystemen lassen sich Prozessbedingungen, Produktqualitätsspezifikationen und Umweltemissionen validieren.
- Geschlossene Probenahmesysteme liefern eine Probe, die frisch extrahiert und unter denselben Prozessbedingungen wie zum Entnahmezeitpunkt gehalten wird. Der Schlüssel zu einer erfolgreichen Praxis liegt darin, dass alle Elemente des Probenahmesystems reibungslos ineinandergreifen, um eine präzise und qualitativ hochwertige Probenahme sicherzustellen. Um Emissionen in chemischen Prozessen und Verfahren auf Kohlenwasserstoffbasis zu vermeiden, muss vor allem sichergestellt werden, dass Fluide im System bleiben und nicht entweichen können. Genau das ist die Aufgabe eines geeignet ausgelegten und solide konstruierten geschlossenen Probenahmesystems. In einem geschlossenen System wird ein Prozessmedium durch die Probenahmestelle geleitet, wo ein Teil mittels Probenahmezylinder oder -flasche entnommen und darin aufgefangen wird. Anschließend gelangt das Medium aus dem System wieder in die Hauptprozessleitung. Weder der Bediener noch die Umgebung kommen dabei mit dem Medium in Kontakt.
- Bei anderen Probenahmemethoden wird das Prozessmedium mitunter angesaugt, durch eine Probenahmestelle geleitet und der Rest über eine Fackel verbrannt oder anderweitig entsorgt. Bei weiteren Methoden wird die Hauptprozessleitung angezapft und der Bediener entnimmt manuell eine Probe, die in einem offenen Behälter aufgefangen wird. Die Nachteile solcher Abfackelungsprozesse oder der offenen Handhabung sind offensichtlich, denn hierbei steigt nicht nur die Wahrscheinlichkeit für ungewollte Emissionen, sondern sie stellen auch ein Sicherheitsrisiko für Bediener dar.

Auswahl des geeigneten Probenahmebehälters

- Neben der Probenahme an sich ist es außerdem wichtig, dass eine entnommene Probe beim Transport ins Labor repräsentativ bleibt. Wird eine Probe bspw. in einer offenen Flasche transportiert, kann es zu Verunreinigungen kommen. Einige Chemikalien können verdampfen oder sich zersetzen, wenn sie nicht konstant bei einem bestimmten Druck gehalten werden. In der



Bei der Stichprobenahme stellen Bediener sicher, dass Flüssigkeiten oder Gase in einem geeigneten Behälter aufgefangen und anschließend an ein Labor geschickt werden, um die Prozessbedingungen zu überprüfen und die Produktqualität sicherzustellen.

Regel kommen je nach System zwei verschiedene Behältertypen zum Einsatz:

- Flaschen sind häufig eine gute Wahl, um die Probenentnahme und den Transport zu vereinfachen. Für flüssige Proben, die keine Druckanforderungen haben, empfiehlt sich die Verwendung von Flaschen, da sie ohne Verschüttungs- oder Verdampfungsrisiko entnommen und transportiert werden können. Für eine leckagefreie Abdichtung kann eine Flasche mit einem selbstschließenden Septumdeckel verwendet werden.
- Zylinder sollten immer dann verwendet werden, wenn Sie druckbeaufschlagte Gase oder Flüssigkeiten aus Ihrem System entnehmen müssen. Im Gegensatz zu Flaschen sichern Probenahmezylinder die Integrität der Probe während des Transports und schützen vor einer Verdampfung oder Zersetzung der enthaltenen Chemikalien. Die meisten Zylinder sind aus nahtlosen Edelstahlrohren gefertigt, die eine gleichbleibende Wandstärke, Größe und Volumen gewährleisten. Glatte Übergänge verhindern das Festsetzen von Proberückständen und erleichtern das Reinigen der Zylinder im Labor sowie deren Wiederverwendung.

Spezifizieren eines Probenahmesystems

Um valide und aufschlussreiche Laborergebnisse zu erhalten, ist eine repräsentative Probe

aus dem Fluidsystem erforderlich. Darüber hinaus ist es allerdings auch entscheidend, die folgenden Kriterien zu beachten:

- **Druck:** Unabhängig davon, ob Sie ein Grab Sample Module (GSM) oder ein Liquid Only Sampling Module (GSL) verwenden, darf der maximale Druck nicht überschritten werden.
- **Temperatur:** Jedes GSM- und GSL-System hat eine maximale, manchmal auch eine minimale Fluidbetriebstemperatur.
- **Gefahrstoffe:** Das Probenahmesystem muss Anwender und Umwelt in gleichem Maße vor dem Prozessmedium schützen. Einige Stoffe erfordern einen hohen Leckage- oder Chemikalienschutz.
- **Werkstoffe:** Die in einem Probenahmesystem verbauten Werkstoffe müssen mit dem Prozessmedium kompatibel sein.
- **Oberflächenbehandlung:** Oberflächenbehandlungen reduzieren die Absorption und Adsorption der Probe in metallische Oberflächen und sorgen so für eine repräsentativere Probe.
- **Spülung:** Einige Chemikalien hinterlassen Rückstände oder Schadstoffe, wenn sie nicht gründlich aus dem System gespült werden. Die Auswahl einer Spüloption ermöglicht die Einführung eines Spülmediums zur Entfernung von Verunreinigungen aus den Probenleitungen.



