



CITplus, das Magazin für die Mitglieder von ProcessNet, wird herausgegeben von GDCh, Dechema und VDI-GVC

Schutzkonzepte für Batteriespeichersysteme

Brand- und Explosionsschutz von Lithiumionen-Batteriespeichersystemen

- 10** Der Human Factor bei der Anlagensicherheit

- 18** Staubexplosionen verhindern

- 22** Mehr Kraft und Ausdauer mit Exoskeletten

- 26** O-Ringe unter der Lupe

- 30** OQ Chemicals ersetzt Turbokompressoren

- 36** Berührungslose Labyrinthdichtungen in rotierenden Anlagen

- 42** Durchflussmessung von Dampf beim Partikelschäumen

- 46** Produktforum Automatisierung – Neuheiten 2021



Verfahrenstechnik
auf einem neuen Level?
It takes
#HumanChemistry

Wir suchen kreative Ingenieurinnen und Ingenieure, die mit uns gemeinsam neue Wege gehen wollen – mit Fachwissen, Unternehmertum und Kreativität für innovative Lösungen. Informieren Sie sich unter:

evonik.de/karriere



 **EVONIK**
Leading Beyond Chemistry

Gefühlte Sicherheit

Ach, das war doch ein – vergleichsweise – erholsamer Sommer, oder? Masken nur noch beim Einkaufen, Feste und Treffen mit Freunden, ja sogar Urlaub war möglich und Veranstaltungen fanden unter Einhaltung der AHA-Regeln statt. Die meisten von uns fühlten sich sicher und waren auch froh darüber, dass „Corona“



Etwina Gandert
Chefredakteurin

nicht in jedem zweiten Gespräch Thema war. Eine gefühlte Sicherheit, in der sich viele wiegen und in der einige das Impfen sowie die Folgen des Nicht-Impfens in der kälteren Jahreszeit ignorierten. Das Phänomen der „gefühlten Sicherheit“ wurde bereits im Mai 2020 vom Bundesamt für Risikobewertung (BfR) festgestellt und im Juni 2021 erneut als Ergebnis des BfR-Corona-Monitors veröffentlicht: „Wie die Ergebnisse der 37. Ausgabe des BfR-Corona-Monitors zeigen, denkt die Mehrheit der Bevölkerung in Deutschland, dass sie ihr Ansteckungsrisiko gut kontrollieren kann.“ Und nun? Es ist Winter und wir haben keine Kontrolle mehr. Messen und Konferenzen wurden im November abgesagt und sogar die erste Terminverschiebung wie die des 31. Internationalen Kolloquiums Kunststofftechnik vom Institut für Kunststofftechnik in Aachen, das vom März in den Spätsommer verschoben wird, erreicht mich.

Die gefühlte Sicherheit war trügerisch und wird abgelöst von Gefühlen wie Sorge oder Angst. Jetzt erleben wir einen bekannten Experten wie Lothar Wieler, Chef des Robert-Koch-Instituts, der nicht mehr nur mit Fakten argumentiert, sondern emotional vor einer 5. Welle warnt und der klar sagt, dass in der jetzigen Situation das Kind in den Brunnen gefallen sei.

Das ist so eine Sache mit dem Gefühl. Während unser limbisches System – zuständig für Emotionen – nicht in der Lage ist, komplexe Sachverhalte zu verarbeiten, sondern dies der Großhirnrinde – Basis für Verstand und Denken – überlässt, ist es jedoch letztlich dafür ausschlaggebend, welche

Entscheidung der Mensch fällt.^[1]

Und wenn man unter Stress steht? Dann ist es umso wichtiger, dass Entscheidungen tatsächlich auf der Basis von Wissen, Kenntnissen und Vernunft basieren und nicht nur „der Bauch“ entscheidet. Welche Bedeutung das für Anlagenverantwortliche in der

Chemieindustrie hat, durften die Teilnehmer des Dechema-Seminars „Prozesssicherheit: Praktische Betriebs- und Führungswerkzeuge zur Störfallvermeidung“ erfahren. In dem Online-Kurs ging es einerseits um die technischen Aspekte zur Vermeidung von Gefahrenlagen und Unfällen, aber auch darum, was der Mensch selbst und seine Kommunikation dazu beitragen können. Technische, automatisierte Lösungen für Sicherheit und Explosionsschutz wie wir sie in dieser Ausgabe und in der Titelstory vorstellen, sind die eine Seite. Der Mensch, der die Anlagen bedient, überwacht und wartet, die andere.

Im Alltag und im Grenzfall kommt es auch auf die persönliche Entscheidung an, die nicht nur aus dem Bauch heraus, sondern ausgewogen zwischen Gefühl und Verstand zu fällen ist.

Auch wenn es die Nachrichtenlage derzeit schwer macht, wünsche ich Ihnen frei nach Christian Morgenstern „Morgensonne im Winter“, eine erholsame Pause während der Feiertage, Gesundheit und ein gutes Gefühl mit Familie und Freunden, vielleicht mit einem guten Essen und einem guten Wein – auf jeden Fall mit Zuversicht für das neue Jahr.

Herzlichst,
Ihre Etwina Gandert

etwina.gandert@wiley.com



Safety is for life.™

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



Ihr Spezialist für
EXPLOSIONSSCHUTZ
und
DRUCKENTLASTUNG

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 **Schutzkonzepte für Batteriespeichersysteme
Brand- und Explosionsschutz von Lithiumionen-Batteriespeichersystemen**

Lithiumionen-Akkumulatoren – auch als Lithiumionen-Batterien bezeichnet – sind aus unserem täglichen Leben nicht mehr wegzudenken. Sie bewähren sich seit vielen Jahren aufgrund ihres hohen Wirkungsgrads als wiederaufladbare Speicher in Kleingeräten wie z. B. Handys, Notebooks, Kameras, Werkzeugen und dem Modellbau. Inzwischen haben Lithiumionen-Batterien ihren Siegeszug auch auf Elektroautos, Fahrräder, Flurförderfahrzeuge und Batteriespeichersysteme (BESS = Battery Energy Storage Systems) ausgedehnt.

REMBE GmbH Safety + Control, Brilon
Tel.: +49 2961 7405 0
hello@rembe.de · www.rembe.de

KOMPAKT

- 6 **Termine**
- 6 **Forschung + Entwicklung**
- 8 **Wirtschaft + Produktion**

REPORT

- 10 **Der Human Factor bei der Anlagensicherheit**
Dechema-Seminar: Prozesssicherheit – Praktische Betriebs- und Führungswerkzeuge zur Störfallvermeidung
E. Gandert, Chefredakteurin CITplus

TITELSTORY

- 14 **Schutzkonzepte für Batteriespeichersysteme**
Brand- und Explosionsschutz von Lithiumionen-Batteriespeichersystemen
C. Saling, A. Kemmling, Rembe Safety + Control

SONDERTEIL
SIL | ATEX | EX-SCHUTZ

- 18 **Staubexplosionen verhindern**
Best Practice Erdung von Lkw in Staub-Ex-Atmosphären auf Basis der TRGS 727
K. Schlüter, H. Timm Elektronik

- 20 **Praxisorientierte Explosionsschutzexpertise**
Brennbare Flüssigkeiten in Arbeitsräumen
Asecos

Sonderteil
SIL | ATEX
EX-Schutz

18



Willkommen im Wissenszeitalter

Wiley pflegt seine 200-jährige Tradition durch Partnerschaften mit Universitäten, Unternehmen, Forschungs-einrichtungen, 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

BETRIEBSTECHNIK I SICHERHEIT

- 21 Vier Mini-Tore für Kate**
Autonome Transporteinheiten ohne Hindernisse unterwegs
Efaflex
- 22 Mehr Kraft, Ausdauer und Sicherheit**
Exoskelette können Gesundheits- und Unfallrisiken in der Chemieindustrie reduzieren und zugleich die Arbeitsleistung verbessern
S. Rössing, Ottobock
- 25 Kolonnenfüllkörper reinigen**
Lobbe wäscht Edelstahlfüllkörper aus einer petrochemischen Anlage der BASF
S. Günther, Lobbe

ANLAGEN I APPARATE I KOMPONENTEN

- 26 O-Ringe unter der Lupe**
Systematische Analyse von Schäden an Elastomerdichtungen
M. Krüger, C. Otto Gehrkens
- 29 Produkt**
von Jessberger

PUMPEN I KOMPRESSOREN I DRUCKLUFTTECHNIK

- 30 Fast 1.450 t weniger CO₂-Ausstoß pro Jahr**
Chemiekonzern ersetzt 50 Jahre alte Turbokompressoren durch effizientere Maschinen von Atlas Copco
T. Preuß, Journalist für Atlas Copco
- 34 Druckluft sicher nutzen**
Energie und Kosten sparen
N. Lorenz, VTH Verband Technischer Handel
- 36 Verschleißfrei dicht dank Fliehkraft**
Berührungslose Labyrinthdichtungen schützen rotierende Anlagen zuverlässig vor Staub und Flüssigkeiten
S. Walz, technische Redakteurin für KTN Kugellagertechnik Neely
- 38 Pumpenüberwachung in Echtzeit**
Präzisionsdosierpumpen für herausfordernde Prozesse
C. Bonafede, Maag Italy
- 40 Trockene Druckluft mit hohen Volumenströmen**
Wartungsfreundliche und energieeffiziente wärmeregenerierende Adsorptionstrockner
I. Rockmann, Boge Kompressoren

MESS-, STEUER-, REGEL-, AUTOMATISIERUNGSTECHNIK

- 41 Datensicherheit beginnt beim Kabel**
Instrumentationskabel und Ausgleichsleitungen für anspruchsvolle Anwendungen
Helukabel
- 42 Schall und Schaum**
Hochdynamische Ultraschall-Durchflussmessung von Satteldampf beim Aufschäumen von Partikelschaumstoffen
J. Sacher, Flexim
- 44 Partikelgrößen inline messen**
Walzenpresse mit PAT-Interface überwacht Partikelgröße von kontinuierlich produziertem Granulat in Echtzeit
P. Schäble für Parsum, Alexanderwerk
- 46, 47, 48**
Produktforum Automatisierung
Produkte von ABB, Aceeed, Baumüller, Beckhoff, Endress+Hauser, Hans Turck, Jumo, Ppferl+Fuchs, Phoenix, Rittal und Sick
- 49 Bezugsquellenverzeichnis**
- 51 Index I 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).

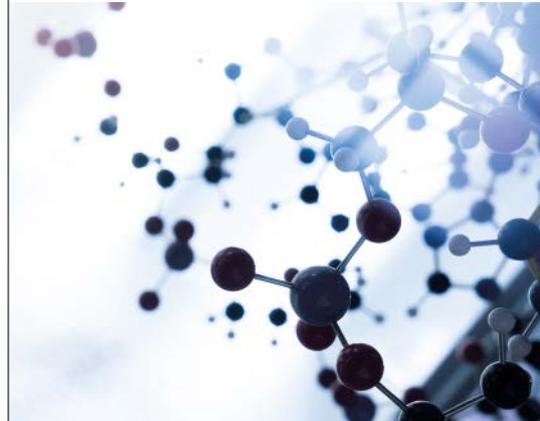
In einem Webbrowser kann ein Beitrag in WOL aufgerufen werden durch Eingabe einer Adresse, die sich aus dem DOI-Resolver <https://doi.org/> und dem jeweiligen DOI zusammensetzt. Dieser beginnt immer mit 10. gefolgt von einer Ziffer, die eindeutig einem Verlag zugewiesen ist. Im Falle von Wiley-VCH bzw. 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.202100000>

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

Für größtmögliche Flexibilität



NETZSCH Verdrängerpumpen in der Prozessindustrie

Als bessere Alternative: NEMO® Exzenterschneckenpumpen und TORNADO® Drehkolbenpumpen optimal einsetzbar durch flexible Materialauswahl und kundenspezifische Pumpenauslegung.

- Produktschonung durch pulsationssarme Förderung
- Hohe Produktionskapazität durch große Fördermengen
- Größere Wirtschaftlichkeit durch geringen Energiebedarf
- Flexibilität durch Integration in bestehende Rohrleitungssysteme

Wir beraten Sie gerne!

NETZSCH

NETZSCH Pumpen & Systeme GmbH
Geschäftsfeld Chemie & Papier
Tel.: +49 8638 63-1020
info.nps@netzsch.com
www.netzsch.com



Januar 2022

| | | | |
|--|--------------|----------------|--|
| Arbeitsschutz im Labor | 18.–19. Jan. | online | Dechema, kurse@dechema.de, www.dechema-dfi.de |
| Internationale Fachtagung Schaumkunststoffe und Polyurethane | 26.–27. Jan. | Dortmund | Fachverband Schaumkunststoffe und Polyurethane, fsk@fsk-vsv.de, www.fsk-vsv.de |
| TAR 2022 | 26.–27. Jan. | Potsdam/hybrid | T.A. Cook & Partner Consultants, service@tacook.com, www.tacook.com |

Februar 2022

| | | | |
|---|--------------|---------------------------|--|
| LP-Intensivtraining mit QS-Übungsaufgaben: Methodenvalidierung und Gerätequalifizierung unter GLP (Gute Laborpraxis) – mit Praxisteil | 7.–9. Feb. | online | GDCh, fb@gdch.de, www.gdch.de |
| Sicherheit chemischer Reaktionen | 7.–9. Feb. | Frankfurt/Main | Dechema, kurse@dechema.de, www.dechema-dfi.de |
| Präsenzkurs: Kolloidale Nanomaterialien | 14.–16. Feb. | Aachen | GDCh, fb@gdch.de, www.gdch.de |
| Instandhaltungstage 2022 | 15.–16. Feb. | Berlin | Arbeitskreis Instandhaltung Nord, www.arbeitskreis-instandhaltung.de |
| Scale-Up | 16.–17. Feb. | online | Dechema, kurse@dechema.de, www.dechema-dfi.de |
| Solids | 16.–17. Feb. | Dortmund | Easyfairs Deutschland, solids@easyfairs.com, www.easyfairs.com |
| Pumps & Valves | 16.–17. Feb. | Dortmund | Easyfairs Deutschland, solids@easyfairs.com, www.easyfairs.com |
| Die Qualitätssysteme GMP (Gute Herstellungspraxis) und GLP (Gute Laborpraxis) im Überblick – Ein Leitfaden der Guten Praxis | 17. Feb. | Frankfurt/Main und online | GDCh, fb@gdch.de, www.gdch.de |
| Maßstabsvergrößerung katalytischer Reaktoren | 22.–23. Feb. | online | Dechema, kurse@dechema.de, www.dechema-dfi.de |

März 2022

| | | | |
|------------------------|----------------------------------|-----------|---|
| NMR-Spektrenauswertung | 2.–30. Mrz. (immer mittwochs) | online | GDCh, fb@gdch.de, www.gdch.de |
| Filtech | 08.–10. Mrz. | Köln | Filtech Exhibitions Germany, info@filtech.de, www.filtech.de |
| Logimat | 09.–10. Mrz. | Stuttgart | Euroexpo Messe- und Kongress, logimat@euroexpo.de, www.logimat-messe.de |

ohne Gewähr

FORSCHUNG + ENTWICKLUNG

DOI
(Digital Object Identifier)

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.

In der halben Zeit

Die Flowsheet-Optimierung ist ein wichtiger Teil des Prozess-Designs, für den kommerzielle Prozess-Simulatoren aufgrund ihrer umfangreichen Modell-Bibliotheken und Benutzerfreundlichkeit breit eingesetzt werden. Eine systematische globale Flowsheet-Optimierung basierend auf kommerziellen Flowsheet-Simulatoren benötigt jedoch sehr lange Rechenzeiten, wenn sie auf industrielle Fallstudien angewendet wird. Basierend auf Machine-Learning-Methoden wurden Mechanismen für Ablehnung und Erzeugung von Kandidaten

zu einem Framework für die globale Flowsheet-Optimierung hinzugefügt. Diese auf einer Surrogat-gestützten Optimierung basierende Erweiterung kann die für eine Optimierung benötigte Zeit halbieren, sodass die Integration des Frameworks in einen Workflow für das iterative Prozess-Design anwendbar wird.

Kontakt

Tim Janus, TU Dortmund
tim.janus@tu-dortmund.de
DOI: 10.1002/cite.202100095

Verbundene Surrogate

Die auf physikalischen Modellen basierende Prozesssimulation sieht sich oft mit Rechenproblemen hinsichtlich der Konvergenz konfrontiert, insbesondere wenn die zugrundeliegenden Flowsheets komplex sind. Die Verwendung datengestützter Surrogat-Modelle, die mit den Flowsheets verbunden sind, verspricht, diese Herausforderungen zu meistern. Anhand der Methan-Dampfpreformierung wurde die Entwicklung von Surrogat-Modellen – künstlichen neuronalen Netzen – für die Schlüsseleinheiten des Prozesses demonstriert, die anschließend

verbunden wurden, um den vollständigen Flowsheet zu bilden. Der Vergleich mit einer Benchmark-Prozess-Simulation in Aspen Plus zeigte eine sehr gute Übereinstimmung, solange die Trainingsbereiche des zugrundeliegenden Surrogat-Modells nicht überschritten wurden.

Kontakt

**Dominik Schack, AIR LIQUIDE
Forschung und Entwicklung GmbH,
Frankfurt a.M.**
dominik.schack@airliquide.com
DOI: 10.1002/cite.202100087

Morgensonne im Winter

*Auf den eisbedeckten Scheiben
fängt im Morgensonnenlichte
Blum und Scholle an zu treiben.
Löst in diamantnen Tränen
ihren Frost und ihre Dichte,
rinnt herab in Perlensträhnen.
Herz, o Herz, nach langem Wähnen
laß auch deines Glücks Geschichte
diamantne Tränen schreiben!*

Christian Morgenstern (1871-1914)

Wir möchten Danke sagen
und wünschen Ihnen frohe
Festtage.

Alles Gute und Gesundheit
für das neue Jahr!

CITplus

Ihr CITplus-Team

Etwin Gandert, Bettina Wagenhals, Marion Schulz,
Stefan Schwartze und Andreas Kettenbach

ASK Chemicals schließt die Übernahme des Industrierharzgeschäfts von SI Group ab

ASK Chemicals hat das Industrierharzgeschäft der SI Group und die dazugehörigen Produktionsstandorte in Rio Claro (Brasilien), Ranjangaon (Indien) und Johannesburg (Südafrika) erworben, ebenso wie lizenzierte Technologien und mehrere weltweite Tolling-Vereinbarungen. Mit dieser Akquisition stärkt das Unternehmen seine Position auf dem Gießereimarkt und unternimmt gleichzeitig einen ersten wichtigen Schritt zum Aufbau eines Geschäftsbereichs für phenolbasierte Industrierharze, einem attraktiven Markt mit vielversprechenden Wachstumschancen. Das Gießereigeschäft wird in die Gießereisparte von ASK Chemicals integriert. Die Akquisition umfasst nicht das brasilianische Gießereigeschäft der SI Group. Der verbleibende und größte Teil des übernommenen Geschäfts bedient eine breite Palette wachsender Märkte und Anwendungen wie Reibbeläge, Schleifmittel, Feuerfestmaterialien, Papierimprägnierung, Isoliermaterialien und Composites.



www.ask-chemicals.com

Solids & Recycling-Technik und Pumps & Valves 2022 in Dortmund

Am 16. und 17. Februar 2022 öffnen in Dortmund die Fachmessen Solids & Recycling-Technik zusammen mit der Pumps & Valves wieder ihre Pforten für das Fachpublikum. Die Vorbereitungen für das Fachmesse-Trio laufen auf Hochtouren und die Erwartungen sind entsprechend hoch. Bereits 480 Aussteller haben fest gebucht und Besucher können sich schon heute für den vis-à-vis Austausch registrieren. „Die rege Teilnahme der Aussteller und die gut anlaufende Besucherregistrierung zeigen uns deutlich, dass die Branche einen persönlichen Austausch herbeisehnt“, freut sich Sandrina Schempp, Verantwortliche vom Veranstalter Easy-fairs Deutschland, auf das Messe-Trio im Februar.

