



Titelstory:

Geschlossen im System

Rohstoffautomation unter Schutzgasatmosphäre

- | | |
|--|--|
| 17 Explosionsschutz | 35 Nachhaltig Kosten sparen bei O-Ringen |
| 20 Druckluftlösungen nahtlos einbinden | 38 Top Entry Absperrklappen |
| 24 Granulieren oder Pelletieren | 40 Einbindung mechanischer Messgeräte in das IIoT |
| 28 Druckluftstation auf kleinstem Raum | 43 Systemlösung zur Druckregelung |
| 30 Förderstompulsation von Verdrängerpumpen | 45 Simulation gegen Korrosionsprobleme |



Agilität ist die Natur des Erfolgs



2019. 384 Seiten.
Broschur. € 29,99
ISBN: 978-3-527-71586-2

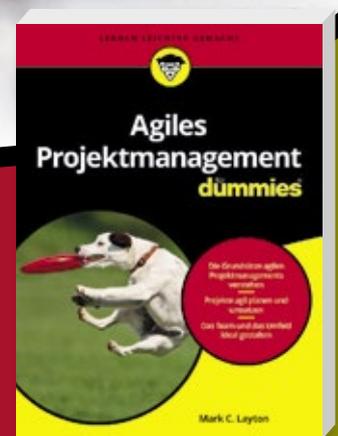
Doug Rose erläutert die Grundideen agiler Praktiken, erklärt Tools wie Disciplined Agile Delivery, Large Scale Scrum, Lean Product Delivery, Kanban, Scale Agile Framework und Spotify Engineering Culture und zeigt auf, für welche Art von Unternehmen und Unternehmenskultur welche Rahmenstrukturen passen.



Bild: andrejprosky - stock.adobe.com

Bringen Sie mehr Dynamik in die Projektarbeit

2018. 419 Seiten.
Broschur. € 24,99
ISBN: 978-3-527-71476-6





Volles Haus

An Zuspruch mangelte es nicht am ersten Tag des Messe-Trios Pumps & Valves, Maintenance und Logistics & Distribution in Dortmund. Es herrschte tatsächlich dichtes Gedränge auf den Gängen der vier belegten Hallen. Bei den üblicherweise eher spärlich besuchten Vorträgen reichten die Sitzreihen nicht aus. Nur an sehr wenigen Ständen konnte sich die Besatzung über Langeweile beklagen. Am Registrierungsprozess muss der Veranstalter aber noch arbeiten. Wer bereits online ein Ticket ausgedruckt hatte, wähnte sich nicht völlig zu Unrecht in dem Glauben, damit sofort Einlass zu bekommen. Leider musste dieses Internet-Ticket gegen ein solches am Halsbande eingetauscht werden. Das ging für die Vorab-registrierten zwar sehr flott, nichts desto trotz erwartete aber auch sie eine sehr, sehr lange Fastlane, die sich wie ein Ariadnefaden durch die lichte und weite neue Eingangshalle der Westfalenhallen bis zu den Türen – und daran vorbei – schlängelte. Die meisten online-Ticketbesitzer eilten natürlich zuerst einmal frohgemut an den Warteschlangen vorbei zu einem der weniger belagerten Infoschalter und wedelten mit ihren Ausdrucken – um sich dann doch an die Fastlane oder noch schlimmer, als Unregistrierter an die nicht so bezeichnete aber dennoch etwas slowere Lane andocken zu müssen. Wie gesagt, In Anbetracht der Schlangenlänge ging es dennoch überraschend flott. Und die Fachbesucher aus aller Herren Bundesländer nahmen es mit ruhiger Gelassenheit.

Es hätte aber auch ganz anders kommen können. Man erinnere sich nur daran, wie seinerzeit das Schwere Akute Respiratorische Syndrom (SARS) als erste Pandemie des 21. Jahrhunderts die Besucherströme der Messen so Rinnsalen austrocknen ließ. Das Corona-Virus führt bereits jetzt bei der gesamten Weltwirtschaft zu schwerer Atembeklemmung. Jeden Tag gibt es anstelle einer Entwarnung neue Negativmeldungen. Ländergrenzen werden geschlossen, Reisewarnungen gibt es sowieso. Asiaten werden mit Misstrauen beäugt. Massenveranstaltungen werden abgesagt. China, die Werkbank der Welt, klemmt plötzlich. Produktionen stehen still, Homeoffice – wo irgend möglich – ist an der Tagesordnung.

Wenn in kaum vier Wochen die Analytica und die Solids die Tore öffnen, ist nicht nur den Messeveranstaltern, den Ausstellern und Besuchern sondern uns allen zu wünschen, dass die Bilder von dort genauso sorglos voll gedrängte Gänge und Hallen zeigen werden, wie jetzt die aus Dortmund.

Ihr Wolfgang Sieß



Safety is for life.™

T +49 2961 7405-0
info@rembe.de



Ihr Spezialist für
**EXPLOSION-
SCHUTZ**
und
**DRUCK-
ENTLASTUNG**

SOLIDS
Halle 7
Stand X30-7

**Consulting. Engineering.
Products. Service.**

© REMBE® | All rights reserved



REMBE® GmbH Safety+Control

Gallbergweg 21
59929 Brilon, Deutschland
F +49 2961 50714
www.rembe.de

Titelstory



14 Geschlossen im System
Rohstoffautomation unter Schutzgasatmosphäre

Rohstoff-Automation unter Schutzgasatmosphäre in Großanlagen oder in sich geschlossene Systeme stellen häufig eine große Herausforderung dar. Als Spezialist für inertisierte Rohstoff-Automation und -Logistik kann der Anlagenbauer AZO hierfür maßgeschneiderte Lösungen anbieten.

AZO GmbH + Co. KG, Osterburken
 Alexander Ullrich, Tel.: +49 6291 92-563
 alexander.ullrich@azo.com · www.azo.com

Sonderteil
 Instandhaltung **17**



THEMA WETTBEWERB

6 Heimsieg für das Team CrystAlizAir der TU Dortmund
 Dortmunder Studierende erzielen Punktländung beim ChemCar-Wettbewerb 2019
 L. Woppowa, VDI-GVC

KOMPAKT

- 8 Termine
- 9 Personalia
- 10 Forschung und Entwicklung
- 11 Wirtschaft und Produktion

TITELSTORY

14 Geschlossen im System
 Rohstoffautomation unter Schutzgasatmosphäre
 A. Ullrich, AZO

SONDERTEIL SCHÜTTGUTTECHNIK

17 Explosionsschutz
 Teil 2: Was haben Betreiber zu beachten?
 A. Schöllhorn, K. Wörsdörfer,
 Weyer Gruppe - Horst Weyer und Partner

20 Dem individuellen Engineering gehört die Zukunft
 Druckluftlösungen nahtlos in die Anlagen der Prozesstechnik einbinden
 T. Siencck, Aerzener Maschinenfabrik

22 Mit Pech umhüllen
 Anlagen zur Aufbereitung von Massen für Graphitelektroden
 T. Henk, Maschinenfabrik Gustav Eirich

24 Vom Pulver zum Pellet
 Granulieren oder Pelletieren mittels einer Flachmatrizenpresse
 Amandus Kahl

25 Mischer für besonders schnelle Chargenwechsel
 Amixon

27 Überwachungssystem für IBC-Container
 N. Schiele, SAMS Network für Sigfox Germany, Sigfox Germany

19, 26, 27 **Produkte**
 von Bühler Technologies, EGE, Gericke und Pepperl+Fuchs

PUMPEN | KOMPRESSOREN | DRUCKLUFTTECHNIK

- 28 Druckluftstation auf kleinstem Raum**
Variantenreiche neue Schraubenkompressorreihe
I. Rockmann, Boge Kompressoren Otto Boge
- 29 Innovation trifft Zuverlässigkeit**
Neue intelligente Flüssigkeitsring-Vakuumpumpen
C. Angenendt, Edwards
- 30 Wirkzusammenhänge begreifen**
Teil IV – Die Förderstrompulsation von Verdrängerpumpen
H. Baum, Fluidon Gesellschaft für Fluidtechnik
- 29 Produkt**
von Flux

ANLAGEN-APPARATE-KOMPONENTEN

- 33 Schritt für Schritt zum optimalen Angebot**
Vakuum-Berechnungs- und Simulationswerkzeuge jetzt online verfügbar
C. Angenendt, Leybold
- 35 Nachhaltig Kosten sparen bei O-Ringen**
Wirtschaftlicher durch bessere Schadensanalyse, Prüftechnik und Simulation
B. Richter, U. Blobner, O-Ring Prüflabor Richter/ Isgatec
- 37 Im Praxistest bewährt**
Großauftrag für neuen digitalen Stellungsregler
R. Schüler, GIVE 4 Public Relations für Flowserve
- 38 Auch bei extremen Temperaturunterschieden**
Top Entry Absperrklappen bieten bei der Erdgasverflüssigung volle Dichtheit
RBS Design für Müller Quadax
- 34, 39 Produkte**
von Engie Refrigeration, EVT und Ult

MESS-, STEUER-, REGELTECHNIK-AUTOMATION-ANTRIEBSTECHNIK

- 40 In die digitale Zukunft mitnehmen**
Einbindung mechanischer Messgeräte in das IIoT am Beispiel einer Bohrloch-Überwachung
R. Hart, Wika Alexander Wiegand
- 43 Stimmt der Druck im Tank?**
Kompakte, hygienegerechte Systemlösung zur Druckregelung
M. Wiedmann, Bürkert
- 45 Korrosion vermeiden, bevor sie teuer wird**
Einsatz von Simulation gegen Korrosionsprobleme
E. Fontes und B. Nistad, Comsol Multiphysics
- 47 Erfolgsgeschichte des bruchfesten pH-Sensors**
Ionenselektive Feldeffekttransistoren als biochemische bzw. biologische Sensoren feiern 50. Geburtstag
M. Freudenberger, Endress+Hauser
- 42, 44 Produkte**
von Gemü, Hamilton und Tröger & Entenmann
- 49 Bezugsquellen**
- 51 Firmenindex / Impressum**

CITplus in der Wiley Online Library

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). In einem Webbrowser kann ein Beitrag in WOL aufgerufen werden durch Eingabe einer Adresse, die sich aus dem DOI-Resolver <https://doi.org/> und dem jeweiligen DOI zusammensetzt. Dieser beginnt immer mit 10, gefolgt von einer Ziffer, die eindeutig einem Verlag zugewiesen ist. Im Falle von Wiley-VCH bzw. des Mutterverlages John Wiley & Sons ist das 1002. Danach folgt eine Abkürzung für die Zeitschrift citp, sowie eine fortlaufende Artikelnummer.

Beispiel:
<https://doi.org/10.1002.citp.202000113>

Den DOI eines Artikels in der CITplus finden Sie am Ende vor den Kontaktdaten.



Was moderne Ventile leisten

Einwandfrei funktionierende Absperr-, Überdruck- oder Entlüftungsventile sind nicht selten sicherheitsrelevante Bestandteile moderner Industrieanlagen. Ob im kleinen Maßstab, in Laborapparaturen und Pilotprojekten, oder in industriellen Prozessanlagen: Ventile sind mechanische Vorrichtungen zum Drosseln, Absperrn, Dosieren oder Verteilen von Gas- und Flüssigkeitsströmen. Je nach Ausführung können sie extern angesteuert oder von Hand bedient werden. Die moderne Ventiltchnik ist vielseitig und bietet unterschiedliche Bau- und Konstruktionsformen aus zahlreichen unterschiedlichen Werkstoffen. Welches Ventil das richtige für Ihre Anwendung ist, hängt von den Prozessbedingungen ab, wie etwa der Temperatur- und Druckbelastung. Weitere Hinweise und eine Übersicht aller verfügbaren Bauformen gibt es in dem Magazinartikel Ventiltchnik.

Kontakt
RCT Reichelt Chemietechnik GmbH + Co., Heidelberg
Hardy Borghoff
Tel.: +49 6221 3125 12
hborghoff@rct-online.de
www.rct-online.de



Ventiltechnik bei RCT
<https://www.rct-online.de/de/search?sSearch=Ventile>



Willkommen im Wissenszeitalter. Wiley pflegt seine 200-jährige Tradition durch Partnerschaften mit Universitäten, Unternehmen, Forschungseinrichtungen, Gesellschaften und Einzelpersonen, um digitale Inhalte, Lernmittel, Prüfungs- und Zertifizierungsmittel zu entwickeln. Auch in Zukunft wird Wiley weiterhin Anteil an den Herausforderungen der Zukunft haben und Antworten geben, die Sie bei Ihrer Aufgabe weiterbringen.

WILEY-VCH

Beilagen

Bitte beachten Sie in dieser Ausgabe die Beilage von RCT Reichelt Chemietechnik, Heidelberg; sowie die Teilbeilage „Solids Dortmund 2020“ der Firma Easyfairs Deutschland, München.

Abb. 1: Das Siegerteam CrystAlizAir von der TU Dortmund vor heimischer Kulisse



Heimsieg für das Team CrystAlizAir der TU Dortmund

Dortmunder Studierende erzielen Punktlandung beim ChemCar-Wettbewerb 2019

Anfang November des vergangenen Jahres trugen die kreativen jungen Verfahreningenieure (kjVI) in Dortmund den alljährlichen ChemCar-Wettbewerb aus. Beworben hatten sich Teams von den Universitäten RWTH Aachen, TU Berlin und TU Dortmund, sowie ein iranisches Team der Universität Teheran. Als Heimsieger setzte sich mit einer Fehldifferenz von knapp 2 cm das Modellauto „CrystAlizAir“ der TU Dortmund durch.

Organisiert hatten den ChemCar-Wettbewerb, der im Rahmen des Jahrestreffens der ProcessNet-Fachgemeinschaft Prozess-, Apparate, Anlagenbau ausgetragen wurde, einmal mehr die kreativen jungen Verfahreningenieure kjVI der VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (VDI-GVC). Das Ziel des jährlichen Wettbewerbs ist es ein chemisch angetriebenes Modellauto zu entwickeln, das möglichst präzise eine festgelegte Strecke mit einem Zusatzgewicht zurücklegt. Bewertet wurden die Autos durch eine fachkundige Jury, die Punkte für die Innovation des Konzepts, des Sicherheitskonzepts und das möglichst exakte Erreichen der vorgegebenen Distanz vergaben. Das Gewinnerteam erwartete ein Preisgeld von 2.000 €, das durch die Unternehmen BASF, Covestro, Evonik, Inburex, Lanxess und Merck bereitgestellt wurde.

Das Team und ihr Konzept

Das Dortmunder Team setzte sich aus vier Master- und drei Bachelorstudenten der Fach-

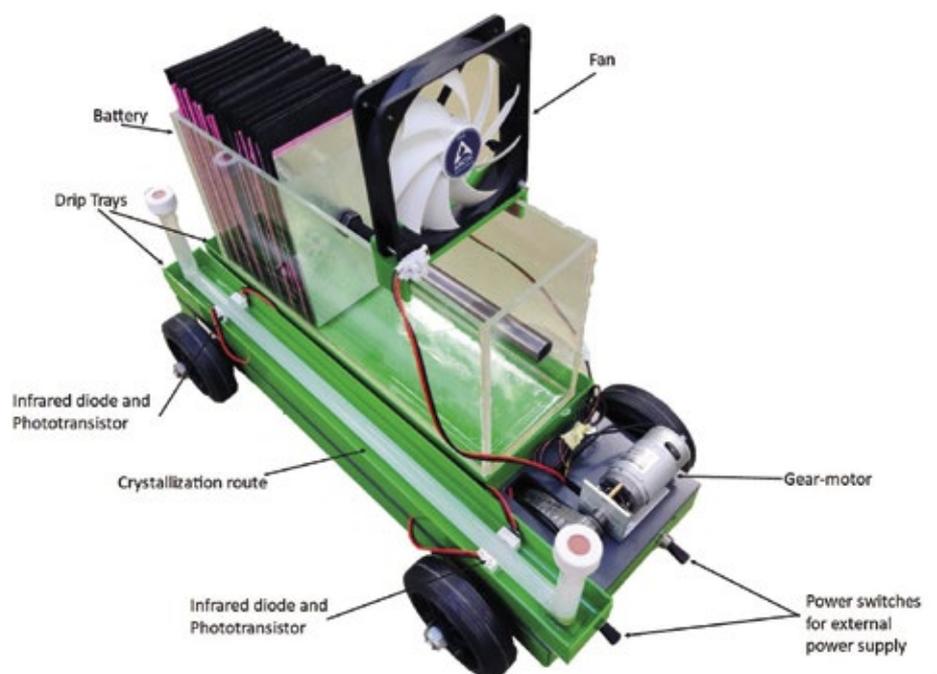


Abb 2: Schematische Darstellung des Siegerfahrzeugs

richtungen Bio- und Chemieingenieurwesen zusammen. Relativ schnell wurde sich darauf geeinigt, dass sich das Konzept in ein Antriebs- und ein Stoppmodul aufteilen soll. Für beide Module wurden Konzepte gefunden, die einen hohen Sicherheitsanspruch mit Innovativität verbinden. So entschied sich das Dortmunder Team für einen so noch nie angewendeten Stoppmechanismus basierend auf einer Kristallisation von Natriumacetat zu Natriumacetat-Trihydrat. Die Kristallisation erfolgt längs eines transparenten Rohres. Das ChemCar fährt los, sobald der gebildete Kristall die erste Lichtschranke passiert, und bremst, sobald dieser eine zweite Lichtschranke erreicht.

Für den Antrieb wird die elektrochemische Reaktion einer Aluminium-Luft Batterie verwendet. Diese besitzt ein hohes Innovationspotenzial für das Zukunftsthema E-Mobilität. Als Anode diente eine aus Aluminium gefertigte Elektrode. Die Reduktionsreaktion lief an einer Graphitelektrode ab. Zur Maximierung der Reaktionsfläche wurde hierfür ein Graphitfilz verwendet, das von der Firma SGL Carbon zur Verfügung gestellt wurde.

Der Sicherheitsgedanke spiegelt sich in der Auswahl der Chemikalien wider. Sowohl vor, während, als auch nach der Reaktion, soll von den verwendeten chemischen Stoffen ein geringes Gefährdungspotenzial ausgehen und eine leichte Handhabung gewährleistet sein. Die Sicherheitsexperten der Firma Inburex, die alle Sicherheitskonzepte im Vorfeld geprüft und den Wettbewerb vor Ort begleitet haben, vergaben für das Dortmunder Konzept die Höchstpunktzahl. Die Siegesfeier im Dortmunder BVB-Stadion war das passende Highlight für alle Teams 2019.

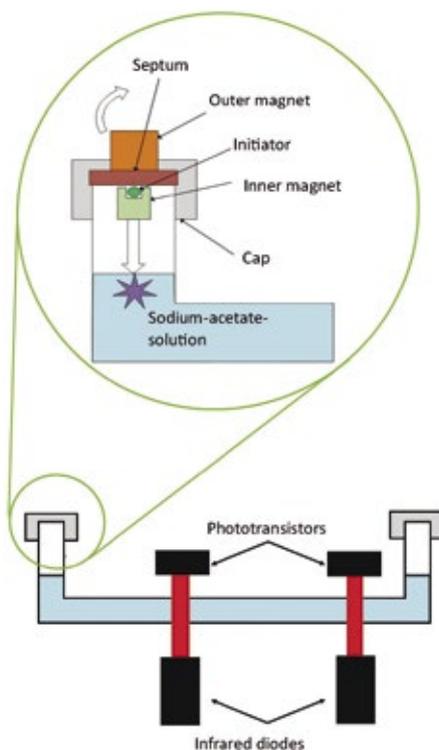


Abb. 3: Skizze der Stoppreaktion mit Auslösemechanismus

Die Idee des ChemCar-Wettbewerbs

Im Rahmen des ChemCar-Wettbewerbs erhalten Studenten die Möglichkeit selbstständig zu forschen und eigene Ideen praktisch umzusetzen. Dadurch wird der theoretische Vorlesungsbetrieb durch praktische Erfahrung ergänzt und interdisziplinäres Denken sowie die Arbeit im Team ermöglicht.

Termine ChemCar 2020

Der nächste ChemCar-Wettbewerb findet im Rahmen der ProcessNet Jahrestagung vom 21. bis zum 24. September in Aachen statt.

- **Deadline Konzepteinreichung:** 15.04.2020
- **Nominierung der Teams:** 29.04.2020
- **Deadline Sicherheitskonzepte:** 15.06.2020
- **Poster-Präsentation + ChemCar-Rennen:** 22.09.–23.09.2020

Die Autorin

Dr. Ljuba Woppowa, Geschäftsführerin, VDI-GVC

alle Bilder © Dziennus

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:

<https://doi.org/10.1002/citp.202000304>

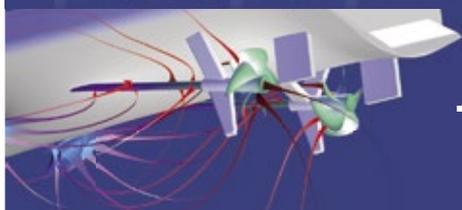
Kontakt

Dr. rer. nat. Ljuba Woppowa

VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und
Chemieingenieurwesen
Verein Deutscher Ingenieure e.V. Düsseldorf
Tel.: +49 211 6214-314
woppowa@vdi.de · www.vdi.de

Das Physikportal

pro-physik.de



Registrieren Sie sich jetzt **kostenfrei** für das

COMSOL Webinar

**Korrosion und Korrosionsschutz
modellieren**

Donnerstag, 2. April 2020, 14:00 Uhr

<http://comsol.de/c/9xv3>

WILEY-VCH

März 2020

Profinet in der Prozessautomatisierung	16. Mrz.	Essen	Profibus Nutzerorganisation, www.profibus.com/workshops
Controlling	16.–17. Mrz.	Frankfurt/M	Gesellschaft Deutscher Chemiker, www.gdch.de
Maßstabsvergrößerung katalytischer Reaktoren	16.–17. Mrz.	Frankfurt/M	Dechema, kurse@dechema.de
Digitalisierung in der Prozessindustrie	16.–17. Mrz.	Mannheim	VDI Wissensforum, wissensforum@vdi.de
Planung und Bau verfahrenstechnischer Anlagen	16.–18. Mrz.	Nürtingen	VDI Wissensforum, wissensforum@vdi.de
AC/DC-Modellierung	17.–18. Mrz.	Göttingen	Comsol, www.comsol.de/training
Praktische Umsetzung des Explosionsschutzes im Betrieb	17.–18. Mrz.	Stuttgart	VDI Wissensforum, wissensforum@vdi.de
MainDays 2020 – Instandhaltung	17.–18. Mrz.	Berlin	T.A. Cook, www.maindays.de
Verfahrenstechnische Fließbilder	18. Mrz.	Essen	Haus der Technik, www.hdt.de/W-H050-03-737-0
Sil Safety Integrity Level EN 61508 EN 61511	18.–19. Mrz.	Essen	Haus der Technik, kai.brommann@hdt.de
Prozessdatenanalyse	19.–20. Mrz.	Essen	Haus der Technik, kai.brommann@hdt.de
Praktische Steuerungs- und Regelungstechnik in der Prozessindustrie	19.–20. Mrz.	Düsseldorf	VDI Wissensforum, wissensforum@vdi.de
Vom Sicherheitsdatenblatt zur Gefährdungsbeurteilung	24. Mrz.	Mannheim	Denios, www.denios.de
I/O Link Workshop	24. Mrz.	Friedrichshafen	Profibus Nutzerorganisation, https://io-link.com/de/
Eigensicherheit	24. Mrz.	Bochum	Dekra Testing and Certification, DTC-support-bochum@dekra.com
Tag des Explosionsschutzes	24. / 25. 26. / 31. Mrz.	Bremen / Hamburg / Leipzig / Frankfurt	R. Stahl, inga.foernzler@stahl.de
Modellierung mit Comsol Multiphysics–Teil II	24.–25. Mrz.	Göttingen	Comsol, www.comsol.de/training
Integratives Engineering verfahrenstechnischer Anlagen	24.–25. Mrz.	Bonn	VDI Wissensforum, wissensforum@vdi.de
35. Fachtagung Rohrleitungstechnik	24.–25. Mrz.	München	FDBR, mc@fdbr.de
ATEX- und Maschinenrichtlinie	24.–26. Mrz.	Jena	R. Stahl, inga.foernzler@stahl.de
MSR-Spezialmesse Rhein-Main	25. Mrz.	Frankfurt/M	Meorga, info@meorga.de
Branchenseminar Wasser und Abwasser	25.–26. Mrz.	Schiltach	Vega Grieshaber, seminare.de@vega.com
Neue Entwicklungen im Wasserrecht/techn. Gewässerschutz	25.–26. Mrz.	Essen	Haus der Technik, kai.brommann@hdt.de
Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) in der Instandhaltung	25.–26. Mrz.	Hamburg	VDI Wissensforum, wissensforum@vdi.de
Atex-Richtlinie (RL 2014/34/EU)	25.–26. Mrz.	Bochum	Dekra Testing and Certification, DTC-support-bochum@dekra.com
CFD-Modellierung	26. Mrz.	Göttingen	Comsol, www.comsol.de/training
Maschinelles Lernen zur Produktionsoptimierung	26. Mrz.	Frankfurt/M	Dechema, dechema-dfi.de/BigData
Betriebsingenieur VDI–Modul 1: Der Betriebsingenieur	26.–27. Mrz.	Düsseldorf	VDI Wissensforum, wissensforum@vdi.de
Computational Fluid Dynamics richtig einsetzen	26.–27. Mrz.	Paderborn	VDI Wissensforum, wissensforum@vdi.de
Funktionale Sicherheit (SIL) – mit intensiven Übungen	30.–31. Mrz.	Essen	Haus der Technik, kai.brommann@hdt.de
Drying: Fundamentals and Applications	30.–2. Apr.	Magdeburg	Forschungs-Gesellschaft Verfahrens-Technik, www.gvt.org/hochschulkurse
Sicherheitsverantwortung rechtskonform delegieren	31. Mrz.	Berlin	Denios, www.denios.de
10 Schritte zur sicheren Schraubverbindung	31. Mrz.	Remscheid	Kistler Instrumente, info.de@kistler.com
Kennzahlen als Steuerungsinstrument in der Instandhaltung	31.–1. Apr.	Wien	VDI Wissensforum, wissensforum@vdi.de
Planning & Scheduling in der Instandhaltung 2020	31.–1. Apr.	Köln	T.A. Cook, service@tacook.com
Ausbildung zum Explosionsschutzbeauftragten	31.–3. Apr.	Berlin	Haus der Technik, www.hdt.de/W-H050-03-722-0

April 2020

Tag des Explosionsschutzes	1. Apr.	Köln	R. Stahl, inga.foernzler@stahl.de
Funktionale Sicherheit der MSR im Rahmen von Explosionsschutzkonzepten	1. Apr.	Bochum	Dekra Testing and Certification, DTC-support-bochum@dekra.com
Konfliktmanagement in technischen Projekten	1.–2. Apr.	Hamburg	VDI Wissensforum, wissensforum@vdi.de
GMP-regulierte Reinräume	1.–2. Apr.	Stuttgart	VDI Wissensforum, wissensforum@vdi.de
Ausbreitungsrechnung und sicheres Arbeiten	1.–2. Apr.	Pfingztal	CSE-Engineering Center of Safety Excellence, academy@cse-engineering.de
Workshop–Wasser/Abwasser Gerätebedienung – PACTware. Druck, Radar, Steuergerät	2. Apr.	Schiltach	Vega Grieshaber, seminare.de@vega.com
Risikomanagement in Projekten	2.–3. Apr.	Wien	VDI Wissensforum, wissensforum@vdi.de

Seeberger neuer CEO von Grundfos Schweiz

Fabian Seeberger ist seit dem 1. Dezember 2019 neuer CEO der schweizerischen Grundfos Pumpen AG mit Sitz in Fällanden. Er folgt damit Henrik Falck, der nun im Konzern als Digital Business Development Director für den Bereich WEREG (West-Europa) tätig ist. Seeberger gehört zukünftig zum D-A-CH Management-Team und berichtet direkt an den Area Managing Director Martin Palsa. Er arbeitet seit mehr als 20 Jahren bei Grundfos in der Schweiz, zuerst als Außendienstmitarbeiter, dann in Leitungsfunktionen im Vertrieb, sowohl in der Gebäudetechnik als auch in der Industrie. Die Ausbildung zum Ver-



kaufsdirektor Europa und sein Studium Executive MBA Geschäftsführung an der Fachhochschule St. Gallen runden seine praktische wie theoretische Expertise ab. www.grundfos.de

Otto-Roelen Medaille für Frank Glorius

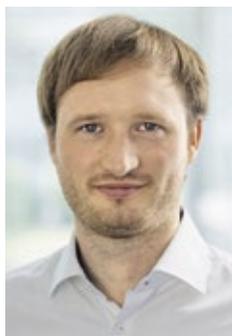
Prof. Frank Glorius von der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster erhält die Otto-Roelen Medaille 2020. Mit diesem Preis würdigen die Dechema und die Deutsche Gesellschaft für Katalyse seine Arbeiten zur chemo- und stereoselektiven Hydrierung von Aromaten. Die Synthese fluorierter organischer Moleküle wurde in den letzten Jahrzehnten deutlich vorangetrieben, und fluorierte Verbindungen sind mittlerweile zu einem wesentlichen Bestandteil moderner Pharmazeutika und Pflanzenschutzmittel geworden. Die mit 5.000 € dotierte und von Oxea



gestiftete Otto-Roelen-Medaille wird seit 1997 in der Regel alle zwei Jahre vergeben. www.dechema.de

Weiteres Familienmitglied in der Netzsch-Geschäftsführung

Paul Netzsch wird zum 1. April 2020 die Geschäftsführung der Erich Netzsch Holding erweitern. Der Betriebswirt wird zukünftig gemeinsam mit den Geschäftsführern Moritz Netzsch und Jens Niessner als Dreierspitze agieren. Das erste Jahr seiner neuen Tätigkeit wird Paul Netzsch ohne feste Ressortverantwortung sein und die Zeit nutzen, die Gruppe in allen Bereichen intensiv kennenzulernen. Mit zwei Masterabschlüssen der Universität St. Gallen und des CEMS International Management Programmes in Barcelona sowie einer mehrjährigen Führungsposition in



einem mittelständigen Familienunternehmen hat sich Netzsch für die zukünftige Aufgabe vorbereitet. www.netzsch.com

Stühlerücken im Krohne-Vorstand

Nach fast 40 Jahren als Beiratsvorsitzender der Krohne Gruppe begibt sich Prof. Dr. Rolf Theenhaus (r.) in den Ruhestand. Michael Rademacher-Dubbick (l.), der über 25 Jahre lang als geschäftsführender Gesellschafter die Krohne Gruppe geführt hat, wird neuer Vorsitzender des Beirats.