Bei der Stichprobenahme kommen zur Entnahme druckbeaufschlagter Gase oder Flüssigkeiten in der Regel Zylinder zum Einsatz.

Wichtige Systemeigenschaften

Bei geschlossenen Probenahmesystemen kommt es auf eine richtige Auslegung und Konstruktion an, um Leckagen an allen Entnahmestellen zu minimieren. Aus diesem Grund müssen bei der Systemauswahl unbedingt die folgenden Punkte berücksichtigt werden:

Verwendung leckagefreier Komponenten: Die Qualität eines Probenahmesystems hängt maßgeblich von der Qualität der verbauten Komponenten ab. Um das Potenzial von unerwünschten Leckagen so gering wie möglich zu halten, können z.B. auch spezielle Ventile in Ihrem Probenahmesystem eingesetzt werden, die gemäß API-Standards getestet wurden und flüchtige Emissionen nachweislich reduzieren.

Minimierung potenzieller Leckagestellen durch Auslegung und Installation: Selbst bei

qualitativ hochwertigen Ventilen oder Verschraubungen lässt sich eine Leckage nicht vollends ausschließen. Wird die Anzahl an Verbindungsstellen bereits bei der Systemauslegung jedoch so minimal wie möglich gehalten, lässt sich die Wahrscheinlichkeit unerwünschter Leckagen allerdings erheblich verringern.

Probenahmetechnologie: Letztendlich stellt die Stelle, an der Bediener die Probe entnehmen und in einen Zylinder oder eine Probenflasche abfüllen, eine weitere potenzielle Leckagestelle dar. Mit einigen Technologien lassen sich Leckagen an diesen Punkten vermeiden.

In einem geschlossenen Probenahmesystem für Flüssigkeiten wird die Probe meist über eine Nadel entnommen, die in ein Gummiseptum eingeführt wird. Lanzettennadeln werden hierfür am häufigsten verwendet. Allerdings können sie das Septum unbeabsichtigt beschädigen,

wodurch es zu einer Freisetzung von Fluid kommen kann. Eine bessere Option ist hier die Pencil-Point-Spinalnadel, mit der das Beschädigungsrisiko des Septums verringert wird. Wenn bei der Probenahme von Gasen oder flüchtigen Flüssigkeiten Zylinder zum Einsatz kommen, bieten sich Varianten mit benutzerfreundlichen Schnellkupplungen an. Diese sorgen für eine effiziente und sichere Verbindung zwischen Probenbehälter und Entnahmestelle.

Reduzierung von Emissionen

Gut ausgelegte geschlossene Probenahmesysteme reduzieren Emissionen und verhindern, dass Prozessmedien in die Umwelt gelangen. Zudem werden auch die Risiken für Bediener bei der Probenahme verringert. Durch die Auswahl geeigneter Probenahmepanels minimieren Sie nicht nur Emissionen und Risiken, sondern vereinfachen zudem die Schulung von Bedienern und reduzieren das Fehlerpotenzial. Indem Bediener an praktischen und fortlaufenden Schulungen teilnehmen, können Fehler bei der Probenahme effektiv vermieden oder antizipiert und vorherrschende Probleme in bestehenden Probenahmesystemen besser ermittelt werden.



Der Autor
Matt Dixon,
Application Commercialization
Manager, Swagelok Company

Wiley Online Library



Swagelok Company, Solon, Ohio, USA
www.swagelok.de

Bilder © 2023 Swagelok Company

Vollversion wird zum kostenfreien Standard

Der Messtechnikhersteller Vega stattet seine Sensoren und Feldgeräte jetzt standarmäßig mit einer breiten Palette an Tools zur Bedienung aus, denn die frühere kostenpflichtige Vollversion der DTM Collection wird zum kostenlosen Standard. Der enthaltene windowsbasierte DataViewer dient dem komfortablen Anzeigen, Analysieren, Verwalten und Archivieren von Feldgerätedaten, die lokal gespeichert werden, z.B. Parametrierungen, Messwertaufzeichnungen, Ereignisdaten und Echokurven. Ein Berechnungsassistent hilft bei komplexen