Auf die Besucher warten dann in sicherem Umfeld Lösungen aus der Welt der Schüttgüter, des Recyclings und der industriellen Flüssig- und Gasindustrie. Abgerundet werden die Angebote der Aussteller mit dem umfangreichen Vortragsprogramm der Solution- und Innovation Centers. Bereits zum zweiten Mal freut sich die Pumps & Valves bei ihrem Auftritt über den Premium-Partner Ebara Pumps Europe S.p.A., einen der größten Hersteller von Pumpen für die Industrie- und Gebäudetechnik in Europa. Das Unternehmen zeigt sich durch sein wiederholtes Engagement in Dortmund überzeugt vom Messekonzert und der Reichweite des Branchentreffs für industrielle Flüssig- und Gas-Technologien. Ebenso werden die Auftritte der Solids & Recycling-Technik von wertvollen Premium-Partnern begleitet. So bereichern die Firmen Ebro Armaturen, Rema Tip Top, Rembe, Steinhaus, Roskopf, ZF Friedrichshafen, Kitzmann und Barradas das bewährte Fachmesse-Duo mit ihrer starken Präsenz. Fachbesucher können sich mit dem Code 2505 für einen kostenfreien Messe-Besuch registrieren.



www.solids-dortmund.de/registrierung

Neue VDI Richtlinie erschienen

Die Richtlinie VDI 2775 Blatt 1 „Betrieb verfahrenstechnischer Anlagen; Turnaround-Management; Grundlagen“ ist im November 2021 als zweisprachiger Weißdruck erschienen. Die Richtlinie gibt Hilfestellungen für die erfolgreiche Durchführung eines Turnarounds in der pharmazeutischen, chemischen und petrochemischen Industrie nach dem Phasenmodell. Sie beschreibt Merkmale bei Planung und Durchführung eines Turnarounds zur Optimierung des Zeit- und Kostenaufwands unter Einhaltung der Arbeitssicherheit und der Umweltschutzvorgaben. Sie definiert die grundlegenden Begriffe und gibt Handlungsempfehlungen zur erfolgreichen Abwicklung und Qualitätssicherung des Turnarounds und Hinweise zur Einhaltung der Betreiberpflichten. Sie unterstützt damit den Anwender bei der Erreichung der Turnaround-Ziele. Die Richtlinie richtet sich an Betreiber, interne und externe Dienstleister in der Prozessindustrie sowie alle beteiligten Personen des Turnarounds und des Turnaround-Managements. Bestellung, Inhaltsverzeichnis und weitere Informationen sind im auf der Webseite des VDI hinterlegt.

www.vdi.de/2775

Sicher nach Großbritannien liefern

Nach dem endgültigen Austritt von Großbritannien aus der Europäischen Union am 1. Januar 2021 benötigen Produkte für die Lieferungen dorthin eine neue Konformitätsbestätigung mit einem entsprechenden Logo als Kennzeichnung. Das europäische CE-Kennzeichen wurde für Lieferungen in und nach Großbritannien (England, Wales und Schottland) durch das neue Konformitätszeichen UKCA (United Kingdom Conformity Assessed) ersetzt. Für den ursprünglich geplanten Übergangszeitraum bis zum 31. Dezember 2021 behielt die CE-Erklärung auch für Großbritannien ihre Gültigkeit. Diese Frist der Tolerierung des CE-Zeichens auf den Produkten wurde Ende August 2021 von der britischen Regierung bis zum 31. Dezember 2022 verlängert. Grundsätzlich sind alle Produkte von SEW-Eurodrive, die eine CE-Kennzeichnung aufweisen, auch UKCA-kennzeichnungspflichtig. Der Anlagenbauer wird die UKCA-Anforderungen zur Kennzeichnung und Konformitätserklärung für alle betroffenen Produkte deutlich vor dem Pflichtdatum 1. Januar 2023 realisieren und schon zum Jahresende 2021 den Kunden die Möglichkeit bieten, konforme Produkte für ihre Maschinen und Anlagen zu bekommen.



www.sew-eurodrive.de

Wago steigert Umsatz um 20 Prozent

Das Familienunternehmen Wago in Minden konnte 20 % mehr Umsatz im Vergleich zum Vorjahr verbuchen. Damit hat die Wago Gruppe Anfang November die Umsatzmilliarde erreicht. Ein Meilenstein, der vor allem dem Engagement der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zu verdanken ist, das Wago mit einer weltweiten Bonuszahlung honoriert, teilte das Unternehmen mit. Als international agierende Unternehmensgruppe ist auch der Automatisierungsspezialist mit der angespannten Beschaffungssituation konfrontiert

– in Kombination mit den anhaltend hohen Auftragsbeständen ist dies eine Herausforderung für Produktion und alle Bereiche der Supply-Chain. „Die Zeichen bei Wago stehen auf Wachstum; die zweite Umsatzmilliarde haben wir fest im Blick“, betont CEO Dr. Heiner Lang. Dafür soll auch das Wago-Team größer werden. In allen Bereichen wird Verstärkung gesucht – von Ingenieuren über IT- und Vertriebsexperten bis hin zu Fachkräften in Produktion und Verwaltung.

www.wago.com

Schütz erwirbt irischen Traditionshersteller für Kanister und Fässer

Der Hersteller von Transportverpackungen, Schütz, mit Hauptsitz in Selters, hat Ende Oktober einen Kaufvertrag über 100% der Anteile an der irischen GEM Plastics unterzeichnet. Das Unternehmen mit Sitz in Cavan, Republik Irland, stellt seit über 30 Jahren Industrieverpackungen aus Kunststoff her. Beliefert werden insbesondere die Branchen Chemie, Schmiermittel, Lebensmittel und

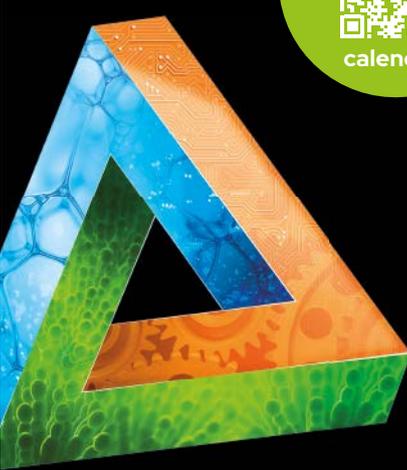
Getränke sowie Pharmazie. Das umfangreiche Produktprogramm besteht neben etablierten Kunststofffässern und Kanistern ebenso aus spezifischen Verpackungslösungen für individuelle Kundenbedarfe. Durch den Erwerb des irischen Unternehmens vergrößert sich das Produktprogramm für Kunden in Irland, im Vereinigten Königreich und darüber hinaus noch einmal wesentlich. www.schuetz.net



Messe IN.STAND 2021 zieht positive Bilanz

Die Instand, Messe für Instandhaltung, konnte 2021 im Vergleich zur Erstveranstaltung 2019, insgesamt 75 (2019: 84) Aussteller präsentieren. Auch bei den Besucherzahlen zeigte sich eine gewisse Konstanz. Waren es 2019 noch 1.224 Fachbesucherinnen und Fachbesucher, so konnten 2021 insgesamt 1.093 Teilnehmende gezählt werden. Aussteller und Besucher freuten sich über den Restart trotz gewisser Einschränkungen durch Auflagen, teilte der Veranstalter, Landesmesse Stuttgart, mit. Wie bereits 2019 war das Fachforum powered by Piltz oftmals erste Anlaufstelle in der Messehalle. Die Themen reichten von Absicherung von Bestandsmaschinen bis Smart Maintenance.

www.messe-stuttgart.de/instand



Add to



calendar!

ACHEMA2022
GET READY FOR THE UNEXPECTED

INSPIRING SUSTAINABLE CONNECTIONS

#back2live:
4 – 8 April 2022
Frankfurt, Germany
www.achema.de

World Forum and Leading Show for the Process Industries
ACHEMA is the global hotspot for industry experts, decision-makers and solution providers. Experience unseen technology, collaborate cross-industry and connect yourself worldwide to make an impact.

Are you ready?



Der Human Factor bei der Anlagensicherheit

**Dechema-Seminar:
Prozesssicherheit – Praktische Betriebs- und Führungswerkzeuge zur Störfallvermeidung**

Die Sicherheit einer chemischen Anlage hängt einerseits von technischen Einrichtungen und andererseits von Entscheidungen der handelnden Personen ab. Beides, Mensch und Prozess sind daher beim Aufbau der Sicherheitsbausteine zu betrachten. Das neue Dechema-Seminar behandelt Lücken, die das risikobasierte Process Safety Management hinterlässt und durch die es überproportional viele Ereignisse aus vermeintlich ‚einfachen‘ Gründen gibt. Aus der Veranstaltung im September konnten die Teilnehmenden pragmatische Hilfen und Werkzeuge mitnehmen, die in der Praxis zum Verhindern von Ereignissen beitragen und die sich damit positiv auf Sicherheit, Effizienz und Effektivität auswirken.

Schwere Anlagensicherheitsereignisse sind selten, haben aber gravierende Folgen. Weniger gravierend, aber dafür häufiger und in Summe genauso gefährlich und teuer sind Stoffaustritte oder Verlust der Prozesskontrolle. Störfälle und häufigere Beinahe-Ereignisse haben heute eine Hauptursache: „Human Factor“ – Fehler der handelnden und der führenden Menschen. Risikoanalysen wie PAAG/HAZOP und LOPA gehen diesen menschlichen Fehlern offensichtlich zu wenig auf den Grund. Um Menschen das Fehlermachen schwer zu machen, helfen praktische Technischelemente und bessere Kommunikation. Das Seminar lieferte drei

Ansätze für die verantwortungsvolle Betriebsführung, wovon zwei auf den Ergebnissen von Arbeitsgruppen des EPSC – European Process Safety Center beruhen:

- Praxisgerechte Grundregeln als elementarer Sicherheitsbaustein (EPSC Fundamentals)
- Sicherheitsoptimierte Gestaltung technischer Gerätschaften und Vorgehensweisen (EPSC Best Practices)
- Effektives Kommunizieren und Fehler vermeidendes Arbeiten im Team (nobody is perfect, but a team can be)

Anlagensicherheit und Arbeitssicherheit gehören zusammen

In der Einführung gab Dr. Hans V. Schwarz einen Einblick über Ereignisse mit schwerwiegenden Auswirkungen der letzten Dekade. Der langjährige Verantwortliche für die Anlagensicherheit bei BASF, leitet heute das Beratungsunternehmen ProsafeX und ist auch für TÜV SÜD Chemie Service im Bereich Prozesssicherheit tätig. „Zwar gibt es eigentlich schon für alle Praktiken Regeln, aber diese werden nicht immer und überall angewandt“, betonte Schwarz zu Beginn des Onlineseminars. Häufig sind es menschliche Fehler, die unfreiwillig geschehen oder die in manchen Fällen sogar bewusst, aus vermeintlich guten Gründen, mit einer situationsbedingten Grenzüberschreitung einher gehen. Mit Eindrücken aus diesen Beispielen waren die Teilnehmenden zum Ende des ersten Seminartags aufgefordert, sich Ereignisse oder Beinahe-Ereignisse aus ihrem betrieblichen Umfeld zu suchen. Diese wurden in den nächsten Seminartagen analysiert und besprochen, um daraus Erkenntnisse zur Vermeidung abzuleiten.

„
Das Seminar holt bereits mit der Materie vertraute Teilnehmer dort ab, wo Sicherheitsthemen im Betriebsalltag relevant sind. Der Kurs vermittelt auf didaktisch wertvolle Art die technischen sowie psychologischen Kenntnisse, um die Kursinhalte im eigenen Unternehmen implementieren zu können. Für Führungskräfte im Bereich der chemischen Prozesssicherheit ist dieser durchwegs anspruchsvolle Kurs auf jeden Fall sehr zu empfehlen.“

Stefan Vergeiner, Unterweger, Österreich



Dr.-Ing. Robert Kirchner,
selbständiger Berater u.a. im Bereich
Anlagensicherheit mit Spezialgebiet
Sicherheitspsychologie, Inhaber des
Unternehmens Verfahrens- & Umwelt-
technik Kirchner.

Welches sind die Key-Faktoren, die das Risiko für sicherheitsrelevante Fehler senken?

- Respekt vor den Gefahren
- Wissen, was gefährlich ist und warum
- Offene Kommunikation über Sicherheitslücken muss möglich sein
- Routinemäßige automatisierte sichere Vorgehensweisen

Wie sehr können technische Tools das Risiko für menschliche Fehler senken? Welche Prognose gibt es dazu mit Blick auf neue Werkzeuge wie KI?

Wo der Mensch durch Technik ersetzt wird, kann er keine Fehler machen. Damit verschiebt sich die Eingriffsebene für den Menschen, statt handwerklicher Fehler treten nun Planungsfehler auf. Entscheidend ist, ob Menschen, auf der Ebene, auf der sie noch eingreifen, sachgerecht und motiviert arbeiten können oder ob Stress und Druck das verhindert.

Warum sollten Betriebsingenieure das Seminar besuchen?

Betriebsingenieure sind hautnah dabei, wenn Anlagen gewartet oder umgebaut werden, also auch bei vielen sicherheitsrelevanten Eingriffen. Im Seminar lernen sie, welche Dinge sich europaweit bewährt haben und wie sie Verbesserungsvorschläge und Probleme und wirkungsvoll kommunizieren.



Dr. Hans Volkmar Schwarz,
leitet das Beratungsunternehmen
ProsafeX und ist auch für TÜV Süd
Chemie Service im Bereich Prozess-
sicherheit tätig.

Welches sind die Key-Faktoren, die das Risiko für sicherheitsrelevante Fehler senken?

- Beachtung einiger pragmatischer Grundregeln und ‚best practises‘
- Gute Kommunikation im Betrieb
- Einbindung aller Mitarbeiter
- Solides Risikomanagement

Wie sehr können technische Tools das Risiko für menschliche Fehler senken? Welche Prognose gibt es dazu mit Blick auf neue Werkzeuge wie KI?

Technische Sicherheitseinrichtungen auf dem ‚Stand der Technik‘ sind immens wichtig. Zur Vermeidung von Unfällen mit einfachen Ursachen im Bereich des menschlichen Handelns sind Grundregeln und ‚best practises‘ nützlich, die mit tragbaren Endgeräten, Sensorik und KI oft unterstützt werden können. Auch die Kommunikation kann z.B. mit Hilfe von Tablets unterstützt werden.

Warum sollten Betriebsingenieure das Seminar besuchen?

Das Seminar vermittelt einen pragmatischen Blick und praktische Hilfsmittel zur Ereignisvermeidung, die den Führungskräften in Betrieb und Technik direkt anwendbare Werkzeuge an die Hand geben.

Der Mensch ist ein Fehlerwesen

Dr.-Ing. Robert Kirchner ist Chemieingenieur und nicht nur Experte für Risikoanalyse, sondern auch für die menschlichen Aspekte von Fehlern im Betrieb. Er befasste sich im Seminar damit, wie Ereignisse durch eine gute Kommunikation und effektive Führung zu vermeiden sind. In komplexen Situationen kann es besonders schwierig sein, den Überblick zu behalten und rationale Entscheidungen zu treffen. Gefühle beeinflussen das Denken und dies wiederum die Entscheidungen. Um Fehler zu vermeiden, ist es zwingend erforderlich, die vorhergehenden Fehler aus bereits geschehenen Ereignissen besser zu verstehen. Denn viele Ereignisse haben die Ursache in der betrieblichen Kommunikation, die sich mit einfachen Tools verbessern lässt.

Anlagensicherheit ist keine rein technische Disziplin

Auf Basis der gestellten „Hausaufgaben“ konnten die Teilnehmenden ihre realen Ereignisse analysieren und in Übungen die Kommunikation verbessern. In der Praxis gilt es, Fehler zu identifizieren und daraus langfristige tragbare Änderungen herbeizuführen. Schnellschüsse sind zu vermeiden. Für Führungspersonen ist es wichtig, auch in sich selbst hineinzuhören und die eigene Kommunikation zu hinterfragen. Denn eine Aussage kann mehr enthalten als nur die Sachbotschaft. Auch Beziehungsaspekte, Selbstkundgebungen und Appelle können darin verschlüsselt sein, die das Gegenüber beeinflussen.

Technische Ebene – Risikoanalyse und Risikoansatz

Um Anlagensicherheitsereignisse zu vermeiden, kann man risikobasiert oder regelbasiert vorgehen. Die regelbasierte Vorgehensweise gilt als sinnvolle Ergänzung und wird in den EPSC Fundamentals zusammengefasst. Die Referenten stellten sie als Grundlagen der Sicherheit im Anlagenbetrieb vor. Die Anwendung dieser Regeln senkt das Risiko und in einer

RATIONATOR
Maschinenbau GmbH

Flexible
Abfüllanlagen
www.rationator.de

auch mit
EX-Schutz



© dhtisanupong - stock.adobe.com

Übung konnten die Teilnehmenden „ihre“ Ereignisse auf die Anwendung der EPSC Fundamentals hin analysieren. Schließlich ergab sich für die Teilnehmenden aus der genauen Betrachtung der Kommunikationsebene und der technischen Ebene ein vollständiges Bild der Fehleranalyse.

Moderne Lösungen für eine größere Anlagensicherheit

Schwarz stellte im Seminar auch moderne technische Lösungen für mehr Sicherheit im Anlagenbetrieb vor. Diese sind oft einfache, aber hilfreiche Vorgehensweisen, die ursprünglich von Betriebsmannschaften vorgeschlagen wurden. Dazu gehören jedoch auch eine umfangreiche Sensorik, intelligente Prozessleitsysteme sowie digitale Werkzeuge wie der Digital Twin oder KI. Doch bei aller Technik bleibt die Frage: Hat der Mensch im richtigen Moment die richtige und vor allem vollständige Information? Und hat er auch ausreichend Zeit und Handlungsspielraum, sie zu nutzen? An den Beispielen der Teilnehmenden wurde deutlich, dass menschliche Aspekte wie Belastbarkeit, Besserwisserei oder Missverständnisse zu Fehlern führen können.

Im weiteren Verlauf des Seminars konnten die Teilnehmenden Wege zur Einführung der EPSC Fundamentals in ihrem Unternehmen kennenlernen. Die Regeln und Grundsätze nach EPSC verlangen häufig eine Anpassung

”

Das Seminar Prozesssicherheit der Dechema schiebt bei aller Komplexität die „Fundamentals“ für Prozesssicherheit in den Vordergrund und zeigt, dass trotz fortschreitender Digitalisierung immer noch der Mitarbeitende essenzieller Teil der Anlagensicherheit sein muss.

Dr. Michael Linden, EHS Manager bei Roche in Penzberg

“

an die Gegebenheiten des Betriebs. Es ist wichtig alle betroffenen Mitarbeiter auf diesem Weg mitzunehmen und ein offenes Klima zu schaffen. Darauf aufbauend können klare Vereinbarungen und Vorgehensweisen festgelegt werden. An zahlreichen Beispielen aus der Erfahrung der Referenten wurden kleinere und größere Fehler aufgezeigt und daraus Lösungswege zur Vermeidung in Gruppenarbeit abgeleitet. Nach den technischen Lösungen hatten die Teilnehmenden Gelegenheit, die angemessenen Kommunikation als Führungskraft in Bezug zu den gegebenen Beispielen zu diskutieren. Im Schlussteil des Seminars gab Schwarz eine Einführung in HAZOP/PAAG, LOPA und Funktionalen Sicherheit zur Ermittlung von Anlagenrisiken. Kirchner erläuterte, wie mit verbesserter Kommunikation HAZOP/LOPA-Sitzungen beschleunigt werden können, bei gleichzeitig verbesserter Qualität der Ergebnisse.

Auch im nächsten Jahr werden die Referenten wieder dieses mehrtägige Seminar bei der Dechema online und als Praxisworkshop vor Ort anbieten. Es richtet sich an Praktiker mit Erfahrung in der Betriebsleitung und Führungsrollen im Betrieb, Sicherheitsexperten, Sicherheitsverantwortliche, Manager im Produktions- und Standortmanagement.

Die Autorin

Dr. Etwina Gandert, Chefredakteurin CITplus

Dechema-Seminar-Termine 2022

Weiterbildung für die Praxis – das ist Kern der Dechema-Kurse und Seminare für Chemiker, Ingenieure, Biotechnologen und Werkstoffwissenschaftler. Das umfangreiche Weiterbildungsangebot des Dechema-Forschungsinstituts trägt dazu bei, Kenntnislücken zu schließen, frühzeitig zukunftsweisende Entwicklungen aufzuzeigen und neue Methoden in die industrielle Praxis zu transferieren.

„Prozesssicherheit: Praktische Betriebs- und Führungswerkzeuge zur Störfallvermeidung“

- Online-Seminar (4 x 0,5 Tage), 23./24.03. und 30./31.03.2022
- Praxis-Workshop in Frankfurt am Main (2 Tage), 05.–06.10.2022

Weitere Informationen und Anmeldung unter www.dechema-dfi.de/kurse oder kurse@dechema.de

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

<https://dx.doi.org/10.1002/citp.202101206>

Kontakt

DECHEMA-Forschungsinstitut, Frankfurt am Main
Tel.: +49 69 7564 469
kurse@dechema.de · www.dechema-dfi.de/kurse

Verfahrens- und Umwelttechnik Kirchner, Eisenach
Dr.-Ing. Robert Kirchner · Tel.: +49 3691 70 38 011
kirchner@umwelttechnik-kirchner.de · www.umwelttechnik-kirchner.de

ProsafeX, Königstein
Dr. Hans Volkmar Schwarz · Tel.: +49 1520 921 5207
hans.schwarz@prosafe.com · www.prosafe.com

An den meisten
Veranstaltungen
können Sie auch
online teilnehmen!



SEMINARE & TAGUNGEN

VERFAHRENSTECHNIK/UMWELT

ATEX-Richtlinie 2014/34/EU

Inverkehrbringen nicht elektrischer ATEX-Produkte
25.01.22 in Essen
06.09.22 in Essen

Prozesssimulation in der Verfahrenstechnik

07. - 08.02.22 in Essen

Basiswissen Chemie für Kaufleute und Techniker

07. - 09.02.22 in Augsburg
05. - 07.09.22 in Lindau
07. - 09.11.22 in Essen

ATEX/IECEx Qualitätsmanagement nach DIN EN ISO/IEC 80079-34

09.02.22 in Essen
22.06.22 in Travemünde

Sicherer Betrieb von Anlagen – Betreiberverantwortung und Anlagendokumentation

15. - 16.02.22 in Essen
08. - 09.11.22 in Essen

Modulare Anlagen in der Prozessindustrie

16. - 17.03.22 in Essen
26. - 27.10.22 in Essen

18. Fachtagung Gurtförderer und deren Elemente

16. - 17.03.22 in Essen

Fachkunde zur Durchführung von Gefährdungsbeurteilungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen

Gemäß DGUV Grundsatz 313-003
22. - 24.03.22 in Essen
06. - 08.09.22 in Essen

Ähnlichkeitstheorie und Scale-up

Maßstabsvergrößerung verfahrenstechnischer Apparate und Maschinen
04. - 05.04.22 in Essen

Druckbehälter nach EN 13445

05. - 06.04.22 in Essen
21. - 22.06.22 in München

Anwendung der Druckgeräterichtlinie (DGRL)

Richtlinie 2014/68/EU (bisher 97/23/EG) über Druckgeräte
07. - 08.04.22 in Essen
23. - 24.06.22 in München

Rohrleitungen nach EN 13480 – Allgemeine Anforderungen, Werkstoffe, Fertigung und Prüfung

26. - 27.04.22 in Essen
28. - 29.06.22 in München

Kleben – Grundlagen der anwendungsnahen Klebtechnik

27. - 28.04.22 in Essen

Rohrleitungsplanung für Industrie- und Chemieanlagen

28. - 29.04.22 in Essen

Trocknen von Feststoffen in der Prozessindustrie

02. - 03.05.22 in Essen

Verfahrenstechnische Fließbilder

03.05.22 in Essen

1 x 1 der Verfahrenstechnik

04. - 06.05.22 in Essen
31.08. - 02.09.22 in Timmendorfer Strand
30.11. - 02.12.22 in Berlin

Verfahrenstechnische Dimensionierung mit Erfahrungsregeln

16. - 17.05.22 in Essen
18. - 19.07.22 in München

IHR ANSPRECHPARTNER:

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

Angebote unter:





Titelstory

Schutzkonzepte für Batteriespeichersysteme

Brand- und Explosionsschutz von Lithiumionen-Batteriespeichersystemen



Carlo Saling,
Rembe Safety + Control



Alexander Kemmling,
Rembe Safety + Control

Lithiumionen-Akkumulatoren – auch als Lithiumionen-Batterien bezeichnet – sind aus unserem täglichen Leben nicht mehr wegzudenken. Sie bewähren sich seit vielen Jahren aufgrund ihres hohen Wirkungsgrads als wiederaufladbare Speicher in Kleingeräten wie z. B. Handys, Notebooks, Kameras, Werkzeugen und dem Modellbau. Inzwischen haben Lithiumionen-Batterien ihren Siegeszug auch auf Elektroautos, Fahrräder, Flurförderfahrzeuge und Batteriespeichersysteme (BESS = Battery Energy Storage Systems) ausgedehnt.

Neben den zahlreichen Leistungsvorteilen der Lithiumionen-Batterien zeigen sicherheitstechnische Untersuchungen, dass Risiken von Batteriezellen ausgehen können, wenn Temperaturgrenzen überschritten werden. Ab entsprechenden Temperaturen können stark exotherme,

chemische Reaktionen des Materials auf Zellebene initiiert werden, welche sich auf das komplette Modul und auch auf das gesamte Batteriesystem ausdehnen können. Dabei entstehen hohe Temperaturen von bis zu 700 °C innerhalb kurzer Zeit. Diese chemischen Kettenreaktionen

auf Zellebene können nicht unterbrochen werden, weswegen auch von einem sogenannten Thermal Runaway gesprochen wird. Da die thermische Zersetzung der Batteriezelle mit der Entstehung zündfähiger Gasgemische einhergeht, bestehen hohe Brand- und Explosionsrisiken¹.