Neuer Chief Executive Officer und Sprecher des Vorstandes der Krohne Gruppe wird Dr. Attila Bilgic (2.v.r.), der seit 2017 im Vorstand und seit 2009 als Chief Technical Officer tätig ist. Er verantwortet weiterhin die Bereiche Forschung und Entwicklung, Intellectual Property sowie zusätzlich die Produktion, Qualitätsmanagement, Marketing und Produktmanagement. Stephan Neuburger (r.), seit 1999 im Vorstand, wird als Chief Business Development Officer das Wachstum

in neuen Geschäftsfeldern vorantreiben. Neu im Vorstand der Gruppe sind der Geschäftsführer der Krohne Messtechnik Ingo Wald (l.), der als Chief Financial Officer die Bereiche Finanzen und Personal leitet und Ansgar Hoffmann (2.v.l.), der die Vertriebsleitung der Krohne Gruppe als Chief Sales Officer verantwortet sowie den Bereich IT. Hoffmann war zuletzt Executive Vice President DACH Eastern Europe der GEA Group. www.krohne.com

Brandstetter neuer CTO von Grundfos

Neuer Chief Technology Officer (CTO) von Grundfos ist seit dem 1. Februar 2020 Markus Brandstetter. Er war zuletzt CEO von Bosch Buildings and Energy und hatte zuvor verschiedene Führungspositionen bei Siemens, Alcatel und Bosch inne. Die Ernennung von Brandstetter sei ein wesentlicher Bestandteil der Vorbereitung auf die Umsetzung der Grundfos-Strategie 2025, die darin besteht, die digitale Transformation voranzubringen und Produkte und digitale Lösungen der Zukunft zu entwickeln. „Markus kann auf eine Menge internationaler Erfahrung in der Verschmelzung neuer



Technologien mit Ingenieurwesen und Wirtschaft zurückblicken“, so Mads Nipper, CEO des Konzerns. www.grundfos.com



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.

Enzymimmobilisierung mit Janus-Partikeln

Werden Enzyme an festen Trägern immobilisiert, können sie mehrfach in industriellen Prozessen eingesetzt werden. In einer Studie wurden hybride Kern-Schale-Partikel als Träger untersucht. Zunächst wurden ideale Bedingungen für die Immobilisierung an Poly(2-dimethylamino)ethylmethacrylat-modifizierten Partikeln herausgearbeitet und diese dann auf bifunktionale Janus-Partikel-Systeme übertragen. Deren eine Hemisphäre wurde für eine optimale Enzymimmobilisierung ausgelegt, die andere für eine schaltbare rasche Agglomerati-

on bei pH- und Temperaturerhöhung. So gelangen Abtrennung und erneuter Einsatz der Enzyme. Der mehrfache Einsatz der enzymbeladenen Partikel wurde am Beispiel der Prozesswasserentfärbung aus der Textilindustrie mit Laccase gezeigt und eine Kostenrechnung durchgeführt.

Kontakt

Anke Matura, Technische Universität Dresden
 anke.matura@tu-dresden.de
 DOI: 10.1002/cite.201900151

Direct-Air-Capture-Verfahren

Prozesse zur Abtrennung von CO₂ aus atmosphärischer Luft (Direct Air Capture) rücken vermehrt in den Fokus wissenschaftlichen Interesses. Um den hohen kohlenstoffdioxid-spezifischen Energieeintrags bei Temperaturwechseladsorptionskonzepten zu überwinden, wurde ein hoch-wärmeintegriertes Verfahrenskonzept untersucht. Eine detaillierte Modellierung und Simulation eines Band- als auch Wanderbettadsorberkonzeptes deutet darauf hin, dass eine Rückgewinnung der sensiblen Wärme des Adsorbens von mehr als 90% erreicht werden

kann. Eine Kombination mit einem Power-to-Gas-Verfahren eröffnet daher das Potenzial zur Realisierung eines autothermen Gesamtprozesses.

Kontakt

Carsten Drechsler, Technische Universität Dortmund
 carsten.drechsler@tu-dortmund.de
 DOI: 10.1002/cite.201900069

Flachbettreaktor zur CO₂-Methanisierung

Das Power-to-Methane (PtM)-Konzept wird als attraktive Option zur Nutzung überschüssiger Energie aus fluktuierenden erneuerbaren Energiequellen angesehen. Die Reaktion läuft in einem üblicherweise als gekühltes Rohrbündelsystem ausgeführten Festbettreaktor. Mikrokanalreaktoren führen die Wärme besser ab, müssen jedoch komplett getauscht werden, wenn der Katalysator irreversibel deaktiviert ist. Ein neuartiger Flachbettreaktor soll jetzt die Vorteile des Festbettreaktors (gute Wirtschaftlichkeit) und des Mikrokanalreaktors (gute Wärmeübertra-

gung) vereinen. Er ist aus parallel gestapelten rechteckigen Kühlzellen und Reaktionszellen aufgebaut. Innerhalb einer Reaktionszelle sind zylindrische Katalysatoren parallel als Flachbett angeordnet. Für die Entwicklung des Katalysatorbetts wurde eine CFD-basierte Methode verwendet.

Kontakt

Karim Ghaib, Zwingenberg
 karimghaib@gmail.com
 DOI: 10.1002/cite.201900087

Kennzahlen für Nadelfilze

Als textile Filtermedien für Oberflächenfilter zur Partikelabscheidung aus Gasen sind Nadelfilze weit verbreitet. Bei ihrer Herstellung durchlaufen sie vielfältige Ausrüstungsverfahren. Bislang werden die Unterschiede ihrer Oberflächen jedoch nur durch herstellereinspezifische, produktionsbezogene Informationen angegeben. Als ein erster Schritt zur quantitativen Charakterisierung wurden die charakteristischen, filtrationsrelevanten Merkmale mit einigen neu eingeführten Kenngrößen quantitativ beschrieben und entsprechende Filtermedienmo-

delle konstruiert. Auf diese Weise wird eine systematische Studie über den Zusammenhang zwischen der Oberflächenstruktur eines Nadelfilz-Filtermediums und dessen Betriebsverhalten möglich.

Kontakt

Qian Zhang, Bergische Universität Wuppertal
 zhang@uni-wuppertal.de
 DOI: 10.1002/cite.201900116

Durchgangswiderstand von Schüttungen

Die elektrischen Eigenschaften von Partikeln, insbesondere der Durchgangswiderstand von Partikelschüttungen, haben in vielen verfahrenstechnischen Prozessen, bei der Produktqualifizierung oder dem Brand- und Explosionsschutz eine entscheidende Bedeutung. Da sich der Ladungstransport in einem dispersen System von dem in einem homogenen Festkörper unterscheidet, ist der Durchgangswiderstand entscheidend von den Produkteigenschaften der Partikel und des Fluids abhängig. In einer Studie wurde die

Abhängigkeit des Durchgangswiderstandes von der inneren Struktur der Schüttung, der relativen Feuchtigkeit, der Konditionierungszeit bei unterschiedlichem Klima und der mittleren Partikelgröße in einer konzentrischen Messzelle untersucht.

Kontakt

Ulrich Teipel, Technische Hochschule Nürnberg
 ulrich.teipel@th-nuernberg.de
 DOI: 10.1002/cite.201800141

Thiosulfatoxidation

Aus Umweltgründen müssen in der Kokereitechnik anfallende belastete Abwässer effizient behandelt werden. Der Oxidation von gelöstem Thiocyanat (SCN⁻) und Thiosulfat (S₂O₃²⁻) kommt dabei eine besondere Bedeutung zu, da sie die Hauptnebenprodukte nassoxidativer Entschwefelungsverfahren und gleichzeitig die Edukte für eine nachfolgende Produktion von Ammoniumsulfat darstellen. Eine Kenntnis der verschiedenen Reaktionspfade und -kinetiken der beteiligten Schwefelverbindungen ist für die Auslegung der Apparate essen-

ziell. Anhand von Experimentaldaten wurden mittels Parameterschätzung und Modelldiskriminierung Kinetiken ermittelt und Reaktionsschemata der Nassoxidation von Thiosulfat bewertet, um den Konzentrationsverlauf aller Spezies hinreichend genau beschreiben zu können.

Kontakt

Stephan Holz, Technische Universität Berlin
 s.holz@tu-berlin.de
 DOI: 10.1002/cite.201900063

Achema-Gründerpreis 2021 ausgeschrieben

Unternehmungsfreudige Wissenschaftler, zukünftige Gründer und Inhaber von Start-ups können sich jetzt um den Achema-Gründerpreis bewerben. Zum dritten Mal suchen Dechema, Business Angels Frankfurt/Rhein-Main und High-Tech Gründerfonds Ideen, Konzepte und Businesspläne aus den Bereichen Chemie, Verfahrenstechnik und Biotechnologie. Erstmals ist die Beteiligung auch für internationale Gründer möglich. Bis zu 10 Finalisten haben die Chance, sich im Rahmen der Achema 2021 dem internationalen Fachpublikum zu präsentieren. Drei Gesamtsieger erhalten darüber hinaus je ein Preisgeld von 10.000 €. Der Wettbewerb läuft über drei Phasen – bis 31.3.2020 können Ideen, bis 31.7.2020 Konzepte

und bis 30.11.2020 Businesspläne vorgelegt werden. Träger des Gründerpreises sind neben der Dechema selbst ihre Ausstellungs-GmbH, die Business Angels Frankfurt/Rhein-Main und der High-Tech Gründerfonds. Unterstützt wird der Preis zudem von der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), dem Verein Deutscher Ingenieure (VDI), dem Verband der Chemischen Industrie (VCI) und der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) sowie dem Business Angels Netzwerk Deutschland und dem Forum Start-up Chemie.

www.dechema.de

www.ba-frm.de

www.high-tech-gruenderfonds.de

www.chema.de/gruenderpreis

Auf der Ifat: Statusbericht der deutschen Kreislaufwirtschaft

Einen branchenweiten Überblick – gerade auch über die Klimaauswirkungen – verspricht die Neuauflage des „Statusberichts der deutschen Kreislaufwirtschaft“, der auf der Ifat 2020 veröffentlicht wird. Die von fast allen relevanten Verbänden getragene und von der Messe München unterstützte Publikation soll ein umfassendes und abgestimmtes Bild der gesamten Branchentätigkeit liefern. Die Bedeutung des Klima-



schutzes in der aktuellen Umwelttechnologie wird zudem zentrales Thema im umfangreichen Rahmenprogramm der Messe sein, die vom 4.–8. Mai dieses Jahres in München stattfindet.

www.ifat.de

20 Jahre Endress+Hauser Digital Solutions

Seit zwei Jahrzehnten kümmert sich Endress+Hauser Digital Solutions innerhalb der Firmengruppe um alle Themen rund um digitale Kommunikation und Automatisierungslösungen. Inzwischen bilden Anwendungen für das industrielle Internet der Dinge (IIoT) den Schwerpunkt der Arbeit. Seit der Gründung im Jahr 2000 hat sich die Zahl der Mitarbeitenden stetig erhöht. Mehr als 180 Menschen arbeiten mittlerweile für Digital Solutions. Heute fokussiert sich das Unternehmen generell auf Anwendungen für die Industrie 4.0. Dazu haben die Spezialisten das IIoT-Ökosystem Netilion entwickelt. Es sorgt in industriellen Anlagen für einfache



Konnektivität und ermöglicht digitale Services über das Internet. Damit können Anlagenbetreiber das Potenzial ihrer Gerätedaten besser ausschöpfen. Das spart Zeit, vereinfacht Prozesse und verhindert Fehler über den ganzen Lebenszyklus einer Anlage.

www.endress.com

Dateien kommen automatisch aus dem Internet



Die herstellerübergreifende, zentrale Datenbank IODDfinder hat sich als Internetplattform für IO-Link Beschreibungsdateien in nur drei Jahren zu einer festen Größe im Markt etabliert. Allein im November 2019 wurden mehr als 400.000 Downloads verzeichnet. Betrieben wird die Datenbank von den Mitgliedern der IO-Link Community. Sie beherbergt mittlerweile mehr als 7.500 Beschreibungsdateien von rund 80 Herstellern und ist damit die weltweit größte Sammlung an IODDs. Jedes Mitglied bekommt bei Eintritt in die Gemeinschaft die Möglichkeit, ein Herstellerkonto im IODDfinder einzurichten, um die Beschreibungsdateien zu seinen

Geräten dort hochladen zu können. Die Plattform verfügt über ein Web-Frontend, über das IODDs zu einzelnen Geräten von Menschen gesucht und gefunden werden können. Der eigentliche Mehrwert aber entsteht durch die Programmschnittstellen (APIs), mit deren Hilfe die Gerätehersteller auch eine Vielzahl an IODDs automatisiert hochladen, updaten und verwalten können. Diese Schnittstellen gewährleisten, dass die zentrale Datenbank vollständig und ihr Inhalt stets aktuell ist. Auch das Herunterladen von Beschreibungsdateien kann über die APIs automatisch vollzogen werden.

www.io-link.com · www.profibus.com

PASSION FOR PERFORMANCE

KITZMANN

GRUPPE

- Maßgeschneiderte Komplettanlagen inklusive Prozessautomation als Turn-Key-Lösung
- Made in Germany

www.kitzmann-gruppe.de

Igus investiert in Chemical Recycling Pionier

Erneuerbar, nachhaltig und Müll reduzierend: Diese Ziele stehen hinter der Catalytic Hydrothermal Reactor Technologie (kurz: Cat-HTR). Mit ihr lassen sich Kunststoffabfälle innerhalb von 20 Minuten recyceln. So lässt sich das gewonnene Erdöl wieder für die Herstellung von neuen Polymer-Produkten nutzen. Um die Circular Economy von Kunststoffen zu unterstützen, hat igus jetzt 4,7 Mio. € in ein Unternehmen investiert, welches die erste kommerzielle Cat-HTR-Anlage in Betrieb nehmen will. Das Verfahren wurde im Jahr 2007 entwickelt und über 10 Jahre in einer Pilotanlage in Australien getestet. Die erste kommerzielle Cat-HTR-Anlage ist derzeit in Wilton, Großbritannien, in Planung. Der Bau soll in diesem Jahr starten. Abfallunternehmen liefern den Müll,



um ihre Recyclingziele zu erreichen. Anschließend wird Erdöl wiedergewonnen, welches der Kunde zu einem ähnlichen Preis wie fossiles Erdöl beziehen kann. Insgesamt vier Catalytic Hydrothermal Reaktoren sollen in Wilton entstehen, um jährlich über 80.000 t Kunststoffmüll verarbeiten zu können www.igus.de

Antikörper aus der Kuh ersetzen Antibiotika

Komplexe Lebensmittel wie Milch enthalten zahlreiche Einzelkomponenten, die für medizinische, ernährungstherapeutische oder technologische Zwecke genutzt werden können und damit die Wertschöpfung im Vergleich zum herkömmlichen Produkt signifikant steigern. So können mithilfe der sogenannten Milchproteinfraktionierung, einer speziellen Membrantechnik, aus der Milch gezielt geimpfter Kühe Antikörper gewonnen werden, die im Falle von Antibiotika-Resistenzen Anwendung finden. Im Rahmen eines Projekts der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) haben Dr. Hans-Jürgen Heidebrecht und Prof. Dr. Ulrich Kulo-

zik vom Zentralinstitut für Ernährungs- und Lebensmittelforschung (ZIEL) an der Technischen Universität (TU) München diese Fraktionierungsmethode jetzt wesentlich verbessert. Mithilfe der von ihnen entwickelten Mikrofiltrationsmembranen ist es möglich, spezifische Antikörper aus der Milch abzutrennen und soweit anzureichern, dass sie unter anderem als Ersatz für Antibiotika eingesetzt werden können. Das Projekt war im November 2019 unter den drei Finalisten bei der Wahl zum, mit 10.000 €, dotierten Otto von Guericke-Preis der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF). www.aif.de

Hosokawa Alpine übernimmt Solids Solutions Group

Hosokawa Alpine hat mit Wirkung vom 2.1.2020 die Solids Solutions Group übernommen. Vorstandsvorsitzender Dr. Antonio Fernández will durch die Übernahme der Solids Solutions Group das Kerngeschäft im Bereich der mechanischen Verfahrenstechnik mit einem breiten Portfolio und Know-how im Bereich Schüttgutthandling ergänzen. Mit aktuell drei Standorten in

Spanien und Deutschland ist die Solids Solutions Group heute eine im Bereich Schüttgutthandling international tätige Firmengruppe mit 50 Jahren Erfahrung. Zukünftig gehört das Unternehmen unter dem Namen "Hosokawa Solids Solutions GmbH" zum neuen Kompetenzzentrum im Bereich Schüttgutthandling innerhalb der Hosokawa Alpine AG. www.hosokawa-alpine.com

Lewa übernimmt Verantwortung für Nikkiso Spaltröhrenmotorpumpen

Mit der Eröffnung der neuen Vertriebs- und Service-Niederlassung Lewa Nikkiso (Dalian) Fluid Technology am bisherigen Lewa-Produktionsstandort in Dalian wurde am 1. September 2019 die sukzessive Eingliederung des globalen Vertriebs für Nikkiso Spaltröhrenmotorpumpen durch die Lewa-Gruppe abgeschlossen. Damit endete ein mehrjähriger weltweiter Umstrukturierungsprozess, der auch eine technische Überarbeitung und Anpassung der Spaltröhrenmotorpumpen an die globalen Anforderungen miteinschloss. Sie sind sowohl nach den Vorgaben der Norm GB 3836-2010 für China



als auch nach den Vorgaben der Atex-Richtlinie 2014/34/EU für Europa zertifiziert. Modelle, die den Normen DIN EN ISO 2858 und API 685 entsprechen, sind ebenfalls verfügbar. www.lewa.de

Neuer Technologieführer in der Partikelcharakterisierung

Zum 1. Januar 2020 sind die Unternehmen Retsch Technology, Microtrac Europe und BEL Europe in die neue Microtrac Retsch GmbH mit Sitz in Haan übergegangen. Damit bekommen Anwender der Partikelcharakterisierung in der EMEA Region Zugang zu dem Produktportfolio. Unter dem Markennamen Microtrac MRB bietet das Unternehmen Systeme für die Partikelcharakterisierung mittels Dynamischer und Statischer Bildanalyse, Laserbeugung, Dynamischer Lichtstreuung sowie Gasadsorptionsanalytik zur Bestimmung von spezifischen Oberflächen und

Porengrößenverteilungen an. Retsch Technology ist bereits seit seiner Gründung 1998 Teil von Verder und hat mit der Entwicklung des Zwei-Kamera Prinzips für die Camsizer-Serie den Markt für die Partikelmessung mit Dynamischer Bildanalyse revolutioniert. Die Herstellerfirmen Microtrac Inc. (USA) und MicrotracBEL (Japan) wurden im Juli 2019 von Verder übernommen. Damit ist unter dem Dach der Verder Gruppe ein neuer Global Player im Markt entstanden, der sich anschießt, der Technologieführer in der Partikelcharakterisierung zu werden. www.verder-scientific.com

Easyfairs wächst weiter mit Messen im Industriesektor

Der Messeveranstalter Easyfairs hat die Stuttgarter untitled exhibitions GmbH übernommen und verstärkt mit deren regionalen Industriefachmessen all about automation sein Messeportfolio in der DACH-Region. Nach dem Erwerb der FMB-Zuliefermessen für Maschinenbau in Bad Salzfluren und Augsburg im Februar war dies der zweite Zukauf im Jahr 2019 in Deutschland. „Mit unseren Zukäufen nutzen wir künftig die vielen Synergien hinsichtlich Content, Besucher- und Ausstellerzielgruppen. Die all about automation Fachmessen passen mit ihrem regionalen Konzept wunderbar zu unserem Portfolio, weil

sie wie die FMB und die Automation & Electronics Schweiz einen klaren Fokus setzen und unterschiedliche regionale Märkte bedienen“, betont Roland Brand, Geschäftsführer Easyfairs DACH. untitled exhibitions hat die regionalen all about automation Fachmessen im Jahr 2014 etabliert. 2019 konnten die Messen in Hamburg, Essen, Leipzig und Friedrichshafen zusammen über 600 Aussteller verzeichnen. Tanja Waglöhner bleibt auch unter dem Dach von Easyfairs Geschäftsführerin des Stuttgarter Unternehmens.

www.easyfairs.com
www.all-about-automation.com

Simulations-Plattform für Smart Services

Zehn Unternehmen und Institute haben das Forschungsvorhaben Seamless (Simulationsgestützte assistenzsystem-basierende Engineering- und Maintenance-Dienstleistungen für Lean Aftersales-Services) gestartet. Ziel ist die Entwicklung und Bereitstellung von Simulationstools auf einer cloudbasierten Plattform „Simulation enhanced Assessment as a Service (SeAaaS)“, die es Anwendern erlaubt, unterschiedliche Simulatoren synergistisch zu kombinieren und für smarte Services zu nutzen. Der Kick-off von

Seamless fand am 4. und 5. Februar 2020 beim Projektkoordinator SimPlan in Hanau statt. Weitere Partner im Projekt sind Actimage Kehl, Dieffenbacher Eppingen, EKS InTec Weingarten, EXAPT Systemtechnik Aachen, FZI Forschungszentrum Informatik Karlsruhe, Innolite Aachen, Seeburger Bretten, TU Chemnitz und das Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen. Gefördert wird das Projekt, das bis Januar 2023 läuft, mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). www.simplan.de

Endress+Hauser bleibt dem Wachstum treu

Die Firmengruppe Endress+Hauser hat 2019 ihren Nettoumsatz um fast 8 % auf mehr als 2,6 Mrd. € gesteigert. Weltweit schuf der Schweizer Spezialist für Mess- und Automatisierungstechnik 400 neue Stellen. Zum Jahresende zählte das Unternehmen mehr als 14.300 Mitarbeitende. Wie CEO Matthias Altendorf betont, ist die Gruppe „über alle Arbeitsgebiete, Branchen und Regionen gewachsen“. Kräftige Impulse seien aus Asien ge-

kommen. Europa, Amerika, Afrika und der Nahe Osten entwickelten sich positiv, aber deutlich verhaltener. Der Auftragseingang ist 2019 stärker gestiegen als der Umsatz. Laut Chief Financial Officer Dr. Luc Schultheiss konnte die Firmengruppe die Umsatzrendite auf Vorjahresniveau halten. Für 2020 kalkuliert die Gruppe mit einem etwas verhalteneren Umsatzwachstum im mittleren einstelligen Prozentbereich. www.de.endress.com



Safety is for life.™

REMBE® Rush Order

Berstscheiben innerhalb von 24 Stunden

+49 2961 7405-0

www.berstscheiben24.de

SOLIDS
Halle 7
Stand X30-7

Spezial-Messe für Prozess- und Fabrikautomation

Die Meorga veranstaltet am 27. Mai 2020 in der Ostermann-Arena in Leverkusen eine Spezialmesse für Mess-, Steuerungs- und Regeltechnik, Prozessleitsysteme und Automatisierungstechnik für die Wirtschaftsregion Rheinland. 150 Fachfirmen, darunter die Marktführer der Branche, zeigen von 8:00 bis 16:00 Uhr Geräte und Systeme, Engineering- und Serviceleistungen sowie neue Trends im Bereich der Prozess- und Fabrikautomation. 36 begleitende Fachvorträge informieren den Besucher umfassend. Die Messe wendet



sich an Fachleute und Entscheidungsträger, die in ihren Unternehmen für die Optimierung der Geschäfts- und Produktionsprozesse entlang der gesamten Wertschöpfungskette verantwortlich sind. www.meorga.de

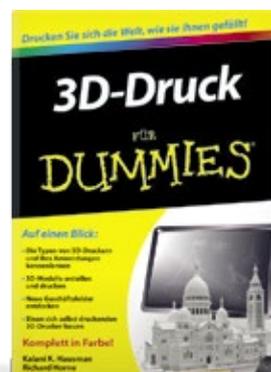
Kopier die Welt, wie sie Dir gefällt



Lipson, H. / Kurman, M.
Die neue Welt des 3D-Drucks
Deutsche Ausgabe von Fabricated

2014. 314 Seiten, Broschur.
€ 19,99
ISBN 978-3-527-76049-7

Dieses Buch bietet Ihnen einen spannenden Einblick in den 3D-Druck, inkl. Druckverfahren und -materialien, Modellierungstechniken, rechtlichen Fragen sowie den unterschiedlichsten Anwendungsgebieten aus Industrie, Kommerz, Bildung, Medizin oder auch Gastronomie.



Hausman, K. K. / Horne, R.
3D-Druck für Dummies

2014. 359 Seiten, Broschur.
€ 26,99
ISBN 978-3-527-71030-0

Kalani K. Hausman und Richard Horne stellen Ihnen die verschiedenen 3D-Druckverfahren und mögliche Anwendungen sowie Geschäftsfelder vor. Außerdem verraten sie Ihnen, wie und wo Sie an druckbare 3D-Modelle gelangen und wie Sie einen sich selbst druckenden 3D-Drucker konstruieren.

Geschlossen im System

Rohstoffautomation unter
Schutzgasatmosphäre

Titelstory

Rohstoff-Automation unter Schutzgasatmosphäre in Großanlagen oder in sich geschlossene Systeme stellen häufig eine große Herausforderung dar. Als Spezialist für inertisierte Rohstoff-Automation und -Logistik kann der Anlagenbauer AZO hierfür maßgeschneiderte Lösungen anbieten.



Alexander Ullrich,
AZO



Abb. 1: Förderanlage unter Stickstoffschutzgasatmosphäre für Milchpulver

„Die Sicherheit der Anlage, der Produkte und vor allem des Bedieners hat für uns die höchste Priorität.“ So oder so ähnlich drücken sich die meisten Firmen aus, die kritische Rohstoffe automatisieren wollen. Viele Rohstoffe, wie z.B. Polypropylen, Metallpulver, Kaffee, Milchpulver, Additive und viele weitere, weisen hochsensible Eigenschaften hinsichtlich Explosions- und Produktschutz auf. Dies können niedrige Zündenergien, Oxidationsfreudigkeit oder der Erhalt der Aromen bzw. Haltbarmachung und Konservierung sein, um nur einige gängige zu nennen. Oft kommt dann nur eine Lösung unter Schutzgas in Betracht.

Allerdings bedeutet das auch, nicht nur zu wissen, wie der Rohstoff gefördert werden kann, sondern auch welche Eigenschaften dieser unter unterschiedlichsten Bedingungen aufweist. Hier ist das Rohstoff-Know-how des An-

lagenbauers von allergrößter Bedeutung. Des Weiteren sind beim Umgang mit Schutzgasen umfangreiche Vorkehrungen für den Bedienschutz seitens des Anlagenbetreibers notwendig. Das macht eine enge, partnerschaftliche Zusammenarbeit zwischen Anlagenbauer und Betreiber bei der Risikoanalyse und Anlagenauslegung unerlässlich. So unterschiedlich die Branchen, in denen eine solche Förderanlage unter Schutzgas genutzt wird, sind – so unterschiedlich sind auch die jeweiligen Anforderungen und die einzelnen Lösungsmöglichkeiten der benötigten Förderanlage.

Kritische Rohstoffe: Polypropylenpulver

Ein gutes Beispiel für einen solchen kritischen Rohstoff ist im Kunststoffbereich Polypropylenpulver: Bei der Produktion von Polypropylen bspw. können sich in diesem Pulver noch Reste

des Gases Propen befinden. Dieses Gas kann bei der Lagerung, Förderung, Aufbereitung und Dosierung nach und nach freigesetzt werden. Dadurch entsteht eine nicht zu unterschätzende Gefahr einer Gas-Ex-Zone. Um diese Explosionsgefahr wirksam zu vermeiden, muss der Sauerstoffgehalt unter einen zündfähigen Grenzwert reduziert werden. Daher empfiehlt es sich in einem solchen Fall eine Rohstoffautomation unter einer Stickstoff Schutzgasatmosphäre zu installieren.

Mit Hilfe einer Stickstoff-Druckförderung wird der Rohstoff aus den Reaktoren über eine Förderwaage zur Durchsaterfassung gefördert und anschließend in einen Pufferbehälter entleert. Das dazu erforderliche Schutzgas wird durch ein separates Stickstoffnetz bereitgestellt. Die Förderwaage und die Pufferbehälter müssen deshalb mit einem Spülluftfilter sowie



Abb. 2: Förderanlage unter Stickstoffschutzgasatmosphäre von AZO



Abb. 3: 3D-Drucker-Beschickungsmodul und Glovebox: Einschleusung des Metallpulvers

Austragsunterstützungen, und Belüftungsdüsen ausgerüstet werden.

Danach werden die Pufferbehälter, die z.B. eine Tagesmenge des notwendigen Polypropylenpulvers enthalten, entleert und durch eine weitere Druckförderung mit Stickstoff in verschiedene Mischsilos gefördert und für den darauffolgenden Verarbeitungsprozess „Compoundierung“ bereitgestellt. Dort werden die notwendigen Zusatzstoffe wie z.B. UV-Stabilisatoren, Peroxid Pellets und Antioxidantien durch eine separate Förderung und Dosierung hinzugefügt. Nach Vermischung der Rohstoffe mit Hilfe einer Differential-Dosierwaage wird der fertige Batch für die Verarbeitung zu Polypropylen-Granulat bereitgestellt.

Das dabei im gesamten System genutzte Schutzgas wird gefiltert und dem Förderkreislauf erneut zugeführt. Permanente Messungen der Schutzgasatmosphäre innerhalb der ganzen Förderanlage überwachen dabei die Sauerstoffkonzentration. Wird dieser Grenzwert überschritten, wird die Förderung gestoppt und die Anlage mit zusätzlichem Inertgas gespült, bis der Sauerstoffgehalt die vorgegebene Grenzkonzentration wieder unterschreitet.