Behälterformen. Das Softwarepaket speichert die umfangreiche Gerätedokumentation einfach als druckbare PDF-Datei. Abgerundet wird das

Angebot durch myVEGA als zentraler Schnittstelle sämtlicher Bedientools. Dort lassen sich alle Daten zur Parametrierung oder Diagnose, Backups, Zugangscodes sowie Test- und Prüfdokumente bequem speichern und verwalten. Der Zugriff ist über sämtliche Bediengeräte möglich. Alle Daten können bei Bedarf unkompliziert mit dem Kundenservice geteilt werden. Der Kundenservice ist mit einem Klick von dort erreichbar, wo gerade mit dem Gerät gearbeitet wird – über die Tools-App oder in der Bedienssoftware. www.vega.com

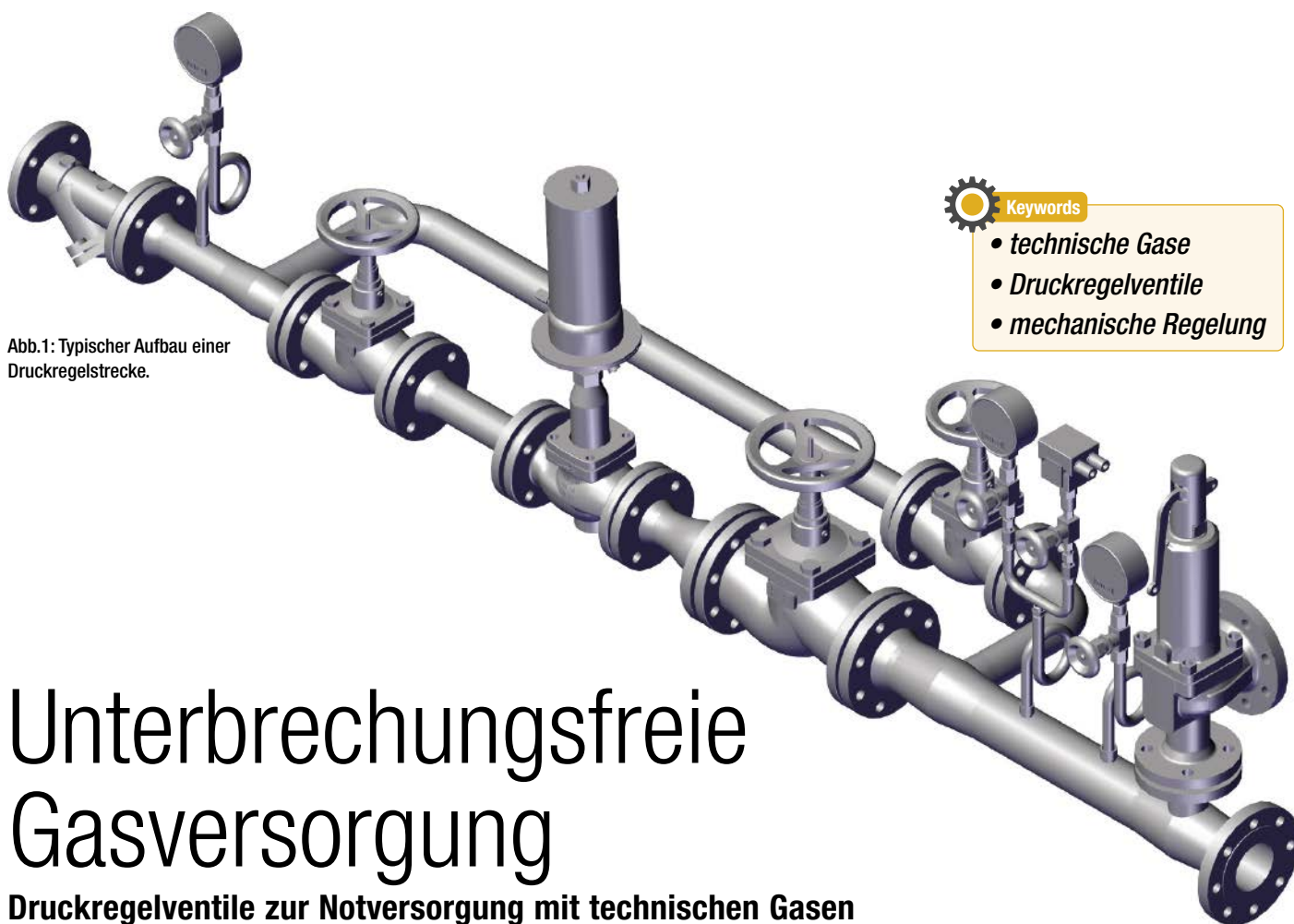


Abb.1: Typischer Aufbau einer Druckregelstrecke.