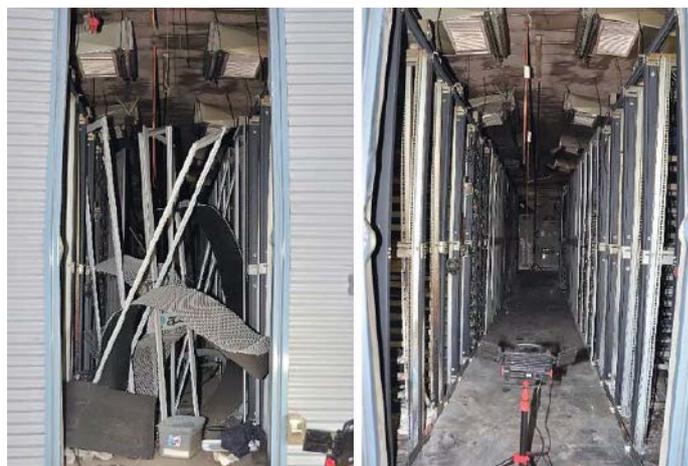


Abb. 1 + 2: Schadensbilder eines Batteriespeichersystems nach einer Explosion, Arizona Public Service, 2020

(<https://spectrum.ieee.org/dispute-erupts-over-what-sparked-an-explosive-li-ion-energy-storage-accident>, 11.11.2021)

Ab welcher Temperatur die Gefahr eines Thermal Runaways besteht, hängt z. B. stark vom Zelltyp ab. In der Regel sind Lithium-Ionen-Zellen nach Literaturangaben nicht für Betriebs- und Lagertemperaturen über 60 °C ausgelegt². Neben der Temperatur kann es auch andere Ursachen für einen Thermal Runaway geben: Beispielsweise interne oder externe Kurzschlüsse (z. B. durch Qualitätsmängel, Verformung, Brandlast von außen, beschädigte Zellen) oder zu hohe Ströme beim Laden oder Entladen.

Hohe Anforderungen zur Risikosenkung

Um diese Risiken zu reduzieren, werden hohe Anforderungen an die Sicherheit und Zuverlässigkeit von Batteriezellen gestellt. Hersteller müssen vor einer Markteinführung viele Tests erfolgreich durchlaufen, auch Prüfungen, die weit über einen Normalgebrauch hinausgehen (z. B. Nagelprobe). In Batteriesystemen sind zudem Schutzmaßnahmen implementiert, um das Szenario eines Thermal Runaways während des Betriebs zu vermeiden bzw. frühzeitig zu erkennen. Zu den Maßnahmen zählen z. B.:

- Zellinterne Sicherheitssysteme wie z. B. Sicherheitsventile oder Berstscheiben
- Batteriemanagementsysteme, die u. a. Strom, Spannung und Temperaturen überwachen

- Druckentlastungen der Batteriemodulgehäuse
- Trennschalter / galvanische Trennung
- Gassensoren
- Lüftungstechnik
- Kühlsysteme

Großtechnische Anwendung von Batteriespeichersystemen

Lithiumionen-Batterien werden aufgrund ihrer hohen Speicherdichte vermehrt als Batteriespeichersysteme (BESS) verwendet, um die Energieversorgung zu sichern oder um Leistungsschwankungen aus regenerativen Energiequellen im Stromnetz auszugleichen. Diese Batteriesysteme – auch als Batteriespeicherkraftwerke bezeichnet – spielen eine bedeutende Rolle beim weltweiten Ausbau der regenerativen Energieversorgung. Die Batteriemodule in den Kraftwerken sind meist in mann hohen Racks und großer Stückzahl in 20- oder 40-Fuß-Containern verbaut. Man kann sich die Speichersysteme als eine XXL-Powerbank vorstellen.

Trotz der hohen Anforderungen an Sicherheit und Zuverlässigkeit von Batteriezellen, welche die Hersteller durch intensive Tests und Implementierung umfangreicher Schutzmaßnahmen sicherstellen, haben sich in den letzten Jahren Unfälle in verschiedenen Kraftspeichersystemen ereignet.

Detaillierte Betrachtung des Gefahrenpotenzials sowie mögliche Schutzkonzepte

Das Restrisiko des Szenario Thermal Runaways – z. B. durch beschädigte Zellen – ist mit hohen Brand- und Explosionsrisiken verbunden. Die chemischen Kettenreaktionen, die zu diesen hohen Temperaturen führen, können die Elektroden (Lithiumverbindungen, Graphit) entzünden und zu gefährlichen Metallbränden führen. Die Elektrolytflüssigkeit zwischen den Elektroden besteht aus organischen Lösungsmitteln, die bei Temperaturen ab 80 °C verdampfen^{3,4}. Diese Volumenexpansion um einen Faktor x1.000, die bei einem Phasenübergang von einem flüssigen in einen gasförmigen Aggregatzustand entstehen, führt zu hohen Drücken innerhalb der Zellen. Um ein Bersten der Batteriezellen, während eines Thermal Runaways zu vermeiden, sind Berstscheiben oder ggf. Sicherheitsventile vorhanden, die das Gas in die Umgebung „entlasten“ und die Zellen vor einem Bersten schützen.

Abbildung 3 veranschaulicht einen Thermal Runaway am Beispiel eines Batteriemoduls mit 24 handelsüblichen 18650er Batteriezellen (3,7 Volt, 3000 mAh). Bei einem derartigen Szenario wird die Brandlast auf benachbarte Zellen innerhalb von Sekunden übertragen. Es kommt zu einer Kettenreaktion, die von zyklischen Stichflammen aus den Zellen begleitet ist. Die

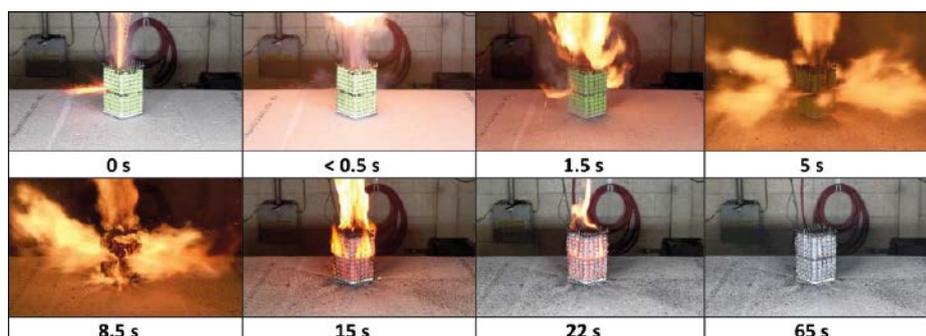


Abb. 3: Ausbreitung eines Thermal Runaways auf benachbarte Zellen⁶

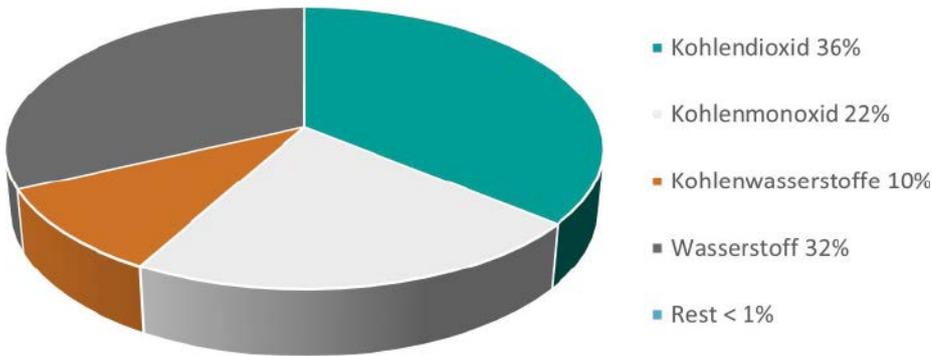


Abb. 4: Repräsentative Gaszusammensetzung bei einem Thermal Runaway⁸



Abb. 6: GSME-Gassensor

| Explosionskenngrößen | Wasserstoff H ₂ | Kohlenmonoxid CO |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------|
| Untere Explosionsgrenze UEG | 4.0 Vol% | 10.9 Vol% |
| Obere Explosionsgrenze OEG | 75.6 Vol% | 76 Vol% |
| Mindestzündenergie MZE | 0,016 mJ | < 1mJ |
| Zündtemperatur ZT | 560 °C | 605 °C |
| Temperaturklasse | T1 | T1 |
| Explosionsgruppe | IIC | IIA |
| Dichte | 0,09 kg/m ³ | 1.25 kg/m ³ |
| Max. Explosionsdruck | 8.0 bar | 8.2 bar |

Abb. 5: Explosionskenngrößen von Wasserstoff und Kohlenmonoxid^{9,10}

Vorteile von Rembe GSME-Brandgasdetektoren für BESS auf einen Blick:

- Überwachung von Gas-Konzentrationen (z.B. Wasserstoff und Kohlenmonoxid) im Falle eines Thermal Runaways
- Mehrkomponenten-Detektion mit einer Empfindlichkeit im ppm-Bereich
- Frühzeitige Alarmierung für die Einleitung von Gegenmaßnahmen
- Kompakte Bauweise, robustes Design und einfache Montage

Stichflammen entstehen durch das Abblasen der verdampfenden, brennbaren Elektrolyten. Außerdem besteht die Gefahr, dass glühende Metallteile und andere brennende Teile der Batterie ausgestoßen werden⁵.

Insbesondere Batterien mit hohen Leistungsdichten, wie sie z. B. in Fahrzeugen oder Batteriespeichersystemen verwendet werden, können Gasmengen von mehreren 1.000 L Gas – je nach z.B. Zelltyp, Speicherkapazität und Ladezustand – innerhalb von Sekunden in die Umgebung freisetzen⁷. Diese Gasgemische enthalten leicht entzündliche Bestandteile wie z.B. Wasserstoff, Kohlenwasserstoff und Kohlenmonoxid⁸ und auch giftige Rauchgase (Abb. 4).

Wasserstoff und Kohlenmonoxid sind Gase, die explosionsfähige Gemische mit Luftsauerstoff über breite Konzentrationsbereiche bilden können (Abb. 5). Beide Gase haben niedrige Mindestzündenergien, sodass selbst kleine, elektrostatische Aufladungen oder heiße Oberflächen ausreichen, um dieses Gemisch zu zünden. Es besteht das Risiko von Gasexplosionen, wenn sich unverbranntes Gas in der Umgebung akkumuliert.

Eine bewährte Möglichkeit zur Erkennung von Thermal Runaway ist der Einsatz von GSME-Gassensoren. Die gleichzeitige Überwachung von mehreren Pyrolysegas-Konzentrationen, wie bspw. Kohlenmonoxid, Wasserstoff und Kohlenwasserstoffen, im Parts-per-Million-Bereich ermöglicht einen

detaillierten Einblick in den Prozesszustand. Werden vorab eingestellte Grenzwerte der Pyrolysegas-Konzentrationen überschritten, liefert der GSME-Gassensor ein elektrisches Alarmsignal, zur Warnung und Einleitung weiterer Maßnahmen verwendet werden kann.

Klassische Brandschutzmaßnahmen reichen nicht

Eine große Herausforderung in der Praxis ist, dass Thermal Runaways durch klassische Brandschutzmaßnahmen nicht gestoppt oder gelöscht werden können. Es muss damit gerechnet werden, dass die explosionsfähigen Gase sich außerhalb der Batteriezone/ -gehäuse entzünden und zu einer Explosion führen können.

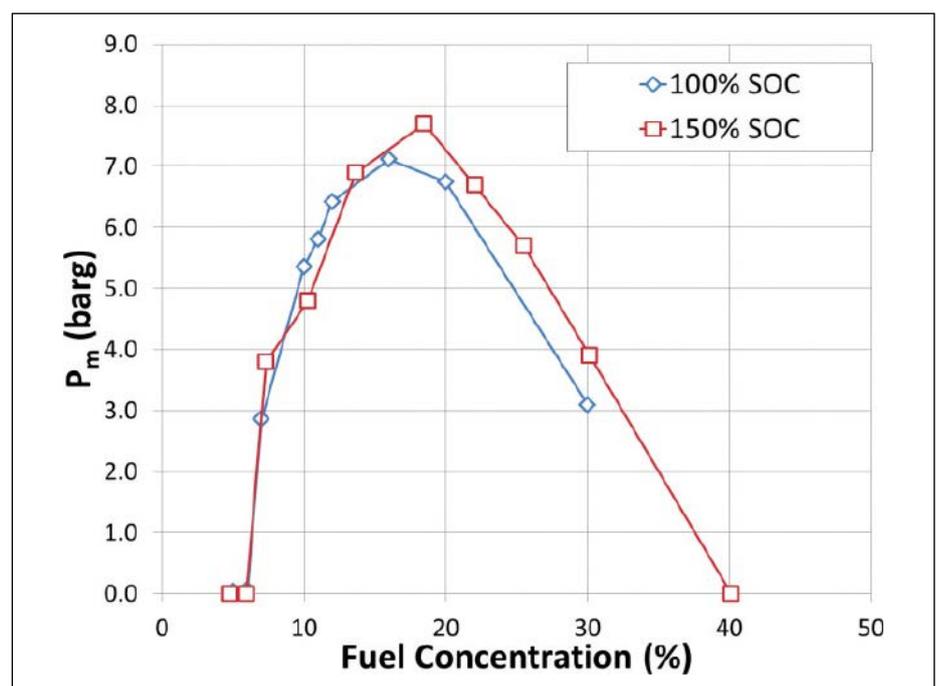


Abb. 7: Max. Explosionsdruck bei einer Verbrennung im 20-Liter-Behälter im Rahmen eines Thermal Runaways einer 8.7-Wh-Zelle mit einem Ladezustand SOC von 100% (State of Charge)¹¹

Wenn Wasserstoff-Luftgemische sich in geschlossenen Systemen entzünden, können Explosionsdrücke von bis zu 8 bar entstehen (Abb. 7). Diese Drücke übersteigen die Festigkeiten der Container und Batterieräume, in denen sich die Batteriespeichersysteme befinden. Insbesondere Türen besitzen niedrige Druckstoßfestigkeiten und können gefährliche Schwachstellen darstellen.

Berstscheiben sparen Kosten

Um ein Bersten oder Trümmerflug mit Stichflammen zu vermeiden, haben sich Berstscheiben als Sollbruchstelle bewährt, die den Explosionsdruck kontrolliert an die Umgebung entlasten. Es wurden großflächige, serienreife Berstscheiben entwickelt, die auch bei niedrigen Ansprechdrücken sicher und vollständig öffnen. Diese Lösung bietet den Vorteil, dass die Festigkeiten der Gehäuse und Türen deutlich niedriger ausfallen können, was enorme Kosteneinsparungen mit sich bringt. Berstscheiben sind als Schutzmaßnahme in vielen Regelwerken empfohlen und teilweise explizit in Regionen gesetzlich vorgeschrieben.

Die Vorteile von Rembe Berstscheiben für Batteriespeichersysteme auf einen Blick:

- Passive, mechanische und autonome Schutzsysteme aus Edelstahl
 - Fail Safe Sicherheit
 - Minimaler Wartungsaufwand (wiederkehrende optische Sichtprüfung)
 - Öffnungsdrücke ab 25 mbar realisierbar – auch bei großflächigen Berstscheiben
 - Dauerhafte Dichtigkeit über den gesamten Lebenszyklus der Batteriesysteme (IP66)
 - Optional sind Isolierkassetten verfügbar, um Taupunktunterschreitungen zu vermeiden
- Die Kombination beider Produkte stellt die Basis für ein optimal ausgelegtes Schutzsystem dar, bestehend aus vorbeugendem und konstruktivem Brand- und Explosionsschutz.

Die Autoren

Carlo Saling, Sales Executive Explosion Safety, Key Accounts D-A-CH, Rembe Safety + Control

Alexander Kemmling, Sales Executive Explosion Prevention, Key Accounts D-A-CH, Rembe Safety + Control

Bilder © Rembe

Literatur

- ¹ Lithium-Batterien – Brandgefahren und Sicherheitsrisiken, Risk Experts, Dr. Buser
- ² Brandschutz-Forschung, IMK Bericht 175, KIT, Herr Kunkelmann – 2017
- ³ DGUV – Hinweise zum betrieblichen Brandschutz bei der Lagerung und Verwendung von Lithium-Ionen-Akkus – 2020
- ⁴ Brandschutz-Forschung, KIT, Forschungsbericht 175, Jürgen Kunkelmann --2016
- ⁵ DGUV – Hinweise zur Brandbekämpfung von Lithium-Ionen-Akkus bei Fahrzeugbränden – 2020
- ⁶ ISHPMIE – Explosibility Properties of Gases from Lithium-Ion Energy Storage Battery Thermal Runaways, Adam Barowy - Braunschweig 2020
- ⁷ Exponent Inc. – Thermal Runaway and Safety of Large Lithium-Ion Battery Systems – 2015
- ⁸ ISHPMIE - Explosibility Properties of Gases from Lithium-Ion Energy Storage Battery Thermal Runaways, Adam Barowy – Braunschweig 2020
- ⁹ BG RCI Magazin – Ex-Zonen für Wasserstoff-Elektrolyseanlagen – 2014
- ¹⁰ GESTIS Stoffdatenbank – Kohlenmonoxid
- ¹¹ Exponent Inc. – Thermal Runaway and Safety of Large Lithium-Ion Battery Systems – 2015

Rembes Beitrag zur Verbesserung der Sicherheit

Rembe Safety + Control ist der Marktführer in den Gebieten Explosionsschutz und Druckentlastung und kann auf fast 50 Jahre Erfahrung zurückgreifen. Die Expertise erstreckt sich über folgendes Leistungsspektrum:

Consulting

- Unterstützung bei der Entwicklung adäquater, projektspezifischer Schutzkonzepte für Batteriesysteme
- Explosionstechnische Berechnungen (z. B. von Druckentlastungsflächen) nach nationalen und internationalen Normen

Engineering

Prüfung und Validierung von Schutzmaßnahmen im akkreditierten Prüflabor Rembe Research + Technology Center, z.B.:

- Brand- und Explosionsversuche mit Prototypen unter praxisnahen Bedingungen
- Prüfung von Druckstoßfestigkeiten oder Flammendurchschlagsprüfungen von Batteriegehäusen
- Entwicklung von flammenlosen Druckentlastungseinrichtungen zur Vermeidung von Stichflammen und Trümmerflug

Products

- Akkreditierte Produkte nach nationalen und internationalen Normen
- Sonderlösungen und -abmessungen als Serienprodukte verfügbar

Service

- Wartung und wiederkehrende Prüfung



Abb. 8: Berstscheibe mit Isolierkassette

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:
<https://dx.doi.org/10.1002/citp.202101207>

Kontakt

REMBE GmbH Safety + Control, Brilon
 Tel.: +49 2961 7405 0
 hello@rembe.de · www.rembe.de



Staubexplosionen verhindern

Best Practice Erdung von Lkw in Staub-Ex-Atmosphären auf Basis der TRGS 727



Kai Schlüter,
H. Timm Elektronik

Um Explosionen aufgrund elektrostatischer Aufladungen zu vermeiden, regelt die TRGS 727 den Umgang mit Flüssigkeiten, Gasen und Schüttgütern bei Be- und Entladen von Lkw. Notwendig ist, dass leitfähige und ableitfähige Behälter beim Befüllen und Entleeren geerdet sind. H. Timm Elektronik bietet eine Lösung an, um Erdung und Qualität der Verbindung zuverlässig zu überwachen.

Die TRGS 727 ist als Grundlage für die Vermeidung von Zündquellen aufgrund elektrostatischer Aufladungen in Deutschland übergreifend anerkannt und wird daher in der Praxis häufig als Grundlage für die betriebliche Vorgehensweise genutzt. In ausführlichen Beschreibungen, Arbeitsanweisungen und Rechenbeispielen werden die Entstehung elektrostatischer Aufladung in industriellen Prozessen beleuchtet, die Gefahren elektrostatischer Entladungen dargestellt und passende Schutzmaßnahmen für die unterschiedlichsten Arbeitsprozesse definiert.

Hierbei erstreckt sich der Anwendungsbereich auf die elektrostatische Aufladung beim

Umgang mit Flüssigkeiten, Gasen und Schüttgütern. Bezogen auf die Be- und Entladungsprozesse von Lkws mit Flüssigkeiten finden sich in der TRGS 727 im Abschnitt 4.4.2. recht deutliche Vorgaben für die sichere Ausführung der Erdungsverbindung und den dazugehörigen Arbeitsabläufen.

Zunächst einmal ist festzuhalten, dass vor jeder Tätigkeit, also auch vermeintlich ungefährlichen Prozessschritten wie dem Öffnen der Beladendeckel oder dem Anschließen von Rohren oder Schläuchen, der Lkw über ein leitfähiges Erdungskabel mit Erdpotenzial verbunden werden. Hierbei muss sichergestellt werden,

dass der Ableitwiderstand zwischen Fahrwerk, Tank und zugehörigen Ausrüstungen auf dem Tankwagen 1 MΩ unterschreitet. An dieser Stelle der TRGS 727 folgt dann auch der Hinweis auf die Best Practice: „Verriegelungen, die eine Be- oder Entladung bei nicht angeschlossenem oder nicht wirksamem Erdungskabel verhindern, sind zweckmäßig.“

Vereinfacht ausgedrückt bedeutet das für den Betreiber, dass die Erdungsverbindung und dessen Qualität dauerhaft überwacht werden sollte, um im Gefahrenfall Signale an das Prozessleitsystem zu schicken. Die Auswertung und Weiterverarbeitung dieser Signale sollte sich dann

| Aufgeladener Körper | Kapazität (pF) | Potenzial (kV) | Energie (mJ) |
|--|----------------|----------------|--------------|
| Flansch | 10 | 10 | 0,5 |
| Kleine Metallgegenstände, z.B. Schaufel, Schlauchdüse | 10 – 20 | 10 | 0,5 - 1 |
| Eimer | 10 | 10 | 0,5 |
| Kleinbehälter bis 50 l | 50 – 100 | 8 | 2 - 3 |
| Metallbehälter 200 – 500 l | 50 – 300 | 20 | 10 - 60 |
| Person | 100 – 200 | 12 | 7 - 15 |
| Große Anlagenteile, von einer geerdeten Struktur unmittelbar umgeben | 100 – 1.000 | 15 | 11 - 120 |

Potenzielle Zündenergien aufgeladener Gegenstände nach TRGS 727, Abschnitt A3.1

nach den Möglichkeiten vor Ort richten, idealerweise werden aber die Befüllprozesse entweder unterbrochen oder gar nicht erst gestartet. Aber auch eine akustische oder optische Warnung des Personals an der Abfüllstelle ist denkbar.

Beladung von Silo-LKW und Dimensionierung der Erdung

Allerdings beziehen sich diese Aussagen grundsätzlich eigentlich nur auf die Befüll- und Entleerprozesse mit brennbaren Flüssigkeiten. Doch wonach sollte sich nun gerichtet werden, wenn es um die Beladung von Silo-Lkw in Staub-Ex-Atmosphären geht? Kann hier unter Umständen sogar vollkommen auf eine Erdung verzichtet werden?

Wird auf eine Erdung während des Befüllens oder Entleerens des Lkw verzichtet, können sich elektrostatische Aufladungen in großer Menge, teilweise im kV-Bereich, an der Außenhülle des Behälters ansammeln. Wird nun die Durchbruchstärke des umgebenden Isolators erreicht oder eine leitfähige Verbindung zum Erdpotenzial angenähert (Werkzeug, Arbeiter) kann es zur elektrostatischen Entladung in Form eines hochenergetischen Funkens kommen. Die im Funken freiwerdende Energie kann dann in Abhängigkeit von der umgebenden Atmosphäre eine Explosion auslösen.

Vergleicht man bspw. die potenzielle Zündenergie eines Fasses mit 200 bis 500 L Füllvolumen mit der Mindestzündenergie (MZE) von brennbaren Stäuben erkennt man schnell, dass selbst diese deutlich kleinere metallene Hülle genug elektrische Kapazität speichern kann, um aufgewirbelte Stäube von u.a. Weizen, Magnesium, Aluminium oder auch Baumwollfasern zur Explosion zu bringen. Hierbei gilt die Faustformel, dass die Wahrscheinlichkeit eines explosionsfähigen Gemisches mit abnehmender Korngröße des brennbaren Staubes ansteigt.