Durch diese Wiederverwendung des Stickstoffes wird für den Anlagenbetreiber eine erheblich kosteneffizientere und gleichzeitig sichere Automatisierung seines Rohstoffs gewährleistet. AZO hat mit seiner jahrelangen Erfahrung in diesem Bereich das nötige Produktportfolio für die unterschiedlichsten Kundenanforderungen und realisierte weltweit mehrere Anlagen, die diese Herausforderungen erfolgreich meistern. Des Weiteren analysiert das hauseigene Rohstofflabor kritische Rohstoffe und ermittelt deren Fließ- und Produkteigenschaften, um die Anlagen für die jeweiligen Anforderungen optimal auslegen zu können.

Kritische Rohstoffe: Metallpulver für die additive Fertigung

Ein weiteres Beispiel solch kritischer Produkte sind diverse Metallpulver, das für die additive Fertigung genutzt werden. Auch dieser Rohstoff ist nur unter einer Schutzatmosphäre mit Hilfe von Stickstoff oder Argon sicher zu automatisieren. Durch die teilweise gesundheitsgefährdenden Eigenschaften des Metallpulvers muss der Bedienschutzes ebenfalls unbedingt gewährleistet werden. Allerdings ist die 3D Druck Branche nach wie vor sehr dy-

namisch, was Standards und Richtlinien betrifft. Wurden bis „gestern“ unter Absaugungen offen gehandhabte Stoffe toleriert, so ist das Bewusstsein bei Pulverherstellern und Druckerbetreibern hinsichtlich Bedienschutzes deutlich gewachsen (siehe VDI 3405-1). So mussten Mitarbeiter bei offenen Produktaufgaben den Rohstoff unter Vollschutz manuell in das System einbringen, da das Pulver lungengängig und gesundheitsschädlich ist. Deshalb entwickelte AZO im Laufe der vergangenen zwei Jahre neue Technologien für die sichere und vereinfachte Automation von Metallpulvern in der additiven Fertigung.

AZO bietet hierzu Systeme in denen Metallpulver unter Schutzgasatmosphäre in einer Glovebox in den Produktkreislauf zugeführt werden können. Das Pulver kann dafür in beliebigen, manuell handhabbaren Behältern angeliefert werden. Ein Vollschutz entfällt und durch die hermetisch abgeriegelte Glovebox wird ein sehr hoher Grad des Bedienschutzes erreicht.

Inertisierung der gesamten Anlage

Durch die Inertisierung der gesamten Anlage werden zwei Ziele verfolgt: Zum einen wird die

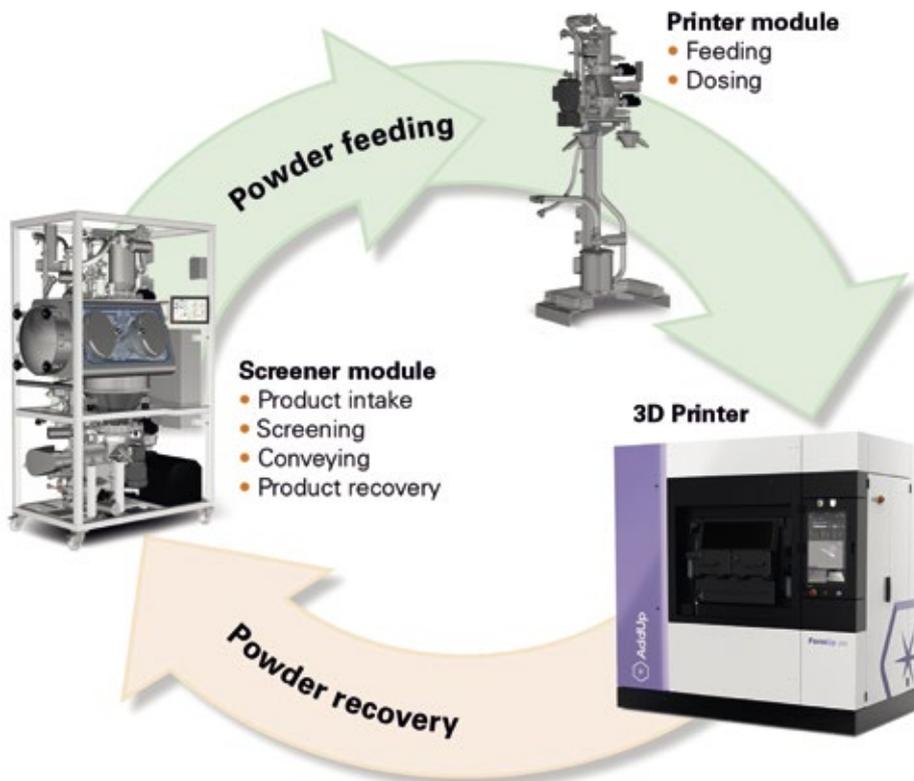


Abb. 4: AZO's Automationsablauf bei der 3D-Druckerbeschickung

Oxidation des Metallpulvers am Luftsauerstoff wirksam verhindert, da ansonsten der Rohstoff unbrauchbar werden würde. Zum anderen wird die Sauerstoffkonzentration im ursprünglich zündfähigen Pulver-Luft-Gemisch so weit abgesenkt, dass gefährliche exotherme Reaktionen verhindert werden.

Insgesamt besteht das Komplettsystem zur Druckerbeschickung aus dem Siebmodul, welches aus Glovebox, Lagerbehälter, Siebmaschine und pneumatische Förderung besteht sowie einem oder mehreren Druckermodulen. Diese können direkt am Metalldrucker angebracht werden. Das System ist dabei hochflexibel und kann von einer Einzeldruckerbeschickung bis hin zur Druckerfabrik mit mehreren Modulen genutzt werden.

Im Verlauf wird das jeweilige Metallpulver zunächst einer Siebung unterzogen. Von dort aus erfolgt eine pneumatische Förderung vom Siebmodul hin zur Pulverzugabestelle am Metalldrucker. Das bei der Erzeugung der Pulverschichterstellung abgestreifene Pulver kann direkt vom Drucker wieder zurück zum Siebmodul gefördert werden. Die pneumatische Förderung sowie das gesamte Pulverhandling erfolgt komplett unter Inertgasatmosphäre.

Um den Verbrauch an Inertgas so gering wie möglich zu halten wird das Prozessgas in einem geschlossenen Kreislauf geführt. Nach dem abgeschlossenen Druckjob wird lose im Druckraum liegendes Pulver, welches bei der Produktion des Bauteils nicht verschweißt worden ist, mit dem gleichen geschlossenen Fördersystem zurück zur Pulveraufbereitung gefördert. Das Produkt kann für weitere Druckzyklen verwendet werden. Durch eine separate Stickstoffversorgung kann dem Kreislauf bei Bedarf neuer Stickstoff zugeführt werden, um so die optimale Schutzgasatmosphäre zu gewährleisten.

Sollte eine Wiederverwendung des abgestreiften Metallpulvers aus rechtlichen, vertraglichen oder organisatorischen Gründen nicht erwünscht sein, so kann das Pulver nach wie vor unter Inertgasatmosphäre innerhalb des Systems in geeignete Pulverbehälter gefüllt werden und über eine Be- und Entladetür sicher aus dem System ausgeschleust werden.

Notwendiges Wissen

AZO verfügt sowohl über das nötige technische Know-how, um hochsensible Rohstoffe unter Schutzgas automatisiert handzuhaben, als auch über das notwendige Wissen rund

3D-Druckerbeschickung unter Schutzgas

- Bei leerer Anlage und neu zu beschickendem Drucker werden zunächst die mit Metallpulver gefüllten Gebinde durch die Beladetür in die Glovebox gegeben. Bei geschlossener Tür wird die Glovebox mit Schutzgas geflutet.
- In diesem Zustand können die Kunststoffflaschen, oder Kanister in den nachfolgenden Vorratsbehälter entleert werden.
- Von diesem Vorratsbehälter gelangt das Metallpulver in die Wirbelstromsiebmaschine, die hier zusätzlich als Qualitätssicherung dient.
- Nach der Siebung wird das Pulver pneumatisch zum jeweiligen „Verbraucher“ transportiert.
- Verbraucher können dabei mehrere Zugabestellen an einem Drucker sein, oder auch eine zentrale Zugabestelle. Hier ist es dann möglich mehrere Drucker zentral zu versorgen.
- Der Rücktransport von nicht verbrauchtem Pulver erfolgt entweder direkt während der Schichterzeugung (Layering) oder nach abgeschlossenem Druckjob aus dem Druckerraum.
- Nach dem Rücktransport zur Siebstation kann durch einen innen liegenden Bypass entschieden werden, ob das Pulver im Kreislauf weiterverwendet wird, oder ob es aus dem Druckerbetrieb ausgeschleust werden soll.

um die Rohstoffe und deren Eigenschaften. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich dabei um Greenfield-, Brownfield oder Retrofitprojekte handelt. Das umfasst kleinere in sich geschlossene Systemanwendungen aber große hochkomplexe Förderanlagen.

Der Autor

Alexander Ullrich, Marketing Communication, AZO

alle Bilder © AZO GmbH + Co. KG

AZO auf der Solids Dortmund

Halle 5, Stand M16

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:

<https://doi.org/10.1002/citp.202000309>

Kontakt

AZO GmbH + Co. KG, Osterburken
 Alexander Ullrich, Tel.: +49 6291 92-563
 alexander.ullrich@azo.com · www.azo.com



Explosionsschutz

Teil 2: Was haben Betreiber zu beachten?



Dipl.-Ing.
Anna Schöllhorn,
horst weyer und partner



Dr.-Ing.
Klaus Wörsdörfer,
horst weyer und partner

Der erste Teil dieser dreiteiligen Artikelserie (s. CITplus 1-2/2020, S. 20 ff) hat die gesetzlichen Vorgaben beschrieben, die durch die Hersteller von Maschinen beim Einbringen von Produkten in den europäischen Raum bezüglich der Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre zu berücksichtigen sind. Im zweiten Teil gehen die Autoren nun auf die gesetzlichen Vorgaben ein, die durch Arbeitgeber (Betreiber) zu berücksichtigen sind.

Bei der Bildung einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre (g.e.A.) treten Gase, Dämpfe, Nebel oder Stäube in einer solchen gefährdenden Menge auf, dass ein einziger Zündfunke zu einer Explosion führen kann. Dies soll durch Schutzmaßnahmen verhindert werden.

Die Einhaltung und Umsetzung von Schutzmaßnahmen sind nicht nur für die Hersteller von Maschinen und Geräten verpflichtend. Auch durch den Arbeitgeber (Betreiber) ist sicherzustellen, dass Maßnahmen zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten oder Dritter eingehalten und umgesetzt werden.

Betriebssicherungsverordnung und Gefahrstoffverordnung

In der Europäischen Union ist jeder Arbeitgeber (Betreiber) entsprechend den Vorgaben der Richtlinie 89/391/EWG verpflichtet, eine Beurteilung von Gefahren für die Sicherheit und Gesundheit seiner Mitarbeiter durchzuführen. Der Richtlinie 89/391/EWG unterliegen mehrere Einzelrichtlinien, in denen spezifische Regelungen für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Beschäftigten bei bestimmten Tätigkeiten und Gefahren festgelegt sind.

Eine dieser Einzelrichtlinien ist die Richtlinie 1999/92/EG. Diese beschreibt die Mindestvorschriften zur Verbesserung des Ge-

sundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch eine explosionsfähige Atmosphäre gefährdet werden können. Die Richtlinie verpflichtet Arbeitgeber bei einer Gefährdung durch eine explosionsfähige Atmosphäre u. A. ein Explosionsschutzdokument zu erstellen. Dieses muss regelmäßig geprüft und auf dem aktuellen Stand gehalten werden. Außerdem werden im Explosionsschutzdokument jene Gefährdungen dargelegt, die sich aus dem Entstehen einer explosionsfähigen Atmosphäre ergeben können. Dabei werden Risiken bewertet, Zoneneinteilungen festgelegt und notwendige Explosionsschutzmaßnahmen beschrieben.

Die Umsetzung der Richtlinie 1999/92/EG erfolgt in Deutschland durch die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV). Die BetrSichV regelt die Sicherheit und den Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln. Für den Explosionsschutz von besonderer Relevanz ist dabei der Anhang 2, der sich mit den Prüfvorschriften von überwachungsbedürftigen Anlagen befasst. Arbeitsmittel, die im explosionsgefährdeten Bereich aufgestellt sind, zählen zu den überwachungsbedürftigen Anlagen.

Für diese Arbeitsmittel soll entsprechend der BetrSichV ein ausreichender Schutz gegenüber möglichen Explosionen sichergestellt werden.

Daher ist für Arbeitsmittel in explosionsgefährdeten Bereichen eine Prüfung vor Inbetriebnahme und nach prüfpflichtigen Änderungen und Instandsetzung durchzuführen. Bei dieser Ordnungsprüfung wird kontrolliert:

- ob die technischen Unterlagen vollständig sind,
- ihr Inhalt plausibel erscheint,
- die Anlagen sich in einem sicheren Zustand befinden und entsprechend der BetrSichV ausgeführt sind
- und ob alle Maßnahmen funktionsfähig sind und geprüft wurde, ob die Geräte und Schutzsysteme oder Sicherheits-, Kontroll- oder Regelvorrichtungen den Anforderungen der Richtlinie 2014/34/EU entsprechen.

Für diese Arbeitsmittel sind weiterhin wiederkehrende Prüfzyklen festzulegen

Die BetrSichV beschreibt maximale Prüffristen, die durch den Arbeitgeber (Betreiber) einzuhalten sind. Wiederkehrend ist alle sechs Jahre die gesamte Explosionssicherheit zu prüfen, alle drei Jahre sind die Geräte und Schutzsysteme, Sicherheits-, Kontroll- oder Regelvorrichtungen zu prüfen und Lüftungsanlagen, Gaswarneinrichtungen und Inertisierungseinrichtungen sind jährlich zu prüfen. Die durch den Gesetzgeber festgelegten Mindestintervalle der wiederkehrenden Prüfungen können durch den Prüfer auf Grund von Betriebsbedingungen oder Ausführung der Geräte und Schutzsysteme, Sicherheits-, Kontroll- oder Regelvorrichtungen angepasst werden.

Die Inbetriebnahmeprüfung sowie die wiederkehrenden Prüfungen, ausgeschlossen der erlaubnispflichtigen Anlagen nach § 18 Satz 1 Absatz 1 Nr. 3 bis 8, dürfen durch befähigte Personen nach Anhang 2 Abschnitt 3 Nr. 3 durchgeführt werden. Die erlaubnispflichtigen Anlagen nach § 18 Satz 1 Absatz 1 Nr. 3 bis 8 müssen durch eine ZÜS (zugelassene Überwachungsstelle) kontrolliert werden.

Für die Prüfungen nach BetrSichV ist das Vorhandensein eines aktuellen Explosionsschutzdokuments nach Gefahrstoffverordnung notwendig.

Aus dem Explosionsschutzdokument sollte hervorgehen, dass Explosionsgefährdungen

ermittelt und einer Bewertung unterzogen wurden. In diesem Schutzkonzept ist darzulegen, wo und in welchem Umfang Zonen festgelegt wurden, welche Explosionsschutzmaßnahmen getroffen wurden, wie die Zusammenarbeit mit Fremdfirmen umgesetzt wurde und welche Prüfungen nach BetrSichV durchzuführen sind. Die Gefährdungsbeurteilung für Explosionsgefahren, die die Basis für das Explosionsschutzdokument bildet, ist von einer fachkundigen Person zu erstellen.

Technische Regeln

Mittels der BetrSichV und der GefStoffV sind nur die wesentlichen Schutzziele festgelegt. Diese werden durch Technische Regeln konkretisiert. Die Technischen Regeln sind rechtlich nicht bindend, allerdings wird davon ausgegangen, dass bei Einhaltung der Technischen Regeln eine ausreichende Sicherheit gewährleistet ist. Werden abweichende Lösungen ausgeführt, ist die Gleichwertigkeit der Maßnahme zur Technischen Regel nachzuweisen. Neben den Technischen Regeln sind auch von den gesetzlichen Unfallversicherungen Regeln, Informationen und Grundsätze veröffentlicht, die den Arbeitgebern als Unterstützung für ihre Pflichten im Bereich Sicherheit und Gesundheitsschutz dienen. Diese Regeln, Informationen und Grundsätze besitzen auch keinen rechtsverbindlichen Charakter, es wird allerdings auch bei diesen Regelwerken davon ausgegangen, dass durch Einhaltung der Vorgaben eine ausreichende Sicherheit gewährleistet ist und der Stand der Technik eingehalten wird.

Hauptbestandteil der Gefährdungsbeurteilung eines Explosionsschutzdokumentes sollten die Inhalte der Technischen Regeln für Gefahrstoffe, die TRGS 722, 723 und 724, sein.

In diesen Regelwerken werden Maßnahmen zur Vermeidung und Einschränkung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre, Vermeidung der Entzündung gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre und Maßnahmen des konstruktiven Explosionsschutzes, welche die Auswirkung einer Explosion auf ein unbedenkliches Maß beschränkt, beschrieben. Unter Verwendung von weiteren Technischen Regeln bzw. der Regeln, Informationen und Grundsätze der gesetzlichen Unfallversicherungen werden bestimmte Belange des Explosionsschutzes bzw. bestimmte Anlagentypen betrachtet und die Schutzmaßnahmen für diese bestimmt. Bei der Umsetzung von Schutzmaßnahmen bezüglich





des Explosionsschutzes ist es empfehlenswert harmonisierte Normen und Fachberichte als Informationsquelle zu berücksichtigen, da diese den Stand der Technik und auch den Stand der Sicherheitstechnik wiedergeben.

Wird entsprechend der Gefährdungsbeurteilung festgestellt, dass Explosionsschutzeinrichtungen durch Mess-, Steuer- und Regleinrichtungen umgesetzt werden, sind die Anforderungen an die Zuverlässigkeit entsprechend der TRGS 725 auszuführen. Diese Technische Regel wurde 2016 veröffentlicht und besitzt keine Übergangsfristen. Dies bedeutet, dass Betreiber die Umsetzung der TRGS 725 zeitnah auch für Bestandsanlagen durchführen müssen.

Mittels der Gefährdungsbeurteilung sind im Explosionsschutzdokument die notwendigen

Anforderungen festzulegen. Dabei werden entsprechend der TRGS 725 Klassifizierungsstufen festgelegt, welche den notwendigen Grad der funktionalen Sicherheit der Funktionseinheit wiedergeben.

Da die Umsetzung der TRGS 725 auf verschiedenste Weisen erfolgen kann, z.B. entsprechend prozesstechnischer Eigenschaften oder Verfahrensweisen, können Hilfestellungen durch befähigte oder fachkundige Personen des Explosionsschutzes gegeben werden.

Atex

Beim Einsatz von Geräten und Schutzsystemen in Zonen ist durch die Arbeitgeber sicherzustellen, dass diese entsprechend der Richtlinie 2014/34/EU ausgeführt und für die ausgewiesenen Zonen und die auftretenden Stoffe geeignet sind.

Sind im Betriebsbereich elektrische Geräte und Schutzsysteme eingesetzt, die vor dem 01.01.2003 in Betrieb genommen wurden, sollten diese entsprechend der ElexV (Verordnung über elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen) ausgeführt sein oder einen Eignungsnachweis besitzen.

Nicht-elektrische Geräte und Schutzsysteme, die vor dem 01.01.2003 in Betrieb genommen wurden, sollten ein Eignungsnachweis entsprechend der GefStoffV § 11 Abs. 3 und Anhang 1 Nr. 1.8 haben.

Die Eignungsnachweise stellen sicher, dass die Geräte und Schutzsysteme in explosionsgefährdeten Bereichen verwendet werden können. Sinnvoll dabei ist es, den Eignungsnachweis mit Hilfe der harmonisierten Normen zur Richtlinie 2014/34/EU durchzuführen.

Fazit

Das erforderliche Sicherheitskonzept zum Schutz der Arbeitnehmer und Dritter vor einer Explosion ist verpflichtend durch den Betreiber mittels einer Gefährdungsbeurteilung darzulegen. Hierfür sind eine Vielzahl an Technischen Regeln und Normen zu berücksichtigen.

Weiterhin ist durch regelmäßige Prüfungen sicherzustellen, dass das Sicherheitskonzept umgesetzt und eingehalten wird.

Um bei der Erstellung des Explosionsschutzdokumentes und der notwendigen Gefährdungsbeurteilung alle Aspekte zu berücksichtigen, empfiehlt es sich, diese in Zusammenarbeit mit einem Experten des Explosionsschutzes zu erstellen und so die Erfahrung und Fachkenntnis im Explosionsschutz nutzen zu können.

Die Autoren

Dipl.-Ing. Anna Schöllhorn, Projektingenieurin im Bereich Anlagensicherheit und Sachverständige nach § 29b BImSchG, horst weyer und partner

Dr.-Ing. Klaus Wörsdörfer, Leiter des Geschäftsbereichs Consulting, horst weyer und partner

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:

<https://doi.org/10.1002/citp.202000310>

Kontakt

weyer gruppe – horst weyer und partner gmbh, Düren

Stefanie Moschkau · Tel.: +49 2421 6909 2286
s.moschkau@weyer-gruppe.com · weyer-gruppe.com

Tieftemperatur-Näherungsschalter für Direktanschluss in Ex-Zone 0/20

Die Atex- und IECEx-zertifizierten Näherungsschalter des Typs IGEX20Pa von EGE trotzten Minusgraden bis zu -60 °C. Durch die Zertifizierung für die Ex-Zonen 0 und 20 eignen sie sich für den unmittelbaren Einsatz in gas- und staubexplosionsgefährdeten Bereichen, wie z.B. in gasführenden Anlagen oder Tankstellen. Jetzt bietet EGE die Polar-Näherungsschalter auch in Varianten mit deutlich vereinfachter Installation an. Durch die Zündschutzart „Vergusskapselung“ lassen sich diese IGEX20Pa-Ausführungen ohne zusätzliche Schaltverstärker direkt in Ex-Zone 0/20 einsetzen. EGE liefert die Sensoren mit Schutzart IP67 und IP68 in den Bauformen M12, M18 und M30. Je nach Ausführung betragen ihre Nennschaltabstände bei

bündigem Einbau 2 mm, 5 mm oder 10 mm. Der Anschluss erfolgt über ein 2 m langes FEP-Kabel, auf Anfrage sind die Näherungsschalter auch mit anderen Kabellängen erhältlich.

Kontakt

EGE-Elektronik Spezial-Sensoren GmbH

Tel.: +49 43 46 41 58 -0
info@ege-elektronik.com
www.ege-elektronik.com





Abb. 1: Eine Nachkühlleinheit aufgebaut wie eine Schublade: Der bedarfsgerechte Einbau ist per Gabelstapler und mit wenigen Handgriffen erledigt.

© Aerzener Maschinenfabrik GmbH

Dem individuellen Engineering gehört die Zukunft

Druckluftlösungen nahtlos in die Anlagen der Prozesstechnik einbinden

In allen Bereichen der industriellen Produktion gewinnt Digitalisierung an Bedeutung. In der Prozesstechnik sind es vor allem neue Möglichkeiten der Visualisierung und Datenanalyse, die helfen, Anlagen nicht nur produktiver sondern auch ressourcenschonender und sicherer zu betreiben. Mit dieser Zielsetzung positioniert sich RKR, ein Tochterunternehmen der Aerzener Maschinenfabrik, als Engineering-Partner und Systemintegrator.

Eine typische Anforderung an größere Druckluftanlagen in der Chemietechnik ist es z.B., 2.500 m³ mit 10 bar Druckdifferenz erzeugen: Wer nur auf die Förderleistung schaut, kann seinen Bedarf mit einem kurzen Blick in die Kataloge bekannter Hersteller decken, denn zweistufige, ölfreie Verdichter gibt es von der Stange. Wenn aber Integrationsaspekte abseits harter Kennzahlen eine Rolle spielen, kommen die ausgereiften Katalogmaschinen an ihre Grenze – und zwar in limitierten Möglichkeiten, sich an das Umfeld anpassen zu können.

Worauf kommt es heute und in Zukunft an?

Mit dem Ziel vor Augen, Anlagen wirtschaftlicher und umweltschonender zu betreiben, fordern Betreiber die Möglichkeit, die Prozesse ganzheitlicher zu überwachen und im laufenden Betrieb zu optimieren. Parallel dazu steigen auch die Ansprüche an die Anlagenzuverlässigkeit und Sicherheit – was sich nur mit mehr Sensorik und

Intelligenz erreichen lässt. Begriffe wie Selbstlernende Maschinen, künstliche Intelligenz und vorbeugende Analytik kommen ins Gespräch.

Der Blick in die täglichen Geschäftsabläufe zeigt, dass Betreiber enger mit ihren Anlagenherstellern kooperieren – bis hin zur direkten Zusammenarbeit mit Maschinenbauern. Die Rintelner Firma RKR Gebläse und Verdichter sieht sich deshalb verstärkt in der Rolle des Sparringspartners für spezialisierte Druckluftlösungen. „Wir verlassen dabei die Gerätesicht und bewegen uns vielmehr auf Prozessebene, bei der die Druckluft ein Teil ist“, erklärt RKR-Projektmanager Bernd Klemme. Dieser Ansatz führt in der Realisierung dazu, die Drucklufterzeugung integrativ in den Gesamtprozess zu bringen. Hierbei zählen vor allem die Definition und Gestaltung sämtlicher denkbarer Schnittstellen. Diese können mechanisch-konstruktiv sein, aber auch das weite Feld der Steuerungssoftware betreffen. Während zweistufige Ver-

verdichter aus dem Katalog naturgemäß als Black-Box mit eigener Steuerung ausgeliefert werden, bindet RKR die Funktionseinheit direkt an die Anlagensteuerung eines Chemiebetriebs an. Die gerade Verbindung ohne den Umweg durch die Verdichter-SPS vereinfacht die Schnittstellengestaltung. Indem die Drucklufteinheit Teil des Ganzen ist, stellen sich keine Fragen mehr, welche Daten die übergeordnete Anlagensteuerung in welchem Format und in welcher Sprache aus einem Druckluftaggregat bekommt und mit welchem Informationstiefgang.

Geräteidentität zu Gunsten des Gesamtverbunds aufgeben

RKR setzt hier bereits in der frühen Maschinenkonzeption auf maximale Offenheit bis hin zum Zugriff auf die Aktorik- und Sensorikebene. Klemme: „Wir verlassen damit das klassische Sender-Empfänger-Modell.“ Die barrierefreien Eingriffsmöglichkeiten versetzen die Betreiber



© Aerzener Maschinenfabrik GmbH

Abb. 2: Der Luft-Luft-Nachkühler ist in das Aggregatgehäuse integriert.



© RKR GmbH

Abb. 3: RKR-Projektmanager Bernd Klemme versteht Druckluft als festen Teil des Gesamtprozesses.

chemischer Anlagen sodann in die Lage, die Druckluftherzeugung als Funktionseinheit einer Fabrikation im Betriebsverhalten genauso optimieren zu können, wie die eigentlichen chemischen Prozesse. Der Verlust der eigenen Geräteidentität zu Gunsten des Gesamtverbunds schafft unter dem Strich also bessere Möglichkeiten der Optimierung – dies mit dem Ziel, wirtschaftlicher, umweltschonender und ressourceneffizienter zu produzieren. Darüber hinaus gewinnt der Verbund durch die direkte Signalführung an Sicherheit und Verfügbarkeit.

„Functional Safety“ zählt abseits der digitalisierten Industrie 4.0 nach wie vor zu den Innovationstreibern in der Fabrikautomation und Prozesstechnik. Die Bewertung von Anlagen erfolgt dabei über die Ermittlung von Eintrittswahrscheinlichkeiten und Schadensauswirkungen im Rahmen einer Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA) – was sich letztlich niederschlägt in einer SIL (Safety Integrity Level) oder PL (Performance Level) Eingruppierung. Gerade in der risikobehafteten Chemieindustrie führt nach Erfahrung von Bernd Klemme die Kategorisierung nach SIL 3 der IEC/EN 61511 häufig zu dreifach ausgeführten Messstellen, um jederzeit ausreichend Redundanz bei möglichen Fehlfunktionen zu erhalten. Reflektiert auf eine Druckluftstation, müssen die Sicherheitsanforderungen entsprechend technisch umgesetzt und die dazugehörigen Signale in die Failsafe-Kommunikation integriert sein. „Als Systempartner sind wir auch hier frühzeitig in das Engineering eingebunden“, unterstreicht der Projektmanager. Je nach Anwendung nutzt RKR für die anschließende Realisierungsphase natürlich auch das Produktportfolio von Aerzen.

Damit kann die eigene Flexibilität und das spezielle Applikations-Know-how mit sämt-

lichen Vorteilen kombiniert werden, die eine Großserienfertigung mit sich bringt – bis hin zum internationalen Service samt globaler Ersatzteilverfügbarkeit. Daran anschließend kommt die Inbetriebnahme vor Ort mit der entsprechenden Abstimmung in puncto Schnittstellen und die Einbindung der Drucklufttechnik in die Steuerungssoftware der Anlage – unabhängig davon, welcher Hersteller auf der SPS steht.