Keywords

- *technische Gase*
- *Druckregelventile*
- *mechanische Regelung*

Unterbrechungsfreie Gasversorgung

Druckregelventile zur Notversorgung mit technischen Gasen

Die moderne Industrie kennt eine Vielzahl von Anwendungsfällen für technische Gase wie Acetylen, Argon, Kohlendioxid, Stickstoff und Wasserstoff. Scheinbar simpel, stellt sie Nutzer jedoch schnell vor technische und logistische Herausforderungen, die innovative und verlässliche Lösungen erfordern. Eine solche Lösung sind Druckregelventile, die die Versorgung mit technischen Gasen in der geforderten Menge selbst bei einem Ausfall von Strom und Instrumentenluft durch eine mechanische Regelung sicherstellen.

Technische Gase werden oftmals durch Abkühlung bei hohem Druck verflüssigt und bei niedriger Temperatur gelagert und transportiert. Durch die Verflüssigung verringert sich das Volumen des Mediums signifikant: bei Umgebungsdruck werden bspw. aus 1 l Flüssigstickstoff ca. 800 l Gas. Die Lagerung des verflüssigten technischen Gases erfolgt in Standtanks. Eine vereinfachte Schaltung eines Standtanks zeigt Abb. 2.

Lösungsmöglichkeiten nach Bedarf technischer Gase

Durch die Entnahme des Mediums über die Verbraucherleitung sinkt der Druck im Tank. Um dem entgegenzuwirken, wird im Druckaufbaukreislauf (vgl. rot markierten Regelkreis in Abb. 2) durch teilweises Verdampfen des gelagerten Mediums der Druck konstant gehalten.

Die Ventile am Standtank sind dabei herausfordernden Prozessbedingungen ausgesetzt. Sie müssen zahlreiche extreme Temperaturwechsel aushalten und ggf. gleichzeitig für den Einsatz von Sauerstoff geeignet sein. Werkstoffe, die diese Anforderungen erfüllen, sind Edelstahl, Sondermetalle, aber auch Messing oder Bronze.

Die Versorgung eines Verbrauchers mit technischen Gasen kann auf verschiedenen Wegen geschehen. Kleine Mengen werden bei Umgebungstemperatur in Druckzylindern gelagert und transportiert. Für mittlere Mengen wird das Medium verflüssigt und in dieser Form auf der Straße transportiert. Bei großen Mengen, z.B. bei Zusammenfassung mehrerer Nutzer an einem Standort, kann eine Versorgung mittels Pipeline wirtschaftlicher sein. Um bei Transportproblemen und

anderen Notfällen die Versorgungssicherheit zu gewährleisten, werden Reservestand tanks im Gasversorgungssystem eingebunden. Die Notversorgung muss auch beim Ausfall von Instrumentenluft oder elektrischem Strom funktionieren und bei einer großen Entnahmemenge durch den Verbraucher eine ausreichende Durchflusskapazität bieten. Traditionelle Ventile für tiefkalte Anwendungen können das nicht leisten. Der Anbieter Samson hat deshalb für große Entnahmemengen eine – rein mechanische – Lösung entwickelt.

Mechanik des Druckregelventils

Das Druckregelventil besteht im Wesentlichen aus einem Ventilkörper und einem Membranantrieb. Der Antrieb nutzt eine Rollmembran aus einem geeigneten Elastomer. Rollmembranen regeln generell genauer als vergleich-