Hält man sich nun noch vor Augen, dass die wesentlich größere metallene Hülle des Lkws noch deutlich höhere elektrische Kapazitäten speichern und damit stärkere elektrostatische Entladungen verursachen kann, sollte man sich auch in Staubatmosphären unbedingt Gedanken über eine richtig dimensionierte Erdung für Lkw machen.

Orientierung an Best Practice

Der Explosionsschutzbeauftragte sollte sich zunächst genauer mit dem Abschnitt 6.2.3 (2) der TRGS 727 auseinandersetzen. Dieser Abschnitt besagt, dass Schüttgüter und Schüttgutbehälter so zu handhaben sind, dass gefährliche Aufladungen vermieden werden. Zudem wird definiert, dass als Schüttgutbehälter nicht nur Gebinde, Fässer und FIBC sondern auch Silos und Behälter angesehen werden. Abschnitt 6.2.3. (6) führt weiter aus, dass leitfähige und ableitfähige Behälter beim Befüllen und Entleeren geerdet bzw. mit Erde verbunden sein müssen, um gefährliche elektrostatische Aufladung zu verhindern.

Fasst man diese beiden Abschnitte nun also zusammen und zieht zudem noch den bereits erläuterten Abschnitt 4.4 hinzu, bleibt aus sicherheitstechnischer Sichtweise und in Ermangelung genauerer Vorgaben nur der Schluss übrig, dass sich die Best Practice für die Erdung von Silo-Lkw in Staub-Ex-Zonen an den Vorgaben für Tankwagen bei der Verladung von brennbaren Flüssigkeiten orientieren sollte.

Ein Beispiel für ein solches, Best Practice Erdungsgerät ist das Timm EKX-4. Das Gerät erdet den Lkw zuverlässig und überwacht dau-

Erdungstestgerät EKX-4 zur sicheren Erdung von Lkw



Best Practice-Erdung von Lkw

Wichtige Maßnahmen in staubexplosionsgefährdeten Atmosphären:

1. Erden Sie alle leitfähigen Behälter und verbinden Sie alle ableitfähigen Behälter mit Erdpotenzial.

⇒ Für die richtige Handhabung und Erdung der Schläuche und Rohre bei der pneumatischen Entleerung des Lkw können Sie Abschnitt 6.4.2 sowie Anhang B der TRGS 727 heranziehen.

2. Stellen Sie sicher, dass eine leitfähige Erdverbindung vor jeder Tätigkeit am Lkw angebracht und auch erst nach Abschluss aller Tätigkeiten entfernt wird.

3. Nutzen Sie Erdungsgeräte, welche die Qualität der Erdungsverbindung überwachen und mithilfe von Objekterkennung sicherstellen, dass die Erdung vom Anwender vor Ort korrekt durchgeführt wird.

4. Binden Sie das Erdungsgerät in die Anlagensteuerung ein, um in Gefahrensituationen die Verladeprozesse zu stoppen oder, wenn das nicht möglich ist, zumindest eine Warnung für die Arbeiter vor Ort ausgeben zu können.

erhaft die Qualität der Erdungsverbindung. Mit der integrierten Objekterkennung stellt das Erdungsgerät zudem sicher, dass auch tatsächlich der Lkw angeschlossen wird – eine Manipulation wie bspw. das Anklemmen der Erdungszange an das Metallgestell der Füllbühne wird dadurch ausgeschlossen. Sollte das Gerät eine gefährliche Erdverbindung, also einen Ableitwiderstand von über 1 MΩ vor oder während des Prozesses erkennen, oder ein Manipulationsversuch vorliegen, schaltetet das Erdungsgerät in den Zustand „Keine Freigabe“ und signalisiert diesen Zustand über die elektronischen und manuellen Steuerausgänge an die Prozesssteuerung. So weiß sowohl der Betreiber als auch der Anwender vor Ort jederzeit, dass die Befüll- oder Entleerprozesse sicher durchgeführt werden können.

Der Autor

Kai Schlüter, Vertrieb und Produktmanagement
Staub-Ex, H. Timm Elektronik

Bilder © Timm

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:
<https://dx.doi.org/10.1002/citp.202101208>

Kontakt

H. Timm Elektronik, Reinbek
Tel.: +49 40 248 35 63 0
info@timm-technology.de · www.timm-technology.de

Praxisorientierte Explosionsschutzexpertise

Brennbare Flüssigkeiten in Arbeitsräumen



Für die praxisgerechten Bewertung der Gefahren von Abfüll- und Umfüllarbeiten an einem Sicherheitsschrank hat ein Hersteller von Sicherheitsschränken einen Leitfaden herausgegeben. Darin wird die Explosionsgefahr an solchen Sicherheitsschränken mit sowie ohne technische Entlüftung beurteilt.

Die sichere Lagerung von brennbaren Flüssigkeiten in Flaschen, Kanistern oder Fässern in Arbeitsräumen spielt im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung eine wichtige Rolle – primär hinsichtlich des Brand- und Explosionsschutzes. Wichtigstes Ziel ist es, die Brandlast in den Arbeitsräumen zu minimieren und zu verhindern, dass von den gelagerten Stoffen eine zusätzliche Gefährdung ausgeht. Seit Jahren haben sich hierbei geprüfte Sicherheitsschränke mit einer definierten Feuerwiderstandsfähigkeit nach dem Stand der Technik bewährt. Darüber hinaus muss kontrolliert werden, ob und in welchem Umfang zusätzliche Maßnahmen zum Explosionsschutz erforderlich sind.

Asecos, ein hessischer Hersteller von typgeprüften Sicherheitsschränken nach europäischer Norm DIN EN 14470 Teil 1 (für die

Lagerung von brennbaren Flüssigkeiten) und 2 (für die Lagerung von Druckgasflaschen) hat ein Experten-Whitepaper rund um den Brand- und Explosionsschutz veröffentlicht.

Praxisorientierte Beurteilung von Explosionsgefahren

Nach einer Einführung in die gesetzlichen Grundlagen, in die Einstufung, in die Kennzeichnung und in die sicherheitstechnischen Kenngrößen von brennbaren Flüssigkeiten, nimmt Asecos eine praxisorientierte Einschätzung der Explosionsgefahren an Sicherheitsschränken vor. Die Ergebnisse von Messreihen belegen diese Aussagen. Der Fokus liegt vor allem auf der praxisgerechten Bewertung der Gefahren von Abfüll- und Umfüllarbeiten am Schrank. Zudem wird die Explosionsgefahr

an Sicherheitsschränken mit einer technischen Entlüftung beurteilt und diese den Sicherheitsschränken ohne technische Entlüftung gegenübergestellt. Der Leitfaden kann beim Hersteller der Sicherheitsschränke angefordert werden.

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

■ <https://dx.doi.org/10.1002/citp.202101209>

Kontakt

Asecos GmbH, Gründau

Tel.: +49 6051 9220 0

info@asecos.com · www.asecos.com

Vier Mini-Tore für Kate

Autonome Transporteinheiten ohne Hindernisse unterwegs

Robert Bosch Elektronik in Salzgitter nutzt Tore von Efaflex als Nebeneingang für kleine autonome Transporteinheiten (Kate).

Langsam fährt Kate den langen Korridor entlang, von dem mehrfach kurze Flure abzweigen. Sie ist mit zwei geschlossenen Transportboxen beladen und verfolgt stur die schwarze Linie am Boden, die von einer Ausgabestelle des Hochregallagers zur Montagelinie führt. Die Kates sind ein ganzes Geschwader von kleinen autonomen Transporteinheiten, die im Werk der Robert Bosch Elektronik Salzgitter Material in die Produktionsbereiche bringen. Eine andere Kate ohne Ladung kommt aus der Gegenrichtung und verschwindet durch ein beinahe niedriges kleines Tor zum Hochregallager. „Hundeklappen“ werden diese Minitore des Torspezialisten Efaflex liebevoll von den Mitarbeitern genannt.

Spart Lagerraum und Personal

Die Tore sind zwar sehr klein, aber sie sind genauso schnell und zuverlässig, wie ihre großen Schwestern daneben. „Früher wurden die Teile mit dem Milkrun, einem Fahrzeug mit vielen Transportanhängern in die Hallen transportiert“, berichtet Veronique Treuheit, Abteilungsleitung Bauen bei der Robert Bosch Elektronik Salzgitter. „Weil mit dem Milkrun sehr viel Material auf einmal in die Hallen gefahren wurde, war eine große Fläche für die Lagerung nötig.“

Um diesen Platz anderweitig zu nutzen, eine hohe Präzision im Lastentransport zu gewähr-

leisten und um eine Verringerung der Personalbindung, besonders während der Nachtzeiten, zu erreichen, wurden die Kates im Werk etabliert. In die bestehende Infrastruktur integriert, erledigen die kleinen, selbstfahrenden Wagen den Materialtransport sehr effizient. Die Mini-Flotte ist allgegenwärtig. Sie liefert die benötigten Teile punktgenau an die Produktionsstrecken. „Dadurch wären unsere großen Schnellautfore nicht mehr nur im Dreißig-Minuten-Takt, sondern im Fünf-Minuten-Takt frequentiert worden“, erzählt Veronique Treuheit. „Für diese Belastung waren sie jedoch nicht ausgelegt. Außerdem sind unsere Hallen in Temperatur und Luftfeuchtigkeit konditioniert. Das Raumklima hätte ständig nachgeregelt werden müssen. Deshalb gab es für uns dringenden Handlungsbedarf. Mit den vier Schnellautforen EFA-SRT ECO im Kleinformat hat uns Efaflex eine optimale Lösung für diese Aufgabenstellung geliefert.“

Vom Zwerg bis zum Giganten

Das Tor EFA-SRT ECO gibt es allerdings nicht nur im Kleinformat. In Standard-Baugrößen ist es bis zu einem Maß von 6.000 mm in der Breite und 7.000 mm in der Höhe erhältlich. Besondere bauliche Vorbereitungen sind dank der platzsparenden Bauweise, wie etwa den sehr

schmalen Seitenzargen des Rolltors, nicht notwendig. Damit ist dieses Tor sehr vielseitig einsetzbar. Es ist auch für automatische Rollenbahnen oder Transportsysteme hervorragend geeignet. Das Rolltor gewährleistet einen sicheren und schnellen Materialfluss. Die Tore des Anbieters werden in Flughäfen, in der Lebensmittelindustrie und sogar im Tiefkühlbereich eingesetzt.

Eine aufwendige Führung an den Seiten des Torblatts verhindert unerwünschten Luftaustausch bei Druckdifferenzen und Sog. Das Standard-Torblatt ist volltransparent und wird serienmäßig mit Warnstreifen versehen. Auch farbige Behänge sind ohne weiteres lieferbar. Die Führungsprofile der Tore aus sendzimirverzinntem Stahl sind auch in Edelstahl erhältlich.

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

■ <https://dx.doi.org/10.1002/citp.202101210>

Kontakt

EFAFLEX Tor- und Sicherheitssysteme GmbH & Co. KG, Bruckberg

Tel.: +49 8765 82 0

info@efaflex.com · www.efaflex.com



Mehr Kraft, Ausdauer und Sicherheit

Exoskelette können Gesundheits- und Unfallrisiken in der Chemieindustrie reduzieren und zugleich die Arbeitsleistung verbessern



Dr. Sönke Rössing,
Ottobock Bionic
Exoskeletons

In der Rehabilitationsmedizin kommen Exoskelette schon lange Zeit erfolgreich zum Einsatz. Als den Körper anliegende mechanische Strukturen stabilisieren und entlasten sie sowohl Gliedmaßen als auch den Rumpf. Inzwischen verbreiten sich diese Assistenzsysteme auch im industriellen Umfeld.

Wissenschaftliche Studien belegen: Exoskelette können die Arbeitsbedingungen nachhaltig verbessern. Dies gilt auch für viele Arbeitsplätze und Tätigkeiten in der Chemieindustrie. Sie reichen von der Entlastung des Rückens beim regelmäßigen Heben von Lasten bis zur Unterstützung beim Pipettieren.

Längst keine Zukunftsmusik mehr

Bei Exoskeletten denken wir zumeist an futuristisch anmutende, körpergetragene Hebehilfen, die Menschen ein wenig wie Roboter wirken lassen. Doch Exoskelette sind keine Zukunftsmusik mehr und die Vielfalt ihrer Gestalt und

Anwendung ist beeindruckend. Ein kleiner Überblick soll dabei helfen, das enorme Potenzial zu erkennen, das diese Technologie besitzt – für ein nachhaltig gesundes sowie sicheres und dadurch zugleich besonders produktives und qualitativ hochwertiges Arbeiten.

Zunächst gilt es zwischen Exoskeletten zu unterscheiden, die motorbetrieben sind und solchen, welche die körpereigene Energie der Nutzerinnen und Nutzer verwenden. Motorbetriebene Systeme verfügen über elektrische oder pneumatische Antriebe zur Unterstützung bestimmter Körperpartien. Sie benötigen eine externe Energieversorgung wie eine Batterie.

Dadurch sind sie spürbar schwerer und deutlich teurer als Modelle, die mit körpereigener Energie funktionieren.

Exoskelette ohne Motor unterstützen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, indem sie Kräfte durch mechanische Federsysteme umleiten. Bei weiterentwickelten Modellen kann dabei Energie bei Bedarf sogar zwischengespeichert werden. Diese Technologie bezeichnet man als „Energy Harvesting“: Beim Absenken des Oberkörpers oder der Arme wird Energie „geerntet“, die dann zielgerichtet freigesetzt wird, wenn Belastungsspitzen in der Schulter oder für die Wirbelsäule auftreten.

Heben, Tragen, Arbeiten in Zwangshaltungen

Exoskelette zielen im Arbeitsumfeld darauf ab, die Auswirkungen physischer Tätigkeiten auf den Körper zu reduzieren. Eine der verbreitetsten Anwendungen von Exoskeletten ist das Heben und Tragen schwerer Gegenstände. Entlastung bieten Exoskelette ebenso bei Arbeiten in Zwangshaltungen. Dazu zählen vor allem die kniende Position oder das weit verbreitete Überkopparbeiten. In ähnlicher Weise können Exoskelette bei statischer Halstarbeit unterstützen. Das ist z.B. der Fall bei vorgebeugter Körperhaltung an einem Fließband oder bei hochpräzisen manuellen Arbeiten in Laboren.

Einer der führenden Anbieter von Exoskeletten für die Arbeitswelt ist Ottobock. Auf der Basis jahrzehntelanger Erfahrung in der Entwicklung und Herstellung medizinischer Prothesen und Orthesen hat das Unternehmen eine breite Palette an Exoskelett-Produkten aufgebaut, die es Menschen ermöglicht, gesundheitschonend und langfristig produktiv ihrer Arbeit nachzugehen.

Im Folgenden einige Beispiele dieser Exoskelette – verbunden mit einem Ausblick auf typische Einsatzbereiche.

Exoskelette für die Entlastung des Rückens

Paexo Back wurde zusammen mit Logistikexperten und Mitarbeitern von Warenlagern und Paketverteilzentren entwickelt. Dieses Exoskelett funktioniert nach einem biomechanischen Prinzip: Die Last wird wie bei einem Rucksack an der Schulter abgenommen und in die Oberschenkel umgeleitet. Der Energiespeicher nimmt beim Beugen Kraft auf und gibt sie beim Heben wieder ab. Dies führt zu einer deutlichen Entlastung des Rückens bis zu 25 kg. Die Unterstützungskraft lässt sich stufenlos auf die Belastung unterschiedlicher Arbeitsschritte einstellen.

Wie in anderen Branchen ist das Einsatzpotenzial in der chemischen Industrie groß. Beispiele sind die Materialentnahmen aus Maschinen, die Warenentnahme aus Regalen oder Fahr- und Förderzeugen, Verpackung und Versand. Angesichts der großen Bandbreite an Verpackungsformen von Rohstoffen und fertigen Produkten in der Chemieindustrie gehören Flexibilität und eine hohe Adaptionfähigkeit der Exoskelette zu den erfolgsentscheidenden Faktoren.

Exoskelette für Überkopparbeit

Speziell für anstrengende Tätigkeiten bei der Überkopparbeit wurde das Paexo Shoulder entwickelt, das mit einer mechanischen Seilzugtechnik das Gewicht der erhobenen Arme auf die Hüfte ableitet. Das schont spürbar die Muskeln und Gelenke im Schulterbereich und Tätigkeiten über Kopf lassen sich deutlich kom-



Paexo Shoulder für komfortable Überkopparbeit in Kombination mit der Nackenstütze Paexo Neck.

fortabler ausführen. Ergänzend können Exoskelette in Form von Nackenstützen eingesetzt werden, welche den Nackenbereich und die Halswirbelsäule entlasten.

Insbesondere im Betrieb und bei der Wartung, Prüfung und Instandsetzung verfahrenstechnischer Anlagen führt das regelmäßige Überkopparbeiten zu körperlichen Belastungen. Die Unterstützung durch Exoskelette fördert hierbei die Ausdauer als auch die Prävention langfristiger Beschwerden, vor allem in den besonders anfälligen Bereichen von Schulter sowie der oberen Wirbelsäule.

Exoskelette für stehende Tätigkeiten

Das Exoskelett Paexo Soft Back bietet ein hohes Maß an Unterstützung für den unteren Rückenbereich. Im Stehen und beim Heben unterstützt es eine ergonomische Körperhaltung.

Angewendet werden kann es bspw. beim Kommissionieren, bei der Handhabung von leichteren Lasten und dem Heben von Paketen. Auch bei längeren Bedien- und Montage-tätigkeiten im Stehen unterstützt es die untere Wirbelsäule.

Exoskelette für Finger und Daumen

Spezielle Exoskelette unterstützen Menschen, die in der täglichen Arbeit ihren Daumen oder einzelne Finger beanspruchen. Die mechanische Konstruktion entlastet sowohl die End- als auch die Sattelgelenke. Darüber hinaus wird die Kuppe vor mechanischen Einwirkungen geschützt. Paexo Thumb bspw. reduziert die Belastungen des Daumengelenks um bis zu 70 %, indem das kleinste Exoskelett der Welt die Kräfte in die gesamte Hand ableitet. So lassen sich Überlastungen beim Clipsen, Stecken

und Stopfen in der Montage wirksam vermeiden. Ein für die Chemiebranche typischer Anwendungsfall ist das Pipettieren.

Studien und Erfahrungen zur Wirksamkeit und Akzeptanz

Zahlreiche Arbeitsbereiche der Chemieindustrie, vor allem in der Wartung sowie beim Verpacken, Kommissionieren, Lagern und Transportieren, sind durch komplexe und dynamische körperliche Prozesse charakterisiert. Die Möglichkeiten der Automatisierung stoßen in diesen Bereichen schnell an ihre Grenzen. Der Mensch und die damit verbundene körperliche Arbeit und die Belastungen für das Muskel-Skelett-System, bleiben unverzichtbar.

Um körperliche Belastungen zu mindern oder ganz zu beseitigen, stehen nach dem etablierten „TOP-Prinzip“ des Arbeitsschutzes eine Hierarchie von technischen, organisatorischen und personenbezogenen Maßnahmen zur Verfügung.

Exoskelette als personenbezogene Maßnahmen wurde in den letzten Jahren in zahlreichen industriellen Pilotprojekten erfolgreich getestet und eingeführt. Viele dieser Projekte wurden von wissenschaftlichen Studien begleitet. Auch Ottobock hat mit Partnern von Industrie- und Logistikunternehmen solche Studien durchgeführt. Die wissenschaftliche Begleitung fand dabei unter anderem durch die Hochschulen Göttingen, Tübingen und die Sporthochschule Köln statt.

Umfangreiche Tests fanden zuletzt beim Logistikunternehmen DB Schenker statt, wo es insbesondere um die Containerentladung und Set-Bildung von Komponenten ging. Ziel war die Analyse der physischen Belastungen.



Das Exoskelett Paexo Back unterstützt den unteren Rücken.

Dazu wurden die Arbeitsbewegungen mit Sensoren erfasst und Vergleichsmessung mit und ohne Exoskelett durchgeführt. Zum Einsatz kam die Messtechnologien der MotionMiners. Über die Ergebnisse zeigt sich Gerald Müller, Vice President Industrial Engineering bei DB Schenker, erfreut: „Wir haben nun belastbare Daten, die auf den positiven Einfluss von Exoskeletten bei den ausgewählten Bewegungsabläufen hinweisen.“

Beim Einsatz von Exoskeletten konnten unter anderem folgende Potenziale bestätigt werden:

- Reduktion von Ausfalltagen
- Verbesserung der Körperhaltung
- Effektiver Einsatz im Vergleich zu Manipulatoren oder anderen Hilfsmitteln, die von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern nicht akzeptiert werden
- Steigerung der Produktivität

Steigerung der Attraktivität der Arbeitsplätze im Vergleich zum Wettbewerb

Die Erfahrung zeigt, dass die Art der Einführung und die Schulungsmaßnahmen einen wesentlichen Einfluss auf den Erfolg von Exoskeletten haben.

Um genau die Phase der Konzeption und der Implementierung des Einsatzes von Exoskeletten zu optimieren, hat Ottobock ein System von sogenannten „Experience Paketen“ entwickelt. Diese ermöglichen interessierten Unternehmen die Produkte in einer Testphase über mehrere Wochen zu nutzen. Diese Phase wird von Experten des Anbieters eng begleitet und mit einer ganzen Reihe bewährter Tests sowie von Befragungen vor, während und nach den Tests ausgewertet. Dabei werden alle Stakeholder des Betriebs, d.h. vor allem die Bediener, die Unternehmensleitung und Betriebsräte von Anfang an in den Implemen-

tierungsprozess einbezogen. So ist es möglich, die Bedürfnisse aller Beteiligten in ein schlüssiges Gesamtkonzept zu integrieren.

Diese Gesamtlösung gilt es dann durch geeignete Schulungs- und Dokumentationsmaßnahme zu unterstützen. David Duwe von Ottobock Bionic Exoskeletons erklärt dazu: „Ein Schlüsselfaktor ist es, dass Exoskelette einfach zu handhaben sind. Unsere Antwort darauf ist ein eigens entwickeltes Usability-Konzept, bei dem Farben und Piktogramme den Anwenderinnen und Anwendern dabei helfen, unsere Exoskelette anzuziehen und in Betrieb zu nehmen. Darüber hinaus arbeiten wir mit Schulungen und Erklärvideos, um eine reibungslose Einführung zu gewährleisten.“

Durch das kompetente Heranführen an Tätigkeiten mit Exoskeletten genießt die Technologie schnell eine hohe Akzeptanz bei den Nutzerinnen und Nutzern. So leisten Exoskelette einen nachhaltig wirksamen Beitrag, um Tätigkeiten mit spezifischen körperlichen Belastungen gesünder und produktiver zu gestalten.