Maßgeschneiderte Lösungen

Dieses Zusammenspiel liefert in der Praxis Lösungen, die so gar nichts mehr mit dem Konfektionsanzug von der Stange zu tun haben. Für die Druckluftversorgung prozesstechnischer Anlagen abseits üblicher Versorgungsinfrastruktur verbindet RKR bspw. die zweistufigen Verdichter ihres Mutterhauses in Aerzen über eine Flanschlösung samt Ausrückkupplung mit einem Lkw-Dieselmotor. Ebenfalls denkbar ist der direkte Antrieb über eine Dampfturbine. „Dieser Aufbau ist für die Chemiebranche sehr interessant – gerade dann, wenn Dampf als Abfallprodukt eines Prozesses entsteht“, erklärt Klemme. „Warum erst aus dem Dampf per Turbine und Generator aufwändig elektrischen Strom erzeugen, um damit einen Elektromotor anzutreiben, wenn es doch auch direkt funktioniert?“

Ein weiteres Beispiel: Aus dieser kundenspezifischen Engineering-Strategie heraus, hat RKR für Aerzen Rental in den Niederlanden einen speziell abgestimmten Luft-Luft-Nachkühler in Rack-Form konzipiert. Die Aggregate der konzern eigenen Vermietungsgesellschaft sind als Leihgeräte in Standardcontainer integriert. Auf diese Weise lassen sich die temporär aufgestellten Einheiten am einfachsten und sichersten transportieren und wettergeschützt im Außenbereich von Baustellen, Klär-

anlagen oder chemischen Betrieben aufstellen. Der Maschinenverleiher deckt dabei aus einem standardisierten Maschinenpark heraus ein möglichst weites Einsatzgebiet ab. Folglich muss eine Nachkühleinheit am besten so konstruiert sein, dass sie sich wie eine weitere Schublade in das Container-Gehäuse schieben lässt, wenn die Anwendung gekühlte Verdichtertluft erfordert. Auf diese Weise kann Aerzen Rental den Luft-Luft-Nachkühler als Option anbieten, ohne dafür den Maschinenpark dauerhaft umrüsten zu müssen. Die von RKR gebauten Racks sind deshalb weitgehend Plug and Play und die insgesamt vier Lüftermotoren mit Blick auf den variierenden Leistungsbedarf per Frequenzumrichter drehzahlgesteuert.

Der Autor

Thorsten Sienk,

freier Fachredakteur, für Aerzener Maschinenbau

Aerzener Maschinenfabrik auf der Solids Dortmund

Halle 4, Stand A08

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:

<https://doi.org/10.1002/citp.202000311>

Kontakt

RKR Gebläse und Verdichter GmbH, Rinteln

Tel.: +49 5751 40040

info@RKR.de · www.rkr.de

Aerzener Maschinenfabrik GmbH, Aerzen

Sebastian Meißler · Tel.: +49 5154 81 9970

sebastian.meissler@aerzener.de · www.aerzener.com



Mit Pech umhüllen

Anlagen zur Aufbereitung von Massen für Graphitelektroden

Bei der Herstellung der Graphitelektrodenmasse wird Koks mit Pechen und Zusatzstoffen bei Temperaturen um 180 °C gemischt. Dieser Prozess ist qualitätsbestimmend; neben einer optimalen Vermischung aller Rezeptur-Bestandteile ist es notwendig, Poren des Kokses bestmöglich mit Pech zu füllen und jedes einzelne Koksteilchen mit Pech zu umhüllen. Viele Betriebe weltweit arbeiten mit der Aufbereitungstechnik von Eirich. Seit Anfang 2018 haben sich weitere 15 Unternehmen aus China, Indien und Russland für diese Technik entschieden.

Zur Aufbereitung von Massen für Graphitelektroden für Lichtbogenöfen gibt es mehrere Verfahren. z.B. kommen Sigma-Kneter zum Einsatz. Systembedingt haben diese Schwierig-

ke Vermischung der Einsatzstoffe zu erreichen. Werden Sigma-Kneter durch Intensivmischer der Hardheimer Maschinenfabrik ersetzt, ergibt sich eine deutliche Qualitätssteigerung.

ser in den Mischer (Verdampfungskühlung) erfolgt, gestaltet sich optimal; die Massetemperatur kann auf $\pm 2^\circ\text{C}$ genau eingestellt werden.

In der Branche hat sich dank dieser Vorteile seit etwa 50 Jahren die Aufbereitung „Eirich-Mixer-Cooler“ genannten Mischern durchgesetzt. Weltweit vertrauen viele namhafte Hersteller hochwertiger Graphitelektroden auf diese Aufbereitungstechnik. Ein einzelner Mischer aus Hardheim kann bis zu 12 Kneter ersetzen. Die Produktivität steigt bis zu 200 %, bei niedrigen Investitions- und Instandhaltungskosten; die Anschaffungskosten amortisieren sich meist in wenigen Jahren.



Abbildung 23: Eirich-Mischer je nach Ausführung bis 8000 Liter

Mischen und Kneten

Das Eirich-Mischsystem mit seinem über die Form und Geschwindigkeit der Mischwerkzeuge steuerbaren Leistungseintrag ermöglicht sowohl Mischen als auch Kneten. Daraus resultiert eine schnelle Homogenisierung. Auch der Kühlprozess von 180 °C Mischtemperatur auf z.B. 120 °C Verarbeitungstemperatur, der durch Zugabe von Was-

Erwärmen

Neben Mischen, Kneten und Kühlen ist auch das Erwärmen des Kokses auf Prozesstemperatur mit Eirich seit nun fast 40 Jahren einfach geworden. Durch direkte elektrische Wider-

standsheizung, als EWK bezeichnet, wird der Koks schnell und sauber auf die Mischtemperatur gebracht, ohne Brandgefahr, wie diese bei einfachen Heizsystemen gegeben ist, und mit weniger Energiebedarf. Wenn es sich um kleine Anlagenleistungen handelt, dann lohnt sich eine Kombination von Aufheizen und Mischen; hierfür hat der Hersteller Mischer mit Induktionsheizung im Programm. Diese sind für Mischungstemperaturen bis 300 °C geeignet, was vor allem für die Hersteller von Graphit- oder Kohlenstoff-Spezialitäten von hohem Interesse ist.

Insbesondere bei der Aufbereitung von UHP (Ultra High Performance) Elektroden mit großen Durchmessern (> 600 mm) hat sich die Eirich Aufbereitungstechnik – bestehend aus elektrischem Widerstandsheizgerät EWK, Mischer und Tellerheber, der das Mischgut kontinuierlich weiterfördert – etabliert, wie auch die jüngsten Verkaufserfolge beweisen.

Wirtschaftliche Aufbereitungslösungen

Neben der Aufbereitung von Elektrodenmassen für die Stahlherstellung bietet Eirich auch wirtschaftliche Aufbereitungslösungen für die Aluminiumherstellung. Bei der Schmelzfluss-elektrolyse werden Anoden und Kathoden eingesetzt. Für die Kathodenaufbereitung im Chargenbetrieb kommen ähnliche Maschinen wie bei der Graphitelektrodenaufbereitung zum Einsatz, bestehend aus EWK, Mischer und Tellerheber als Pastenzuteiler. Anodenmassen



Abb. 2: Anlagenschema für die Aufbereitung von Graphitelektrodenmassen

werden gewöhnlich im Konti-Prozess aufbereitet. Die Eirich Mixing Cascade EMC bietet hier den höchsten Stand der Technik, um wirtschaftlich qualitativ hochwertigste Anoden herzustellen.

Der Autor

Torsten Henk, Maschinenfabrik Gustav Eirich

Bilder © Maschinenfabrik Gustav Eirich

Maschinenfabrik Gustav Eirich
auf der Solids Dortmund

Halle 4, Stand B14

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:

<https://doi.org/10.1002/citp.202000312>

Kontakt

Maschinenfabrik Gustav Eirich GmbH & Co KG,
Hardheim

Torsten Henk · Tel.: +49 6283 51 601
sales@eirich.de · www.eirich.com



Das Erfolgsrezept für ein serviceorientiertes Handeln und Denken

Der Service Guide von Michael Thissen ist ein wertvolles Nachschlagewerk und Praxisbuch. Es vermittelt Grundlagen, die jeder Mitarbeiter direkt und einfach einsetzen kann.

Außerdem hilft *Der Service Guide* Unternehmen dabei, sich von Problemendenken zu lösen, ein echtes Servicedenken zu etablieren und sich ihren Kunden gegenüber serviceorientierter aufzustellen. Das Buch ist unverzichtbar für all diejenigen, die sich mit dem Thema Service auseinandersetzen und Ihre Service Kompetenzen erweitern möchten.

Inklusive Zugang
zum Service-Radar
für einen Check der
eigenen Stärken und
Schwächen

Thissen, M.

Der Service Guide

So sind Sie immer den entscheidenden Schritt voraus

2018. Ca. 230 Seiten. Gebunden.
Ca. € 24,99 • ISBN 978-3-527-50944-7
Erscheint: Ca. August 2018



Vom Pulver zum Pellet

Granulieren oder Pelletieren mittels einer Flachmatrizenpresse



Abb. 1: Pellets aus Polystyrolartschaum

Pulverförmige Stoffe lassen sich schlecht transportieren, lagern und dosieren. Eine Komprimierung in Form einer Pelletierung ist die Antwort auf alle Fragen, wenn es um Transport, Lagerung und Dosierung geht. Positiver Nebeneffekt ist außerdem die dadurch entstehende höhere Wirtschaftlichkeit. Das deutsche Maschinenbauunternehmen Amandus Kahl fertigt Maschinen und Anlagen, um aus pulverförmigen Stoffen Pellets herzustellen.

Schüttgüter finden sich in unterschiedlichen Industrien wieder. Pulverförmige Stoffe bspw. in der Nahrungsmittelproduktion von Instantprodukten, beim Recyclingverfahren von Klärschlämmen oder und in der chemisch-pharmazeutischen Industrie. Das Granulieren bzw. Pelletieren dieser und weiterer Stoffe geschieht bei Amandus Kahl mittels einer Flachmatrizenpresse.

Pelletierung mithilfe von Flachmatrizen

Mithilfe von Kahl Flachmatrizenpressen verwandeln Sie ein pulverförmiges Produkt auf staubfreie Weise in ein Pellet. Dabei pelletieren Flachmatrizenpressen das zu komprimierende Produkt mittels eines Kollerkopfes auf horizontale Weise. Diese Technik macht sich die Erdanziehungskraft zu Eigen, wodurch auf eine Zwangsspeisung der Presse verzichtet werden kann. Die kontinuierliche vertikale Produktdosierung in den Pressenraum lässt eine Materialschicht entstehen, die von den Kollerrollen

kontinuierlich in die Matrizen gepresst wird. Je länger der Bohrkanal der Matrizen, desto höher der Druck, mit welchem das Material durch die Matrizen gepresst werden muss. Dies hat eine höhere Pellethärte und glattere Oberfläche zur Folge. Durch die Materialschicht berühren sich Koller und Matrize nicht, was einer Abnutzung entgegenwirkt. Messer schneiden die Presslinge unterhalb der Matrize auf die gewünschte



Abb. 2: Pellets aus Magnesiumammoniumphosphat

Länge ab. Das in Form gebrachte Endprodukt kann dabei Pellet, Granulat, Cob, Pressling oder Brikett heißen. Besonders in der Trockengranulierung von pharmazeutischen Pulvern zeigt sich durch die Kahl Technologie ein neuer Verarbeitungsweg auf, der sich unter anderem durch seine Einfachheit auszeichnet.

Trockengranulierung pharmazeutischer Produkte

Eine Trockengranulation erfolgt – wie der Name bereits verrät – ohne die Zugabe von Flüssigkeiten zum eigentlichen Produkt. Bei der Trockengranulation mithilfe von Druck erfolgt eine Pressagglomeration, bei der die zu granulierenden Pulvermassen mittels Kollerrollen durch Matrizen gepresst werden.

Mithilfe der Flachmatrizenpresse zeigen sich neue Wege zur Trockengranulierung von pharmazeutischen Pulvern und Materialien auf. Durch die Einfachheit des Flachmatrizenpro-

zesses und die definierten Abmessungen und Eigenschaften der hergestellten Pellets kommt das Verfahren der Granulatherstellung ohne zusätzliche Siebungs- und Vermahlungsschritte aus. Dies hat eine massive Senkung der Herstellungskosten zur Folge.

Eine Tablettierung pharmazeutischer Produkte bedarf zunächst einer Granulierung, um so eine homogene Mischung der jeweiligen Einzelkomponenten zu erwirken. Nicht unerwähnt soll dabei bleiben, dass die Eigenschaften des Produkts sowie die qualitätsrelevanten Größen wie Abriebfestigkeit und Zerfallseigenschaften der gefertigten Tablette durch die vor-

herige Granulation deutlich beeinflusst werden. Nach einer Granulation mithilfe der Flachmatrizen existiert somit erstmals die Voraussetzung, eine Tablettierung durchführen zu können.

Vorteil der Flachmatrizenpressen

Sowohl der reduzierte Investitionsaufwand als auch der niedrige Energieaufwand durch die überflüssige Trocknung stechen bei der Verarbeitung von Pulvermassen durch Flachmatrizenpressen hervor. Hinzu kommt, dass das norddeutsche Unternehmen auf eine über hundertjährige Expertise in der Herstellung von Pelletpressen zurückblickt.

Amandus Kahl auf der Solids Dortmund

Halle 7, Stand T41

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:

<https://doi.org/10.1002/citp.202000313>

Kontakt

Amandus Kahl GmbH & Co. KG, Reinbek
Tel.: +49 40 727 71-0
info@amandus-kahl-group.de · www.akahl.de

Mischer für besonders schnelle Chargenwechsel

Moderne Pflanzenschutzchemikalien sind Resultate aus vielen nacheinander stattfindenden Synthesestufen. Schlussendlich werden sie in Hochleistungs-Pulvermischern aufbereitet um anschließend abgefüllt und verpackt zu werden. Die Wirkstoffe liegen hochrein und in extrem hoher Konzentration vor. Es gibt in der Industrie Tendenzen, solche Aufbereitungsschritte in kleineren Chargen bei erheblich verkürzter Mischzeit zu vollziehen.

Amixon hat die hieraus resultierende Anforderung an einen Mischer bei der Entwicklung eines neuen Mischsystems auf Basis der eigenen Mischtechnologie mit Helix-Mischwerkzeugen berücksichtigt. Trotz geringer Drehfrequenzen der Mischwerkzeuge werden im KoneSlid-Mischer ideale Mischgütern innerhalb von nur 20 bis 60 Sekunden erzielt. Rotationssymmetrische Verschlusselemente senken sich wenige Zentimeter und gestatten die Totalentleerung innerhalb weniger Sekunden. So ist es möglich, mit kleinen Mixern große Volumenströme zu homogenisieren.

Anforderungscharakteristika des Betreibers

- ideale Mischgütern und mikrofeine Desagglomeration
- kurze Mischzeiten
- gut steuerbarer Energieeintrag für den Erhalt der aus dem Kompaktvorgang gewonnenen Formulierungen
- hochgradige Restentleerung bestenfalls bis zu 100 %
- Verwendbarkeit für variierende Füllgrade von 10 bis 100 % in Ansehung dessen, dass manche Komponenten in der Luftstrahlmühle mikrofein gemahlen wurden und stark fluidisiert sind
- hygienische Apparateausführung im Hinblick auf die regelmäßig stattfindende Nassreinigung
- gasdichte Ausführung, für Überdruck geeignet
- Atex Konformität
- kompakte, platzsparende Bauart



Präzisionsmischer Model KS mit vielen Inspektionstüren in totaumentrafreier Ausprägung; sekundenschnelle, entmischungsfreie Entleerung der Mischgüter, bis zu 100 % restlos.

Kontakt

amixon GmbH, Paderborn
Tel.: +49 5251 68 88 88 0
sales@amixon.de
www.amixon.de

Amixon auf der Solids Dortmund

Halle 6, Stand S36

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:

<https://doi.org/10.1002/citp.202000314>

Füllstand und Position mobiler Behälter

Pepperl+Fuchs präsentiert einen IoT-Sensor mit integrierter Ultraschallmessung zur Bestimmung von Füllhöhen, Füll- und Pegelständen. Diese Messwerte werden in regelmäßigen Zeitabständen erfasst und zusammen mit der aktuellen Geoposition ins Internet gefunkt.

Der autonom arbeitende Funksensor wird per Batterie betrieben und ermöglicht somit die Anwendung in mobilen Behältern. Mit dem Wisen.sonic.level präsentiert Pepperl+Fuchs ein Sensorkonzept für den Einsatz in unterschiedlichen Funknetzen. So gibt es eine Produktversion mit GSM(2G)-Schnittstelle für öffentliche Mobilfunknetze. Daneben auch eine Produktversion mit LoRaWAN-Schnittstelle für die Nutzung von privat betreibbaren Low Power Funknetzen. Die jeweilige Funkschnittstelle wird zur Übertragung der Sensordaten ins Internet verwendet. Je nach Wahl des Funkstandards steht im Internet eine entsprechende Gegenstelle für die ankommenden Sensordaten zur Verfügung. So senden die LoRaWAN Geräte z.B. ihre Telemetriedaten an den Netzwerk- und Applikationsserver eines beliebigen LoRa-Netzbetreibers. Bei Verwendung des öffentli-



chen Mobilfunkstandards GSM steht die Middleware Wisen.service als sichere Gegenstelle für die Annahme und Weiterleitung der Telemetriedaten aus dem Sensor zur Verfügung. Dabei gewährleistet der Systemgedanke des Wisen.service nicht nur die Entschlüsselung und das gezielte Weiterleiten der Sensordaten, sondern bietet viel mehr noch ein sicheres und komfortables Gerätemanagement. Dies

ist besonders dann von Vorteil, wenn im späteren Praxisbetrieb eine große Zahl an IoT-Sensoren zum Einsatz kommt und möglichst automatisiert im Funknetz angemeldet sowie ihren rechtmäßigen Nutzern zugeordnet werden müssen. Darüber hinaus ermöglicht das Wisen.Gerätemanagement eine automatisierbare Einsatzparametrierung der IoT-Sensoren und einen strukturierten Roll-Out für Softwareupdates, um auch eine große Anzahl an IoT-Sensoren im Feld auf dem neuesten Stand halten zu können. Das Wisen-Konzept sieht ein modulares IoT-System vor, bei dem sich die einzelnen Komponenten wie Sensormodul, Funkknoten, Middleware und Datenverarbeitung additiv ergänzen lassen.

Kontakt

Pepperl+Fuchs GmbH, Mannheim
Tel.: +49 621 776-2222
pa-info@de.pepperl-fuchs.com
www.pepperl-fuchs.com

Stationäre Dosierstation für die Emissionsanalyse

Für die extraktive Analyse von Prozess- und Emissionsgasen ist die zuverlässige und konstante Reduzierung der Messgas-Feuchte unverzichtbar. Die

Lösung zur Feuchtereduzierung durch Kühlung führt zur Problematik des Konzentrationsverlustes der wasserlöslichen Messgaskomponente (z.B. SO₂).

Dieser Effekt wird auch als Auswascheffekt bezeichnet. Um den oben genannten Auswaschungseffekt zu minimieren, hat Bühler Technologies die stationäre Säuredosiereinheit entwickelt. Es wird eine vorgemischte Säure zur Sättigung des ausgefallenen Wassergehalts mit konstanter Förderleistung in den Wärmetauscher eindosiert. Mit einem Blechhalter wird die Montage der kompletten Einheit an die Wand ermöglicht. Der modifizierte Deckel erleichtert den Anschluss zum von Bühler Technologies angebotenen Säurebehälter. Die spezifisch konzipierten Anschlussadapter an der Dosierpumpe und den Wärmetauschern sorgen für eine geringe Vorlaufzeit der Säureführung in der Dosierleitung. Ein kapazitiver Sensor zur Niveauüberwachung der Säure rundet das Konzept ab.



Kontakt

Bühler Technologies GmbH, Ratingen
Tel.: + 49 2102 4989-0
www.buehler-technologies.com
www.buehler-technologies.com/de/analysen-technik/
messgaskuehler/stationaere-dosiereinheit/

Überwachungssystem für IBC-Container

Sigfox stellt in Kooperation mit Nanolike und Versino CZ ein Managementsystem für IBC-Behälter (Industrial Bulk Container) vor. Über die neue IoT-basierte Lösung können IBC-Container ihre Nachfüllung oder den Austausch nun automatisch über das Sigfox-0G Netz bestellen.

Dank SAP Business One Integration ist das Managementsystem eine schlüsselfertige Sensor-to-Cloud Lösung, die bei Bedarf auch um Schnittstellen für weitere ERP-Systeme erweiterbar ist. Hersteller, Händler und industrielle Endanwender können ab sofort ein Testkit anfordern, das aus einem Retrofit-Sensor und einem dreimonatigen Cloudplattform-Zugang besteht, der die Evaluierung neuer IBC-Geschäftsmodelle und ihres erfolgreichen Produktivinsatzes ermöglicht.

„Bestellung erfolgen bei IBCs teils nur Ad-hoc bei Sichtkontrolle, da sie die häufig auch weit verteilte Einsatzorte haben. Dieses Kundenverhalten macht es bislang schwer zu planen und so für optimierte Bestandsverfügbarkeit und -verteilung zu sorgen. Deshalb liegt auch enormes Potenzial in der Sigfox-0G-basierten Digitalisierung der IBCs zur Verbesserung der Versorgungsqualität“, erklärt Aurelius Wosylus, Chief Sales Officer bei Sigfox Germany.

Informationen über Füllstand, Temperatur sowie Standort des IBC-Containers beim Kunden mittels Sigfox 0G in Echtzeit zu erhalten, eignet sich hervorragend für Vendor Managed Inventory Strategien, die es Herstellern und Händlern ermöglichen, den Bestand beim Kunden selbst zu organisieren und auf diese Weise viele administrative Aufgaben beim Kunden zu verschlanken. Zu den Vorteilen zählen zudem auch schnelle Reaktion auf Bedarfsschwankungen, höherer Servicegrad, Vermeidung von Out-of-Stock-Situationen und die größere Frei-



Sigfox-0G-basierte IBC-Monitoring-Sensoren machen Füllstandsdaten in Echtzeit verfügbar und sorgen so für umfassende Transparenz.

heit beim Disponieren der Lieferungen, so dass sich auch die Transporte optimieren lassen. Kunden wiederum profitieren auch von kosten-

günstigeren Losgrößen und geringen Lagerbeständen vor Ort. Letztlich lässt sich damit auch die Nachfrage genauer vorhersagen.

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:

<https://doi.org/10.1002/citp.202000316>

Kontakt

Sigfox Germany GmbH
Tel.: +49 89 2098 7801
munich@sigfox.com · www.sigfox.de

Neue Dosierwaage mit Tarakompensation

Das neue Wiegesystem DIW-E-Star in Verbindung mit den Gericke GAC-Dosierern deckt nun den mittleren Bereich der Dosiermengen im Portfolio der gravimetrischen Hybrid Dosiergeräte ab. Sie



eignen sich typischerweise für Mengen von 10 bis 2.000 kg/h (je nach Schüttdichte). Es ist lieferbar mit Behältergrößen von 50–200 L Nettovolumen. Dank der modularen Bauweise passen alle Behältergrößen auf einen Wägerahmen. Alle Behälter sind mit vertikalem Rührwerk ausgestattet, um den Massenfluss auch bei schwer fließenden Schüttgütern zu gewährleisten. Der Wägerahmen wurde für höchste mechanische Stabilität bei gleichzeitig geringem Gewicht der Konstruktion konzipiert. Aufgrund des Mechanismus zur Tarakompensation misst die Wägezelle nur das tatsächliche Produkt-

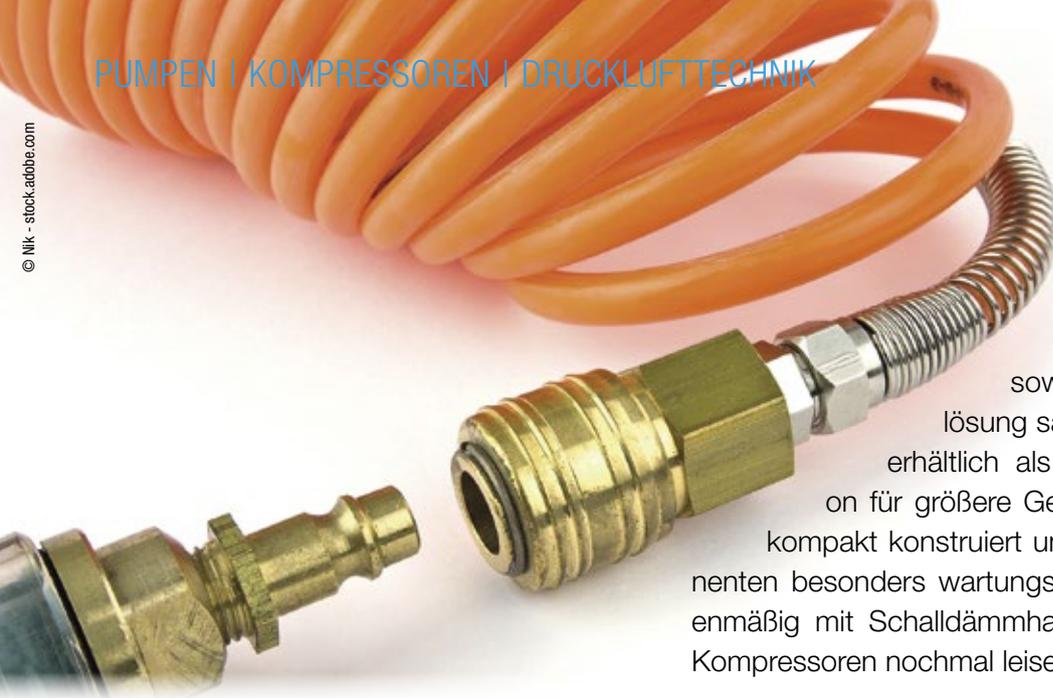
gewicht. Vibrationen werden mechanisch herausgefiltert, bevor sie die Wägezelle erreichen.

Gericke auf der Solids Dortmund

Halle 4, Stand A20

Kontakt

Gericke AG, CH-Regensdorf
Doris Huber
Tel.: +41 44 871 36 82
communications@gericke.net
www.gericke.net



Eine neue Generation seiner Schraubenkompressoren aus der C-Baureihe hat Boge jetzt vorgestellt. Die C-2-Kompressoren sind sowohl als anschlussfertige Komplettlösung samt Druckluftbehälter und Trockner erhältlich als auch in einer Stand-alone-Version für größere Gesamtanlagen. Die Maschinen sind kompakt konstruiert und dank gut zugänglichen Komponenten besonders wartungsfreundlich und ergonomisch. Serienmäßig mit Schalldämmhaube ausgestattet, sind die neuen Kompressoren nochmal leiser als ihre Vorgänger.

Druckluftstation auf kleinstem Raum

Variatenreiche neue Schraubenkompressorreihe

Im gleichen Gehäuse bietet Boge seine neuen C-2-Kompressoren riemen- oder direktgetrieben an, frequenzgeregelt und dabei gleichzeitig direkt gekuppelt. Dank serienmäßig eingebauter Schalldämmhaube sind alle Kompressoren noch leiser als zuvor, mit optionaler Superschalldämmung wird der Schallpegel um weitere Dezibel reduziert. Während die C-2-Kompressoren standardmäßig mit leistungsstarkem IE3-Motor ausgestattet sind, steigt die Effizienz auf Wunsch dank IE4-Motor auf neue Bestwerte. Ab 7,5 kW sind die Kompressoren mit frequenzgeregeltem Lüfter verfügbar: So passt sich die Kühlleistung an die Umgebungsbedingungen an. Auch ein Trockner lässt sich über die gesamte Baureihe hinweg integrieren, ebenso wie eine auf Kundenbedürfnisse zugeschnittene Steuerung. Anwender haben die Wahl zwischen der Basissteuerung base control und der High-End-Version focus control 2.0.

Plug-and-Play: ergonomisch und bedienerfreundlich

Egal, welche Extras gewünscht sind, eines ist für alle Anwender gleich: Sie erhalten mit den Maschinen der neuen C-2-Baureihe eine komplette Druckluftstation auf kleinstem Raum als Plug-and-Play-Lösung, ob ohne oder – bei dieser Baureihe erstmals bis zu einer Leistung von 22 kW – auch mit Behälter. Beide Montagevarianten hat Boge ergonomisch optimiert und besonders bedienerfreundlich designt: Das



Abb. 1: Boge bietet die C-2-Kompressoren als Maschinen mit Druckluftbehälter an – dabei erstmals bei der C-Baureihe bis zu einer Leistung von 22 kW.

Steuerungspanel ist je nach Variante direkt im Frontblech oder abgewinkelt eingebaut. Schaltschrank, Riemen und alle anderen Wartungsteile sind dank einfach abnehmbarer Bleche leicht zugänglich.

Die Autorin

Ina Rockmann, Boge Kompressoren



Abb. 2: Die wandlungsfähige C-2-Baureihe ist auch in einer superschalldämmten Stand-alone-Bodenmaschine auf einer Grundrahmenanlage erhältlich.

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:

<https://doi.org/10.1002/citp.202000317>

Kontakt

Boge Kompressoren Otto Boge GmbH & Co. KG, Bielefeld

Ina Rockmann · Tel.: +49 5206 601 5830
I.Rockmann@boge.de · www.boge.de

Innovation trifft Zuverlässigkeit

Neue intelligente Flüssigkeitsring-Vakuumpumpen

Die neue Reihe Flüssigkeitsringpumpen von Edwards wurde für nasse, feuchte und korrosive Anwendungen konzipiert. Im Fokus der Neuentwicklung standen die technischen Verbesserungen.

Das Laufrad, die Endplatten, das Flüssigkeitsreservoir sowie der Wärmetauscher aus Edelstahl machen diese Pumpe sehr widerstandsfähig gegen Korrosion und raue Prozessgase. Interne Einspritzkanäle mindern das Risiko von Leckagen, während die horizontale Anordnung der Motorflansche wertvolle Wartungszeit reduziert. Der Einsatz von Gleitringdichtungen gewährleistet überdies einen zuverlässigen Betrieb, indem Leckagen verhindert und die Wartungsintervalle verlängert werden. Eine kompakte, robuste Schallschutzhaube schützt die elektronischen Komponenten und hilft dabei, deren Lebensdauer zu verlängern.

Intelligenz macht es leicht

Die Flüssigkeitsring-Vakuumpumpe ELRi ist mit zwei drehzahlregulierten VSD-Antrieben ausgestattet. Während das erste VSD die Drehzahl der Pumpe an das Vakuumniveau anpasst, reguliert das zweite den Wasserfluss durch die Kreiselpumpe entsprechend der Betriebsbedingungen. So wird die Gefahr von Kavitationen vermie-



den. Ein Algorithmus synchronisiert kontinuierlich die beiden VSD und gewährleistet so stets eine optimale Leistung.