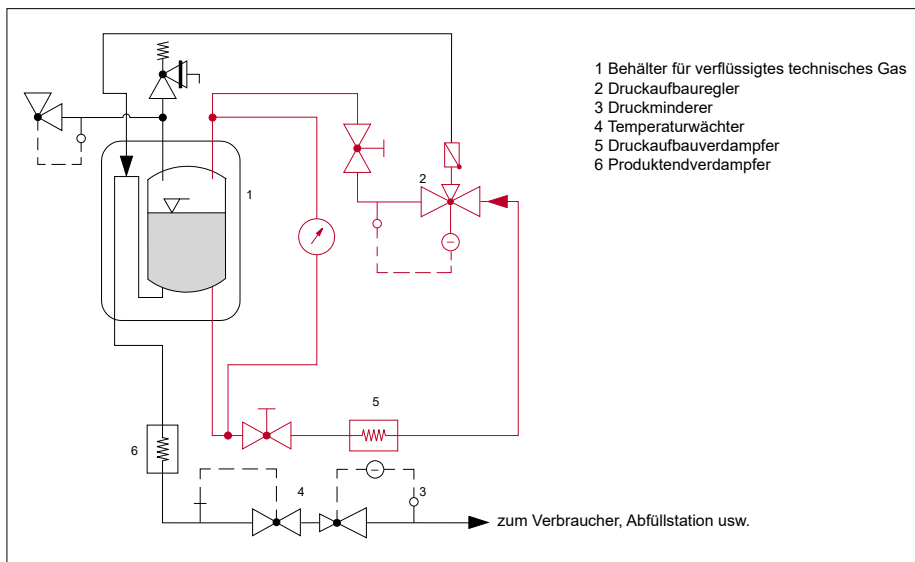


Abb. 2: Standtank mit Druckaufbauregelkreis.

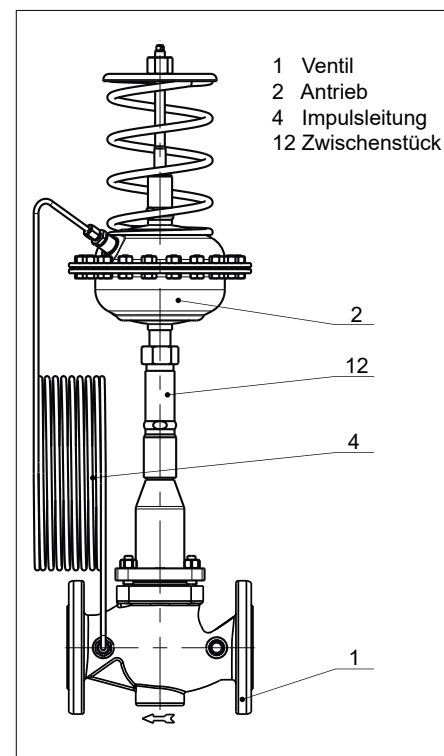


Abb. 3: Druckminderer von Samson.

bare Flachmembranen, weil keine zusätzlichen Kräfte durch Dehnung des Materials auftreten. Bei herkömmlichen Antrieben könnte diese Membran bei starker Abkühlung, an der sogenannten Glasübergangstemperatur, hart werden. Beim Druckregelventil reduziert ein Zwischenstück (Position 12 aus Abb. 3) mit einer internen Abdichtung mittels Metallbalg die Wärmeleitung vom Ventil zur Antriebsmembran, sodass die Antriebstemperatur kaum von der Mediumtemperatur beeinflusst wird und die Membran nicht in den kritischen Bereich herunterkühlt.

Bei einem Arbeitshub des Antriebs wird das kalte Medium aus dem Ventil durch eine Kapillare von mehreren Metern Länge auf Umgebungstemperatur aufgewärmt, bevor es den Antrieb erreicht. Einen zusätzlichen Schutz bietet die Wahl eines für die Prozessbedingungen geeigneten Membranwerkstoffs. Beide Maßnahmen zusammen – Tieftemperaturverlängerung mit Metallbalg und Wahl des Antriebswerkstoffs – erlauben auch bei tiefkalten Gasen den Betrieb des Antriebs ohne zusätzliche Beheizung.

Diese speziellen Druckregelventile von Samson sind vielseitig konfigurierbar. Aus einer Standardbaureihe von Ventilen steht eine Vielzahl von Nennweiten und Durchflusskapazitäten zur Auswahl. Durch die Wahl des Membranantriebs können Druckminderer zum Schutz nachdruckseitiger Einrichtungen, aber auch Überströmventile zum Schutz vordruckseitiger Einrichtungen (manchmal Druckhalteventile genannt) realisiert werden. Sorgfältig abgestimmte Kombinationen aus Membran-

flächen und Federpaketen erlauben eine Vielzahl von Sollwertbereichen.

Ventillösung für hohe Durchflussmengen

Auch extreme Durchflusskapazitäten für hohe Versorgungsmengen, wie sie beim Anschluss ganzer Standorte benötigt werden, sind möglich. In solchen Fällen könnten pilotgesteuerte Ventile nochmals größere Ventilenweiten erlauben, wobei das oben beschriebene Ventil als Pilotventil dienen würde. Eine solche Kombination hat einen weiteren Vorteil: Immer wieder findet sich im praktischen Betrieb eine geringe Grundlast, aber eine hohe Abnahmespitze, bspw. beim Spülen oder beim Inertisieren eines Behälters. Diese Verbrauchsspitzen (teilweise über 100:1 im Vergleich zur Grundlast) sind mit nur einem Druckregelventil praktisch nicht zu realisieren. Eine Kombination aus kleinem Pilotventil und großem Hauptventil erlaubt auch für diesen Fall eine Lösung ohne zusätzliche Hilfsenergie.