Der Autor

Dr. Sönke Rössing,

Leiter Ottobock Bionic Exoskeletons, Ottobock

Bilder © Ottobock

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

<https://dx.doi.org/10.1002/citp.202101211>

Kontakt

**Ottobock SE & Co. KGaA,
Duderstadt**

Tel.: +49 5527 848 1482
paexo@ottobock.com · <https://paexo.com>

Thomapren®-EPDM/PP-Schläuche – FDA konform

www.rct-online.de



Elastischer Pumpen-, Pharma- und Förderschlauch für höchste Ansprüche

- **High-Tech-Elastomer EPDM/PP:** Temperaturbeständig bis +135 °C, UV-beständig, chemikalienresistent, niedrige Gaspermeabilität
- **Für Schlauchquetschventile und Peristaltikpumpen:** Bis zu 30 mal höhere Standzeiten gegenüber anderen Schläuchen
- **Biokompatibel und sterilisierbar:** Zulassungen nach FDA, USP Class VI, ISO 10993, EU 2003/11/EG



**Reichelt
Chemietechnik
GmbH + Co.**

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



Kolonnenfüllkörper reinigen

Lobbe wäscht Edelstahlfüllkörper aus einer petrochemischen Anlage der BASF



Sabine Günther,
Lobbe

Um die Oberfläche in Kolonnen petrochemischer Anlagen zu vergrößern, werden Füllkörper eingesetzt. Diese Edelstahlringe müssen von Zeit zu Zeit von Korrosion und Ablagerungen befreit werden. Bei der Entnahme der Füllkörper ist auf eine strikte Trennung der einzelnen Formen der Edelstrahlringe zu achten und diese auch bei der Wiederbefüllung korrekt einzuhalten. Für die Reinigung kommt eine Spezialwaschmaschine von Lobbe zum Einsatz.

Es sind kleine Ringe aus Edelstahl, die in den Kolonnen der Großanlage der BASF auf der Friesenheimer Insel bei Mannheim/Ludwigs- hafen eine entscheidende Rolle spielen: Diese Ringe vergrößern die Oberfläche bei der Trennung der Gase des wertvollen Produktstromes. In jeder dieser Kolonnen befinden sich Edelstahlringe verschiedener Größen und Formen. Korrodieren diese Ringe, kann die Trennung der Gase nicht mehr im geplanten Umfang stattfinden. Das Material muss also entfernt, gereinigt und wieder eingefüllt werden.

Füllkörper in Spezialwaschmaschine reinigen

„Jede Kolonne umfasst bis zu sechs Abschnitte, die durch einen Boden vom nächsten Abschnitt getrennt sind. In jedem Abschnitt können sich andere Edelstahlringe befinden. Diese mussten separat entnommen, gereinigt und exakt nach Größe getrennt wieder eingefüllt werden“, beschreibt Tim Rahlenbeck, Geschäftsführer Lobbe Industrieservice die Aufgabe.

Mittels einer eigens entwickelten und somit speziell auf die Aggregate angepassten Konstruktion konnte das Entleeren und spätere Befüllen auf teilweise über 60 m Höhe ordnungsgemäß und sicher durchgeführt werden. Zur Entleerung wurde das Material mit speziellen Ziehhasen manuell aus dem entsprechenden Abschnitt gezogen und per Schüttrutschen



Für die Reinigung der Edelstahlringe hat Lobbe eine Waschmaschine mit Wasserhochdruck konstruiert.

in Container gefüllt. Der Inhalt der Container wurde dann jeweils einzeln in der für solche Reinigungsprozesse von Lobbe konstruierten Waschmaschine mit Wasserhochdruck gereinigt und anschließend in Big Bags abgefüllt.

Strikte Trennung der Edelstahlringe

Für das Zurückführen des Materials durch das jeweilige Mannloch wurden die Big Bags per Kran zum korrekten Abschnitt gehoben und dort an einer dafür entwickelten Gerüstkonstruktion übergeben, um mittels einer Sonderkonstruktion per Schüttrutsche durch die Mannlöcher in die „Kolonnen“ einzufüllen. „Die Zusammenarbeit mit allen Beteiligten hat hervorragend funktioniert“, so Tim Rahlenbeck.

Am operativen Gesamtprozess waren mehr als 20 Mitarbeiter im Zweischichtbetrieb be-

schäftigt, um das kostspielige Material nach Entleerung und Reinigung jeweils wieder in die korrekten Kolonnenabschnitte, die sogenannten Horden einzufüllen. Nach Abschluss weiterführender Reinigungsaufgaben in dem Anlagenkomplex kann die Produktion wieder hochgefahren werden. „Eine wichtige Herausforderung bei diesem Projekt war das strikte Trennen der jeweiligen Edelstahlringe in unterschiedlichen Größen. Hier durfte nichts vermischt werden“, beschreibt Tim Rahlenbeck. Die Flexibilität und der Einfallsreichtum der Beteiligten machten dieses außergewöhnliche Projekt zu einem vollen Erfolg.

Die Autorin

Sabine Günther, Public Relations, Lobbe

Bilder © Lobbe

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

<https://dx.doi.org/10.1002/citp.202101212>

Kontakt

Lobbe Industrieservice GmbH & Co KG,
Iserlohn

Tel.: +49 2371 888 600
info@lobbe.de · www.lobbe.de

O-Ringe unter der Lupe

Systematische Analyse von Schäden an Elastomerdichtungen



Dipl.-Ing. (FH)
Michael Krüger,
C. Otto Gehrckens

Für O-Ring-Dichtungen stehen viele unterschiedliche Werkstoffe zur Verfügung. Die Wahl richtet sich nach den Anforderungen der jeweiligen Anwendung. Wenn es dennoch nach einer kurzen Betriebszeit zu einer unerwarteten Leckage kommt, ist eine exakte Analyse des Schadens angeraten.



Warum aber kam es zum Ausfall des O-Rings, welche grundlegenden Schadensmechanismen können auftreten und wie kann man diese Ursachen systematisch analysieren? Die Schadensmechanismen ^[1] kann man wie folgt klassifizieren:

- Medieneinwirkung,
- Temperatureinwirkung/Alterung,
- Mechanische/physikalische Einwirkung,
- Herstellungsfehler.

Wichtig ist, dass auch mehrere dieser Mechanismen auftreten können!

Medieneinwirkung

O-Ringe kommen mit unterschiedlichsten Medien in Kontakt, die in den Werkstoff eindringen und auf diesen physikalisch oder chemisch einwirken können. Zu dem physikalischen Reaktionsmechanismus gehört in erster Linie die Volumenänderung (Abb. 2). Bei einer Quellung nimmt das Elastomer das Medium auf und es verändern sich die technologischen Werte (z.B. Abnahme von Reißfestigkeit oder Härte). Die Dichtung wird dadurch aber nicht zwangsläufig

funktionsuntüchtig. Als Richtwerte können bei statischem Einbau 0–30 %, bei dynamischem Einbau 0–10 % Quellung zugelassen werden.

Bei einer Schrumpfung werden vom Medium Mischungsbestandteile (z.B. Weichmacher) herausgelöst. Dies kann dazu führen, dass die Verpressung der Dichtung zu gering wird oder gar nicht mehr vorhanden ist und es zur Leckage kommt.

Schadensbild bei einer Quellung

Der O-Ring ist noch uneingeschränkt elastisch, bricht nicht nach starkem Biegen oder Dehnen und zeigt auch in gedehntem Zustand keine Risse. Der gequollene O-Ring hat gegenüber dem Ausgangszustand eine deutlich reduzierte Härte und ein deutlich reduziertes spezifisches Gewicht.

Wird die Volumenzunahme des O-Ringes durch die Nut behindert, entwickeln sich sehr hohe Reaktionskräfte auf den O-Ring. Gleichzeitig wird er weicher, womit die mechanische Widerstandsfähigkeit gegen Spalteinwanderung, mechanische Beschädigung und Abrieb erheblich reduziert wird.

Chemischer Reaktionsmechanismus

Hierbei führt der Kontakt des Mediums zur Zerstörung des Elastomers. Als Folge wird der Werkstoff hart und spröde und verliert seine elastischen Eigenschaften, was dann zwangsläufig zum Ausfall der Dichtung führt.

Schadensbild bei einem chemischen Angriff:

- Erhärtung oder Klebrigkeit,
- Verlust der Elastizität,
- Risse (auf der Medien berührten Seite),
- bleibende Verformung,
- Versprödung,
- Erweichung,
- klebrige Oberfläche,
- Quellung,
- Schrumpfung,
- Material bricht bei leichter Zug/Biegebeanspruchung.

Beständigkeit von Elastomeren

Zur Beständigkeit von elastomeren Werkstoffen gegenüber Fluiden gibt es unterschiedliche Definitionen, aber keine Normung. Wichtigster Parameter bei der Beständigkeit ist die Volumenquellung. So lässt die aktuelle O-Ring-

Norm DIN ISO 3601 im Teil 2 eine Volumenzunahme von bis zu 15 % bei Einbauräumen zu.

Die Volumenquellung selbst ist noch kein sicheres Indiz dafür, ob ein Werkstoff beständig ist oder nicht. Die auftretende Wechselwirkung zwischen Elastomer und Medium kann eine chemische Komponente umfassen, und diese ist mit einer Volumenzunahme nicht immer eindeutig zu erkennen. Um eine chemische Unverträglichkeit zu erkennen, bedarf es umfangreicher Versuche. Erst wenn ersichtlich ist, wie stark sich insbesondere die Parameter Reißfestigkeit und Reißdehnung nach Einlagerung im Medium verändert haben, ist es möglich, eine Beständigkeitsaussage zu machen.

Beständigkeitsangaben zum Basiselastomer erhält man entweder vom Dichtungshersteller direkt oder besser noch durch entsprechende praxisnahe Versuche.

Thermische Einwirkungen

Elastomere sind über einen weiten Temperaturbereich sehr gut einsetzbar. Abhängig vom Kautschuktyp gibt es zwei Temperaturbereiche, in denen sich die Eigenschaften stark verändern: Unterhalb einer bestimmten Temperatur – der sog. Glasübergangstemperatur – verlieren Elastomere ihre Elastizität. Dieser Vorgang ist reversibel, d.h. nach Erwärmung sind die ursprünglichen Eigenschaften wieder hergestellt.

Die obere Temperatureinsatzgrenze wird stets durch die einwirkenden Medien bestimmt.

Tabelle 1: Informationen zum Schadensfall.

| Bereich | Aspekte |
|--------------------------|--|
| Allgemeine Informationen | <ul style="list-style-type: none"> · Schadensablauf · Produktgeschichte |
| Beschädigtes Bauteil | <ul style="list-style-type: none"> · Bezeichnung · Funktionsweise · Design, Geometrie · Herstellung · Freigabeproofungen |
| Werkstoff | <ul style="list-style-type: none"> · Bezeichnung · Spezifikation · Rezeptur · Wärmebehandlung (Tempern) |
| Einsatzbedingungen | <ul style="list-style-type: none"> · mechanische Beanspruchung · thermische Beanspruchung · chemische Beanspruchung · physikalische Beanspruchung · elektrische Beanspruchung |

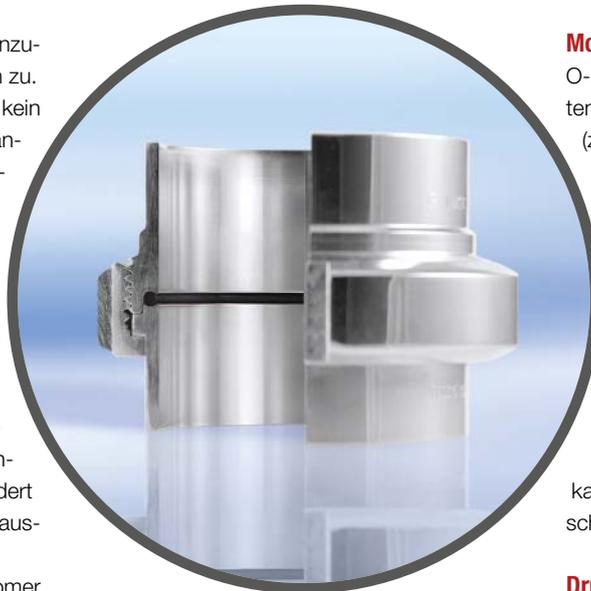


Abb. 1: Die Hygienic-Design konforme Aseptik-Ver-schraubung COG FKM Vi 780 in der Einbausituation.

Eine dauerhafte Überschreitung dieser oberen Temperaturgrenze führt zur Zerstörung des Werkstoffes. Die zulässigen Temperaturbereiche hängen vom eingesetzten Werkstoff ab und erlauben Einsatztemperaturen zwischen -100 °C (PVMQ) und +325 °C (FFKM).

Eine Schädigung, verursacht durch eine starke Überhitzung, führt in der Regel zu Rissbildungen oder beim Einsatz über zu lange Betriebszeiten innerhalb der polymertypischen Temperaturgrenzen, zur Versprödung und bleibenden Verformung.

Schadensmechanismus bei Einwirkung von Temperatur:

- Risse (an der Kontaktfläche),
- Versprödung,
- bleibende Verformung,
- glänzende Oberfläche,
- rußender Belag.

Mechanisch-physikalische Einwirkungen

Unter den unzulässigen physikalischen Beanspruchungen sind alle Ausfallursachen zusammengefasst, die einen Ausfall erklären können, ohne dass es zu Veränderungen in der Netzwerkstruktur gekommen sein muss und der Ausfall nicht auf einen Herstellungsfehler zurückgeht. „Mechanisch“ bedeutet, dass hier auch Montagebeschädigungen enthalten sind. Weitere typische Ursachen sind scharfkantige Einbauräume, zu geringe oder zu hohe Verpressung, Spaltextrusion, Abrieb oder explosive Dekompression [2].

Mögliche Schadensursachen durch mechanisch/physikalische Einwirkungen sind:

- Nutüberfüllung,
- Montagebeschädigungen,
- Abrieb,
- Spaltextrusion,
- Spiralfehler.

Montagebeschädigungen

O-Ringe müssen verpresst werden, um abdichten zu können. Dazu sind Verformungskräfte (z.B. dehnen des O-Rings) bei der Montage erforderlich. Hierbei kann der O-Ring beschädigt werden, wenn dieser bei der Montage z.B. gegen scharfe Kanten gedrückt wird. Dies ist z.B. der Fall bei radial dichtenden O-Ringen, die ohne oder mit einer zu steilen Einführschräge montiert werden. Zusätzlich empfiehlt sich die Verwendung von Montagefetten, weil dadurch die Montagekräfte wesentlich reduziert werden. Ist dies nicht möglich, kann eine Oberflächenbehandlung das Beschädigungsrisiko deutlich senken.

Druckbeanspruchung

Die Widerstandsfähigkeit von O-Ringen gegenüber hohen Drücken wird maßgeblich von der Werkstoffhärte bestimmt. Ein härterer O-Ring kann bei gleichen abzudichtenden Spalten höheren Drücken widerstehen. Mit normgerechten Einbauräumen nach DIN ISO 3601 Teil 2 für ruhende Abdichtungen können O-Ringe (90 ± 5 IRHD) Drücke bis 70 MPa/700 bar problemlos abgedichtet wer-



Abb. 2: Profilschnitt eines durch Quellung ausgefallenen O-Rings.

den. Voraussetzung hierfür ist die Begrenzung des Dichtspaltes „g“ auf nahezu Null.

Der häufigste Schaden zeigt sich als Extrusion am O-Ring. Abb. 3 (links) gibt die Grenzsituation wieder: Unter hohem Druck wird der O-Ring in die „D“-Form verpresst und ein Teil des Querschnitts zwischen die abzudichtenden Maschinenteile gedrückt.

Bei zu hohem Druck, kann das Material aber abscheren oder extrudieren (Abb. 3 r. und 4). Dieser Schaden kann bei Medienkontakt und dadurch zu großer Werkstoffquellung auftreten.

Schadensmechanismus bei mechanisch/physikalischen Einwirkungen:

- noch volle Gummielastizität,
- Materialausbrüche,
- Extrusionsfahnen,
- keine äußere Einwirkung erkennbar,
- starke Veränderung der Form,
- Risse, Blasen, Einschnitte,
- Abflachungen.

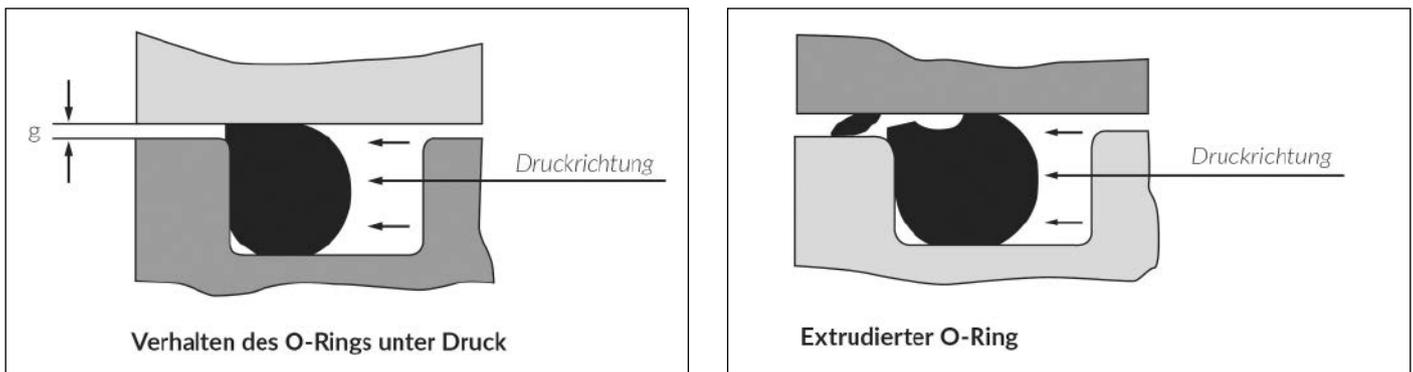


Abb. 3: Verhalten des O-Ringes unter Druck (links) und ein extrudierter O-Ring (rechts) aufgrund von Druckeinwirkung.

Herstellungsfehler

Herstellungsfehler sind Fehler, die direkt dem Herstellungsprozess zuzuordnen sind und auch eindeutig eine unzulässige Abweichung vom Soll-Zustand darstellen. Die Form- und Oberflächenabweichungen sind in der DIN ISO 3601 Teil 3 geregelt. Als häufigster Fehler sind Anrisse bzw. radiale Fließlinien, eine Vorstufe zu Anrissen, zu nennen [3]. Ebenso ist eine Untervulkanisation (dadurch mangelnde Werkstoffelastizität) ein ernstzunehmender Herstellungsfehler.

Schadensmechanismus aufgrund von Herstellungsfehlern:

- Risse,
- Fließfehler,
- Oberflächenfehler,
- Fremdmaterial (Schmutz, Trennmittel, Austriebreste),
- Materialmangel,
- Untervulkanisation.

Schadensanalyse: Vorgehensweise

Häufig ergeben sich erste Hinweise zur Schadensursache durch eine sorgfältige Recherche zur Historie der Armatur. Weichen bspw. die tatsächlichen Einsatzbedingungen von den vorgegebenen Spezifikationen ab?

Zur Ursachenfindung sind dennoch chemische und physikalische Untersuchungen am geschädigten Teil, ggf. im Vergleich zu einem Referenzmaterial, unerlässlich. Folgende physikalische Prüfungen und chemische Analyse Methoden können angewandt werden: FT-IR-Spektroskopie, chromatographische Methoden, Mikroskopie und Elementaranalyse. Allerdings ist ein hoher analytischer Aufwand nicht immer gerechtfertigt, so dass man sich auf Untersuchungsmethoden beschränken muss.

Schadensanalyse: Leitfaden zur Durchführung

Ein zielgerichtetes und systematisches Vorgehen bei der Bearbeitung von Schadensfällen ist eine unabdingbare Voraussetzung, um möglichst schnell und erfolgreich die Ursache für den Ausfall einer Dichtung zu ermitteln.

Bei der Bearbeitung von Schadensfällen kann der folgende Leitfaden helfen:

- Bestandsaufnahme,
- gezielte Untersuchung nach dem Schadensmechanismus,
- Ermittlung der Schadensursache,
- Festlegen von Abhilfemaßnahmen,
- Dokumentation

Bestandsaufnahme

Hier gilt es zuerst den Schaden anhand der beanstandeten O-Ringe zu beschreiben. Durch Analysen an Rückstellmustern können zusätzlich wichtige Informationen erzielt werden. Im nächsten Schritt sind sämtliche Informationen zum Schadensfall zu sammeln. Am Ende der Bestandsaufnahme ist eine Versagenshypothese zu erstellen, die sich auf einen Schadensmechanismus festlegt.

Informationen sammeln

Prinzipiell gilt es allgemeine Informationen zu sammeln.

Ausfallsituation:

- Schadensart (Feld, Freigabe, Prüffeld, Entwicklung)

- Ausmaß des Schadens

Produktgeschichte:

- Seit wann existiert das Produkt?
- Wird das Produkt bei mehreren Kunden eingesetzt?
- Gab es bereits ähnliche Probleme in der Vergangenheit?

Ausfallgeschichte:

- Wie viele O-Ringe sind ausgefallen?
- Seit wann fallen die O-Ringe aus?
- Kann der Ausfallzeitraum einer bestimmten Liefercharge zugeordnet werden?
- Wurde etwas geändert (Produktion, Montage, Lieferant, Medium, Beanspruchung)?
- Fallen die O-Ringe nur bei einem Kunden aus, obwohl es mehrere Kunden gibt?
- Fallen die O-Ringe nur in bestimmten Einsatzgebieten aus? (Europa, Asien, Klimabereiche)

Gezielte Untersuchung nach dem Schadensmechanismus

Um die Versagenshypothese zu beweisen, sind gezielte Untersuchungen nach dem Schadensmechanismus durchzuführen. Hierzu ist ein

Tabelle 2: Untersuchungsmethoden für Schadensanalyse an Elastomerbauteilen.

| Bereich | Aspekte |
|-------------------------------|--|
| Mikroskopische Untersuchungen | · Lichtmikroskopie (LIM) · Rasterelektronenmikroskopie (REM) mit EDX-Analyse |
| Analytische Untersuchungen | · Infrarotspektroskopie (IR) · Thermogravimetrie (TGA) · Gaschromatographie/Massenspektroskopie (GC/MS) an Extrakten · Thermodesorption mit GC/MS · Dynamische Differenzkalorimetrie (DSC) |
| Physikalische Prüfungen | · Statisch mechanische Eigenschaften (Dichte, Härte, Zugversuch, DVR) · Dynamisch mechanische Eigenschaften (Ermüdungsprüfungen, Frequenzverhalten) · Beständigkeitseigenschaften (Relaxation, Medieneinlagerung, Ozonbeanspruchung, Chemolumineszenz) |
| Schadensanalyse mittels FEM | |
| Nachstellversuche | |

Untersuchungsplan zu erstellen, der sowohl die Untersuchungsmethoden, die Reihenfolge der durchzuführenden Untersuchungsmethoden und die Probenahme festlegt. In Tabelle 2 sind die bei der Schadensanalyse an Elastomerbauteilen häufigsten verwendeten Untersuchungsmethoden zusammengefasst. Welche Methode eingesetzt wird, hängt neben der Versagenshypothese auch von den verfügbaren Proben (Anzahl der O-Ringe) ab.

Die Ziele der einzelnen Untersuchungen müssen definiert werden. Liegen dann die Ergebnisse der Untersuchung vor, sind diese am besten mit einem Fachmann, der idealerweise auch in die Zielsetzungen der Untersuchungen involviert ist, zu diskutieren. Oft liegen zwar eindeutige Analyseergebnisse vor, die jedoch keine eindeutigen Antworten auf die Fragestellung (Ziele) geben. Dann sind weitere Untersuchungen häufig notwendig.

Zusammenfassung der gezielten Untersuchung nach Fehlern und Ausfalltyp:

- Versuchsplan erstellen (Methoden und Ablauf),
- Probenahmen definieren,
- Untersuchungen definieren,
- Ergebnisse der einzelnen Untersuchungen auswerten.