Die integrierte Air-Logic-Steuerung ermöglicht nicht nur die Überwachung wichtiger Merkmale und Parameter der Pumpe. Sie bietet darüber hinaus auch die Option der Sollwertregelung. So können die Nutzer eine Vakuumpumpe einsetzen, die exakt den Prozessbedarf erfüllt und Energie spart. Während die EControl Box es ermöglicht, mehrere dieser Pumpen anzuschließen und zu steuern, erlaubt die Icon Box eine intelligente Überwachung und Fernsteuerung, um eine op-

timale Wartung und eine maximale Betriebszeit der Pumpen zu gewährleisten. Gleichzeitig wird auch der Wasserverbrauch reduziert, da der Abscheider nur bei Bedarf befüllt wird.

Auf den Bedarf zugeschnitten

Die neue Serie an Vakuumpumpen ist mit einer Förderleistung von 750–1050 m³/h erhältlich und deckt ein breites Spektrum von Anwendungen ab. Die Standardpumpen eignen sich für allgemeine Industrieanwendungen. Bei der Heavy-Duty-Ausführung sind alle prozessberührten Teile aus Edelstahl. Alle Pumpen sind zudem standardmäßig mit Spritz-

düsen ausgestattet, die besonders bei Anwendungen mit hoher Dampfbelastung nützlich sind und es ermöglichen, eine erhöhte Gaskapazität zu fördern. Darüber hinaus sorgen die manuellen und automatischen Spülmodi dafür, den Betrieb selbst in den schmutzigen Anwendungen mit minimalen Ausfallzeiten zu sichern.

Der Autor

Christoph Angenendt

Communication Manager,
Industrial Vacuum Division | Edwards

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:

<https://doi.org/10.1002/citp.202000318>

Kontakt

Industrial Vacuum Division | Edwards

Christoph Angenendt
Tel.: +49 172 2965075
christoph.angenendt@edwardsvacuum.com
www.edwardsvacuum.com

Elektrische Fasspumpe feiert 70. Geburtstag

Im Jahr 2020 kann die Maulburger Firma Flux-Geräte gleich zwei 70-jährige Jubiläen feiern – das der Marke Flux und das der Erfindung der ersten elektrischen Fasspumpe. Diese wurde im Jahr 1950 auf den Namen Flux getauft und seitdem haben Flux-Geräte den Anwendern ihre tägliche Arbeit rund um das Entleeren, Mischen, Abfüllen oder Dosieren von Fluiden erleichtert und effizienter gestaltet. Das umfangreiche Produktspektrum reicht inzwischen von unterschiedlichsten Pumpentypen mit Motoren,



Durchflussmessern und Zubehör über spezielle Systemlösungen, wie den Fassentleerungssystemen, bis hin zu

konstruktiven Sonderlösungen, auch für den Anlagenbau. Unter Leitung des geschäftsführenden Geschäftsführers Klaus Hahn liefert das international operierende Familienunternehmen mit seinen 7 Tochtergesellschaften und zahlreichen Vertretungen seine Produkte in mehr als 100 Länder weltweit.

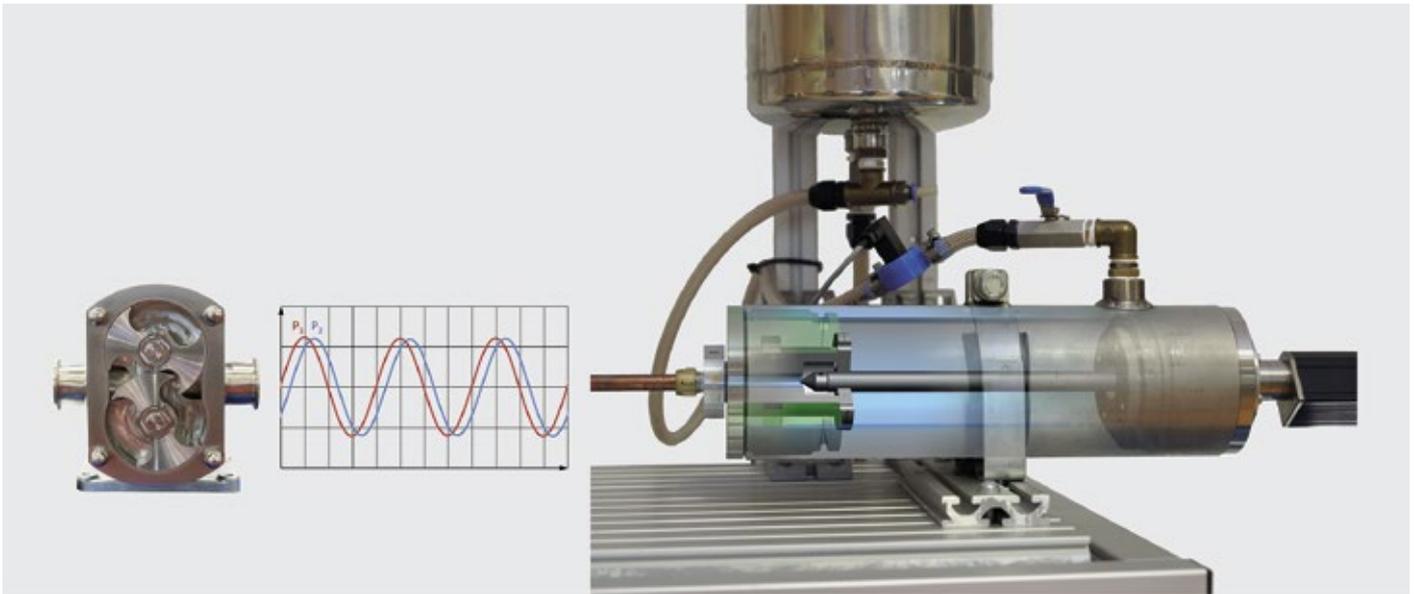
Nach dem Motto 70 Jahre in sieben Monaten gibt es ab März bis einschließlich September 2020 monatlich wechselnde Aktionsangebote rund um die Fass- und Container-

pumpen sowie ein großes Gewinnspiel verbunden mit einer Fotoaktion. Die Feierlichkeiten enden mit einem Benefizkonzert im September. Mehr Informationen zur Geschichte von Flux sowie zu den Jubiläumsaktionen gibt es unter www.70-Jahre-FLUX.com.

Kontakt

Flux-Geräte GmbH, Maulbronn

Tel.: +49 7043 1010
info@flux-pumpen.de
www.flux-pumpen.de



Wirkzusammenhänge begreifen

Teil IV – Die Förderstropmpulsation von Verdrängerpumpen



Dr. Heiko Baum,
Fluidon
Gesellschaft für Fluidtechnik

Der Förderstrom von Verdrängerpumpen ist aufgrund kinematischer und kompressionsbedingter Effekte zeitlich nicht konstant, sondern pulsiert. Ein wichtiges Entwicklungsziel bei der Optimierung von Verdrängerpumpen ist es daher, die Amplituden der Förderstropmpulsation so weit wie möglich zu minimieren. Der vierte Beitrag der Serie „Wirkzusammenhänge begreifen“ führt aus, wie die Förderstropmpulsation mit einer RaLa-Prüfvorrichtung gemessen wird. Ist die Förderstropmpulsation bekannt, dann können konstruktive Optimierungen z.B. der Pumpenumsteuerung bewertet oder z.B. Pumpen verschiedener Hersteller hinsichtlich des generellen Pulsationsverhaltens verglichen werden.

Leider nur allzu oft lehrt die praktische Erfahrung, dass Leitungssysteme mehrere kritische Resonanzfrequenzen haben. Grundsätzlich bedeutet die Existenz von Resonanzfrequenzen aber noch nicht, dass es im Leitungssystem auch zwangsläufig zu Resonanzproblemen kommt. Damit es zu Resonanzproblemen kommen kann, müssen die Resonanzfrequenzen nämlich zunächst ein-

mal angeregt werden. Umgangssprachlich sagt man, die Resonanzfrequenzen müssen durch die Anregung „getroffen“ werden.

Die ersten beiden Teile dieses Beitrags (s. CITplus 12/2017, S. 14 ff, CITplus 5/2018, S. 42 ff) präsentierten die simulative Bewertung der Schwingungssituation eines Rohrleitungssystems, wenn eine Resonanz getroffen

wird. Der dritte Teil des Beitrags (s. CITplus 1-2/2019, S. 13 ff) zeigte, dass die simulative Druckschwingungsanalyse dann auch in der Lage ist, dynamische Lastfälle zu berechnen, die für eine dauerfeste Auslegung des Rohrleitungssystems wichtig sind. Im aktuellen Beitrag wird beschrieben, welchen Anteil die prinzipiell bedingte Förderstropmpulsation von Verdrängerpumpen auf die Druckschwingungssituation eines Leitungssystems hat. Die Förderstropmpulsation einer Pumpe muss allerdings ohne störenden Prüfstandseinfluss gemessen werden. Im zweiten Teil des Beitrags wird eine hierzu geeignete Prüfvorrichtung präsentiert.

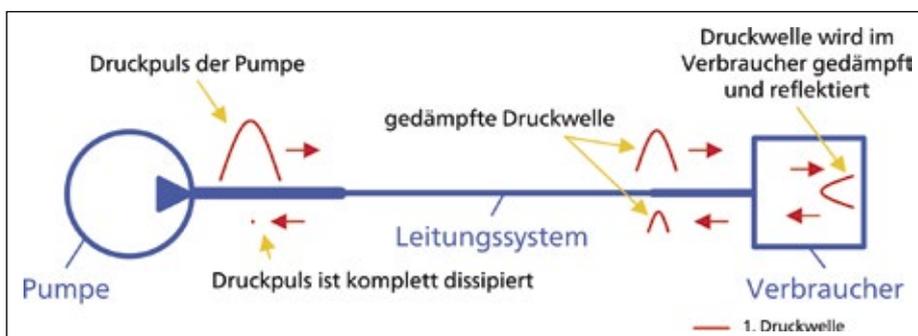


Abb. 1: Druckpulsation in einem Leitungssystem mit ausreichender Systemdämpfung

Das Problem

Die Anregung eines Leitungssystems durch Druckschwingungen erfolgt hauptsächlich über die Förderstrompulsation der angeschlossenen Verdrängerpumpen bzw. die daraus resultierenden Druckwellen. Die Frequenz der Druckwellen ist direkt an die Drehzahl der Pumpe gekoppelt. Bei modernen drehzahlgeregelten Pumpenantrieben wird das Leitungssystem allerdings durch wechselnde Drehzahlen in einem breiten Frequenzspektrum angeregt. Unglücklicherweise erhöht sich hierdurch die Wahrscheinlichkeit, dass eine Resonanzfrequenz des Leitungssystems getroffen wird. Ob es jetzt zu einem Resonanzproblem kommt, hängt von der Systemdämpfung und der Amplitude der initialen Druckschwingung ab.

In Abb. 1 ist ein Leitungssystem gezeigt, bei dem die Druckschwingung niedrig und die Systemdämpfung ausreichend groß ist, so dass es zu keinem Resonanzproblem kommt. Ein exemplarischer Druckpuls „läuft“ zunächst als Druckwelle von der Pumpe durch das Leitungssystem zum gegenüberliegenden Ende.

Eine Amplitudenreduktion erfährt die Druckwelle hierbei durch die interne Reibung im Fluid, die teilweise Reflexion an Verschraubungen bzw. Querschnittswchseln und vor allem durch das viskoelastische Verhalten eventuell vorhandener Schlauchleitungen, die mit der Druckwelle interagieren. Ein Teil der Energie der Druckwelle wird hierbei in Wärme umgewandelt (dissipiert). Am gegenüberliegenden Ende angekommen, läuft der Rest der Druckwelle in den Verbraucher ein und wird in diesem unter Umständen noch weiter gedämpft. Was jetzt noch von der Druckwelle übrig ist, wird im Verbraucher reflektiert, tritt aus dem Bauteil aus und läuft durch das Leitungssystem wieder zurück in Richtung Pumpe, wobei natürlich wiederum Energie dissipiert wird.

Im gezeigten Idealfall ist die Systemdämpfung so groß, dass eine von der Pumpe ins System eingebrachte Druckwelle auf ihrem Weg hin und zurück durch das System komplett dissipiert wird. Selbst wenn die Resonanz

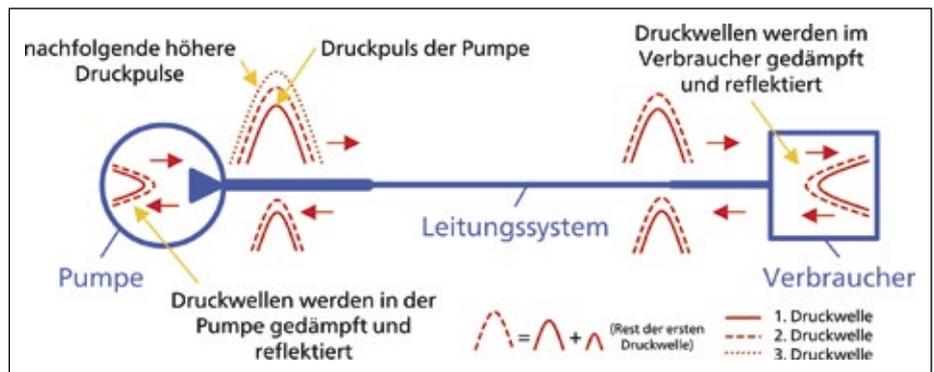


Abb. 2: Entstehung einer Resonanz in einem Leitungssystem mit unzureichender Systemdämpfung

getroffen wird, kommt es hierdurch zu keinem Resonanzproblem.

Häufig ist die Förderstrompulsation der Pumpe, bzw. die daraus resultierende Druckschwingung, aber so groß, dass die Druckwelle nicht komplett dissipiert wird. Vereinfacht gesagt bleibt von der Druckwelle auf ihrem Weg durch das Leitungssystem immer noch so viel „übrig“, dass sie es zurück bis zur Pumpe schafft. Abb. 2 verdeutlicht, dass im Fall der Resonanz die zurückkehrende Druckwelle in der Pumpe genau mit der richtigen Phase reflektiert wird, wenn die Pumpe eine neue Druckwelle erzeugt.

Die beiden Druckwellen überlagern sich und es entsteht eine zweite Druckwelle, die in ihrer Amplitude etwas größer ist als die zuerst von der Pumpe in das System eingebrachte Druckwelle. Von dieser zweiten Druckwelle ist bei ihrer erneuten Rückkehr zur Pumpe natürlich noch mehr „übrig“ geblieben als von der ersten Druckwelle, sodass die dritte Druckwelle eine noch größere Amplitude hat. Das Resonanzproblem nimmt seinen Lauf und die Druckamplituden erreichen binnen weniger Schwingungen große Werte.

Mögliche Lösungsstrategien

An dieser Stelle kommt gewöhnlich die simulative Druckschwingungsanalyse (s. CITplus 12/2017, S. 14 ff, CITplus 5/2018, S. 42 ff) zum Einsatz,

um kostspielige Messkampagnen am realen Leitungssystem möglichst zu vermeiden. Die Simulation ist anschließend auch das ideale Werkzeug für die Dimensionierung und die richtige Positionierung benötigter Abhilfemaßnahmen. Einsetzziel der Abhilfemaßnahmen ist es, die Systemfrequenzen soweit zu verschieben bzw. die Systemdämpfung solange zu erhöhen, bis im interessierenden Betriebsbereich kein Resonanzproblem mehr auftritt. Durch die Abhilfemaßnahmen wird das Leitungssystem häufig deutlich komplexer und aufgrund zusätzlich verbauter Komponenten in der Regel auch deutlich teuer.

Eine alternative Lösungsstrategie ist es, die initial durch die Pumpe in das Leitungssystem eingebrachte Anregung soweit zu reduzieren, dass die vorhandene Systemdämpfung ausreicht, um die Entstehung eines Resonanzproblems zu verhindern. Hierzu muss allerdings die Förderstrompulsation der Pumpe zunächst einmal bekannt sein, um Modifikation an der Pumpe hinsichtlich ihrer amplitudenreduzierenden Wirkung bewerten zu können.

Was sich zunächst einfach anhört, ist in der Realität eine nicht ganz triviale Aufgabe. Abb. 3 zeigt die typische Druckschwingung an zwei Messstellen eines gewöhnlichen Entwicklungsprüfstands für Verdrängerpumpen oder in einem ausgeführten System.

Die von der Pumpe erzeugten Druckwellen werden durch Reflexionen im angeschlos-

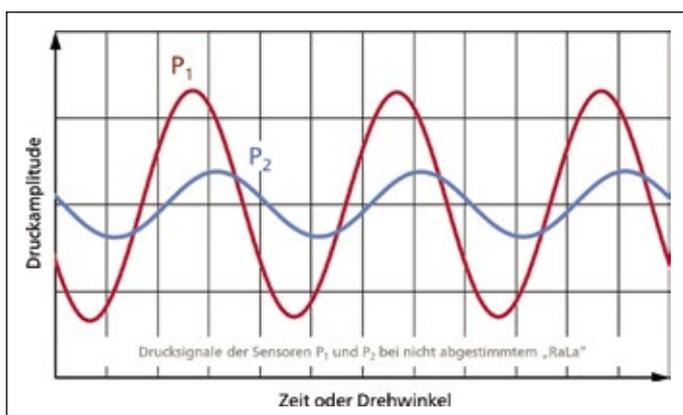
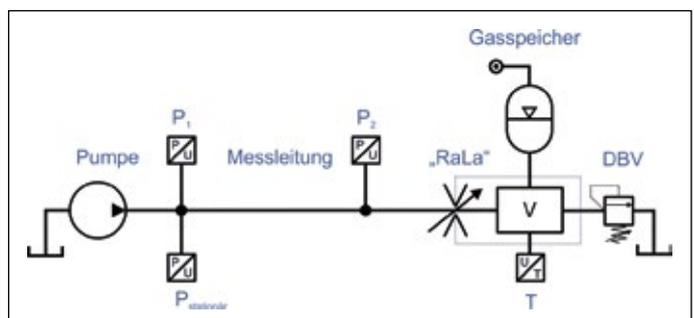


Abb. 3: Typische Druckschwingung eines Entwicklungsprüfstands

Abb. 4: Schematischer Aufbau einer RaLa-Prüfvorrichtung



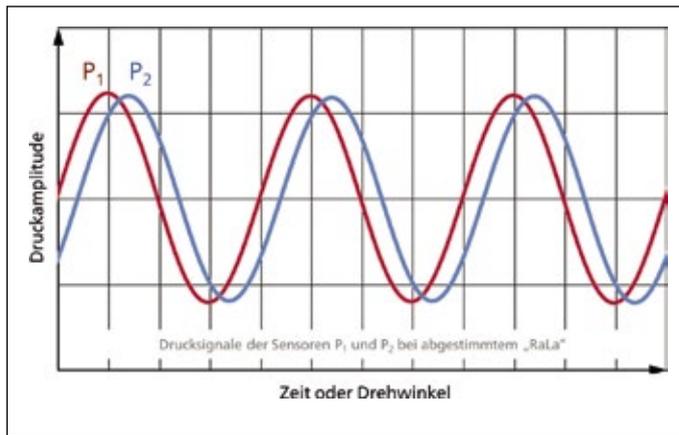


Abb. 5: Typische Druckpulsation einer RaLa-Messung ▶

senen Leitungssystem überlagert, sodass der zeitliche und räumliche Verlauf der Druckpulsationen spezifisch für den aktuellen Betriebspunkt und die jeweilige Einbausituation ist. Aus dem entstandenen „Wellensalat“ kann nicht mehr auf die charakteristische Förderstrompulsation der Pumpe geschlossen werden. Um das Pulsationsverhalten möglichst allgemein und unabhängig von der Einbausituation bewerten zu können, ist es aber zwingend notwendig, den Einfluss des Leitungssystems auf den zeitlichen Druckverlauf weitestgehend zu eliminieren.

Die RaLa-Prüfvorrichtung

Die RaLa-Prüfvorrichtung (Abb. 4) ist ein seit Jahrzehnten bewährtes Prüfelement zur Messung der charakteristischen Förderstrompulsation von Verdrängerpumpen. Der Begriff RaLa (reflexionsarmer Leitungsabschluss) bezeichnet eine Anordnung aus einem variablen Widerstand (RaLa-Widerstand), einem nachgeschalteten Volumen und einer Druckregelvorrichtung, die über eine Messleitung mit der Pumpe verbunden sind.

Entlang der Rohrleitung sind die Sensoren angebracht, mit denen der mittlere Druck und die Druckpulsationen in der Rohrleitung gemessen werden. Durch Verstellen des RaLa-Widerstands wird die Impedanz der Prüfvorrichtung an die Impedanz der Messleitung angepasst, wodurch der gewünschte (näherungsweise) reflexionsfreie Zustand entsteht.

Allerdings reicht es nicht aus, nur die Impedanz des RaLa-Widerstands zu berücksichtigen. Um den reflexionsarmen Zustand zu erreichen, muss vielmehr die Eingangsimpedanz der gesamten RaLa-Prüfvorrichtung auf die Impedanz der Messleitung abgestimmt werden. Hierdurch ergeben sich Restriktionen hinsichtlich der konstruktiven Ausführung des RaLas. Der verstellbare Widerstand und das Volumen müssen abhängig von der Größe des Prüflings dimensioniert werden. Soll der Prüfling darüber hinaus bei variabler Drehzahl vermessen werden, so ist es auch notwendig, die Impe-

danz des RaLa-Widerstands während der Messkampagne neu zu justieren. Dies erfolgt im einfachsten Fall durch ein simples Handrad, lässt sich aber natürlich auch komfortabel durch einen Stellantrieb realisieren. Die automatische RaLa-Abstimmung ermöglicht eine automatisierte Messung der charakteristischen Volumenstrompulsation bei unterschiedlichen Betriebspunkten oder sogar bei einem Drehzahlhochlauf.

Das RaLa-Messprinzip lässt sich gleichermaßen für die Druck- und die Saugseite einer Verdrängerpumpe anwenden. Die Versorgung der Pumpensaugseite stellt hierbei jedoch erhöhte Anforderungen an die Gestaltung des RaLa, da der RaLa-Widerstand von einem möglichst konstanten Volumenstrom „rückwärts“ durchflossen werden muss.

Die RaLa-Messung

Der reflexionsfreie Zustand (Abb. 5) ist dadurch gekennzeichnet, dass sich die gemessenen zeitlichen Druckverläufe an zwei definierten Stellen entlang der Rohrleitung nur durch die Amplitude (bedingt durch Reibung) und die Phasenlage (bedingt durch den räumlichen Abstand) unterscheiden, jedoch qualitativ (näherungsweise) übereinstimmen. Bildlich lässt sich dieser Zustand auch mit einer unendlich langen Messleitung vergleichen, bei der die von der Pumpe erzeugten Druckwellen niemals reflektiert werden.

Die gemessene Druckpulsation ist jetzt nur noch von der Förderstrompulsation der Pumpe abhängig.

Der Einsatzbereich einer RaLa-Prüfvorrichtung

Der Einsatz einer RaLa-Prüfvorrichtung empfiehlt sich primär für Entwickler von Verdrängerpumpen, deren Aufgabe die Optimierung der internen Umsteuervorgänge ist, um die spezifische Förderstrompulsation der Pumpen zu reduzieren. Die RaLa-Prüfvorrichtung kommt aber auch bei der Qualitätssicherung zum Einsatz, um einen „Fingerprint“

der spezifischen Förderstrompulsation einer Pumpe zu ermitteln, um diesen im Rahmen von Benchmark-Untersuchungen mit anderen Pumpentypen oder Pumpen anderer Hersteller zu vergleichen. Letztlich kann die RaLa-Prüfvorrichtung aber auch „nur“ zur Bestimmung der Druckpulsationsamplitude einer Pumpe genutzt werden, sodass diese bei der Auslegung von Dämpfungs- bzw. Tilgungsmaßnahmen für das nachgelagerte Leitungssystem berücksichtigt werden kann, um Über- bzw. Unterdimensionierungen der Maßnahmen zu vermeiden.

Ausführungsvarianten einer RaLa-Prüfvorrichtung

Bei industriellen Anwendungen sind häufig die Pulsationen auf der Hochdruckseite der Verdrängerpumpen von Interesse, da die angeschlossenen Leitungssysteme in der Regel Eigenfrequenzen aufweisen, die mit den Drehzahlen der Pumpe korrelieren. Hier kommen RaLa-Prüfvorrichtungen zum Einsatz, die bis 400 bar, in spezieller Ausführung auch bis 2.000 bar druckfest sind. Die Nennvolumenströme liegen zwischen wenigen Litern pro Minute und mehreren hundert Litern pro Minute. In Automobilanwendungen sind auch Pulsationen auf der Pumpensaugseite von Interesse, da es bei Anregung der Zuleitungen zur Pumpe zu Geräuschentwicklung oder zur Anregung von Strukturschwingungen kommen kann. Die Bauform dieser RaLa ist an die besonderen Anforderungen des Niederdruckbetriebs angepasst. Die Druckfestigkeit ist bis 100 bar gegeben. Die Ausführung der RaLa-Prüfvorrichtung reicht vom einfachen Handrad-RaLa bis hin zum elektrisch positionierbaren RaLa, inklusive komplettem Teilprüfstand, bestehend aus maßgeschneiderter Messelektronik und Messdatenerfassung, individuell angepasster Fluidversorgung und der Einbindung in den Entwicklungsprüfstand.

Der Autor

Dr. Heiko Baum,

Geschäftsführer, Fluidon Gesellschaft für Fluidtechnik

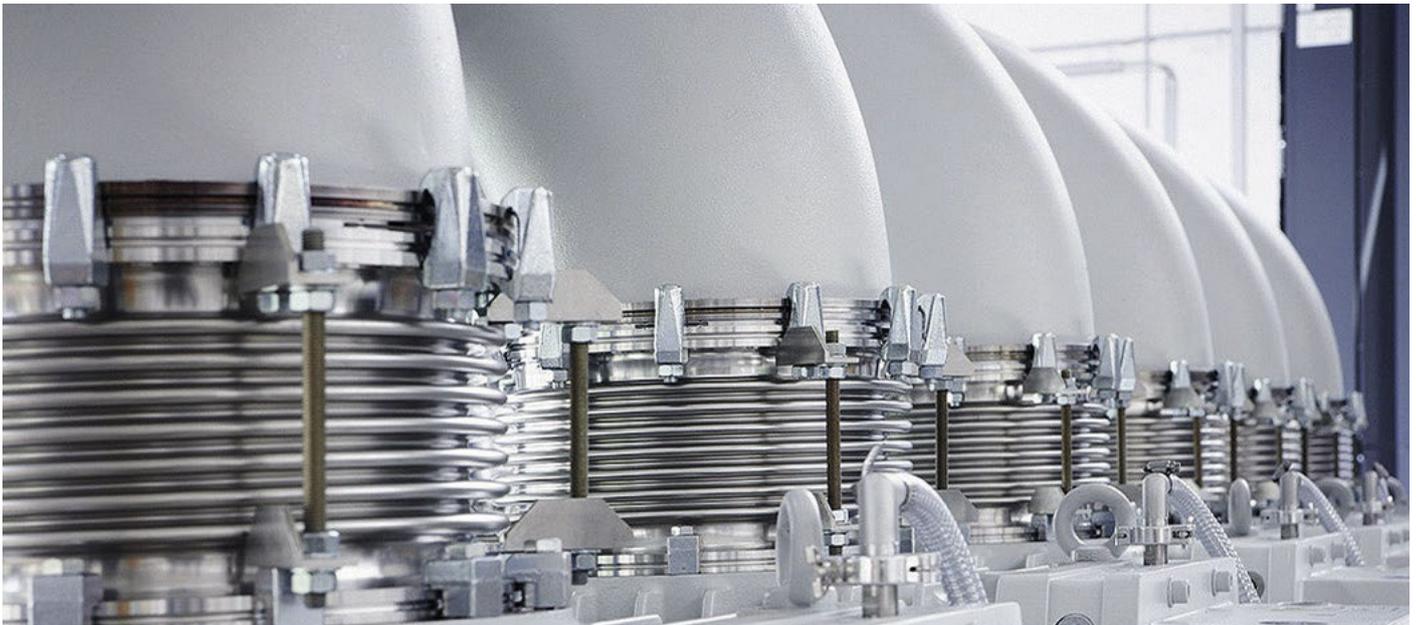
alle Bilder © Fluidon

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:

<https://doi.org/10.1002/citp.202000319>

Kontakt

Fluidon Gesellschaft für Fluidtechnik mbH, Aachen
 Dr. Heiko Baum · Tel.: +49 241 96 09 260
 info@fluidon.com · www.fluidon.com



Schritt für Schritt zum optimalen Angebot

Vakuum-Berechnungs- und Simulationswerkzeuge jetzt online verfügbar

Der Vakuumspezialist Leybold hat zwei neue Online-Tools entwickelt: den Pump Finder und das Berechnungstool Leycalc. Mit den webbasierten Instrumenten können Anwender ihre Vakuumlösungen direkt auf der Leybold-Homepage auswählen und zusammenstellen.

Die Online-Tools eignen sich für zwei Zielgruppen: Über die Startseite <https://calc.leybold.com/en/lp> gelangt man entweder auf den Pump Finder oder auf das Berechnungstool für Vakuumsysteme, Leycalc. User mit Vakuum-Know-how können das Verhalten ihrer Vakuumsysteme mit Leycalc im Detail nachrechnen. Der Pump Finder ist für die Suche passender Vakuumpumpen und setzt dagegen keine Vakuumkenntnisse voraus.

Schritt für Schritt zum passenden Angebot

Entsprechend ist der Pump Finder so gestaltet, dass Schritt für Schritt zum optimalen Angebot navigiert wird. An bestimmten Punkten des Prozesses lässt sich die Produktauswahl konkretisieren, indem Werte für Kammergröße, Zieldruck und Rohrdimensionen eingegeben werden. Je nach Vakuumapplikation gibt es zwei grundlegende Berechnungsmöglichkeiten: Entweder es handelt sich um einen Prozessgasfluss, bei dem ein kontinuierlicher Gasstrom mit konstantem Druck gefördert wird. In die zweite Kategorie fallen Anwendungen mit einer Vakuumkammer, die auf einen bestimmten Zieldruck

abgepumpt werden muss. Am Ende steht als Ergebnis eine Auswahl zu den Kundenanforderungen passender Vakuumpumpen.