Als Systemlieferant entwickelt Samson nicht nur einzelne Ventile, sondern auch komplette Druckregelstationen, wie folgendes Beispiel zeigt. Zur Instandhaltung eines als Notversorgung eingesetzten Druckregelventils sollte eine Absperrung des Druckminderers vorgesehen werden. Die Installation dient dazu Probleme zu verhindern, die nach Murphys Gesetz immer dann auftreten, wenn sie am wenigsten toleriert werden können. Eine Umgehungsleitung (oder sogar ein Stand-by-Ventil) stellt die Versorgung zuverlässig sicher. Zusätzlich zum Druckminderer werden Beruhigungsstrecke, Manometer, Absperrventile, Umgehungsleitung

sowie ein Rahmen als einbaufertige Lösung angeboten. Der Anbieter unterstützt sowohl bei der Planung als auch bei der Inbetriebnahme.

Technische Gase werden in vielen Anwendungsfällen eingesetzt. Die unterbrechungsfreie Versorgung – selbst bei Ausfall von Strom und Instrumentenluft – kann durch mechanische Druckregler sichergestellt werden. Es wurden verschiedene Beispiele mit ansteigender Komplexität vorgestellt. Als erfreulicher Nebeneffekt dieser Lösungen können die Kosten für Kabeltrassen und die Druckluftversorgung eingespart werden.



Der Autor
Frank-Detlef Karolius,
Applikationssupport, Samson

Wiley Online Library



SAMSON AKTIENGESELLSCHAFT,
Frankfurt am Main
Tel.: +49 69 4009-0
samson@samsongroup.com · www.samsongroup.com

In der Praxis erprobt

Wasserstoffgeeignete Prozessarmaturen für einen sicheren Anlagenbetrieb

Wasserstoff gilt als umweltfreundlicher Energieträger der Zukunft, weil er sehr flexibel einsetzbar ist, mit regenerativen Technologien hergestellt werden kann und sich gut transportieren sowie speichern lässt. Fluidische Komponenten, wie Ventile oder Durchflussregler, sind in der gesamten Wertschöpfungskette unerlässlich, bei der Wasserstoffherzeugung ebenso wie bei der -verteilung und -nutzung.

Armaturen in Wasserstoff-führenden Anlagen müssen hohe Anforderungen erfüllen. Neben Präzision und Wasserstoffbeständigkeit für einen sicheren Betrieb sind Langlebigkeit und vor allem auch Skalierbarkeit wichtig, damit z.B. neue Anlagen zur Wasserstoffherzeugung den Sprung vom Labormaßstab zur Industrieanwendung mit Leistungen im Gigawatt-Bereich überhaupt schaffen können.

Zum Produktportfolio von Bürkert Fluid Control Systems gehören zahlreiche Fluidik-Komponenten, deren Materialien auf die speziellen Anforderungen dieser Einsatzbereiche abgestimmt sind. Versprödungen und Undichtheiten sind dadurch nicht zu befürchten. Bewiesen haben das die Prozessregel- und Magnetventile, Ventilinseln, Sensoren und Durchflussregler bereits in den unterschiedlichsten Applikationen, z.B. bei der Methan-Plasmalyse, in mobilen Tankstellen oder in Testanlagen von Brennstoffzellensystemen.

Prozessregelung bei der Methan-Plasmalyse

Es gibt unterschiedliche Technologien zur Wasserstoffherzeugung, nicht nur die energieintensive Elektrolyse. Methan-Plasmalyseure bspw. erzeugen aus Solar- oder Windenergie ein hochfrequentes Spannungsfeld, um Methan aus Schmutzwasser in seine molekularen Komponenten Wasserstoff (H_2) und Kohlenstoff (C) aufzuspalten. Damit der Prozess sicher und in hoher Qualität abläuft, sind eine Vielzahl an Prozessarmaturen notwendig, z.B. Prozessventile mit pneumatischem Antrieb in unterschiedlichen Nennweiten und in Schräg- oder Geradsitz-Ausführung (Typ 2000 und Typ 2012). Sie ermöglichen durch ihre hohe Zuverlässigkeit lange Standzeiten bei minimalem Druckabfall. Hinzu kommen Prozessregelsysteme mit Stellungsregler vom Typ 8802 sowie Kugelventile mit pneumatischem Schwenktrieb (Typ 8805). Die Ansteuerung übernehmen Ventilinseln vom Typ 8652 AirLine, die sich dank ihrer kompakten Abmessungen gut in



Sowohl bei der Erzeugung als auch bei der Verteilung und Nutzung von Wasserstoff haben sich die Fluidik-Komponenten von Bürkert Fluid Control Systems bewährt.