Ermittlung der Schadensursache

Zur Ermittlung der Schadensursache werden die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungen bewertet und mit den Ergebnissen der Bestandsaufnahme verknüpft. Dies kann nur mit entsprechender Erfahrung und Fachwissen durchgeführt werden. Sind die Ergebnisse nicht eindeutig einer Schadensursache zu zuordnen, so kann ein Ausschluss von Ursachen hilfreich

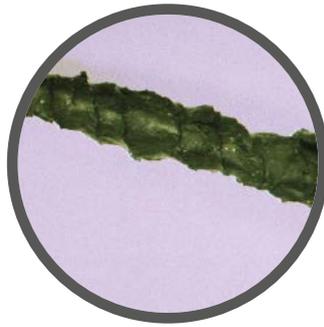


Abb. 4: Darstellung eines extrudierten O-Rings.

sein. Allerdings sollte die Festlegung der Schadensursache nicht alleine durch das Ausschlussprinzip begründet werden. Liefert die Schadensanalyse mehrere Schadensursachen, sollte eine Bewertung hinsichtlich der primären Schadensursache und den begünstigenden Einflüssen durchgeführt werden.

Festlegung von Abhilfemaßnahmen

Ist die Ausfallursache ermittelt, müssen geeignete Maßnahmen zur Abhilfe eingeleitet werden. Diese können verschiedene Bereiche wie Konstruktion, Werkstoffauswahl, Fertigungsprozesse, Prüfverfahren und Prüfbedingungen betreffen.

Fazit

Ein Ausfall eines O-Rings in einer Anwendung kann vielfältige Ursachen haben. Um eine Schadensanalyse vornehmen zu können, ist eine systematische Vorgehensweise erforderlich, die sämtliche Betriebs- und Montagebedingungen hinterfragt. Eine erste, grobe Analyse kann in einigen Fällen bereits durch Begutachtung des ausgefallenen O-Rings vor-

genommen werden. Allerdings bedarf es stets einer weiteren, intensiveren Untersuchung. Hierbei ist in erster Linie neben dem Fachwissen auch Erfahrung im Umgang mit ausgefallenen Dichtungen von Vorteil, um nicht nur die Ursache des Ausfalls zu ermitteln, sondern auch entsprechende Abhilfemaßnahmen einleiten zu können. Eine enge Zusammenarbeit mit der Anwendungstechnik eines Herstellers oder Fachhändlers sollte unbedingt genutzt werden, da diese Beratung dem Anwender viele Vorteile bietet, z.B. Werkstoffuntersuchungen, die der Anwender selbst i.d.R. nicht durchführen kann, da die Laboreinrichtung für diese Art von Untersuchungen fehlt. Aber auch der Hersteller erweitert mit den Erfahrungen des Anwenders seine Expertise.

Quellen

[1], [2], [3]: „Dipl.-Ing. B. Richter, O-Ring Prüflabor Richter“

Der Autor

Dipl.-Ing. (FH) Michael Krüger, Leiter Operative Anwendungstechnik, C. Otto Gehrckens

Bilder: © C. Otto Gehrckens

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:
<https://dx.doi.org/10.1002/citp.202101213>

Kontakt

C. Otto Gehrckens GmbH & Co. KG, Pinneberg
 Michael Krüger · Tel.: +49 4101 5002 0
 info@cog.de · www.cog.de

Pumpen für die Instandhaltung

Für das Reinigen von Gestellen sollten diverse Förderpumpen zum Aufsprühen eines aggressiven, jedoch nicht lösemittelhaltigen/brennbaren Reinigungsmittels zum Einsatz kommen.

Hierbei sollten die Pumpen neben der chemischen Beständigkeit teilweise für den kurzfristigen andererseits für den Dauereinsatz geeignet sein. Dem Anwender war zudem eine Pumpenlösung wichtig, die stationär in 200-L-Fässern oder IBC Containern befestigt werden kann, auf der Druckseite jedoch über eine große Flexibilität und über eine Sprühpistole zum Auftragen verfügt. Da zwischen den einzelnen Phasen des Aufsprühens auch Pausen eingelegt werden sollten, musste die Pumpe auch gegen die geschlossene Pistole arbeiten können, ohne hierbei Schaden zu nehmen. Für



den kurzfristigen Einsatz lieferte Jessberger Fasspumpen aus Polypropylen mit einem 825 W starken Wechselstrommotor. Das Förderrad der Fasspumpen wurde aufgrund der Kundenanforderungen so ausgelegt, dass diese gegen den geschlossenen Schieber einen Druck von bis zu 3,5 bar aufbauen. Mit diesem Förderdruck waren die Stabpumpen geeignet, um den für die Sprühpistole benötigten Betriebsdruck aufzubringen und andererseits auch gegen die geschlossene Sprühpistole arbeiten zu können.

Für einen mehrstündigen Einsatz im Dauerbetrieb wurden mehrere druckluftbetriebene Membranpumpen geliefert. Diese geben den maximalen Betriebsdruck von 7 bar auch auf der medienseitigen Druckseite wieder ab. Für den Fall, dass die Sprühpistole

nach dem Aufsprühen geschlossen wird, bleiben die Druckluftmembranpumpen automatisch stehen. Sie laufen jedoch umgehend wieder an, sobald die Pistole geöffnet wird, um nach einer kurzen Einwirkungszeit weiteres Reinigungsmittel aufzutragen. Eine Membranpumpe hat gegenüber anderen Pumpprinzipien den Vorteil, dass sie trockenlaufen kann und daneben selbstansaugend ist. Über die Druckluftzufuhr konnte ferner die Förderleistung sowie der für die Sprühpistole benötigte Druck auf die Bedürfnisse des Anwenders abgestimmt werden.

Kontakt

Dr. Jessberger GmbH, Ottobrunn bei München
 Tel.: + 49 89 66 66 33 400
 info@jesspumpen.de · www.jesspumpen.de



Die Druckluft wird bei OQ Chemicals neuerdings von drei ZH+-Turbokompressoren von Atlas Copco erzeugt. Drei Drehtrommeltrockner (links im Bild) bereiten die Druckluft zu hoher Qualität auf.

Fast 1.450 t weniger CO₂-Ausstoß pro Jahr

Chemiekonzern ersetzt 50 Jahre alte Turbokompressoren durch effizientere Maschinen von Atlas Copco

Mit drei neuen Turbokompressoren spart der Chemiekonzern OQ Chemicals in Oberhausen jährlich etwa 2 Mio. kWh Strom ein – etwa 20 % im Vergleich zum Energiebedarf der alten Druckluftversorgung. Zudem wurde der CO₂-Fußabdruck um rund 1.450 t/a reduziert. Dazu tragen auch die drei Drehtrommeltrockner bei, die das Trockenmittel höchst effizient mit der im Verdichtungsprozess entstehenden Wärme regenerieren.

Mitten im Corona-Lockdown dürfen wir – mit Termin, Abstand, Helm und Maske – das weitläufige Gelände der OQ Chemicals in Oberhausen betreten, der früheren Oxera. Während

die chemischen Reaktoren in Außenanlagen laufen, sind Büros, Leitwarte und die Druckluftversorgung in altherwürdigen Ziegelbauten untergebracht. Dort stehen auch zwei

Turbokompressoren von MAN GHH aus den Jahren 1970 und 1982. Sie waren redundant ausgelegt, so dass sie jeweils wechselweise betrieben wurden. Ein halbes Jahrhundert erzeugten die Anlagen am Standort die Druckluft. Allein die vier Trocknungsanlagen würden einen kleinen Saal füllen. „Das alles lief zwar noch, war aber sicher nicht mehr Stand der Technik“, erklärt Prozessingenieur Denys Volovyk. „Deshalb haben wir die Modernisierung der Druckluftherzeugung zum Projekt ausgerufen.“

„Einerseits wurde das Ausfallrisiko immer größer, andererseits wollten wir mehr Effizienz und Nachhaltigkeit in die Druckluftherzeugung bringen“, erklärt Denis Stegemann, der als Betriebsassistent in der Abteilung Energie- und Reststoffbetrieb von Anfang an in das Projekt eingebunden war. „Mit der Erneuerung der Station wollten wir die Druckluftverfügbarkeit

”

Die neuen Turbokompressoren sorgen aufgrund ihres Leistungsbereichs und der Flexibilität für eine energieeffiziente Fahrweise bei hoher Verfügbarkeit. Wir sparen damit jährlich etwa zwei Millionen Kilowattstunden Strom ein – das sind etwa 20 Prozent des Energiebedarfs der alten Druckluftversorgung.

Denys Volovyk, Projektleiter



Die Armaturen der chemischen Anlagen, im Bild ein Rohester-Reaktor, werden mit Druckluft gestellt. Wegen des weitverzweigten Leitungsnetzes auf dem Gelände setzt OQ Chemicals auf Druckluft mit einem besonders niedrigen Drucktaupunkt.



dauerhaft sicherstellen und weitere Reserven für einen etwaigen zukünftigen Mehrbedarf aufbauen, der durch neue Anlagen entstehen könnte.“ Außerdem sollten im Zuge der Sanierung die Kosten für Strom und Dampf gesenkt und der CO₂-Ausstoß reduziert werden. Auch die Wartungskosten sollten sinken. „All diese Ziele haben wir mit der neuen Druckluftherzeugung erreicht“, betonen Volovyk und Stegemann.

Die neue Druckluftstation besteht nun aus drei Turbokompressoren von Atlas Copco vom Typ ZH 630+ sowie ebenfalls drei hocheffizienten Adsorptionstrocknern ND 2000+. Jeweils zwei Kompressoren genügen für die Versorgung des gesamten Chemiewerks, so dass immer einer in Redundanz zur Verfügung steht. „Eine Nicht-Verfügbarkeit der

Druckluftherzeugung können wir uns nicht erlauben“, begründet Volovyk. „Sie führt unweigerlich zum Ausfall aller Produktionsanlagen. Daher ist die Versorgung redundant aufgebaut, was uns eine Hundert-Prozent-Verfügbarkeit sichert!“

Aldehyde als Ausgangsstoffe für Spezialchemikalien

Die ist unerlässlich, weil die chemischen Prozesse bei OQ Chemicals rund um die Uhr laufen. Das Unternehmen stellt sogenannte Oxo-Intermediate (Zwischenprodukte) und Oxo-Derivate her. Diese Produkte entstehen auf dem Wege der Oxosynthese oder Hydroformylierung: Petrochemische Ausgangsstoffe – vor allem Ethen und Propen – werden mit

einem Gasgemisch aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff versetzt, um daraus Aldehyde herzustellen. Diese wiederum können durch weitere technische Prozesse in höher veredelte Zwischenprodukte und Spezialchemikalien überführt werden. „Unsere Produkte finden sich in vielen alltäglich genutzten Erzeugnissen wieder“, berichtet Denys Volovyk. „Wir liefern zum Beispiel ein Produkt, das sich in Sicherheitsglas-Folien wiederfindet.“ Andere OQ-Erzeugnisse fänden im Tierfuttermittelbereich, im Automobilbau oder in Farben und Lacken ihre Anwendung. Auch für die Herstellung von Wasch- und Reinigungsmitteln werden die Oxo-Produkte benötigt. „Dabei erwarten unsere Kunden immer hohe Qualität und Reinheit.“

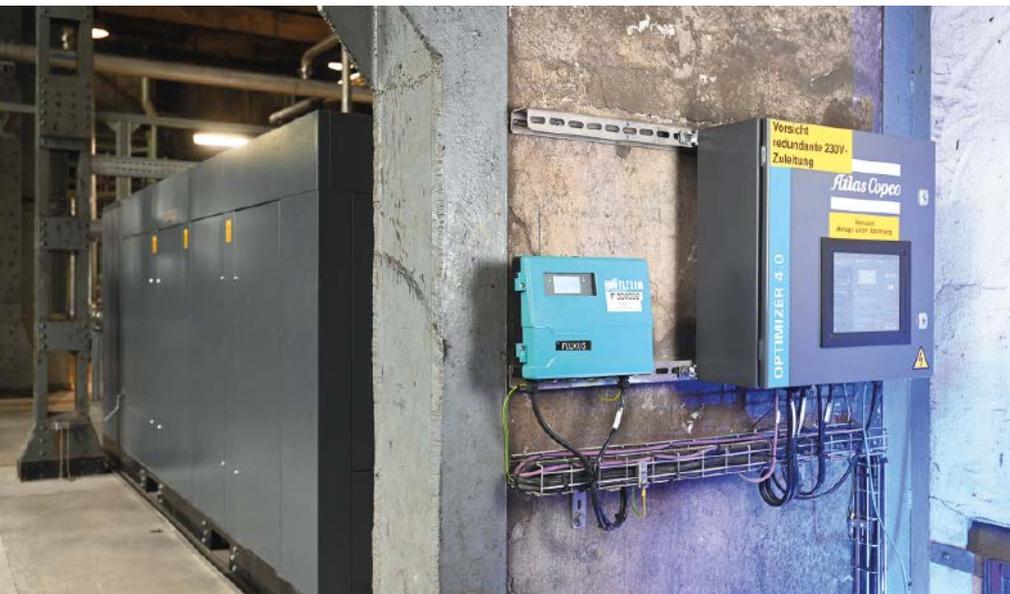
Die neue NMX Baureihe

Wärmeträgerpumpen der neuesten Generation!

- Erhöhte Lebensdauer
- Selbstentlüftung
- Variantenvielfalt
- „Plug & Play“

Betrieb bis 450 °C





Als übergeordnete Steuerung hilft der neue Optimizer 4.0 von Atlas Copco dabei, die drei Turbokompressoren in jedem Lastpunkt effizient zu betreiben. Außerdem bietet er vor Ort eine gute Anlagenübersicht und sammelt die Warn- und Störmeldungen der drei Kompressoren und der drei Trockner.

Hoher Anspruch an die Reinheit der Druckluft

Vergleichbare Ansprüche stellt OQ Chemicals seinerseits an die Druckluft, und die drei ZH+-Turbokompressoren erfüllen diese im Zusammenspiel mit den drei ND+-Trocknern auch spielend. Atlas Copco lieferte die öl-frei verdichtenden Turbos als anschlussfertige, kompakte Komplettlösungen: jeweils mit

Verdichtereinheit und integriertem Lufteintrittssystem, Kühler, Abblasventil und Schalldämpfer, Antriebsmotor, vollständigem Schmieröl- und Steuersystem. Einfach zu installieren und schnell in Betrieb zu nehmen. Um den Anschluss an das bestehende Rohrleitungssystem kümmerte sich Ulrico Jungjohann, Betriebstechniker bei OQ Chemicals.



OQ Chemicals stellt in den Reaktoren in Oberhausen Oxo-Zwischenprodukte und Oxo-Derivate her. Diese Produkte entstehen auf dem Wege der Hydroformylierung: Petrochemische Ausgangsstoffe – vor allem Ethen und Propen – reagieren mit Kohlenmonoxid und Wasserstoff zu Aldehyden. Diese werden von Industriekunden zu Spezialchemikalien veredelt.

Übergeordnete Steuerung als Schnittstelle zum Prozessleitsystem

Als übergeordnete Steuerung hilft der neue Optimizer 4.0 dabei, die drei Turbokompressoren in jedem Lastpunkt effizient zu betreiben. Außerdem bietet die Software vor Ort eine gute Anlagenübersicht und sammelt die Warn- und Störmeldungen der sechs Aggregate. „Der Optimizer ist die Kommunikationsschnittstelle zur Steuerung und Visualisierung in unserem Prozessleitsystem“, erklärt Sebastian Planz, der für das Engineering der Elektro-, Mess- und Regeltechnik (EMR) zuständig ist. „Hier werden uns die Messwerte im Anlagenfließbild angezeigt, und wir können zum Beispiel die Maschinen umfahren und Einschaltprioritäten vorwählen.“ Die Anbindung erfolgte via Modbus TCP.

Die Kompressoren erzeugen bis zu 12.500 m³/h mit einem Betriebsüberdruck von 5,7 bar, die von der zentralen Station auf drei Netze verteilt wird, und zwar als

- Instrumentenluft,
- Förderluft und
- Arbeitsluft.

Die Druckluft versorgt auf dem Gelände sowohl OQ-eigene Anlagen als auch solche von Standortpartnern. Die EMR-Komponenten benötigen Instrumentenluft; mit der Förderluft transportiert der Standortpartner Versalis pneumatisch seine Kunststoffe in großen Rohrleitungen, und die Arbeitsluft treibt alle weiteren Arbeitsanwendungen an.

Die Instrumentenluft muss frei von Staub (Partikeln), Öl und Wasser sein. „Wegen des weit verzweigten Werksnetzes haben wir einen niedrigen Drucktaupunkt angestrebt, um auch im Winterbetrieb zu verhindern, dass in den Rohrleitungen Feuchtigkeit kondensiert“, führt Denis Stegemann aus. „Den niedrigen Taupunkt von -40 °C erreichen die ND-Trockner spielend.“

Die ND+-Trockner sind Adsorptions-Drehtrommeltrockner. Sie nutzen die im Verdichtungsprozess entstehende Wärme (HOC, Heat of Compression), um das Trockenmittel zu regenerieren. Dadurch braucht der ND 2000+ für den Trocknungsprozess nur wenig Energie und arbeitet spezifisch sehr günstig, denn die zum Drehen der Trommel benötigte Energie ist mit gerade einmal 120 W vernachlässigbar gering. Durch ihre robuste Bauweise arbeiten die Trockner sehr zuverlässig und liefern stets die in Oberhausen erforderliche, hohe Druckluftqualität. Zudem „verlieren“ die Trockner im Prozess keinerlei Druckluft, so dass 100 % des Volumenstroms am Auslass zur Verfügung stehen. Darüber hinaus ist bei den Trocknern bauartbedingt keine Spülluft erforderlich, und sie kommen ohne Filter aus – was wiederum einen sehr geringen Druckabfall bedeutet. „Selbst im Vergleich mit anderen warmregenerieren-

den Trocknern sparen wir mit dem Drehtrommeltrockner über den Lebenszyklus hinweg bis zu 50 % der Kosten“, weiß Stegemann.

Optimale Auslastung mit hohem Wirkungsgrad

„Die Größe der Maschinen sowie ihren Regelbereich haben wir für OQ so gewählt, dass sie im Normalbetrieb bei hohen Wirkungsgraden optimal ausgelastet sind“, erklärt Andreas Müller, Vertriebsingenieur bei Atlas Copco in Essen. Gleichzeitig sorgt der Optimizer 4.0 durch seinen intelligenten Regelalgorithmus für eine vorausschauende Fahrweise und stelle damit sicher, dass ein Abblasen im Teillastbetrieb auf ein Minimum reduziert werde. „Im Turnaround-Betrieb mit niedrigem Luftbedarf können wir außerdem in eine Fahrweise mit nur einem Kompressor wechseln“, ergänzt Denis Stegemann. „Auch dadurch können wir die Druckluftherzeugung effizient an den realen Luftbedarf des Werkes anpassen.“ Die autarke Steuerung der Druckluftstation durch den Optimizer bedeute zudem eine große Entlastung für das Bedienpersonal.

„Die neuen Turbokompressoren ermöglichen uns aufgrund ihres Leistungsbereichs und der

Flexibilität eine energieeffiziente Fahrweise bei gleichbleibend hoher Verfügbarkeit“, fasst Denys Volovyk zusammen. „Wir sparen damit jährlich etwa 2 Mio. kWh Strom ein, das sind ungefähr 20 % gegenüber der alten Druckluftversorgung – oder die Menge, die 400 Haushalte verbrauchen. Außerdem haben wir unseren CO₂-Fußabdruck durch die neue Druckluftstation nun um rund 1.450 t/a reduziert.“

Leistungswerte erreicht, Ziele übertroffen

Laut Martin Riering, Betriebsleiter im Energie- und Reststoffbetrieb, wurden die angestrebten Leistungswerte erreicht und die Ziele des Unternehmens mit diesem Projekt teilweise sogar übertroffen. „Die von Atlas Copco angebotene Lösung arbeitet mit der neuesten Technologie der Monitoring- und Steuerungssysteme und trägt zu wesentlich höherer Effizienz und erheblichen Energieeinsparungen bei“, sagt Riering.

Die Zusammenarbeit mit dem Maschinenbauer sei im gesamten Projekt durchgehend sehr gut gewesen, die Inbetriebnahme im laufenden Prozess habe ohne Versorgungsunterbrechung geklappt. „Das war schon eine besondere Herausforderung.“ Neben der ei-

gentlichen Projektierungs- und Montagephase hat das Team des Kompressorenherstellers in Oberhausen während der Inbetriebsetzung und der Optimierungsphase unterstützt. Und erst kürzlich hat OQ Chemicals noch eine Wartungsvereinbarung über zwei Jahre mit Atlas Copco abgeschlossen. „Insgesamt sind wir mit dem Projektverlauf sehr zufrieden“, meint Martin Riering.

Der Autor

Thomas Preuß, Journalist

Bilder © Atlas Copco/Henning Scheffern

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:
<https://dx.doi.org/10.1002/citp.202101214>

Kontakt

Atlas Copco Kompressoren und Drucklufttechnik GmbH, Essen
 Tel.: +49 201 2177 933
www.atlascopco.com/de-de/compressors
www.atlascopco.com

WILEY-VCH



30 JAHRE
CHEManager

Wir schenken Ihnen 30 % Jubiläumrabatt auf Ihre Glückwunschanzeige!

FEIERN SIE MIT UNS



Safety is for life.™ **REMBE® Rush Order**

Berstscheiben innerhalb von 24 Stunden

+49 2961 7405-0
www.berstscheiben24.de

Made in Germany



DICHTUNGSTECHNIK
 PREMIUM-QUALITÄT SEIT 1867



COG SETZT ZEICHEN:
Beständig von einem Extrem zum anderen.




Präzisions-O-Ringe für wechselwirkende Medien und besonders breite Einsatztemperaturbereiche.

www.COG.de

Druckluft sicher nutzen

Energie und Kosten sparen

Mit sicherheitstechnischen Produkten können Risiken durch Druckluft vermieden werden. Der technische Handel berät, welche Anwendungen Sicherheit für die Mitarbeiter garantieren.

In vielen Industriebetrieben werden Anlagen, Maschinen und Werkzeuge mit pneumatischen Antrieben eingesetzt. Von ihnen selbst gehen keine direkten Gefährdungen aus, aber unter Umständen von der Druckluft. Sie ist für bis zu 10 % aller Unfälle oder Erkrankungen am Arbeitsplatz verantwortlich. Platzen und entkoppelte Schläuche, die durch die Luft peitschen, oder Blaspistolen, können mit ihrem Luftstoß die Haut verletzen und eingetragene Partikeln zur Blutvergiftung führen.

Sichere Druckluftnutzung ist machbar

Fachbetriebe, die in der Fachgruppe „Schlauch- und Armaturentechnik“ des VTH – Verband

Technischer Handel – organisiert sind, wissen, wie man die Risiken minimiert. Dazu sollten sich alle Anwender in Handwerk und Industrie zunächst mit diesen elementaren Fragen beschäftigen: Beachten wir alle organisatorischen und technischen Sicherheitsmaßnahmen, wie sie die Betriebssicherheitsverordnung, die Maschinenrichtlinie und produktbezogene Normen vorgeben? Befinden sich unsere Anlagen, deren Einzelkomponenten sowie die persönlichen Schutzausrüstungen auf dem aktuellen Stand der Technik?