Zielgerichtete Produktauswahl

Auf der anderen Seite ist Leycalc geeignet für komplexe Vakuumkalkulationen, wie sie auch von Leybold professionell durchgeführt werden. Das Tool ermöglicht es den Kunden, ihre Vakuumsysteme völlig unabhängig zu berechnen. Bei komplexen Szenarien bieten die Experten ihre Unterstützung an. „Bislang mussten wir beim Erstkontakt mit Kunden zunächst Parameter wie Kammergröße, Prozessgase, Taktzeiten, Rohrlänge und Druckwerte abstimmen. Mit Hilfe der Simulationssoftware hat der Anwender die Möglichkeit, selbständig Konfigurationen durchzurechnen und eine erste Vorstellung von der Vakuumperformance zu bekommen“, erläutert Dr. Tom Kammermeier, Global Application Manager, Industrial Vacuum. „Über solche Details gab es früher häufig längere Dialoge“, sagt Kammermeier. Jetzt können die User ihre Berechnungen eigenständig durchführen – mit dem Ergebnis, dass der

gesamte Prozess zielgerichteter und schneller zur Auswahl des passenden Angebotes führt. „Wir rechnen damit, dass Leycalc den Kontakt zu unseren Kunden qualitativ verbessern wird“, bilanziert Dr. Tom Kammermeier.

Effiziente Kommunikation und schnelle Lösungen

Hat der Nutzer des Online-Tools die Pumpen und den Zieldruck definiert, führt Leycalc die Berechnung einer Abpumpkurve durch: Das Ergebnis wird umgehend in einem Diagramm dargestellt. Dies bildet genau ab, wie lange es dauert, um die Luft aus der Kammer auf einen definierten Druck hin abzupumpen und wie sich der Druckverlauf über die Zeit entwickelt.

Alternativ kann der Nutzer die Saugvermögenskurve eines Pumpsystems ermitteln. Die Nutzung des Tools ist kostenlos und ohne vorherige Anmeldung möglich. Alle Berechnungsdaten werden zentral gespeichert und sind für Kunden, die sich registriert haben, jederzeit und von jedem Gerät abrufbar. So können Berechnungsergebnisse auch mit Spezialisten des Herstellers geteilt werden – was

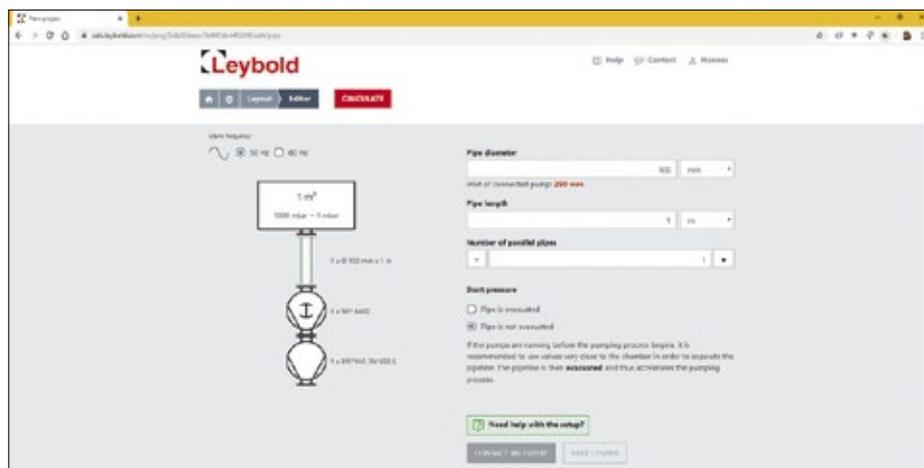
eine detaillierte Diskussion über die jeweilige Vakuumanwendung zulässt. Insgesamt führt die Plattform so zu einer erheblich effektiveren Kundenkommunikation und zu schnelleren Lösungen in komplexen Projekten. Sämtliche Berechnungen und Diagramme lassen sich als Link abspeichern und an Dritte versenden.

Leitwertverluste sofort ersichtlich

„Neben den Kammern und Pumpen eines Vakuumsystems werden auch die unterschiedlichen Einflüsse von Rohrleitungen berücksichtigt. Dazu zählen die Leitwerteffekte in allen Druckbereichen und Strömungsformen, Verblockung und natürlich das Volumen der Leitungen“, erklärt Hannes Kamecke, der IT-Verantwortliche des Online-Konfigurators. In einigen Fällen wird dann sichtbar, dass eine Pumpe mit höherer Leistung keine Verbesserung der Vakuumpumpe bringen würde, weil die Abschläge auf einer falsch bemessenen Rohrleitung basieren. „Auf dem Diagramm wäre jedoch sofort zu erkennen, dass der Rohrdurchmesser vergrößert werden muss“, führt Kamecke aus.

Weiterentwicklung geplant

Die Navigation durch die webbasierte Softwarelösung ist auf allen mobilen Endgeräten wie Tablets oder Smartphones möglich. Passa-



Das Tool ermöglicht es den Kunden, ihre Vakuumsysteme völlig unabhängig zu berechnen. Bei komplexen Szenarien bieten die Experten ihre Unterstützung an

gen mit wichtigen Hintergrundinformationen zur Vakuumtechnik sind mit weiterführenden Kapiteln verlinkt. In Zukunft wird Leycalc das gesamte Leybold-Produktportfolio umfassen, das auch Hochvakuumanwendungen abdeckt. Das Angebot stellt somit einen wichtigen Baustein in der digitalen Customer Experience Strategie des Vakuumspezialisten dar.

Der Autor

Christoph Angenendt, Communications Manager
Industrial Vacuum Division, Atlas Copco

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:

<https://doi.org/10.1002/citp.202000320>

Kontakt

Leybold GmbH, Köln

Christoph Angenendt · Tel.: +49 172 29 650 75
christoph.angenendt@vt.atlascopco.com
<https://calc.leybold.com/en/lp>
www.atlascopco.de

Kältelösungen für jeden Bedarf

Mit der überarbeiteten, luftgekühlten Pensum-Air-Baureihe mit einem mittleren Leistungsbereich von 50–400 KW bietet der Lindauer Kälte- und Wärmespezialist Engie Refrigeration ab sofort eine neuartige Kältelösung. Denn der neu konzipierte Pensum Air nutzt das zukunftssichere Kältemittel R-454B, das über einen niedrigen GWP-Wert von 466 verfügt. Damit liegt es bereits heute unter dem mittleren GWP



von <500, den die F-Gase-Verordnung ab 2030 vorgibt. Ebenso erfüllt der Pensum Air aufgrund guter Verbrauchswerte schon jetzt die Anforderungen der Ökodesign-Richtlinie für Tier-2, die am 1. Januar 2021 in Kraft treten wird. Erhältlich sind die vier Linien „Basic Cool“, „Free Cool“, „Super Silent“ und „Reversible Heat“ mit jeweils bis zu 18 Modellen. Dabei verfügt jede Kältemaschine bereits standardmäßig über

die wichtigsten spezifischen Optionen und ist für den Kunden ab Werk „ready to use“. Je nach Anforderung kann der Kunde spezifische Konfigurationspakete sowie diverse Gewährleistungs- und Serviceoptionen auswählen.

Kontakt

Engie Refrigeration GmbH

Tatiana Köhler
Tel.: +49 8382 706-222
tatiana.koehler@engie.com
www.engie-refrigeration.de

Mobiler Entstauber mit spezifischem Zubehör

Die Vorteile der kompakten und mobilen Absauganlage ASD 200.1 für Staub und Rauch liegen vor allem in hoher Filtrationsleistung, ökonomischem Betrieb, leiser Betriebsweise sowie einem umfangreichen, speziell konzipiertem Zubehörset. Anwendungen mit feinem sowie grobem Staub stehen zwei Anlagenvarianten mit unterschiedlichen Filterkonzepten zur Verfügung: Eine Panelfilter- und eine Taschenfilter-



variante. Der Einsatz hochwertiger H14-Filter ermöglicht eine Abscheiderate von 99,995 %. Die gefilterte Luft kann dem Arbeitsraum durch diese hochgradige Reinigung wieder zugeführt werden (Umluftbetrieb). Somit entstehen keine Wärmeverluste. Die Anlage kann mit bis zu vier Erfassungselementen wie Absaugarmen oder Schläuchen (DN 50, 75, 80) bestückt werden. Ein umfangreiches Set an Original-Zu-

behörden, wie Fußschalter, Absaugschläuche verschiedener Längen, Y-Schlauchstücke, Muffen, Reduzierungen oder eine Konsole zur Installation von Absaugarmen direkt auf der Anlage ergänzt das Angebot.

Kontakt

Ult AG

Stefan Meißner
Tel.: +49 3585 4128 474
meissner@ult.de
www.ult.de

Nachhaltig Kosten sparen bei O-Ringen

**Wirtschaftlicher durch
bessere Schadensanalyse,
Prüftechnik und Simulation**

Auch an O-Ringen sind die Entwicklungen der Dichtungstechnik nicht vorbeigegangen. Wer sie kennt, kann sie zielgerichtet für seine Produkte einsetzen und versteht dann auch schnell, warum ein u.U. sinkender Beschaffungspreis letztendlich nur ein untergeordneter Aspekt ist.

Es ist kein Zufall, dass Milliarden von O-Ringen, die jedes Jahr verbaut werden, problemlos funktionieren – und dass bei kontinuierlich sinkenden Beschaffungspreisen. Andererseits darf nicht übersehen werden, dass der Schaden durch ausgefallene O-Ringe vermutlich die gesamten Beschaffungskosten bei Weitem übertrifft. Das heißt, dass viele Anwender noch lange nicht den für sie wirtschaftlichsten Umgang mit O-Ringen gefunden haben. Dabei haben sich die Randbedingungen für die Anwender erheblich verbessert. Eine globale Beschaffungswelt und der Fortschritt der Technik in der Prüf- und Fertigungstechnologie haben für erheblich günstigere Herstellungskosten bei O-Ringen gesorgt – bei mehr Sicherheit. Darüber hinaus stehen leistungsfähigere Werkstoffe zur Verfügung. Jetzt gilt es für den Anwender, sich dies auch tatsächlich zunutze zu machen und sich nicht allein dem Diktat der niedrigsten Beschaffungskosten unterzuordnen.

Lernen aus der Schadensanalyse

Noch vor 20 bis 30 Jahren war die Schadensanalyse von Dichtungen hauptsächlich ein

Thema für Hydraulikdichtungen. Inzwischen ist sie auch in allen anderen Gebieten der Dichtungstechnik ein wichtiges Werkzeug zum besseren Verstehen von Dichtungssystemen und zum nachhaltigen Abstellen von möglichen Schadensursachen geworden. Sehr hilfreich ist ein praxisorientierter Ansatz auf wissenschaftlicher Grundlage. Mithilfe moderner Digital-Mikroskope und – wo nötig – weiterer Analysemethoden (REM-EDX, GC-MS, IR-Spektroskopie, DSC und TGA) lassen sich in den meisten Fällen schnelle und treffsichere Lösungen finden. Fließen Informationen aus Schadensfällen im eigenen Haus, aber auch aus Schulungen und Fachliteratur, in Neuprojekte ein, lassen sich kostengünstige – weil nachhaltige – Lösungen finden. Seit seiner Gründung sind im O-Ring Prüflabor bisher ca. 1.500 Schadensanalysen an O-Ringen durchgeführt worden.

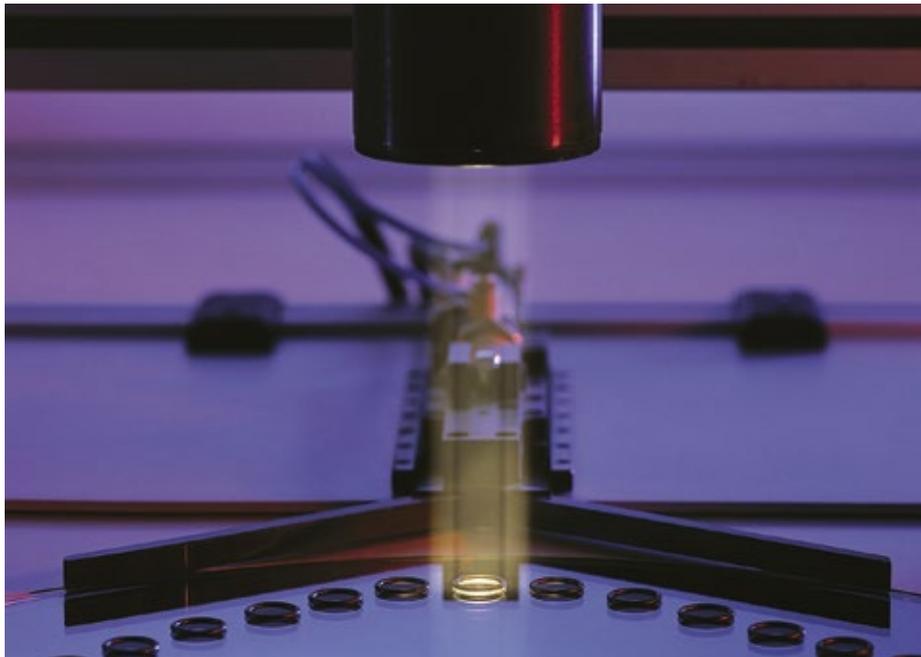
Mehr Sicherheit durch modernes Prüfen

Prüfmethoden wie Härte, Dichte, Zugversuch und Alterungen werden noch in den nächsten Jahrzehnten der Kern der Gummiprüfung sein. Sie können aber durch entsprechendes Fach-

wissen heutzutage besser genutzt und gedeutet werden. Darüber hinaus stehen inzwischen hochleistungsfähige Analyseverfahren (TGA, DSC, FTIR, GC-MS) zur Verfügung, die insbesondere in der komplexen Welt der Gummirezepturen für mehr Transparenz sorgen können. Für die zunehmende Anzahl an Mikro-Bauteilen erschließen sich, z.B. mit dem LNP-Messgerät, neue Welten an Prüfmöglichkeiten auch für kleinste O-Ringe. Ergebnisse von akkreditierten Laboren sind nicht nur belastbarer, sondern werden auch als unabhängiger und kompetenter Nachweis der Sorgfaltspflicht von Versicherungen und Gerichten anerkannt und können damit Doppelprüfungen vermeiden. Kleinste O-Ringe können heute ebenso wie große vollautomatisiert auf Oberflächenfehler kontrolliert werden und reduzieren damit das Ausfallrisiko. Das sind nur ein paar Beispiele dafür, welche neuen Ansätze durch moderne Prüftechnik möglich sind.

Weniger Trial and Error durch Simulation

Stehen nun aussagekräftige und belastbare Materialkennwerte zur Verfügung, lassen sich heute immer treffgenauere FEA-Simulationen



© O-Ring Prüflabor Richter

von O-Ring-Anwendungen durchführen. Insbesondere können Materialdaten, welche durch eine Multi-Frequenz-Analyse mittels DMA-Analyse gewonnen werden, die Viskoelastizität von Elastomeren über den kompletten Temperatureinsatzbereich abbilden. Damit lassen sich anwendungsabhängig Funktionsgrenzen bei tiefen Temperaturen simulieren, ebenso wie kritische dynamische Spaltänderungen.

Bessere Werkstoffe

In den letzten Jahren haben sich einige Werkstoffe als Alternative zu bisher verwendeten durchgesetzt, wie z.B. der Ersatz vieler NBR durch HNBR-O-Ringe oder der vermehrte Einsatz peroxidisch vernetzter FKM mit verbesserter Tieftemperaturflexibilität im Vergleich zu bisphenolisch vernetzten. Bei EPDM-Werkstoffen für Kühlwasseranwendungen wurde die Hochtemperaturbeständigkeit verbessert. Bei FFKM-Werkstoffen hat man einen Durchbruch bei der Verbesserung der Kälteflexibilität erreicht, auch ist man bei dieser Werkstoffgruppe bei der Optimierung der Hochtemperatur- und Heißwasserbeständigkeit weitergekommen. Verfügbare FKM-Rezepturen wurden von der Dichtungindustrie bezüglich ihrer Kompatibilität mit neuen synthetischen Kraftstoffen überprüft.

Bessere Spezifikationen

Seit April 2015 steht dem Anwender erstmals eine O-Ring-Norm zur Verfügung, die für alle wesentlichen Werkstoff-Familien wichtige Rezeptureigenschaften sowie O-Ring-Eigenschaften (u.a. Härte und Druckverformungsrest) definiert. Der Anwender kann damit herstellerunabhängig einen guten Stand der Technik ab-

sichern. Auch kann diese Norm Ausgangsbasis für eigene Hausnormen sein, ggf. um einige anwendungsspezifische Punkte ergänzt.

Besser produziert

Herstellungskosten lassen sich durch die Produktionsmethode (z.B. Spritzgießen statt Pressen), die Reduktion der Zykluszeit und den Produktionsstandort beeinflussen. Der technologische Vorsprung bei der O-Ring-Herstellung in Deutschland, Italien, Frankreich oder in anderen Industrieländern sollte auch in der Kostenbilanz nicht unterschätzt werden. Der deutlich höhere Qualitätsstandard bei der Produktion in diesen Ländern wird auf Dauer sicher auch zu deutlich geringeren Kosten in der Qualitätssicherung, verursacht durch Beanstandungen, Reklamationen und Produktionsausfälle, führen.

Weitere Fortschritte gibt es auch in der Automationstechnik bei der O-Ring-Montage. In Verbindung mit speziellen Beschichtungen können damit Ausfälle durch Fehlmontage weiter reduziert werden.

O-Ringe werden in der Gesamtbilanz „billiger“

Natürlich kostet ein Mehr an Technologie und Qualität auch Geld. Allerdings ist offensichtlich, dass sich die Gesamtkosten, die O-Ringe erzeugen, nur zu einem geringen Anteil aus der Beschaffung ergeben. Wenn man also nachhaltige Kostenbetrachtungen über O-Ringe anstellen möchte, muss man ganzheitlich alle von O-Ringen erzeugten Kosten betrachten und erfassen (Qualifikationsprüfungen, Beschaffungskosten, Prüfkosten, Montagekosten, Lagerkosten, Reklamationskosten usw.). Nicht

quantifizierbare Kosten sind nicht erfolgte Aufträge wegen unzufriedener Kunden. O-Ringe werden also in der Gesamtbilanz „billiger“, wenn solche Kosten abnehmen, die durch sie erzeugt werden. Was keinesfalls bedeuten soll, eine Reduktion der Beschaffungskosten mit Augenmaß zu vernachlässigen.

Die Autoren

Von **Dipl.-Ing. Bernhard Richter**,

Geschäftsführer, O-Ring Prüflabor Richter

Dipl.-Ing. (FH) Ulrich Blobner,

Consultant, O-Ring Prüflabor Richter

Veranstaltungshinweis

Isgatec veranstaltet vom 17.–18.03.2020 in Mannheim das O-Ring Forum. Unter der fachlichen Leitung von Dipl.-Ing. Bernhard Richter wird der Stand der Technik bei O-Ringen vorgestellt.

www.isgatec.com/index.php/de/Akademie/FORUM/Forum-O-Ring2

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:

<https://doi.org/10.1002/citp.202000321>

Kontakt

Isgatec GmbH, Mannheim

Sandra Kiefer · Tel.: +49 621 7176 888 0

info@isgatec.com · www.isgatec.com

Im Praxistest bewährt

Großauftrag für neuen digitalen Stellungsregler

Zu Beginn des Jahres 2019 schloss Flowserve Essen die Beta-phase des digitalen Stellungsreglers Logix 3800 ab und startete erste Feldtests bei einem international agierenden Chemiekonzern. Die Praxistauglichkeit wurde in der Folge durch einen Großauftrag von DuPont Luxemburg bestätigt: ein Projekt soll komplett mit dem digitalen Stellungsregler ausgestattet werden.

Bei den digitalen Stellungsreglern handelt es sich um eine neue Generation der vorhergehenden Logix-Serien 3000 und 500. Grundsätzlich zielt auch dieser neue Stellungsregler darauf ab, im Zusammenwirken mit den eingesetzten Regelventilen die Produktion zu maximieren und die aufzuwendenden Kosten zu minimieren. Der Betreiber profitiert durch erhöhte Anlagenverfügbarkeit, Zuverlässigkeit und Effektivität. Erweiterte Diagnose-Funktionen, die nicht nur sich entwickelnde Probleme erkennen, sondern auch Hinweise für deren Behebung dem Nutzer bekannt geben, führen zu schnelleren Wiederinbetriebnahmezeiten und reduzieren Produktionsstillstände.

Breites Anwendungsspektrum

Generell umfasst das Anwendungsspektrum Anlagenbetreiber aus den Bereichen Chemie, Petrochemie, Öl & Gas, industrielle und technische Gase sowie Tiefsttemperatur-, Hygiene- oder Aseptik-Applikationen. Daher wurden die digitalen Stellungsregler von Flowserve auf der Basis eines modularen Konzepts für vielfältige Applikationen entwickelt. Die Stellungsregler erfüllen sämtliche Anforderungen der Anlagenbetreiber, um trotz der schädlichen Wirkungen durch hohe Temperaturen, Verdampfung, Gas- und hydrodynamische Beanspruchungen sowie hohe Geschwindigkeiten und starke Schwingungen (Vibrationen) effektiv zu funktionieren. Sie sind druckgekapselt und eigensicher. Bereits die ersten Prototypen haben sich als seewassertauglich (IP 67) erwiesen. Weiterhin wird das Verfahren der Ematalisierung zum Schutz der Bauteile aus Aluminium gegenüber anderen Oxidierverfahren bevorzugt.

Es handelt sich um intelligente Systeme für Regelventile mit Prozess-Sensoren, einem

Mikroprozessor basierten Regler und einem hochpräzisen digitalen Stellungsregler, der auf einem leistungsstarken Regelventil montiert wird. Mit einer derartigen Ausstattung lassen sich lokale einschleifige Messungen und die Steuerung von Durchfluss, Druck und Temperatur durchführen. Darüber hinaus werden Echtzeit-Systemanalyse, Datenerfassung, prädiktive Wartung, Systemwarnungen und Fernwartungsabfragen ermöglicht.

Flexibel und modular

Die Logix 3800 Serie liefert eine unvergleichliche Flexibilität und Modularität in einer einzigen Plattform. So kann neuerdings mit dem von Flowserve Essen entwickelten Pneumatikmodul VDI/VDE 3847 der direkte Anbau an Kämmer Linear-Membranantriebe sowie an Valtek FlowAct erfolgen. Kompatibel mit Linear- und Dreh-Antrieben bietet das robuste Design des Logix 3800 höchste Zuverlässigkeit auch in rauen Einsatzbereichen. Die Möglichkeit, einfach- oder doppeltwirkende Antriebe sowie Linear- oder Dreharmaturen zu bedienen, reduziert Lagerkosten und leistet einen Beitrag zu effizienteren Anlagen.

Die einfache Installation mittels „Ein-Knopf“ Kalibrierung ist wegweisend für alle Logix Stellungsregler. Die Plattform kann sowohl mit einer Hart- als auch einer Foundation Fieldbus Kommunikation ausgestattet werden. Zur Verfügung stehen diverse Ein- und Ausgänge sowie eine Statusanzeige über LEDs entsprechend der Namur-Empfehlung. Das mit Leuchtdioden ausgestattete, drehbare Display gibt dem Werker schon aus größerer Entfernung Aufschluss über den jeweiligen Status der Anlage bzw. des Regelventils.



Firmeninfo

Die 1966 gegründete Kämmer Ventile GmbH wurde 1992 an die amerikanische Durco International mit ihren Valtek Regelventilen verkauft. 1997 entstand dann daraus als Ergebnis der Fusion zweier amerikanischer Konzerne die Flowserve Corporation in Dallas, Texas, mit weltweit 18.000 Mitarbeitern. Die Flowserve Essen GmbH ist heute mit etwa 30 Mio. € Jahresumsatz und 180 Mitarbeitern ein international tätiger, spezialisierter Premiumanbieter von Regelventilen. Über 60 % der Produkte aus Essen entfallen auf den Export.

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:

<https://doi.org/10.1002/citp.202000322>

Kontakt

Flowserve Essen GmbH, Essen

Tel.: +49 201 89195

fcd.essen@flowserve.com · www.flowserve.de

Auch bei extremen Temperaturunterschieden

Top Entry Absperrklappen bieten bei der Erdgasverflüssigung volle Dichtheit



Erdgas wird zu Liquefied natural gas (LNG) verflüssigt, um das Volumen für einen wirtschaftlicheren Transport des Kraftstoffs um das 600-fache zu reduzieren. Die Armaturen sind in jeder Phase des Verflüssigungsprozesses eine kritische Komponente. Deren Leistung und Zuverlässigkeit sind von entscheidender Bedeutung für den gesamten Prozess. Die 4-fach exzentrische Konstruktion der Quadax Absperrklappe agiert mit einer vollkommen runden Sitz- und Dichtungsgeometrie. Mit dieser Konstruktion können extreme Temperaturen wie z.B. -250 °C (-418 °F) zuverlässig bewältigt werden.

Selbst wenn das Material aufgrund extremer Temperaturunterschiede schrumpft und sich ausdehnt, behält die Armatur seine 100%ige Dichtheit. Darüber hinaus ermöglicht die reibungsfreie metallisch dichtende Konstruktion eine wartungsarme Verwendbarkeit bei dieser Anwendung. Dank der 4-fach exzentrischen Konstruktion und einer bemerkenswerten Präzision in der Fertigung haben sich die Quadax Absperrklappen unter anderem in kryogenen Anwendungen mit einer herausragenden Leistung in LNG-Anlagen, insbesondere in LNG-Terminals und Speichertanks, bewährt.

Anforderungen für Anlagen und Ausrüstungen

Die gesetzlichen Anforderungen EN 1473-2016 für Anlagen und Ausrüstungen für Flüssigerdgas – Auslegung von landseitigen Anlagen be-

schreiben die Wichtigkeit von wenigen oder gar nicht vorhandenen Flanschverbindungen in LNG-Rohrleitungen. Aus Sicherheitsgründen schreibt diese Europäische Norm unter anderem im Abschnitt Armaturen Folgendes vor:

- Inline-Split-Body-Armaturen werden für kryogene Anwendungen nicht empfohlen.
- Es wird empfohlen, dass Armaturen für den Einbau in kryogene Kohlenwasserstoff- und toxische Systeme Anschweißenden haben.
- Kryogene und Hochtemperatur-Armaturen müssen so konstruiert sein, dass die internen Komponenten gewartet werden können, ohne dass der Armaturenkörper aus der Leitung entfernt werden muss.

Engineering- Unternehmen, Anlagenbauer und letztendlich die Endabnehmer haben ein erhöhtes Interesse daran, die Spezifikationen

der gesetzlichen Anforderungen einzuhalten. Besonders wichtig ist die Möglichkeit, interne Komponenten der Armatur zu warten, ohne den Armaturenkörper aus der Leitung entfernen zu müssen. Zur Erfüllung dieser Anforderung, gibt es zwei Lösungen auf dem Markt:

Side Entry

Die Side-Entry-Armatur verfügt über einen Zugang zum Gehäuse auf einer Seite der Verkleidung, der es dem Servicetechniker ermöglichen soll, den Sitz zu entfernen und den Dichtungsring zu deinstallieren. Ein Schwachpunkt ist, dass die Verkleidung nicht herausgezogen werden kann: Die Wartung muss ausgeführt werden, während die Scheibe im Rohr verbleibt. So können z.B. bei Armaturen mit hohen Arbeitszyklen die Wellenlager nicht ausgetauscht werden, ohne den Körper aus der

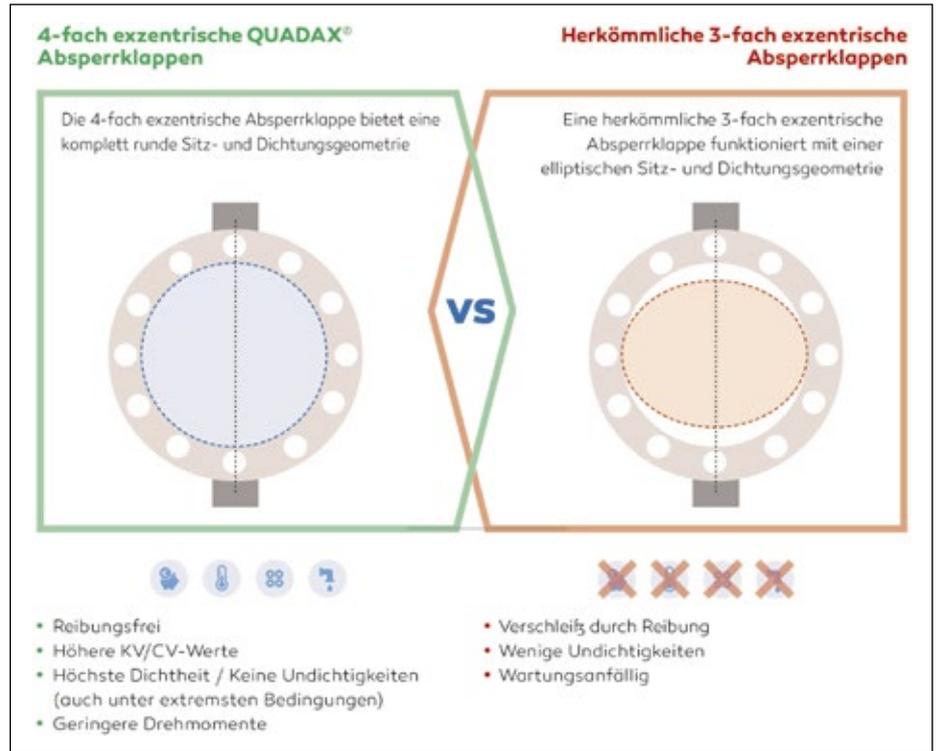


Top Entry Klappe

Rohrleitung zu entfernen. Darüber hinaus ist es bei Größen unter DN 300, 12" sehr schwierig, interne Komponenten zu erreichen und zu ersetzen, da Platz für eine ordnungsgemäße Handhabung fehlt. Andererseits muss bei großen Abmessungen und Hochdruckklassen ein Servicetechniker in die Leitung einsteigen, um Dichtungskomponenten zu ersetzen, wodurch die Gefahr eines direkten Kontakts mit dem Restgas besteht. Außergewöhnliche Sicherheitsmaßnahmen sind erforderlich. Eine fehlerhafte Druckbeaufschlagung der Rohrleitung oder Hubteile der Armatur während Wartungsarbeiten können fatale Folgen haben.