Schaltschänken in unmittelbarer Nähe zum Prozess einbauen lassen. Die entsprechenden Schränke kann Bürkert ebenfalls fertigen und individuell auf die jeweiligen Bedürfnisse anpassen. Auch nachträgliche Erweiterungen sind einfach realisierbar z.B. für eine höhere Produktionskapazität.

Kompakte und ATEX-gerechte Ventiltechnik für mobile Tankstellen

Die Verteilung von Wasserstoff über Tankstellen bringt aufgrund der oft fehlenden Infrastruktur immer noch große Herausforderungen mit sich. Damit Wasserstoff z.B. an mobilen Tankstellen zügig und sicher getankt werden kann, ist der richtige Druckausgleich wichtig. Hier leistet Ventiltechnik einen bedeutenden Beitrag. Zur weiteren Technik zählen Sensoren, z.B. für Temperatur und Druck, entsprechende IO-Systeme

und die Pneumatikventile, die die medienführenden Ventile präzise schalten und so für den richtigen Druckausgleich sorgen. Alle Komponenten müssen sowohl bei Sommerhitze als auch bei Kälte im Winter zuverlässig funktionieren und zudem ATEX-konform untergebracht sein.

Flexible Prüfstände für Brennstoffzellen

Brennstoffzellensysteme müssen unter unterschiedlichsten Bedingungen und mit einer Vielzahl an Parametern getestet werden, um einen optimalen Wirkungsgrad und eine maximale Lebensdauer sicherzustellen. Die Testeinrichtungen müssen sehr flexibel sein, gleichzeitig gilt es, die Durchflussmengen auf den einzelnen Gasstrecken feinfühlig zu regeln und präzise zu steuern. Der Hersteller unterstützt Brennstoffzellenprüfstände bspw. mit elektromagnetischen Proportionalventilen, elektromotorischen Prozessregelventile, Massendurchflussreglern (MFC) sowie mit Füllstand-Schwimmerschalter. Durch den Einsatz von positionierbaren Stellventilen mit jeweils integrierter Absperrfunktion wird die Anlage flexibel für jede Prüfaufgabe. Bei den Ventilen für Wasserstoff ist die Eignung genauso nachgewiesen wie bei Ventilen für Sauerstoff. Der Einsatz unterschiedlicher Gase in den Prüfständen ist damit kein Problem.

Der Autor

Dominik Fröhlich, Industrie-Applikationsexperte Energie & Transport, Bürkert Fluid Control Systems



- **Wasserstoff**
- **Armaturen**
- **Brennstoffzelle**

Wiley Online Library



Bürkert GmbH & Co. KG, Ingelfingen
Tel.: +49 7940 - 100
www.buerkert.de

Anlagentechnik

Armaturen



**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 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 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 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 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



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

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>

Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung



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

Vibrationstechnik



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@gemue.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@gemue.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

Alino	49	Findeva	49	Kaeser Kompressoren	31	Seepex	27
Asecos	26	Fraunhofer Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik (ITWM)	14	KSB	49	Seipenbusch particle engineering	50
Atlas Copco Kompressoren u. Drucklufttechnik	30	Fraunhofer-Institut für Silicatiforschung (ISC)	40	Lutz Pumpen	29, 49	Swagelok	43
Bcnp Consultants	10	Gemeinhardt Service	20	Netter Vibration	49	System Controls Mess- und Regeltechnik	13
Beinlich Pumpen	49	Gemü	49, 50	Netzsch Pumpen & Systeme	31	T.A. Cook & Partner Consultants	7, 10
Boge Kompressoren Otto Boge	30	Genua	3, 37	Noge	49	Timmer	28
Bürkert	48	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)	7, 12	Palas	50	TÜV Süd Industrie Service	38
Busch	31, 32	GIG Karasek	50	Phoenix Contact	34	Verein Deutscher Ingenieure (VDI)	13
Cemo	25	Goudsmit Magnetics Systems	49	Proceng Moser	49	VDI Wissensforum	7
Comsol Multiphysics	4, US	Haus der Technik (HDT)	2, US, 7	Prominent Dosiertechnik	49	Vega Grieshaber	45
Cybeready	36	Helling	49	Pumpen Center Wiesbaden	49	Venjakob	50
Dechema	7, 12	Hengstler	41	RCT Reichelt Chemietechnik	49	Vogelbusch	49
Delo Industrie Klebstoffe	8	Henkel	22	Rembe Safety + Control	5	Will & Hahnenstein	50
Dexpi	11	HS Umformtechnik	49	Rosswag	38	Witte	49
DuPont	25	Ing.-Büro Pierre Strauch	50	Samson	46	WK Wärmetechnische Anlagen-, Kessel- und Apparatebau	50
Ekato Process Technologies	Titelseite, 16	Jessberger	49	Schneider Electric Systems Germany	12	Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI)	11
Envirotec	50			Schütz	25		