Wo diese Fragen nicht bejaht werden können, ist Eile geboten. Aber auch wenn diese



Drucklufttechnische und pneumatische Anwendungen erfordern organisatorische, technische und persönliche Schutzmaßnahmen. Zu beachten sind zudem die Maschinenrichtlinien, das Produktsicherheitsgesetz, die Betriebssicherheits-, die Druckluft- sowie die Lärm und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung.

positiv beantwortet sind, sollten Unternehmen zusätzlich in sicherheitstechnische Komponenten investieren und sie in ihren pneumatischen Anlagen und Druckluftwerkzeugen unter fachlicher Anleitung verbauen.

Auf dem Markt gibt es mittlerweile ein umfangreiches Sortiment an Produkten, welche Sicherheit bringen und gleichzeitig die Performance der Anlage nicht drosseln.

Dirk Höschle, der das Präventionsprogramm „Riegler Safety“ beim gleichnamigen Hersteller in Bad Urach betreut, weist darauf hin, dass sichere Druckluft auch mit Energieeffizienz und Kosteneinsparung verbunden ist. „Viele Werkzeuge, Anlagen und Maschinen werden mit zu hohem Leitungsdruck betrieben. Denken wir z.B. an einen Druckluft-Ratschenschrauber, dessen Drehmoment für 6 bar ausgelegt ist, aber an das vorhandene Netz mit acht oder sogar 10 bar angeschlossen wird. Ein Leitungsdruckregler minimiert hier nicht nur die Unfallgefahr, sondern reduziert auch die Kosten auf Grund des geringeren Luftverbrauchs und verlängert die Lebensdauer der Werkzeuge.“



Das zweistufige Entkuppeln und Entlüften verhindert den Peitschenhiebefeekt. Der versenkte Knopf verringert die Gefahr des ungewollten Auslösens.

Sicherheitskomponenten im Druckluftsystem

Mit einschraubbaren Inline-Druckreglern und -Filtern kann ein Unternehmen dafür sorgen, dass im Werkzeug nie ein höherer Druck aufgebaut ist als für die Anwendung benötigt wird.

Wenn zwei- statt einstufige Kupplungen verwendet werden, kann die Trennung vom Stecker sicher erfolgen. Das schlagartige Ent-

weichen der Luft wird verhindert; der Stecker fliegt nicht unkontrolliert durch die Luft und ein Peitschenhieffekt des Schlauchs wird vermieden.

Ein Kugelhahn sorgt für automatische Entlüftung. Da er abschließbar ist, wird Manipulation ausgeschlossen.

Fachlicher Rat vom Technischen Handel

Die Verantwortung für die Sicherheit der Mitarbeiter liegt auch bei drucklufttechnischen und pneumatischen Anwendungen allein beim Arbeitgeber. Er ist dafür zuständig, Anweisungen für den ordnungsgemäßen Umgang mit Druckluft zu erlassen sowie sichere Betriebsmittel zur Verfügung zu stellen.

Die Routinen am Arbeitsplatz und die Vielfalt der Produkte zur Unfallverhütung und Sicherheit sind jedoch selbst für Sicherheitsbeauftragte kaum überschaubar. Riegler-Geschäftsführer Jürgen Wacker rät nach langjähriger Beschäftigung mit der Problematik: „Unternehmen sollten auf Nummer sicher gehen und sich von vornherein beim technischen Händler ihres Vertrauens beraten und schulen lassen; er weiß, welches Produkt für welchen Zweck die meiste Sicherheit garantiert.“

Die Autorin

Nadine Lorenz, Geschäftsführerin
VTH Verband Technischer Handel

! Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:
■ <https://dx.doi.org/10.1002/citp.202101215>

Kontakt

VTH Verband Technischer Handel e.V., Düsseldorf
Tel.: +49 211 44 53 22
info@vth-verband.de · www.vth-verband.de
www.technischerhandel.com

Riegler Co. KG, Bad Urach
Tel.: +49 7125 9497 0
info@riegler.de · www.riegler.de

Schlauchbruchsicherungen schützen Personen und Arbeitsumgebung vor Schäden, die beim Platzen oder Anreißen einer Druckluftleitung eintreten können. In diesen Fällen unterbricht die Schlauchbruchsicherung sofort den Durchfluss bis auf eine geringe Restströmung und verhindert somit womöglich schwere Verletzungen eines Mitarbeitenden.

Heavy Duty faster, stronger

Swiss
quality



Intervall-Klopfer
FKL



Linear
FPLF

Rotierend
Edelstahl
GT-RF



Rotierend
T-80-LP

Good Vibrations

Findeva AG



Pneumatische Vibratoren für die Industrie
Loostrasse 2, CH-8461 Oerlingen,
Schweiz. Tel. +41 (0)52 305 47 57
Mail: info@findeva.com.

Deutschland: www.aldak.de.
Mail: alsbach@aldak.de

www.findeva.com

Verschleißfrei dicht dank Fliehkraft

Berührungslose Labyrinthdichtungen schützen rotierende Anlagen zuverlässig vor Staub und Flüssigkeiten



Sandra Walz,
technische Redakteurin

Die Dichtheit von berührungslosen Labyrinthdichtungen basiert auf der Fliehkraft, welche die eingedrungenen Schmierstoffe, Flüssigkeiten und Stäube durch die Konstruktion wieder zurück ins System bzw. nach außen führt. Sie eignen sich besonders für den Einsatz in rotierenden Anlagen, die in einer rauen Umgebung arbeiten. Auch Anforderungen wie hohe Drehzahlen, Korrosionsbeständigkeit, Sperrluftintegration, ATEX-Eignung oder Lagerstromschutz können mit dem Dichtungskonzept abgedeckt werden.

Wellen in Werkzeugmaschinen, Turbinen und Getrieben sowie Motorspindeln stellen die Dichtungstechnik vor eine große Herausforderung. Denn durch die Rotationsbewegung werden gewöhnliche, schleifende Lagerisolatoren einer rapiden Abnutzung ausgesetzt. Dagegen müssen bei kontaktfreien Varianten in der Regel Abstriche in Bezug auf die Dichtheit hingenommen werden müssen. Um diesem Dilemma zu entgehen, entwickelte Inpro/Seal, der US-amerikanische Erfinder der ersten Lagerschutzdichtung, das Konzept seiner berührungslosen Labyrinthdichtungen. Diese bestehen nur aus zwei bis drei Komponenten, sind vollkommen verschleißfrei und zugleich in horizontaler Lage von innen und außen sowohl im statischen als auch im dynamischen Betriebszustand nach der Schutzklasse IP66 zu 100 % fremdkörper- sowie wasserdicht. Bei besonders hohem Staub- oder Druckaufkommen kann zusätzlich eine Sperrluftunterstützung integriert werden, während optionale Erdungsringe auch bei elektrischen Motoren einen sicheren Betrieb gewährleisten. Als technischer Servicepartner vertritt KTN Kugellagertechnik Neely

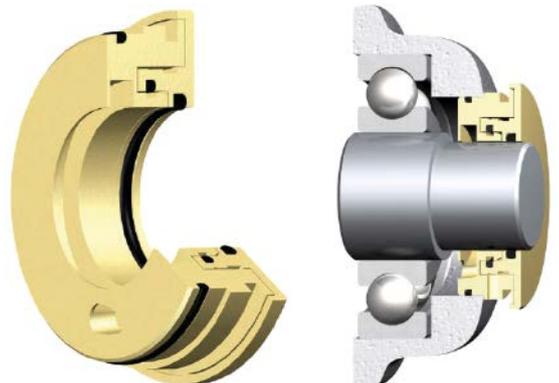
die hochwertigen Dichtungen im deutschsprachigen Raum und entwickelt individuelle Anwendungslösungen für ihre Kunden.

Dicht auch bei hohen Anforderungen

„Laut einschlägigen, vom Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) publizierten Studien ist ein durch unzuverlässige Dichtungen hervorgerufenen Lagerversagen die häufigste Ursache für industrielle Motor- und Pumpenausfälle“, so Herbert Neely-Skirde,

Geschäftsführer der KTN Kugellagertechnik Neely. „Die meisten Dichtungen an Wellen von Werkzeugmaschinen, Prozesspumpen und an Motorspindeln sind aufgrund der hohen Drehzahlen entweder sehr verschleißbehaftet oder können im Falle einer berührungsfreien Konstruktion keine hundertprozentige Dichtheit während des Stillstands garantieren.“ Hinzu kommt, dass sich die Installation aufwendiger und massiver Lagerisolatoren häufig sehr kompliziert gestaltet und diese sich für viele

Bei den Lagerisolatoren aus dem Hause Inpro/Seal handelt es sich um sogenannte Fliehkraftdichtungen. Das bedeutet, dass eingedrungene Schmierstoffe, Flüssigkeiten und Stäube durch ein Zusammenwirken des komplexen Aufbaus mit der Zentrifugalkraft innerhalb der Dichtung in Kammern gedrückt und über Nuten wieder zurück ins System geführt beziehungsweise nach außen hinweggeschleudert werden.





Die Inpro/Seal-Dichtungen lassen sich verschrauben, einpressen oder einkleben.

„KTN bietet eine Performance-Garantie. Falls das System spätestens nach einer Nachbesserung unsererseits nicht einwandfrei funktioniert, erhält der Kunde sein Geld zurück.“

Herbert Neely-Skirde,
Geschäftsführer der KTN Kugellagertechnik Neely GmbH



spezifische oder platzsparende Anwendungen schlichtweg nicht eignen. Mit den Labyrinthdichtungen von Inpro/Seal bietet KTN dagegen Lösungen, die sowohl nach Schutzklasse IP66 absolut zuverlässig gegen Staub und Flüssigkeiten abdichten als auch in unterschiedlichen Größen, Varianten und Materialien verfügbar sind. So kann speziellen Anforderungen wie besonders kleinen Maßen, sehr hohen Drehzahlen, Korrosionsbeständigkeit, Sperrluftintegration, ATEX-Eignung oder Lagerstromschutz individuell begegnet werden.

Verschleiß- und wartungsfreie Konstruktion aus nur zwei bis drei Bauteilen

Bei den Lagerisolatoren aus dem Hause Inpro/Seal handelt es sich um sogenannte Fliehkraftdichtungen. Das bedeutet, dass eingedrungene Schmierstoffe, Flüssigkeiten und Stäube durch ein Zusammenwirken des komplexen Aufbaus mit der Zentrifugalkraft innerhalb der Dichtung in Kammern gedrückt und über Nuten wieder zurück ins System geführt bzw. nach außen hinweggeschleudert werden. Zwischen den beiden einander nicht berührenden Komponenten der Labyrinthdichtung befindet sich ein O-Ring aus VBX, der an Rotor und Stator anliegt und den Zwischenraum so im bewegungslosen Zustand zu 100 % abdichtet. Auf eine Schmierung der Oberflächen kann gänzlich verzichtet werden, sodass die Anwendung auch nicht durch die Eigenschaften der Schmierstoffe und die zulässige Temperaturspanne eingeschränkt wird. „Neben dem gegenüber herkömmlichen Lagerschutzdichtungen wegfallenden Wartungsaufwand liegt ein großer Vorteil der berührungslosen Systeme darin, dass sie nicht heiß laufen“, erläutert Neely-Skirde. „Es gibt also keinen Wärmeintrag in die Spindel und damit weder eine

Materialausdehnung im System noch maßliche Änderungen in der Fertigung.“

Standardmäßig werden die Dichtungen aus Bronze gefertigt, die sich durch ihre hohe Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit auszeichnen. Je nach individueller Anwendung – etwa bei hochdrehenden Spindeln, besonders starken Temperaturspitzen, im ATEX- oder Lebensmittelmittelbereich sowie bei Anforderungen an ein möglichst geringes Eigengewicht – kann das Material jedoch variieren. So sind neben Bronze oder Messing auch Aluminium, NIRO-Stähle, Titan, spezielle O-Ringmaterialien oder Kombinationen dieser Werkstoffe möglich. Bei hohen Drehzahlen muss das Rotormaterial angepasst werden und bspw. aus einem speziellen Stahl bestehen, damit er während des Betriebs nicht aufweitet. „So vielfältig wie die individuellen Ausführungen der Inpro/Seal-Dichtungen sind auch die Einbaumöglichkeiten“, fügt Neely-Skirde hinzu. „Man kann sie verschrauben, einpressen oder einkleben, das müssen wir stets im Einzelfall bewerten und mit dem Kunden abstimmen.“ Aus diesem Grund sind die Spezialisten von KTN üblicherweise bei der ersten Installation vor Ort und stellen den korrekten Einbau sowie die optimale Anwendung sicher.

Integration von Sperrluft und schützenden Erdungsringen

Steht die Dichtung unter großem Druck von außen, kann zusätzlich Sperrluft in das System integriert werden. Dies geschieht durch eine radiale Bohrung, die bei Nichtbenutzung einfach mit einem Stopfen verschlossen werden kann. Für eine effektive Sperrluftunterstützung genügt bei den Labyrinthdichtungen ein Druck von lediglich 0,3 bar über Atmosphärendruck. Insbesondere für den Betrieb an

elektrischen Motorspindeln können überdies spezielle Erdungsringe (CDR) angebracht werden – entweder nachträglich von außen oder als sogenannte Motor Grounding Seal (MGS) in die kompakte Konstruktion der Dichtung integriert. Der CDR hält einen kontinuierlichen Erdungskontakt und leitet auftretende Wellenströme auf diese Weise zuverlässig ab; Motorlager und gekoppelte Maschinen bleiben vor zerstörerischen Wälzlagerschäden wie Schäden an Getriebeverzahnungen durch Entladungen geschützt. Die als einzige Komponente verschleißbehafteten Kohlestifte sind dabei von außen zugänglich und können über eine Verschraubung unkompliziert ausgetauscht werden.

Die Autorin

Sandra Walz, technische Redakteurin
für KTN Kugellagertechnik Neely

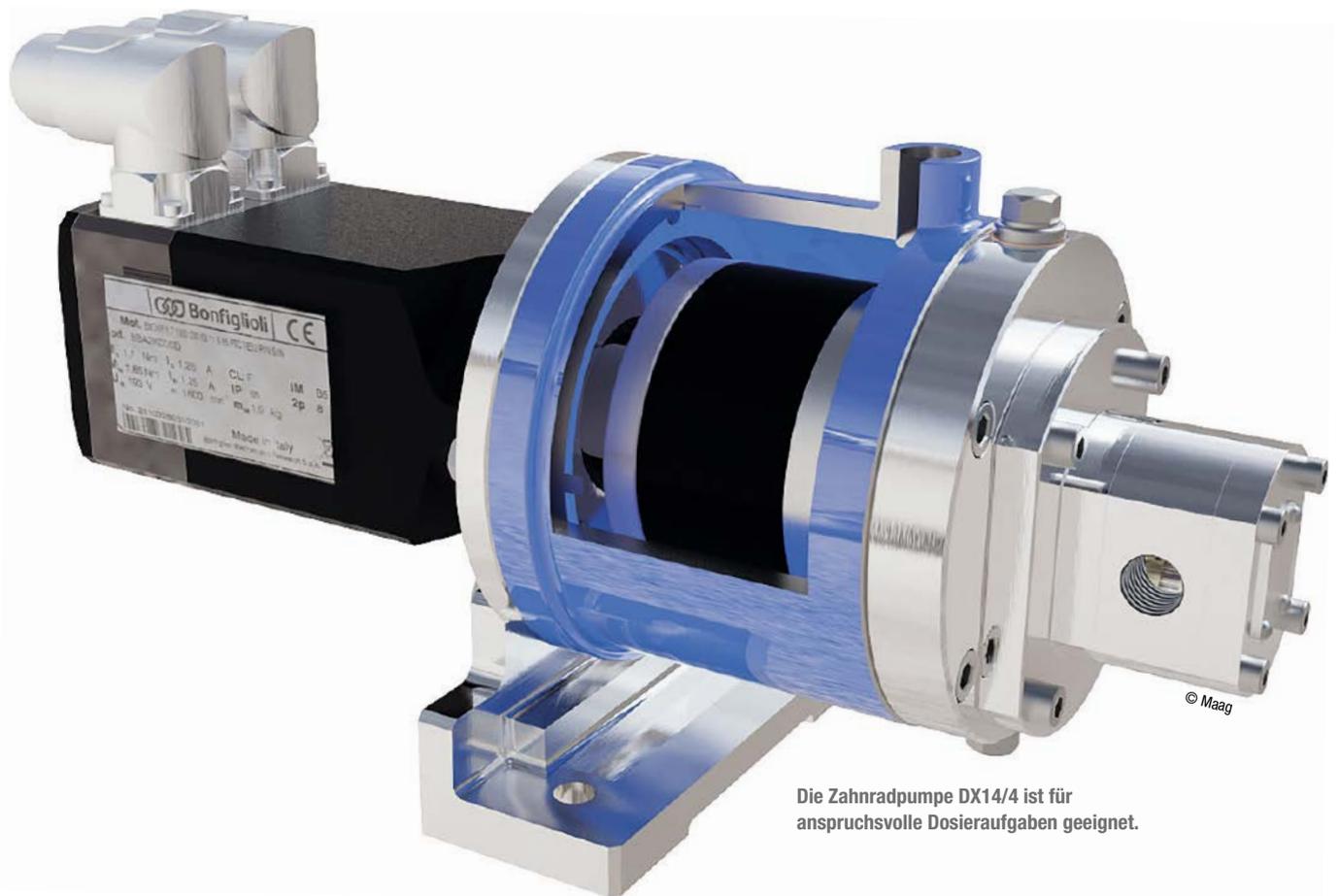
Bilder © KTN Kugellagertechnik Neely

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:
<https://dx.doi.org/10.1002/citp.202101216>

Kontakt

Waukesha Bearings Ltd t/a INPRO/SEAL,
Glasgow, UK
Tel.: + 44 141 433 4284 · www.inpro-seal.com

KTN Kugellagertechnik Neely
GmbH & Co.KG, Würzburg
Tel.: +49 931 666 94 76 · info@kugellagertechnik.de
www.kugellagertechnik.de
www.inproseal-kugellagertechnik.de



Die Zahnradpumpe DX14/4 ist für anspruchsvolle Dosieraufgaben geeignet.

Pumpenüberwachung in Echtzeit

Präzisionsdosierpumpen für herausfordernde Prozesse



Claudio Bonafede,
Maag Italy

Der Schweizer Maschinenbauer Maag ergänzt sein Industriepumpenportfolio um die Dosierpumpenreihe DX 14, die auch für neue, noch anspruchsvollere Prozesse wie Aromenproduktion oder Destillation geeignet ist.

Aromen und Zusatzstoffe wirken sich entscheidend auf den Erfolg eines neuen Produkts aus. Bei der Entwicklung wird daher großer Wert auf einzigartige Geschmacks- und Dufterlebnisse gelegt. Aromen werden nicht nur vielen Getränken wie Tee, Kaffee und Fruchtsäften, sondern auch frischen Produkten wie Eiscreme, verzehrfertigen Desserts, Käse und Joghurt zugefügt. Sie bestehen aus verschiedenen Konzentraten, die typischerweise in sehr präzisen Mengen gemischt werden. Hier kommen Dosierpumpen ins Spiel. Die Qualität und

Konsistenz des Endprodukts hängen von den exakten Mengen der individuellen Bestandteile ab, die in den Mischprozess eingehen und eine wichtige Steuerungsgröße sind. Für diesen Prozess bieten sich die hochgenauen, pulsationsarmen Zahnradpumpen Maag Dosix aus Edelstahl an. Mit Wellen aus Edelstahl und Gleitlagern aus SSiC, ZrO₂ oder synthetischem Kohlenstoff eignen sie sich ideal für dünnflüssige, wässrige und niedrigviskose Medien und zeichnen sich dort durch ihre lange Lebensdauer und hohe Leistung aus.

Austragung bei der Destillation

Verschiedene Destillationsanwendungen wie Dünnschichtverdampfer, Kurzwegverdampfer oder Destillationsanlagen sind ein weiterer wichtiger Einsatzbereich der Pumpen in der chemischen Prozesstechnik. Auch hier werden Pumpen der Serie eingesetzt. Destillation ist ein wichtiges Trennverfahren, das bei der Herstellung von Nahrungsmitteln, Chemikalien, Pharmazeutika, Kosmetika und Kunststoffen eingesetzt wird. Um das gewünschte Ergebnis zu erzielen, müssen Destillationsprozesse

ausgesprochen präzise ablaufen. Der geringe Vordruck stellt hohe Anforderungen an Austragspumpen: Dichtigkeit, geringer eingangsseitiger Druckverlust und präzises Dosieren minimaler Volumendurchflüsse.

Maag-Pumpen sind in verschiedenen Werkstoffkombinationen erhältlich und erlauben damit Rundlauf toleranzen und Einlaufgeometrien, die auf die Anwendung abgestimmt sind – wie auch immer die Anwendungsanforderungen hinsichtlich eines geringen Vordrucks, niedrigviskoser oder korrosiver Medien, hohen Differenzdrucks oder einer Kombination all dieser Parameter auch aussehen mögen.

Pumpenüberwachung und Leistungsanalyse

Das autonome Überwachungssystem Maag Brain bedeutet einen Schritt nach vorne in der Welt der Industrie 4.0 und des Internets der Dinge (Internet of Things, IoT). Das System wurde entwickelt, um Pumpen zu überwachen und ihre maximale Effizienz während des Betriebs zu gewährleisten. Die Leistung der Pumpen kann mit einem anpassbaren Algorithmus analysiert und vor Ort sowie aus der Ferne gesteuert werden.

Mit der Software lassen sich Betriebsparameter der Pumpen, wie Differenzdruck, Temperatur, Durchfluss und Vibrationen steuern. Das System hilft effizient dabei, notwendige Wartungsarbeiten zu erkennen und durchzuführen und Stillstandszeiten mit potenziellem Produktionsausfall zu vermeiden. Es ist ein modulares und anpassbares System, das die Überwachung von Druck-, Durchfluss- und Temperatur sowie der Drehzahl der Motorwelle und der Vibrationen an verschiedenen Stellen des Pumpensystems ermöglicht

Ursprünglich wurde das System für Mikropumpen der DX-Reihe entwickelt, kann aber mit dem gesamten Maag-Industrieportfolio eingesetzt werden. Je nach Bedarf können auch weitere Fühler hinzugefügt werden, z.B. ein zusätzlicher Temperaturfühler am Pumpengehäuse oder im Tank mit der zu pumpenden Flüssigkeit.

Nachdem die Betriebsparameter gemeinsam mit dem Anwender festgelegt wurden, werden sie durch Maag Brain in Echtzeit abgerufen und können über eine bedienerfreundliche, einfach ablesbare Benutzeroberfläche bequem aus der Ferne überwacht werden. Durchflussüberwachung ermöglicht die Bewertung möglicher

Funktionsstörungen und Ineffizienzen im Prozess sowie sofortige korrigierende Eingriffe. Drucküberwachung auf der Saug- und Druckseite ist die Voraussetzung, um diesen zentralen Parameter unter Kontrolle zu halten. Überdruck bei der Förderung, durch den die Pumpe und die nachgeschalteten Systeme beschädigt werden können, kann somit sofort korrigiert werden. Vibrationsüberwachung ist für prädiagnostische Analysen des Verschleißzustands interner Pumpenkomponenten unabdingbar. Sie kann dazu beitragen, Verschlechterungen des volumetrischen Wirkungsgrads oder sogar Fehlfunktion zu vermeiden.