Top Entry

Quadax aus Forchtenberg hat sich seit Beginn der LNG-Anwendungen dazu entschlossen, seine Armaturenkörper als Top-Entry-Version für diesen Zweck zu konzipieren. Obwohl die



Absperrklappenvergleichs-Schema

Absperrklappen für saubere flüssige und gasförmige kryogene Anwendungen grundsätzlich wartungsarm sind, können trotzdem, unter Umständen, außerordentliche Reparaturen erforderlich sein. In diesem Fall kann der zentrale obere Flansch entfernt werden und die internen Komponenten können leicht aus dem Körper herausgezogen werden. Ein effizienter Austausch aller Teile einschließlich der Wellenlager ist in einer sicheren Umgebung mit freiem Zugang für das Servicepersonal unabhängig von der Armaturengröße möglich. Darüber hinaus ist die Körperlänge kürzer als bei der Ausführung mit seitlichem Einstieg, was die Armatur leichter macht und zu einer geringeren mechanischen Belastung des Körpers durch isometrische Unterschiede in den Rohrleitungen führt.

Die Buttweld-Version Quadax Top Entry wurde speziell für LNG-Anwendungen entwickelt und gewährleistet, dass Kontroll- und

Wartungsarbeiten sicher und einfach in der installierten Position ausgeführt werden können, ohne dass weitere Risiken für das Servicepersonal entstehen.

Der Autor

RSB Design für Müller Quadax

alle Bilder © Müller Quadax GmbH

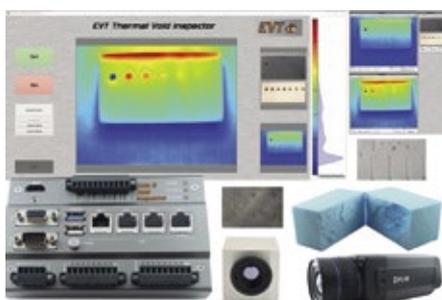
Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:
<https://doi.org/10.1002/citp.202000323>

Kontakt

Müller Quadax GmbH, Forchtenberg
 Tel.: +49 7947 94343 0
 info@quadax.de · www.quadax.de

Verborgene Löcher und Hohlräume detektieren

Mit dem EVT Hole and Void Inspector (HVI) ist es möglich verborgene Löcher, Hohlräume oder Unter-



brechungsstellen in unterschiedlichsten Materialien wie Holz, Kautschuk, Plastik, Schaumstoffen oder GFK zu finden. Der HVI basiert auf aktiver Thermografie. Dabei wird ein Objekt aktiv mit Wärme bestrahlt z.B. mit einem Hochleistungsblitz. Danach wird beobachtet wie sich das Material abkühlt. Durch die unterschiedliche Wärmeableitung vom Material und dem eingeschlossenen Hohlraum lässt sich dieser erkennen. Das funktioniert auch bei Produktionsprozessen die exotherm stattfinden wie z.B. beim Aufschäumen von Kunststoffen. Wobei es hier nicht notwendig ist den Kunststoff zu erwärmen. Es

genügt den Kunststoff sofort nach der Produktion mit der Wärmebildkamera aufzunehmen. Es wird eine Bildfolge aufgenommen und anhand dieser geprüft wie die Abkühlung erfolgt. Lücken kühlen mit anderer Geschwindigkeit als das Material und können dadurch gefunden werden.

Kontakt

EVT Eye Vision Technology GmbH
 Tel.: +49 721 668 004 23 0
 info@evt-web.com
 www.evt-web.com



In die digitale Zukunft mitnehmen

Einbindung mechanischer Messgeräte in das IIoT am Beispiel einer Bohrloch-Überwachung



Roland Hart,
Wika

An der digitalisierten Fabrik führt kein Weg vorbei. Die größte Herausforderung besteht dabei in der Transformation bestehender Anlagen und Prozesse im Rahmen des Industrial Internet of Things. Dass sich auf diesem Weg auch mechanische Messgeräte in die digitale Welt integrieren lassen, zeigt Wika bei einem Projekt für ein Erdölunternehmen in Norddeutschland zur Überwachung von Druck, Temperatur und Füllstand an Bohrlöchern.

Alles ist vernetzt. Konnektivität bildet das Gerüst des Internet of Things. Die standardisierte Kommunikation aller Geräte und Anlagensysteme liefert den Input für den eigentlichen Mehrwert digitalisierter Prozesse: Betreiber können anhand der Daten und mit Hilfe von Analysetools die Verfahren hinsichtlich Qualität, Produktivität und Kosten optimieren. Das funktioniert aber nur, wenn alle Prozessdaten herstellerunabhängig abrufbar sind. Hersteller von Messtechnik müssen daher plattformübergreifend Daten standardisiert zum Austausch bereitstellen. Das betrifft neben den Messwerten alle spezifischen Informationen der angebotenen Geräte, um daraus deren Digitalen Zwilling für weiterreichende Planungen und Analysen zu generieren.

Bidirektionaler Datenaustausch

Um Kunden künftig eine Systemlösung anbieten zu können, entwickelt Wika neben IIoT-kompatiblen Messgeräten eine zentrale Plattform mit offenen Standards, um den bidirektionalen Datenaustausch sowohl mit der Sensorebene (Messgeräte) als auch mit Kundensystemen zu gewährleisten. Diese Plattform wird auch das Erdölunternehmen nutzen, dessen Bohrlochüberwachung durch Wika an einem Standort in Norddeutschland digitalisiert wird.

Die Firma hatte sich zu diesem Projekt aufgrund einer Änderung des Bergbaugesetzes entschlossen. Dessen Neufassung schreibt eine permanente Datenerfassung an den Förderstellen vor. Bislang ist es üblich, dass Mit-

arbeiter in Intervallen einzeln liegende Förderstellen zur Kontrolle anfahren und die Werte der Messgeräte sowie den Wasserstand im Bohrloch ablesen und notieren; ein kosten- und zeitaufwändiges Procedere. In Ölfeldern mit mehreren Bohrlöchern werden Sicherheitsfunktionen über ein Prozessleitsystem gesteuert, eine lokale Lösung ohne Anbindung nach außen. Auch hier ist eine regelmäßige Vor-Ort-Kontrolle durch Personal notwendig.

Theoretisch wäre es durchaus möglich, die Daten aller Förderstellen über Kabel an eine zentrale Leitstelle zu übermitteln. Das Verlegen der Kabel über große Distanzen würde allerdings einen erheblichen Eingriff in die Natur be-



Abb. 1: Das neue Manometer mit LoRaWAN-Funkmodul

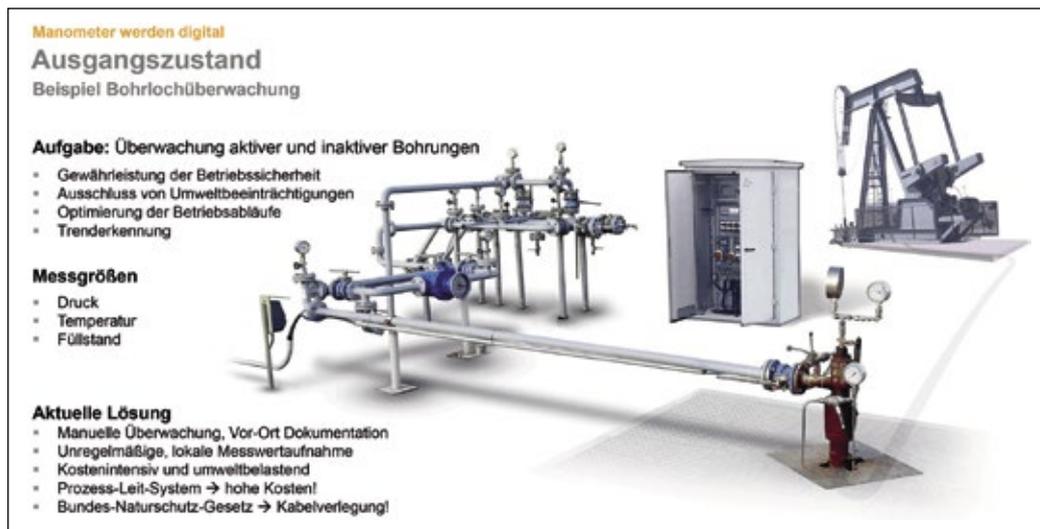


Abb. 2: Bisherige Bohrlochüberwachung

deuten und darüber hinaus betriebswirtschaftlich keinen Sinn ergeben.

Wirtschaftliche Lösung

Das von Wika entwickelte und für alle Förderstellen einheitliche Konzept erfüllt alle Auflagen, ohne dass die Betriebslaubnis geändert werden muss. Für den Auftraggeber ist es zugleich eine wirtschaftliche Lösung: Etliche Ölfelder haben nur noch eine begrenzte Laufzeit, das Budget für Investitionen muss im entsprechenden Verhältnis stehen. Das digitalisierte System der Bohrlochüberwachung lässt sich auch in dem engeren Finanzrahmen realisieren.

An den Förderstellen werden bisher ausschließlich mechanische Messgeräte eingesetzt, anhand deren Messwerte die Anlage überwacht wird. Der Betreiber möchte eine solche Vor-Ort-Anzeige als zusätzliche hilfsenergiefreie Kontrollmöglichkeit neben dem Online-Monitoring aufrechterhalten, vor allem bei den entscheidenden Messgrößen Druck

und Temperatur. Beim Aufbau der digitalisierten Überwachung werden daher die bisherigen Geräte durch Typen der intelliGauge und intelliTherm-Serie von Wika ersetzt. Diese verfügen sowohl über einen elektrischen Ausgang (4...20 mA) als auch eine Vor-Ort-Anzeige. Der Füllstand des Tankspeichers am Bohrloch hingegen wird künftig über einen Schwimmerschalter mit 4...20 mA-Signal erfasst.

Alle Geräte werden über ihre elektrischen Ausgänge mit einem lokalen Gateway in der Anlage vernetzt. Das Gateway überträgt die Daten der Messstellen an die zentrale Systemplattform. Dies geschieht über einen LPWAN-Funkstandard (Low Power Wide Area Network). Im Fall von Messgeräten für Druck, Temperatur oder Füllstand müssen pro Tag nur vergleichsweise wenige Daten gesendet werden. Die Batterie zum Betrieb des Funkmoduls hat daher eine Lebensdauer von bis zu 10 Jahren, was die Installations- und Wartungskosten geringhält.

LoRaWAN und MIOTY

Beim Funkstandard für seine IIoT-Geräte konzentriert sich Wika unter anderem auf LoRaWAN und Mioty. Beide senden auf einem öffentlichen Band (868 MHz), das von zugelassenen Geräten lizenzfrei genutzt werden kann. Abhängig von der Topographie, lassen sich mit ihnen Distanzen von 30 km und mehr überbrücken. Sie erweisen sich daher auch als ideal für Einsatzgebiete mit schwachem Mobilfunknetz.

Auf dem Markt ist LoRaWAN bereits etabliert. Wika nutzt den Standard auch, um klassische Anzeigegeräte in digitalisierte Abläufe einzubinden. Als erstes einer neuen Reihe von mechanischen LPWAN-Geräten hat der Hersteller ein Manometer mit integriertem LoRa-Modul, Typ PGW23, in Kürze im Portfolio. Bei diesem Typ wandelt ein Mikroprozessor den von der Rohrfeder übertragenen Messwert in ein Funksignal um.

Neben LPWAN-Lösungen bezieht Wika auch Mobilfunkstandards, die der Hersteller



Abb. 3: Neu, die plattformgestützte Remote-Überwachung des Bohrlochs

bereits in einer Messlösung zur Überwachung dezentraler Tankanlagen integriert hat, in seine Planungen mit ein. Bei hohem Messwertauflkommen in dynamischen Prozessen bedarf es für Sendungen im Sekundentakt einer entsprechenden Bandbreite und Energieleistung, sprich: Stromanschluss. Außerdem können Systeme aufgebaut werden, bei denen viele Low Power-Datensendungen auf einen Mobilfunkknoten konzentriert und dann gebündelt übertragen werden.

Beim Funkstandard für das beschriebene Bohrloch-Projekt fiel die Wahl auf Mioty, der als nächste Generation der LPWAN-Technologie gilt und bei dem das Erdölunternehmen einen der ersten Feldeinsätze bestreitet. Der vom Fraunhofer-Institut für integrierte Schaltsysteme entwickelte Mioty-Standard arbeitet mit dem Telegramm-Splitting-Verfahren, das eine stabile Datenübertragung mit kleiner Fehlerrate ermöglicht. Mioty ist zugleich extrem skalierbar. Netzwerke mit einer sehr großen Zahl von Endgeräten und nur einem Empfänger können ohne Qualitätsverlust betrieben werden.

Die Betreiberfirma der Ölförderanlagen hatte sich in erster Linie wegen der ausgeprägten Netzwerksstabilität für den neuen Low Power-Standard entschieden. Dieser sorgt für einen stetigen Datenfluss auf die Plattform, wo sich aus Messwerten, Geräteinformationen und Analysen ein komplexes Bild über den Ist-Zustand der Anlagen zusammenfügt und sich Trends ableiten lassen. Sämtliche Zustandsmeldungen können darüber hinaus über SMS oder E-Mail im Bereitschaftsfall auf ein Smartphone übertragen werden, um unmittel-

bar auf eine mögliche Störung reagieren zu können.

Datengestützte Anlagensteuerung

Über den Nachweis der Anlagensicherheit gegenüber Behörden und Kunden hinaus kann der Betreiber die Vorteile der IIoT-Lösung umfassend ausschöpfen. Auf Basis der Daten werden alle Abläufe bedarfsgerecht gesteuert, Vor-Ort-Kontrollen und andere Einsätze so auf ein notwendiges Mindestmaß beschränkt. Die Ölförderung richtet sich künftig an den aktuellen Bohrloch-Parametern aus, um Verluste durch einen ineffizienten Betrieb zu verhindern. In einer zweiten Stufe soll eine automatische Bohrloch-Abschaltung in das System integriert werden.

Die Plattform ermöglicht zudem eine zustandsbasierte Instandhaltung. Eine Wartung oder ein Gerätetausch erfolgt nicht mehr nach festgelegten Intervallen, sondern ausschließlich aufgrund datengestützter Entscheidungen. Dieses Vorgehen ist kostensparend und schließt Fehler weitestgehend aus.

Erweiterung des Geschäftsfelds

Eine digitale Infrastruktur mit offenen Standards muss nicht auf den firmeneigenen Nutzen beschränkt sein. Das Erdölunternehmen kann seine Plattform wegen der sehr hohen Skalierbarkeit von Mioty auch für externe Anwendungen zur Verfügung stellen, z.B. im Bereich der Land- und Forstwirtschaft oder bei kommunalen Einrichtungen.

Diese Geschäftsfelderweiterung kann sogar zu einer Änderung des Kerngeschäfts führen

– wenn aus dem Betreiber des Ölfelds nach Ende von dessen Laufzeit ein Anbieter von IIoT-Infrastruktur und entsprechenden Services wird.

Fazit

Angeht die zunehmende Prozessdigitalisierung im Rahmen des IIoT und der damit verknüpften datengestützten Verfahrensoptimierung haben Hersteller von Messtechnik die Weichen neu gestellt, hin zu smarten Produkten mit wahlweisem Funkmodul und Datenschnittstelle nach außen. Wika nimmt darüber hinaus auch mechanische Geräte mit auf den Weg in die digitale Zukunft, z.B. über eine Bilderkennungssoftware, durch eine Kombination von mechatronischen Geräten mit einem Funk-Gateway oder ein Manometer mit integriertem LoRa-Modul.

Der Autor

Roland Hart, Head of Corporate Infrastructure IT, Wika

alle Bilder © WIKA

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:

<https://doi.org/10.1002/citp.20200324>

Kontakt

Wika Alexander Wiegand SE & Co. KG, Klingenberg

Andrea Suhrcke · Tel.: +49 9372 132 8031
andrea.suhrcke@wika.com · www.wika.de

Hydromat jetzt in der 6. Generation

Der Hydromat war die erste Absperrklappe am deutschen Markt und steht auch heute in der sechsten technischen Generation für eine sichere Wasserversorgung. Entwickelt wurde die robuste Absperrklappe mit zentrisch gelagerter Klappenscheibe bereits im Jahr 1943 von Dipl.-Ing. Adolf Traut, dem damaligen Leiter des Rohrleitungs-Versorgungsnetzes der BASF in Ludwigshafen. Im Jahr 2019 setzte einer der weltweit größten Chemiekonzerne bei Köln im Rahmen eines Großprojektes auf den Einbau von mehr als 60 Hydromaten in Nennweiten von DN500 bis DN1600. Im Gegensatz zur exzentrischen Lagerung bei Exzenterklappen kann beim Hydromat durch die zentrische Lagerung der Klappenscheibe ein besonders massiver und robuster Dichtungswulst verbaut werden. Dieser extrem breite Abdichtring verfügt (über die gesamten Nennweiten DN150-DN2100) über sehr hohe Haltbarkeits- und Kraftreserven. Die schräggestellte Klappenscheibe in der Schließstellung bewirkt zudem mit zunehmender Drehbe-

wegung eine konzentrische Pressung des Gummikulstes und dichtet die Armatur kraftschlüssig ab. Selbst wenn in der Anfangsphase der Schließstellung noch Wasser durch die Absperrklappe fließt, kann durch einen höheren Kräfteintrag die Klappenscheibe stärker an die Gehäusewand gepresst werden und der Durchfluss wird gestoppt. Handels-



übliche Exzenterklappen stoppen bei 90° Klappenstellung durch einen mechanischen Endanschlag und können keinen Wasserfluss aufhalten, wenn in der Schließstellung keine vollständige Dichtheit erreicht wird. Exzenterklappen besitzen einen schmalen Dichtring, weisen somit frühere Verbrauchserscheinungen auf und müssen oft nach wenigen Jahren im Einsatz ausgewechselt werden. Der Hydromat garantiert selbst unter extremen Bedingungen Sicherheit und Stabilität und kommt überall dort zum Einsatz, wo eine Auswechslung des Dichtrings im Wasserversorgungsnetz oder der Industrieanlage mit großen Schwierigkeiten verbunden wäre.

Kontakt

Tröger & Entenmann Hydromaten KG

Tel.: +49 6221 8250
info@tue-hd.de
www.tue-hd.de



Stimmt der Druck im Tank?

Kompakte, hygienegerechte Systemlösung zur Druckregelung



Michael Wiedmann,
Bürkert Fluid
Control Systems

Wenn im Tank die Drucküberlagerung nicht stimmt, leidet die Prozesssicherheit. Lagern Flüssigkeiten in Tanks, so muss oftmals das verbleibende Volumen im freien Teil des Behälters präzise reguliert werden. Bürkert Fluid Control Systems hat deshalb mit dem Tank-Blanketing-System eine kompakte, hygienegerechte Systemlösung zur automatischen Druckregelung in Tanks entwickelt, die sehr schnell auf Änderungen von Temperatur und Füllmenge sowie auf chemische Prozesse reagiert.

Egal, ob Wasser mit Kohlensäure, Bier oder Impfstoffe hergestellt werden, die Drucküberlagerung in Tanks und Vorratsbehältern erfordert immer eine genaue Überwachung, denn sollte im freien Teil des Behälters der Gasdruck nicht stimmen, leidet die Prozesssicherheit. Fehler können die Qualität der oft wertvollen Produkte mindern, zu Ausschuss führen und damit hohe Kosten verursachen. Kompakte, hygienegerechte Systemlösungen zur Druckregelung sind deshalb das Mittel der Wahl, um die Prozesssicherheit zu erhöhen, z.B. bei Fermentationsprozessen, beim Abfüllen empfindlicher Medien unter Schutzgasatmosphäre oder bei der Lagerung von Wasser für Injektionslösungen (WFI).

Die Systeme zur Druckkontrolle in Tanks der Pharma-, Nahrungs- und Genussmittelindustrie bestehen in der Regel aus einer Kombination von Sensoren, Ventilen, Druckregler und Steuerung; sie sind üblicherweise also aus vie-

len Bestandteilen aufgebaut. Der Anwender bezieht die Komponenten meist von unterschiedlichen Herstellern und kombiniert seine Lösung vor Ort dann selbst. Das funktioniert natürlich, hat aber auch eine ganze Reihe von Nachteilen, die sich oft erst im praktischen Betrieb herausstellen. So ist ein reibungsloses Zusammenspiel der einzelnen Komponenten nicht unbedingt gewährleistet. Längere Signalverarbeitungszeiten können dann die Folge sein. Außerdem ist der Platzbedarf der einzelnen Komponenten oft recht groß, Druckluftverluste lassen sich meist nicht vermeiden, die Reinigbarkeit und die Sterilisation können Probleme machen.

Kompaktsystem aus einer Hand

Inzwischen gibt es eine praxisgerechte Alternative: Bürkert Fluid Control Systems hat eine kompakte, hygienegerechte Systemlösung zur Druckregelung in Tanks entwickelt, die sehr

schnell auf Änderungen von Temperatur und Füllmenge sowie auf chemische Reaktionen reagiert. Das Tank-Blanketing-System erhöht die Prozesssicherheit, empfindliche Medien lassen sich schützen oder Produktmengen präzise dosiert abfüllen. Dabei beansprucht die Kompaktlösung nur wenig Einbauplatz, die Komponenten sind perfekt aufeinander abgestimmt, das System ist validierbar, einfach nachzurüsten und überzeugt nicht zuletzt durch sein gutes Preis-/Leistungsverhältnis.

Das Drucküberlagerungssystem besteht aus zwei Faltenbalgventilen mit integriertem Prozessregler, einer internen Luftführung und einem Druckmessumformer. Der Faltenbalg aus PTFE garantiert eine saubere Medientrennung, ist FDA-zertifiziert und sterilisierbar. Der gemeinsame Edelstahl-Grundkörper des Systems ist in vertikaler Position restlos entleerbar und seine totraumarme Konstruktion machen

die Reinigung einfach. Die Reinigbarkeit wurde mit einem VDMA-Riboflavintest bestätigt. Unterschiedliche branchenübliche Anschlüsse sorgen für eine leichte Integration bzw. einfache Nachrüstung in den jeweiligen Prozess.

Automatische Druckregelung

Die Anwendungsmöglichkeiten der automatischen Druckregelung sind breit gefächert und reichen von Fermentationsprozessen über das Abfüllen empfindlicher Medien unter Schutzgasatmosphäre bis hin zur Lagerung und Förderung von Wasser für Injektionslösungen. Dabei ist die prinzipielle Funktionsweise immer gleich:

Wird ein Medium in einen Tank gefüllt, nimmt das verfügbare Volumen für das Schutzgas, z.B. Stickstoff, ab. Um die Drucküberlagerung konstant zu halten, also den durch den Anstieg des Mediumspegels im Tank ansteigenden Druck auszugleichen, findet zwischen den Proportionalventilen und dem darin verbauten Drucksensor ein Signalaustausch statt und der Entlastungsanschluss wird geöffnet, um den voreingestellten Überlagerungsdruck zu erreichen. Das zweite Ventil bleibt während dieser Funktion geschlossen. Wird dann das Medium aus dem Behälter entnommen, z.B. an Zapfstellen für WFI, nimmt das verfügbare Volumen für das Schutzgas zu. Um dann den voreingestellten Druck konstant zu halten und den Druckabfall durch das Absinken des Mediumspegels zu kompensieren, öffnet nun das zweite Proportionalventil für die Gasein-

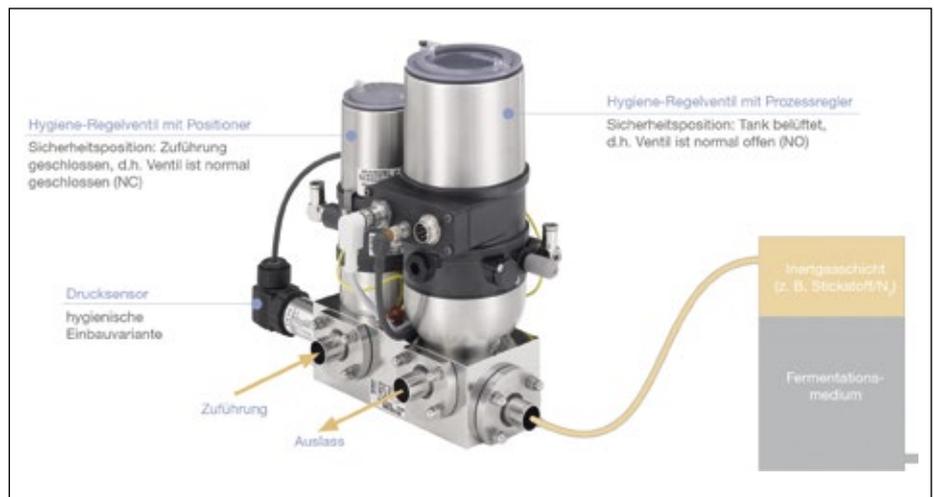


Abb. 2: Die kompakte, hygienegerechte Systemlösung zur Druckregelung in Tanks reagiert sehr schnell auf Änderungen von Temperatur und Füllmenge sowie auf chemische Reaktionen. Der Gasdruck wird präzise und prozesssicher geregelt und somit findet eine präzise Drucküberlagerung nicht nur bei Schutzgas-, sondern bei allen Druck- und Abfüllanwendungen statt.

speisung gemäß dem Drucksensorsignal. Das erste Ventil bleibt während dieser Funktion geschlossen. Auf diese Weise wird der Gasdruck präzise und prozesssicher geregelt und eine konstante Drucküberlagerung findet statt.

Der Autor

Michael Wiedmann, Produktmanager Membranventile, Bürkert Fluid Control Systems

alle Bilder © Bürkert

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:
<https://doi.org/10.1002/citp.202000325>

Kontakt

Bürkert Fluid Control Systems, Ingelfingen
 Michael Wiedmann · Tel.: +49 7940 100
 info@buerkert.de · www.buerkert.de
http://bit.ly/buerkert_Schutzgasueberlagerung

Optischer Sauerstoffsensoren mit Hart Schnittstelle

In dem neuen optischen Sauerstoff VisiTrace mA eine wurde zusätzlich zum 4-20 mA Ausgang eine Hart-Schnittstelle integriert. Dank Atex und IECEx Zertifizierungen kann dieser Sensor nun in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden. Der integrierte Mikro-Transmitter erlaubt auch der neuen Bluetooth 5 Schnittstelle die Kommunikation mit mobilen Endgeräten, die mit den Betriebssystemen Android oder iOS und der ArcAir App ausgerüstet sind. Mit dieser kann auf die Sensordaten und -konfiguration zugegriffen werden. Weiterhin lassen



sich damit Kalibrations- und Konfigurationsreports erstellen und als pdf versenden. Der Mikro-Transmitter speichert die Kalibrationsdaten im Sensorkopf, so dass der Sensor, nach der Kalibrierung im Labor, auf seinen Einsatz warten kann. Trotz des Messbereichs von 0-2000 ppb weist der Sensor eine hohe Prozess-Stabilität auf.

Kontakt

Hamilton Bonaduz AG
 Tel.: +41 58 610 10 10
 contact.pa.ch@hamilton.ch
 www.hamiltoncompany.com

Präzise Temperaturüberwachung in Anlagen und Rohrleitungen

Mit dem neuen Temperaturmessumformer / -schalter Gemü 3240 ist die exakte Temperaturüberwachung in Anlagen und Rohrleitungen jetzt in einem noch breiteren Messbereich möglich. Ab sofort ersetzt GEMÜ mit dem Temperaturmessumformer / -schalter Typ 3240 die bestehende Produktreihe Typ 3220. Die Messzellen des neuen Sensors kommen bei einer Messgenauig-



keit von 0,35 % FSO mit Medientemperaturen zwischen -40 °C und 150 °C und Betriebsdrücken von bis zu 160 bar zurecht. Für anspruchsvolle Säure-/Lauge-Anwendungen sind alle medienberührenden Teile mit PVDF-Ummantelung erhältlich. Über eine IO Link-Schnittstelle kann der Temperaturmessumformer / -schalter zentral zur Prozessautomatisierung und -überwachung eingesetzt werden. Das

bietet bspw. Vorteile bei der Anlagenvernetzung, da die Kompatibilität der Komponenten untereinander sowie die einfache Parametrierung und Datenübertragung damit gewährleistet sind.

Kontakt

Gemü Gebr. Müller Apparatebau GmbH & Co. KG
 Tel.: +49 7940 123 708
 ivona.meissner@gemu.de
 www.gemu-group.com

Korrosion vermeiden, bevor sie teuer wird

Einsatz von Simulation gegen Korrosionsprobleme

Hochgenaue 1D-, 2D- und 3D-Modelle tragen zum Verständnis von Korrosion und Korrosionsschutzprozessen bei. Dieser Beitrag veranschaulicht, wie solche Modelle zur Innovation und zur Optimierung von Bauteilen und Prozessen verwendet werden können, um Korrosion zu minimieren.



Ed Fontes,
Comsol



Bertil Nistad,
Comsol

Nahezu jede von Menschenhand geschaffene Struktur beinhaltet die Verwendung von Metallen, oft Nichteisenermetallen, die korrosionsanfällig sind. Die geschätzten weltweiten Kosten für korrosionsbedingte Schäden liegen bei etwa 2,5 Billionen Dollar. Ein geeigneter Korrosionsschutz könnte potenziell 15–55% der Kosten dieser Schäden einsparen. Das Verständnis von Korrosion und Korrosionsschutz kann hierzu einen Beitrag leisten.