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:
 Q3 19.907 tvA)

Bezugspreise Jahres-Abonnement 2023

10 Ausgaben 254,40 €, 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

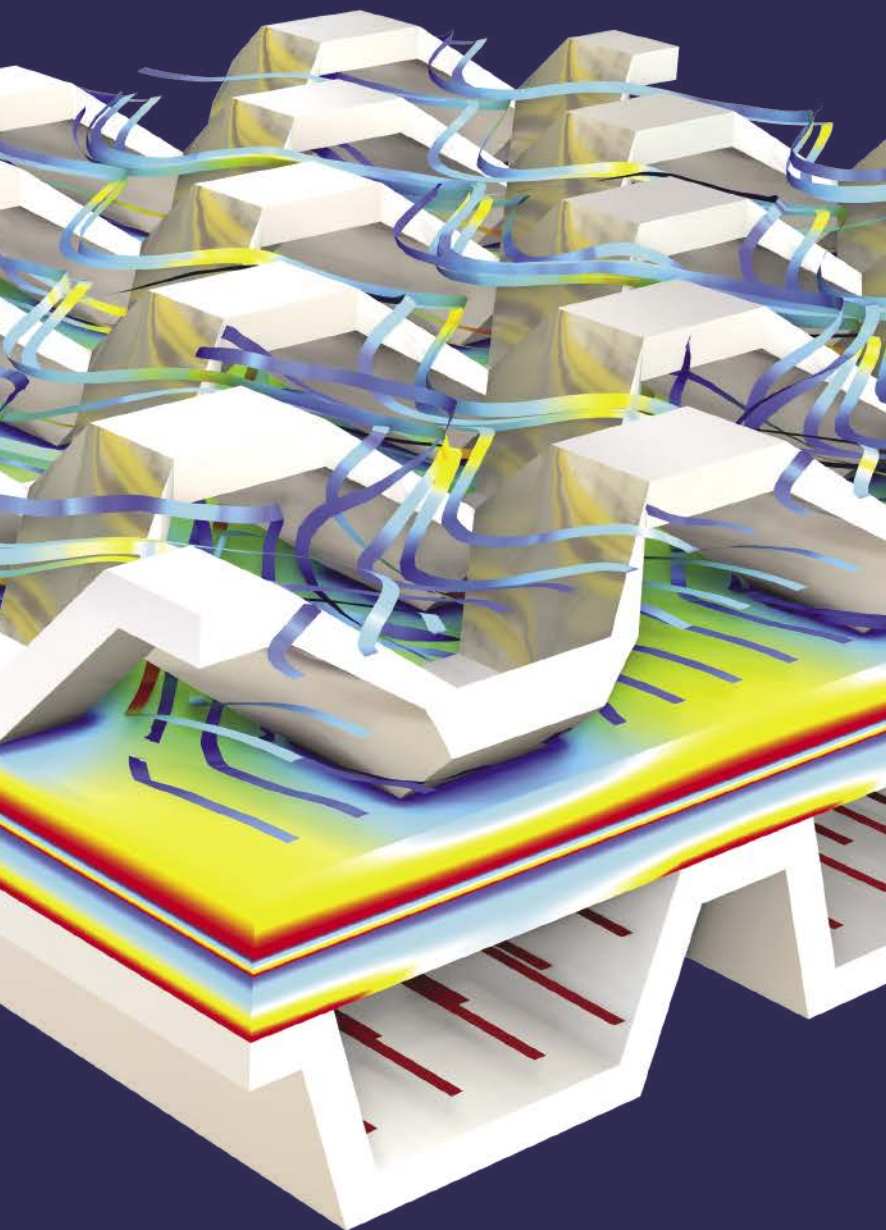
westermann **DRUCK** | pva
 Printed in Germany | ISSN 1436-2597



WILEY-VCH

Simulieren Sie reale Designs, Geräte und Prozesse mit COMSOL Multiphysics®

comsol.de/feature/multiphysik-innovation



Schnellere Innovation.

Testen Sie mehr Design-Iterationen vor der Prototypenerstellung.

Smartere Innovation.

Analysieren Sie virtuelle Prototypen und machen Sie nur aus dem besten Design einen physischen Prototypen.

Innovation mit Multiphysik-Simulation.

Treffen Sie Ihre Designentscheidungen auf der Grundlage genauer Ergebnisse mit einer Software, die Sie beliebig viele physikalische Effekte an einem einzigen Modell untersuchen lässt.