Mathematische Modellierung und Simulationen sind sehr effiziente Werkzeuge zum Verständnis von Korrosion und Korrosionsschutz. Ein validiertes hochgenaues Modell, das auf der Thermodynamik und den kinetischen Eigenschaften eines Systems basiert, kann darüber hinaus auch für Vorhersagen verwendet werden, um die Intuition zu festigen und Innovationen zu fördern.

Korrosion modellieren

Heterogene chemische Reaktionen bilden die Grundlage für die Modellierung von Korrosionsprozessen. Oberflächenreaktionen, bei denen Korrosion auftritt, beinhalten eine Reduktions- und eine Oxidationsreaktion, bei der eine metallische Struktur mit einem Elektrolyten in Kontakt steht. Oxidation und Reduktion erfolgen dabei an zwei verschiedenen Stellen an der Oberfläche. Der Transport der Elektronen von der Oxidations- zur Reduktionsstelle erfolgt durch elektronische Leitung in der Metallstruktur. Der Kreislauf wird durch die elektroche-

mischen Reaktionen und den Stromtransport durch die Ionenleitung im Elektrolyten geschlossen. Die Oxidationsreaktionen finden an den anodischen Stellen statt, also dort, wohin die Anionen im Elektrolyten wandern. Die Reduktionsreaktionen finden an den kathodischen Stellen statt, also dort, wohin die Kationen im Elektrolyten wandern.

Das elektrische Potenzial und das Elektrolytpotenzial können in Ort und Zeit variieren, ebenso wie die Zusammensetzung des Elektrolyten. Ein hochpräzises Korrosions- bzw. Korrosionsschutzmodell muss die Zusammensetzung des Elektrolyten sowie die Potenzialverteilung im Metall und im Elektrolyten beschreiben können. Solche Modelle stellen den Fluss der geladenen Ionen im Elektrolyten, die Massenbilanz aller Spezies im Elektrolyten und die Elektroneutralität im Elektrolyten als Modellgleichungen dar. Die entsprechenden Ausdrücke für die elektrochemischen Reaktionen werden dann als Randbedingungen an den Metalloberflächen eingeführt (Abb. 1).

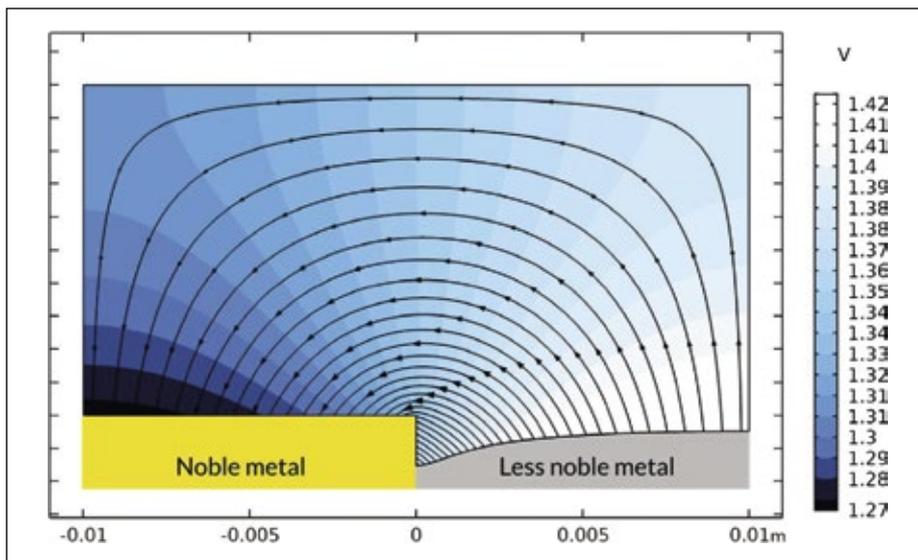


Abb. 1: Korrosion des unedleren Metalles in einer galvanischen Zelle nach 72 h.

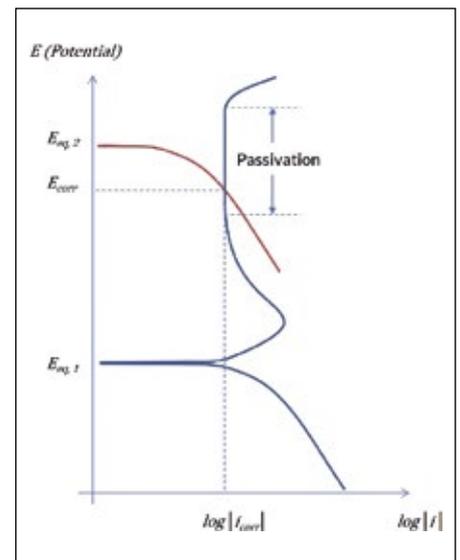


Abb. 2: Passivierungsfenster für anodischen Schutz

Anodischer Schutz

Oxidschichten, die durch eine kontrollierte Oxidation einer Metalloberfläche gebildet werden, können das Metall vor weiterer Korrosion schützen. Anodischer Schutz klingt fast wie ein Widerspruch, da sich eine als Anode arbeitende Metalloberfläche meist auflöst. Beim Anodenschutz wird die Oxidschicht jedoch durch das anodische Potenzial stabilisiert und es wird nur eine sehr geringe Korrosionsstromdichte erreicht. Diese sehr geringe Stromdichte trägt tatsächlich zur Stabilisierung der schützenden Oxidschicht bei. Der Anodenschutz ist nicht sehr verbreitet, wird aber für extrem saure Umgebungen eingesetzt, z.B. für phosphorsäurehaltige Edelstahlstahltanks und schwefelsäurehaltige Titanbehälter.

Die Modellierung des anodischen Schutzes ermöglicht es, die Potenzialverteilung auf der Oberfläche des zu schützenden Metalls zu untersuchen. Die Stromdichte an der Anode kann beim Passivierungsstrom (Randbedingung) konstant gehalten werden. Das Potenzial muss hoch genug sein, um im Passivierungsbereich zu liegen, aber die Variationen sollten klein genug sein, um die Reaktivierung zu vermeiden, die bei Potentialen über dem Passivierungsfenster auftritt (Abb. 2). Die Modellgleichungen sind denen des kathodischen Schutzes sehr ähnlich, wobei die Passivierung analog zur Sauerstoffreduktion behandelt wird.

Kathodischer Schutz

Die gebräuchlichste Methode zum aktiven Schutz einer Metalloberfläche ist die kathodische Polarisation. Das Potenzial der Oberfläche wird so weit gesenkt, dass die Sauerstoffreduktion die einzige Reaktion (oder zumindest die Hauptreaktion) ist, die auf der kathodischen Oberfläche stattfindet. Die Sauerstoffreduktion bewirkt eine alkalische Umgebung an der

geschützten Oberfläche und es kann sich eine Kalkschicht bilden. Diese Schicht schützt die Oberfläche zusätzlich und führt dazu, dass ein noch geringerer Schutzstrom benötigt wird.

Für den kathodischen Schutz gibt es grundsätzlich zwei verschiedene Verfahren: Kathodischer Schutz mit Opferanoden und aktiver kathodischer Korrosionsschutz mit Fremdstrom (Impressed Cathodic Current Protection, ICCP).

Die Modellierung des kathodischen Schutzes mit Opferanoden erfolgt mit dem Ziel, die Anoden so zu positionieren, dass sich die gesamte zu schützende Metalloberfläche innerhalb des möglichen Fensters zur Sauerstoffreduktion befindet. Die Randbedingung ist eine konstante Stromdichte an der Kathodenoberfläche. Die resultierende Potenzialverteilung sollte innerhalb des Sauerstoffreduktionsfensters liegen. Wenn nicht, dann müssen die Opferanoden neu positioniert werden. Die Risiken großer Schwankungen des elektrochemischen Potentials sind zweifach: Die Oberfläche kann dadurch mit unerwünschter Wasserstoffentwicklung übermäßig kathodisch polarisiert werden, oder die Oberfläche kann mit beschleunigter Korrosion ungeschützt sein. Die Entwicklung von Wasserstoff kann zur Wasserstoffversprödung von z.B. Stahlkonstruktionen führen.

Auch die Modellierung von ICCP ist der Modellierung von Systemen ohne externe Ströme sehr ähnlich. Der einzige Unterschied besteht darin, dass die Randbedingungen für das elektrische Potenzial unterschiedlich sind. Ein System ohne externe Ströme wird kurzgeschlossen, so dass das Potenzial an der Kontaktstelle zwischen den beiden Metallen identisch ist. Bei ICCP wird eine Potentialdifferenz durch das externe Netzteil bereitgestellt. Auch in diesem Fall muss die Positionierung der Anoden so er-

folgen, dass das kathodische Potenzial innerhalb des Sauerstoffreduktionsfensters liegt. Die Freiheit bei der Positionierung der Anoden ist jedoch größer. Darüber hinaus können andere Effekte wie Stromverbrauch und Überschutz an Bedeutung gewinnen.

Fazit

Modellierung und Simulation mit hochgenauen 1D-, 2D- und 3D-Modellen können zum Verständnis von Korrosion und Korrosionsschutzprozessen beitragen. Darüber hinaus kann dieses Verständnis genutzt werden, um Geräte und Schutzprozesse zur Korrosionsbekämpfung zu entwickeln. Der Vorteil von Modellierung und Simulation besteht darin, dass Verständnissgewinn, Design und Optimierung zu niedrigeren Kosten durchgeführt werden können, was im Vergleich zu rein empirisch basierten Designs sowie zu auf sehr vereinfachten Modellen basierenden Designs auch das Risiko für teure Neukonstruktionen und Reparaturen senkt.

Die Autoren

Ed Fontes, Chief Technology Officer, Comsol
Bertil Nistad, Technologiemanager, Comsol

alle Bilder © Comsol

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:
<https://doi.org/10.1002/citp.202000326>

Kontakt
Comsol Multiphysics GmbH, Göttingen
 Julia Fricke · Tel.: +49 551 997210
 julia.fricke@comsol.de · www.comsol.de

Erfolgsgeschichte des bruchfesten pH-Sensors

Ionenselektive Feldeffekttransistoren als biochemische bzw. biologische Sensoren feiern 50. Geburtstag

Dr. Martin
Freudenberger,
Endress+Hauser
Liquid Analysis



Die erste bedeutende Veröffentlichung zu ionenselektiven Feldeffekttransistoren (ISFET) kam von Piet Bergveld im Jahre 1970. Darin wird beschrieben, wie die Kombination des Prinzips eines MOS-Transistors und einer Glaselektrode zur Messung von Ionenaktivitäten in elektrochemischen oder biologischen Systemen eingesetzt werden kann. Damit wurde in der Folge u.a. eine Alternative zur herkömmlichen pH-Messung mit Glaselektroden gefunden.

Die Entwicklungen gingen in den nächsten Jahren in unterschiedliche Richtungen, eine davon war die pH-Messung. Angetrieben wurde diese Entwicklung durch die Aussicht, einen bruchfesten, glasfreien pH-Sensor bauen zu können, wie er speziell für Einsatzgebiete in der Lebensmittel- oder Life Sciences-Branche schon lange gefordert war. Denn in diesen hygienischen Prozessen führte Glasbruch von Standard-pH-Glas-Sensoren oft zum Verwerfen kompletter, teurer Herstellungschargen.

Die physikalischen Grundlagen

Die ISFETs beruhen physikalisch auf einer MOS-Transistoranordnung (MOS = metal-oxide-semiconductor), bei der das metallische Gate als Steuerelektrode durch ein amphoteres Metalloxid (z.B. Al_2O_3) oder Si_3N_4 ersetzt wird. Das Medium berührt diese amphotere Schicht. Hydronium- oder Hydroxidionen aus dem Medium lagern sich reversibel und in ihrem Verhältnis dem pH-Wert entsprechend an der Oberfläche an und bewirken dort eine Oberflächenladung. Diese erzeugt eine Nernst-Spannung, ist dadurch ein Maß für den pH-Wert und bewirkt eine Spiegelladung auf der anderen Seite des Isolators, wodurch der Bereich zwischen Source und Drain leitfähig wird (Abb. 1). Diese Leitfähigkeit ist proportional zum pH-Wert des Mediums und wird durch die Elektronik des Messumformers ausgewertet. Als Re-

ferenz dient beim ISFET die klassische Ag/AgCl Referenz in 3 M KCl.

Die ersten ISFET Sensoren waren noch keineswegs zur Steuerung industrieller Prozesse tauglich. Ein Problem dabei war die prozesstaugliche Verkapselung des Sensorchips. Jedoch waren die Eigenschaften der Sensoren, wie kleine Abmessungen, ebene Oberfläche und kratzefeste mechanische Stabilität so vielversprechend, dass die Produktentwicklung vorangetrieben wurde. Erst Mitte der 90er Jahre kam der erste kommerziell erhältliche, prozesstaugliche ISFET von einem amerikanischen Hersteller auf den Markt.

Entwicklung eines ISFET-pH-Sensors

Endress+Hauser war damals zwar schon ein bedeutender Hersteller von pH-Messtechnik, aber im Bereich ISFET noch nicht aktiv. In Zu-

sammenarbeit mit dem Fraunhofer IPMS Institut wurde 1996 ein Forschungsprojekt zur Entwicklung eines ISFET-pH-Sensors gestartet. Dabei war es unter anderem notwendig, einen komplett neuen Messumformer zu entwickeln. Ein wichtiges Ziel des Projekts war, die Anforderungen speziell der Lebensmittel-Industrie zu erfüllen. Im Rahmen der Forschungsarbeiten erwies sich ein neues Gate-Material, Ta_2O_5 , als Spezifikationsfortschritt. Langzeitstabilität und Lebensdauer wurden mit diesem neuen Gate-Material stark verbessert und es ergab sich eine sehr hohe Stabilität bei Dampfsterilisationen. Die Forschungen zeigten außerdem, dass ISFETs im Gegensatz zu Glaselektroden auch bei niedrigen Temperaturen eine sehr schnelle Ansprechzeit haben, da der Messeffekt nicht wie bei Glaselektroden auf Ladungstransport, sondern auf einem potenzialbildenden Feldeffekt beruht, der nur an sehr dünnen Schichten auftreten kann. Darüber hinaus eignen sich ISFET-pH-Sensoren sehr gut für Prozesse mit höherem Anteil an organischer Chemie, wo klassische pH Glas Sensoren wegen Austrocknung der pH-empfindlichen Quellschicht nur begrenzt einsatzfähig sind.

◀ Abb. 1: Die neue ISFET-Generation: vergrößerte Chipfläche und ebene Einbettung des Chipgates reduzieren Verschmutzungsgefahr und verbessern die Reinigbarkeit



Im Jahr 2002 wurden die ersten pH-ISFET-Sensoren von Endress+Hauser in den Markt eingeführt. Zu Beginn ein hygienischer Sensor, CPS471, mit gelgefüllter Referenz und Keramikdiaphragma. Die starke Nachfrage erforderte die Entwicklung und Markteinführung von ISFET-Sensoren mit Flüssig-KCl-Referenz (CPS441) und gelgefüllter Referenz mit offener Überführung (CPS491). Alle diese Sensoren waren noch mit analoger Messtechnik ausgestattet. Der nächste Innovationschritt war die Einführung der digitalen Memosens-Technologie im Jahr 2004. Damals zuerst für pH-Glas-Sensoren. Es folgte der Parameter Redox und im Jahr 2006 dann die ISFET Sensoren als CPS471D, 441D und 491D.

Schwachpunkt der ersten ISFET Generation

Dank ihrer oben genannten Eigenschaften etablierten sich die pH-ISFET-Sensoren schnell in den Schlüsselindustrien Lebensmittel & Getränke, Life Sciences und Chemie. Jedoch wies diese erste Generation noch einen Schwachpunkt auf, der den Einsatz in der Lebensmittel- & Getränkebranche zumindest erschwerte. Der hier übliche Reinigungsprozess (cleaning in place) wird mit heißer Natronlauge, bis zu 85 °C, 2 % NaOH, durchgeführt. Keines der bis dahin benutzten Gate Materialien war hier langzeitstabil, so dass ISFET-Sensoren nach wenigen alkalischen Reinigungszyklen bereits unbrauchbar waren. Die übliche Lösung des Problems war die Nutzung einer Wechsellarmatur, die den Sensor während der alkalischen Reinigung aus dem Prozess nimmt, in der Armatur einer sauren Reinigung unterzieht und den Sensor danach wieder in den Prozess einführt. Dieses Prozedere ist zwar etwas umständlich, aber der Vorteil der Bruchfestigkeit hat hier überwogen.

Trotzdem war das der Auslöser ein verbessertes, alkalistabileres Gate-Material zu entwickeln. Auch dieses Projekt wurde in Zusammenarbeit von Endress+Hauser und dem Fraunhofer IPMS Institut durchgeführt. Im Laufe dieses Projektes zeigte sich, dass die Neuentwicklung hauptsächlich Materialwissenschaft und nicht so sehr Halbleitertechnologie ist. Es wurden unterschiedliche Oxide von Übergangsmetallen, auch Mehrschichtsysteme, getestet und wegen nicht ausreichender Eigenschaften nicht in Betracht gezogen. Am Ende der der Entwicklung erwies sich eine Ta₂O₅-Doppelschicht als die praktikabelste und beste Lösung, wobei die beiden Schichten unterschiedlich auf das Gate aufgebracht werden.

Stabilität der neuen Generation um den Faktor 6 verbessert

Das Ergebnis dieser Entwicklung ist die neue ISFET-Generation, die Endress+Hauser im Jahr

2019 ausschließlich mit Memosens Technologie auf den Markt gebracht hat. Die neuen ISFET-Sensoren CPS47D, 77D und 97D mit den drei bewährten Referenzsystemen lösen die bisherige Generation vollständig ab.

Durch ihr neues Gate-Material konnte die CIP-Stabilität dieser Sensoren um den Faktor 6 verbessert werden. Weiterhin wurde durch die Vergrößerung der Chipoberflächen und die ebene Einbettung des Chipgates in die PEEK-Oberfläche die Verschmutzungsgefahr der Sensoren verringert und die Reinigbarkeit stark verbessert. So erfüllen die für hygienische Anforderungen spezifizierten CPS77D und CPS47D alle wesentlichen geforderten Regularien und Konformitäten, wie USP 87, USP 88 class VI, USP 381, USP 661, 3-A, EHEDG, EU 1935/2004, FDA, TSE Compliance und RoHS.

Während der Entwicklungsphase gab es darüber hinaus Fortschritte bei der Fertigung der Keramikdiaphragmen. Endress+Hauser hat inzwischen das Know-how, Keramikdiaphragmen in hervorragender, reproduzierbarer Qualität selbst herzustellen. Davon profitieren alle pH-Sensoren, die solche Referenzsysteme nutzen.

Ein wichtiger Aspekt bei der Markteinführung war die Rückwärtskompatibilität. Kunden, die vom bisherigen ISFET mit Memosens-Technologie auf den neuen Memosens ISFET umsteigen, müssen keine Veränderungen am Messumformer vornehmen. Sowohl die Hard- als auch die Software arbeiten sofort mit dem Neuprodukt.

Die ISFET Technologie wird auch zukünftig weiterentwickelt werden. Potenzial liegt immer noch in der Verbesserung der CIP-Beständigkeit. Auch eine Alternative zur klassischen Ag/AgCl-Referenz könnte in der Zukunft auf FET-Basis gelingen, als Referenz-Feldeffekttransistor (REFET).

Der Autor

Dr. Martin Freudenberger,
Produktmanager pH und Redox,
Endress+Hauser Liquid Analysis

alle Bilder © Endress+Hauser

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:
<https://doi.org/10.1002/citp.202000327>

Kontakt

Endress+Hauser Messtechnik GmbH+Co. KG
Tel.: +49 7621 975 01 info.de.sc@endress.com
www.de.endress.com/cps77d

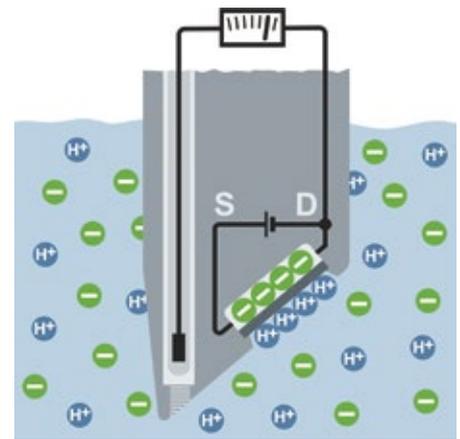


Abb. 2: ISFET-Prinzip: Der Strom zwischen „Source“ und „Drain“ des Halbleiterelements ist abhängig von der Ladung an der „Source“ und damit direkt vom pH-Wert



Abb. 3: Die neue Generation der ISFET-Sensoren (von oben nach unten):
Memosens CPS47D mit Keramikdiaphragma und Flüssig-KCl-Referenz
Memosens CPS97D mit Lochdiaphragma und gelgefüllter Referenz
Memosens CPS77D mit Keramikdiaphragma und gelgefüllter Referenz



Abb. 4: Glasfreie ISFET-pH-Sensoren eignen sich hervorragend für die Lebensmittelindustrie



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>



Flowserve Flow Control GmbH
Rudolf-Plank-Str. 2
76275 Ettlingen
Tel.: 07243/103 0
Fax: 07243/103 222
E-Mail: argus@flowserve.com
<http://www.flowserve.com>

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



Ventile



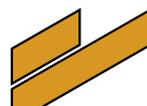
**GEMÜ Gebr. Müller
Apparatebau GmbH & Co. KG**
Fritz-Müller-Straße 6-8
D-74653 Ingelfingen
Tel.: +49 (0) 79 40 / 123 0
E-Mail: info@gemu.de
<http://www.gemu-group.com>

Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung



Ingenieurbüros

Biotechnologie



**VOGELBUSCH
Biocommodities**
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

ProNinent 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-Kaldenkirchen
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-Kaldenkirchen
Tel.: +49 (0) 2157 / 8 95 79 91
www.alino-is.de · mail@alino-is.de

Vibrationstechnik



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

Zentrifugen



Flottweg SE
 Industriestraße 6 - 8
 84137 Vilsbiburg
 Deutschland (Germany)
 Tel.: +49 8741 301 - 0
 Fax +49 8741 301 - 300
 mail@flottweg.com

Leitfähigkeitsmessung in Flüssigkeiten



Hamilton Bonaduz AG
 Via Crusch 8
 CH-7402 Bonaduz
 Tel.: 0041/58 610 1010 Fax: 610 0010
 contact.pa.ch@hamilton.ch
 www.hamiltoncompany.com

Ventile



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

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

Wasseranalytik



Hamilton Bonaduz AG
 Via Crusch 8
 CH-7402 Bonaduz
 Tel.: 0041/58 610 1010 Fax: 610 0010
 contact.pa.ch@hamilton.ch
 www.hamiltoncompany.com

Messtechnik

Aerosol- und Partikelmesstechnik



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

Verdampfer



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

pH-Messung



Hamilton Bonaduz AG
 Via Crusch 8
 CH-7402 Bonaduz
 Tel.: 0041/58 610 1010 Fax: 610 0010
 contact.pa.ch@hamilton.ch
 www.hamiltoncompany.com

Thermische Verfahrenstechnik

Abluftreinigungsanlagen



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

Durchflussmessung



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

Sauerstoffmessung in Flüssigkeiten



Hamilton Bonaduz AG
 Via Crusch 8
 CH-7402 Bonaduz
 Tel.: 0041/58 610 1010 Fax: 610 0010
 contact.pa.ch@hamilton.ch
 www.hamiltoncompany.com



Wärmekammern



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



So wird digital wunderbar

Die Frage, die viele Unternehmer umtreibt, ist: Wo und wie beginnt man die Digitalisierung? Dieses Buch bietet als Erstes einen konkreten Leitfaden zur digitalen Transformation von Unternehmen.

DER AUTOR

Ömer Atiker ist Experte für digitale Strategie: Er hält Vorträge und Keynotes und berät Firmen bei der Entwicklung ihrer eigenen Strategie und beim Umgang mit der Digitalisierung. Geboren 1969 schlägt er die Brücke zwischen etablierten Führungskräften und digitalem Nachwuchs.

Ömer Atiker

In einem Jahr digital

Das Praxishandbuch für die digitale Transformation Ihres Unternehmens

2017. 280 Seiten. Gebunden.
 € 24,99
 ISBN 978-3-527-50907-2

WILEY-VCH

AiF Otto von Guericke	12	FDBR	8	Krohne Messtechnik	9	Retsch	12
Alino	49	Flottweg	50	KSB	49	RKR Gebläse und Verdichter	20
Amandus Kahl	24	Flowserve Flow Control	37, 49	Lewa	12	Seipenbusch particle engineering	50
Amixon	25	Fluidon Gesellschaft für Fluidtechnik	30	Leybold	33	Sigfox	27
Atlas Copco Kompressoren u. Drucklufttechnik	29	Flux-Geräte	29	Lutz-Pumpen	49	SimPlan	13
AZO	Titelseite, 14	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)	8	Magdalena Kitzmann	11	T.A. Cook & Partner Consultants	8
Beinlich Pumpen	49	Gemü	44, 49, 50	Maschinenfabrik G. Eirich	22	TH Nürnberg	10
Boge Kompressoren Otto Boge	28	Gericke Holding	27	Meorga	8, 13	Tröger & Entenmann Hydromaten	42
Bühler Technologies	26	GIG Karasek	49	Messe München	11	TU Berlin	10
Bürkert	43	Goudsmit Magnetics Systems	49	Müller Quadax	38	TU Dortmund	10
Business Angels	11	Grundfos	9	Netter Vibration	49	TU Dresden	10
Comsol Multiphysics	7, 8, 45	Forschungs-Gesellschaft Verfahrenstechnik (GVT)	8	Netzsch Pumpen & Systeme	9	ULT	34
Dechema	9, 11	Hamilton Bonaduz	44, 50	nsb gas processing	50	Universität Wuppertal	10
Dekra	8	Haus der Technik	8	O-Ring Prüflabor Richter	35	Untitled exhibitions	12
Denios	8	Helling	49	Palas	50	VDI Wissensforum	8
Easyfairs Deutschland	12, Beilage	High-Tech Gründerfonds Management	11	Pepperl+Fuchs	26	Vega Grieshaber	8
Edwards	29	Horst Weyer & Partner	17	Proceng Moser	49	Venjakob	50
EGE-Elektronik Spezial-Sensoren	19	Hosokawa Alpine	12	Profibus - Nutzerorganisation	11, 8	Verein Deutscher Ingenieure (VDI)	6
Endress+Hauser Messtechnik	11, 13, 47	Igus	12	Prominent Dosiertechnik	49	Vogelbusch	49
Engie Refrigeration	34	Isgatec	35	Pumpen Center Wiesbaden	49	Wika Alexander Wiegand	40
Envirotec	50	Jessberger	49	R.Stahl HMI Systems	8	Will & Hahnenstein	50
EVT Eye Vision Technology	39	Kistler Instrumente	8	RCT Reichelt Chemietechnik	3, 5, Beilage	Witte	49
				Rembe Safety + Control	3, 13	WK Wärmetechnische Anlagen-, Kessel- und Apparatebau	50

Impressum

Herausgeber

GDCh, Dechema e. V., VDI-GVC

Verlag

Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA
 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

Chefredakteur

Wolfgang Sieß
 Tel.: 06201/606-768
 wolfgang.sieess@wiley.com

Redaktion

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

Dr. Volker Oestreich
 voe-consulting@web.de

Redaktionsassistentin

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

Fachbeirat

Prof. Dr. techn. Hans-Jörg Bart,
 TU Kaiserslautern
Dr. Jürgen S. Kussi,
 Bayer, Leverkusen
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Peukert,
 Universität Erlangen-Nürnberg
Prof. Dr. Thomas Hirth,
 Karlsruhe Institute of Technology (KIT),
 Karlsruhe
Prof. Dr. Ferdi Schüth, Max-Planck-Institut
 für Kohlenforschung, Mülheim
Prof. Dr. Roland Ulber, TU Kaiserslautern
Dipl.-Ing. Eva-Maria Maus,
 VTU Engineering Schweiz, Muttanz/CH
Dr.-Ing. Martin Schmitz-Niederau,
 Uhde, Dortmund
Dr. Hans-Erich Gasche,
 Bayer Technology Services, Leverkusen

Erscheinungsweise 2020

10 Ausgaben im Jahr
 Druckauflage 20.000
 (IVW Auflagenmeldung
 Q4 2019: 19.963 tvA)



Bezugspreise Jahres-Abonnement 2020

10 Ausgaben 225 €, 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@vuserice.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 Verlag GmbH & Co. KGaA
 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 Horn (Anzeigen)
 Elli Palzer (Litho)
 Andreas Kettenbach (Layout)

Anzeigen

Zurzeit gilt die Anzeigenpreisliste
 vom 1. Oktober 2019

Roland Thomé (Leitung)
 Tel.: 06201/606-757
 roland.thome@wiley.com

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

Marion Schulz
 Tel.: 06201/606-565
 marion.schulz@wiley.com

Sonderdrucke

Bei Interesse an Sonderdrucken,
 wenden Sie sich bitte an Corina Matz,
 cmatz@wiley.com oder

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

pva, Druck- und Medien, Landau
 Printed in Germany | ISSN 1436-2597



Projekt DEAL

Open Access
für Autoren
leicht gemacht

Korrespondenzautoren, angestellt an einer vom DEAL-Vertrag erfassten Institution, können Primärforschungs- und Übersichtsartikel Open Access (OA) in Wiley/Wiley-VCH-Zeitschriften veröffentlichen

Diese Beiträge werden weltweit kostenlos zugänglich sein!

Die Fonds zur Finanzierung der Veröffentlichung in Gold-OA-Zeitschriften, wie z.B. *ChemistryOpen*, sind bereits eingerichtet.

Für alle Wiley/Wiley-VCH-Hybrid-Zeitschriften, wie die *Angewandte Chemie*, gilt der DEAL-Vertrag für Beiträge, die ab 1. Juli 2019 akzeptiert werden.

Weitere Informationen
sowie die Institutionen
finden Sie unter:
bit.ly/DEALAuthor

GDCh

Publizieren Sie in Ihren
Fachzeitschriften der GDCh
und stärken Sie damit
Ihre Gesellschaft!

Die Redaktionen freuen sich auf
Ihren nächsten Beitrag.

... und viele weitere

WILEY

WILEY-VCH