Der Autor

Claudio Bonafede, Managing Director, Maag Italy

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:
<https://dx.doi.org/10.1002/citp.202101217>

Kontakt

Maag Pump Systems AG, Oberglatt, Schweiz
 Claudio Bonafede · Tel.: +39 02 57593257
 welcome@maag.com · www.maag.com

SEEPEx.
 ALL THINGS FLOW

ALLES EINE SACHE DER EINSTELLUNG SCT AutoAdjust



Mit SCT AutoAdjust ganz einfach die Stator klemmung einer Exzenterschneckenpumpe automatisiert auf den optimalen Betriebspunkt einstellen. Per Fernzugriff aus der Leitwarte, lokal über den SEEPEx Pump Monitor oder der App werden Lebenszykluskosten auf Knopfdruck reduziert.

- Beste Förderleistung und Produktivität durch stets optimalen Betriebspunkt
- Effizienzsteigerungen durch sofortige Anpassung an veränderte Prozessbedingungen
- Einfache Integration in die Prozessinfrastruktur
- Senkung der Stillstandszeiten durch vorausschauende Wartung via Cloud-Anbindung
- Verlängerte Lebensdauer durch Nachstellung der Stator klemmung

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

Trockene Druckluft mit hohen Volumenströmen

Wartungsfreundliche und energieeffiziente warmregenerierende Adsorptionstrockner

Wo feinchemische oder pharmazeutische Produkte in hohen Auflagen hergestellt werden, ist der Schutz vor Verunreinigungen und Feuchte besonders wichtig. Das gilt über die gesamte Prozesskette hinweg – und somit auch für die Druckluftherzeugung. Ein Druckluftspezialist stattet seine Anlagen dafür mit warmregenerierten Adsorptionstrocknern aus. Die Trockner sind dank thermischer Isolierung noch energieeffizienter, sicherer und für Service und Wartung besser zugänglich als die Vorgängermodelle. Zudem bieten sie durch eine hochwertige SPS-Steuerung, Schnittstellenvielfalt und IoT-Konnektivität.

Anwender von Druckluftanlagen in sensiblen Einsatzbereichen wie der Pharma-, Elektro- und Automobilindustrie sind darauf bedacht, jegliches Wachstum von Mikroorganismen im Keim zu ersticken. Um sicherzustellen, dass die verwendete Druckluft bei hohen Volumenströmen frei von Verschmutzung und Feuchtigkeit ist, sind die warmregenerierten Adsorptionstrockner der neuen DAV-2-Baureihe optimal. Sie erzeugen besonders trockene Druckluft bei einem zuverlässigen Drucktaupunkt von -40 °C (optional -70 °C) und erreichen so sicher und verlässlich die Reinheitsklassen 2.2.2 (Partikel, Feuchte und Öl) bzw. 2.1.2 gemäß ISO 8573-1: 2010.

Viele Optionen jetzt als Standard integriert

Die Trockner der DAV-2-Baureihe mit Hochleistungs- und -nachfilter ermöglichen Durchflussleistungen von 450 bis $7.302\text{ m}^3/\text{h}$ bei einem maximalen Betriebsdruck von bis zu 11 bar. Standardmäßig sind sie jetzt mit thermoisoliertem Behältermantel und Berührungsschutz ausgestattet. Die thermische Isolierung reduziert Wärmeverluste und sorgt für erhöhte Arbeitssicherheit. Der Energieverbrauch sinkt allein dadurch um etwa 4 %. Im Fokus steht eine neue High-End-SPS-Steuerung mit 7-Zoll-Touchscreen zur permanenten Überwachung und Auswertung aller relevanten Parameter. Die Taupunktsteuerung ermöglicht, bedarfsweise zwischen den Behältern umzuschalten – so kann die Trocknungsphase verlängert werden und der Energieverbrauch sinkt.

Die Adsorptionstrockner der neuen DAV-2-Baureihe erzeugen trockene Druckluft für sensible Anwendungen.

Die Steuerung verfügt über eine Vielzahl von Schnittstellen (Modbus, Profibus etc.) Über eine USB-Schnittstelle lassen sich Software-Upgrades unkompliziert und schnell aufspielen und die gespeicherten Messdaten zur Analyse abrufen. Um Transport und Installation zu vereinfachen, wurde die Höhe des Behälters verringert und sein Durchmesser vergrößert. Dadurch konnte der Differenzdruck reduziert werden, und die geringe Bauhöhe ermöglicht die Installation in einem Standardcontainer. Die größere Abmessungen der Servicestutzen und die verbesserte Zugänglichkeit machen Service- und Wartungsarbeiten wie etwa das Befüllen mit Trockenmittel oder der Filterelement-tausch einfacher. Den Trockenmittelbehälter

einschließlich aller Anlagenteile liefert der Anbieter als anschlussfertige Einheit.

Trockene Druckluft bei geringem Energieverbrauch

Adsorptionstrockner werden auch Vakuumregenerationstrockner genannt. Denn um das Trockenmittel zu regenerieren, wird Umgebungsluft angesaugt, durch ein externes Heizelement erwärmt und mithilfe einer Vakuumpumpe über das Trockenmittelbett gezogen. Statt wie bei einem kaltregenerierenden Adsorptionstrockner üblich bereits getrocknete Prozessluft zur Regeneration des Trockenmittels zu verwenden, nutzt die Zero-purge-Technologie des DAV-2 Umgebungsluft. So wird der Spülluftverlust vermieden und der Energieverbrauch im Vergleich zu herkömmlichen Systemen um bis zu 25 % gesenkt. Das Ergebnis ist trockene Druckluft mit Drucktaupunkten bis zu -70 °C bei geringstem Energieverbrauch und hohen Durchflussleistungen. Die neue DAV-2-Baureihe von Boge ist seit April 2021 erhältlich.

Die Autorin

Ina Rockmann, Boge Kompressoren



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

<https://dx.doi.org/10.1002/citp.202101218>

Kontakt

BOGE KOMPRESSOREN Otto Boge
GmbH & Co. KG, Bielefeld
Tel.: +49 5206 601 5830
i.rockmann@boge.de · www.boge.de

Datensicherheit beginnt beim Kabel

Instrumentationskabel und Ausgleichsleitungen für anspruchsvolle Anwendungen

Eine zuverlässige Datenübertragung muss selbst unter extremen Bedingungen funktionieren. In der Energiewirtschaft etwa bei Raffinerien, Bohrplattformen, im Tagebau oder im Kraftwerk sind robuste und sichere Kabel für die Übertragung der Instrumentendaten zur Leitstelle daher ebenso wichtig wie in der Bio-, Pharma- und Lebensmittelindustrie.

Helukabel hat für solch anspruchsvolle Anwendungen robuste Instrumentationskabel und Ausgleichsleitungen entwickelt, die selbst unter widrigen Bedingungen eine lückenlose Übertragung der sensiblen Messdaten sicherstellen. Die Kabel in verschiedenen Ausführungen und Isolationsmaterialien garantieren geringe Verluste auch über kilometerlange Distanzen hinweg. Individuell geschirmte Adern, doppelt geschirmte Varianten oder nur ein Kabelgesamtschirm, mit und ohne Stahldraht-Armierung garantieren die passende Version für viele Anwendungen. Sowohl die Leitungen mit einem robusten Mantelmaterial aus PVC als auch die halogenfreien Varianten sind nach europäischer EN- oder amerikanisch/kanadischer UL-Norm zertifiziert. Zusätzlich sind halogenfreie, feuerfeste Typen für den Einsatz in Bereichen, in denen weder korrosive noch giftige Brandgase toleriert werden, erhältlich. Die Ausgleichsleitungen für den Anschluss unterschiedlicher Thermofühler gibt es in den entsprechenden Metallpaarungen. Alle Kabel sind UV-, sonnenlicht- und ölbeständig.

Anforderungsgerecht skalierbar

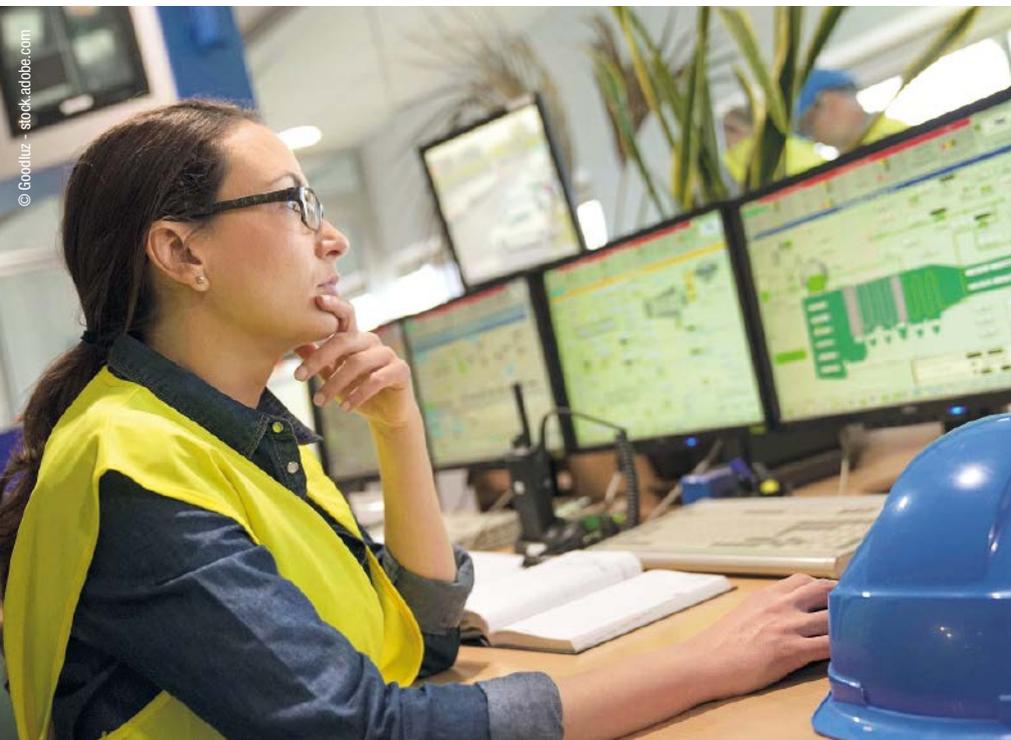
Die Kabel gibt es als Heludata EN 50288-7 nummerncodiert mit Aluminium/PE-Folie geschirmt und robuster, flammwidriger PVC-



Mit den Instrumentationskabeln und Ausgleichsleitungen für Anwendungen im Bereich Öl & Gas sowie der Chemie-, Pharma- und Lebensmittelindustrie bietet Helukabel vier neue Produktgruppen ab Lager an.

oder XLPE-Ausführung. Die für den amerikanischen Markt zertifizierte PLTC UL13 Variante mit einem Temperaturbereich von -30 °C bis 105 °C ist in Querschnitten von AWG 18 bis 14 verfügbar. Für Einsatzfälle, in denen bei einem Brand keine giftigen Gase entstehen dürfen und Funktionserhalt gefordert wird, ist das Kabel Heludata EN 502887 Fire RES in halogenfreiem

XLPE erhältlich. Es ist nach IEC 60331-21 feuerbeständig. Alle Instrumentationskabel sind wahlweise für 300 oder 500 V Nennspannung ausgelegt und optional mit Stahldrahtarmierung und unterschiedlicher Aderverseilung in Paaren, Dreier- oder Viererbündel lieferbar. Die Ausgleichsleitungen der Helutherm-Kabelfamilie gibt es in vier Varianten, die sich jeweils im Leitermaterial mit Außenmantelfarben nach ANSI MC 96.1 unterscheiden. Außerdem gibt es eine PVC-Version mit einem Betriebstemperaturbereich der Kabeladern von -30 bis +105 °C und eine halogenfreie Version. Alle Kabel-Varianten eignen sich auch für die ungeschützte Verlegung auf Kabeltrassen.



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

<https://dx.doi.org/10.1002/citp.202101219>

Kontakt

Helukabel GmbH, Hemmingen
Tel.: +49 7150 9209 0
info@helukabel.de · www.helukabel.de

Nur zur Installation der Clamp-On-Ultraschallsensoren auf dem Rohr muss die Isolierung temporär entfernt werden.

Schall und Schaum

Hochdynamische Ultraschall-Durchflussmessung von Sattdampf beim Aufschäumen von Partikelschaumstoffen

Dampf ist in vielen Bereichen der Industrie ein unverzichtbares Arbeitsmittel. Im Bemühen um die möglichst effiziente Nutzung der wertvollen Ressource gewinnt die genaue Messung von Verbräuchen mehr und mehr an Bedeutung. Wie aber lassen sich die in den nur wenigen Sekunden dauernden Aufschäumprozessen von expandierbarem Polystyrol eingesetzten Dampfmengen exakt erfassen? Bei dem Anbieter von Partikelschaumanlagen Erlenbach in Lautert kommt dazu ein Ultraschall-Durchflussmesser zum Einsatz.

Seit über 60 Jahren ist Erlenbach Synonym für zuverlässige Maschinen rund um die Verarbeitung von Partikelschäumen. Das Unternehmen wurde 1957 von Hans Erlenbach gegründet, der noch bis 1967 selbst expandierbares Polystyrol (EPS) verarbeitet hat und sich dann der Entwicklung von Partikelschaumanlagen widmete. Seitdem hat Erlenbach über 7.600 Verarbeitungsanlagen von Partikelschaumstoffen ausgeliefert, etwa 90 % davon gingen in den Export.

Ob Formteilmaschine, Blockformanlage oder Vorschäumer: Maschinen von Erlenbach sind dafür ausgelegt, unterschiedlichste Materialien zu verarbeiten, von expandierbarem Polystyrol – besser bekannt unter dem Handelsnamen Styropor – über expandiertes Polypropylen bis zum modernen Biopolymer. Am Hauptsitz in Lautert unterhält Erlenbach ein Technikum, in dem beständig an der Optimierung der Maschinen und Prozesse gearbeitet wird.

Anlagen- und Prozessoptimierung

In Formteilautomaten werden die Rohstoffe in Form kleiner Kügelchen in die Form eingebracht

und unter Zugabe von Dampf aufgeschäumt. Die Forschungen der Entwickler bei Erlenbach zielen insbesondere auf das Optimieren der Schäumprozesse hinsichtlich Zykluszeiten und Energieeinsatz ab. Dazu werden an den Maschinen im Technikum sämtliche physikalische Parameter wie Druck, Temperatur und Durchfluss messtechnisch überwacht und mittels einer eigens geschaffenen Software visualisiert und ausgewertet.

Zum Erfassen der Dampfmengen ist in der Hauptleitung, die das Technikum mit etwa 165 °C heißem Sattdampf bei bis zu 6 bar₀ versorgt, ein Wirbeldurchflussmesser (Vortex) installiert. Diese Technologie ist zur Dampfmessung weit verbreitet, hat aber einen entscheidenden Nachteil: der begrenzte Messbereich. Damit sich Wirbel bilden, die sensorisch erfasst werden können, ist eine Mindestströmung erforderlich. Dampfmengen mit niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten werden nicht erfasst und fließen damit nicht in die Energiebilanz ein. Die nur wenigen Sekunden dauernden Dampfzugaben für die Schäumprozesse sind hingegen

hochdynamisch. Daher suchte man bei Erlenbach gezielt nach einer alternativen Messtechnik, die das Geschehen in der Dampfleitung besser abbildet. Lars Spristersbach, Leiter Technik bei Erlenbach, stieß bei seinen Recherchen auf Flexim und auf den für die Region verantwortlichen Außendienstmitarbeiter, Axel Dickfeld.

Eingriffsfreie Dampfmessung

„Ja, wir können jetzt auch Dampf eingriffsfrei messen“, bestätigte Axel Dickfeld. Ob eingriffsfrei oder nicht war den Entwicklern von Erlenbach eigentlich egal. Ihnen kam es auf die Dynamik der Durchflussmessung an. „Doch, unsere Messung ist hochdynamisch“, unterstrich Axel Dickfeld. Kurz zuvor hatte Flexim den Anwendungsbereich der Clamp-On-Ultraschall-Durchflussmessung nach dem Laufzeitdifferenzverfahren auf Satt- und überhitzten Dampf bis zu einer Temperatur von 180 °C ausgedehnt. Ein charakteristischer Vorteil des Messverfahrens ist der extrem große Messbereich und insbesondere die hohe Empfindlich-



Als Messumformer kommt der stationäre Fluxus G721 ST-LT mit Druck- und Temperaturkompensation zum Einsatz.

keit selbst bei geringsten Strömungen. Sorgsam in der Fabrik gepaarte Ultraschallsensoren gewährleisten, dass der Messumformer null anzeigt, wenn nichts fließt. Fließt jedoch etwas, wird die Strömung sicher detektiert.

Welche Herausforderung die Messaufgabe trotzdem darstellt, wurde Axel Dickfeld erst beim Besuch vor Ort so richtig bewusst. Die Schaumstoffexperten von Erlenbach wollten die kurzen Dampfzyklen mit einer möglichst feinen Auflösung exakt aufzeichnen. In den meisten Anwendungen ist es üblich, einen gleitenden Mittelwert über alle Messwerte innerhalb eines festzulegenden Intervalls auszugeben,

”

Mit ihrem großen Messbereich und insbesondere ihrer hohen Empfindlichkeit gegenüber niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten liefert uns die Dampfmessung von Flexim die Messdaten, die wir zur weiteren Optimierung unserer Maschinen und Prozesse benötigen.

Lars Spristersbach, Leiter Technik ppa., Erlenbach

“



um eventuelle Fluktuationen zu glätten. 10 s ist ein gebräuchlicher Wert für diese Dämpfung. Erlenbach hingegen wollte fluktuierende Messwerte, möglichst im Millisekundenbereich. „Das müssen wir ausprobieren“, beschied Axel Dickfeld. Eine Testmessung wurde vereinbart.

Die Ablagerate entscheidet

Die Testmessung mit dem portablen Fluxus G601 ST erwies zunächst die grundsätzliche Eignung der Ultraschalltechnik für die Messaufgabe. Allerdings überzeugte die erreichte Auflösung noch nicht. Die Durchflussmesser von Flexim verfügen über einen besonderen

Messmodus für sich rasch ändernde Durchflüsse, den Fastfood-Modus. Das portable System erlaubt eine Ablagerate alle 80 ms. Das ist schon recht flott – war für den Anlagenbauer aber eigentlich zu wenig. „Unser stationäres Messsystem hat einen schnelleren Prozessor“, fiel Axel Dickfeld noch ein.

Nun misst ein stationärer Dampfdurchflussmesser Fluxus G721 ST-LT die Dampfmenngen im Technikum. Die Ablagerate von 20 ms bringt die geforderte Auflösung. Im Technikum lassen sich nun die Schäumprozesse live am Großbildschirm verfolgen. Lars Spristersbach ist nicht nur von der gefundenen Lösung überzeugt, sondern schätzt insbesondere auch den Weg dorthin: „Dies entspricht völlig unserem eigenen Verständnis von Kundennähe. Man muss zuhören, verstehen und gemeinsam eine Lösung finden.“

Flexim-Außendienstmitarbeiter Axel Dickfeld im Technikum von Erlenbach.



Der Autor

Jörg Sacher, Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Flexim

Bilder © Flexim

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

<https://dx.doi.org/10.1002/citp.202101220>

Kontakt

FLEXIM Flexible Industriemesstechnik GmbH, Berlin
Tel.: +49 30 93 66 76 60
flexim@flexim.de · www.flexim.de

Partikelgrößen inline messen

**Walzenpresse mit PAT-Interface
überwacht Partikelgröße von kontinuierlich
produziertem Granulat in Echtzeit**



Pia Schäble, ABOPR

Eine neue Lösung für die kontinuierliche Trocken-Granulierung haben die Unternehmen Alexanderwerk und Parsum in einem gemeinsamen Projekt entwickelt. Es wurden dabei eine PAT-Lösung und ein Prozess-Interface zur Inline-Messung der Partikelgrößenverteilung an einer Walzenpresse zur Einsatzreife gebracht. In Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Hamburg (TUHH) konnten die Unternehmen so einen entscheidenden Schritt in Richtung hin zu einer effizient kontrollierten und kontinuierlichen Granulierung gehen.

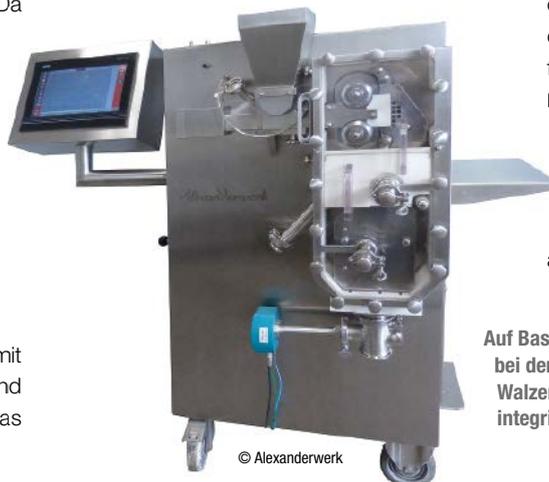


Die Herstellung von Granulaten als Basis für chemische oder pharmazeutische Produkte erfolgt bisher häufig im diskontinuierlichen Batch-Verfahren. Insbesondere in der pharmazeutischen Industrie wird diese Vorgehensweise auch auf Walzenpressen übertragen, um die Nachverfolgbarkeit einer Produktionscharge zu gewährleisten. Gleichzeitig bedeutet das einen hohen Zusatzaufwand für die Unternehmen. „Die Anlagen müssen nach jeder abgearbeiteten Charge demontiert, gereinigt und neu montiert werden“, erklärt Marcus Weidemann, Ingenieur für Verfahrenstechnik bei der Alexanderwerk Gesellschaft. „Dies erhöht die Stillstandszeiten der Maschinen und führt in der Folge zu einem Anstieg der Produktionskosten.“ Außerdem müssen Mitarbeiter mehrmals pro Charge manuell Stichproben entnehmen und diese im Labor analysieren. Da die Ergebnisse meist nach dem Abschluss eines Produktionszyklus vorliegen, können Prozessparameter bei festgestellten Qualitätsmängeln erst für die folgende Charge angepasst werden, während die bereits produzierte Menge in vielen Fällen komplett verworfen werden muss.

Entwicklung eines kontinuierlichen Prozesses mit Analysetechnik

Um die Prozesstechnik der Walzenpressen mit den entsprechenden Messinstrumenten und der dazugehörigen Steuerungstechnik auf das

Continuous Manufacturing auszulegen, erarbeiteten die Partner in einem gemeinsamen Entwicklungsprojekt eine Lösung. Denn dieser Produktionsansatz bietet gegenüber dem Batch-Verfahren zahlreiche Vorteile: „Im Idealfall überwacht die eingesetzte Messtechnik nicht nur kritische Qualitätsattribute (critical quality attribute – cqa) in Echtzeit, sondern liefert die Ist-Werte, um bei Abweichungen automatisch gegenzusteuern“, erläutert Stefan Dietrich, Geschäftsführer von Parsum. „In der Folge muss die Produktion nicht mehr zur Neujustierung von Parametern unterbrochen werden. Die Anlagenverfügbarkeit sowie die Frequenz der Qualitätskontrolle wird deutlich erhöht, was sowohl die Produktqualität verbessert als auch die Herstellungskosten senkt.“



© Alexanderwerk

Von der Laboranalyse zu Inline-Messungen

Die praktische Umsetzung eines PAT-Konzepts (Process Analytical Technology) stellte bei der Trockengranulierung eine große Herausforderung dar. Denn während sich maschinenseitige Prozessparameter, wie etwa die Geschwindigkeit der Förderschnecke, die Walzendrehzahl und die Walzenpresskraft bereits online erfassen lassen, war die Überprüfung der Partikelgrößenverteilung, einer wichtigen Prozessgröße für das verarbeitete Material, bisher nur offline möglich. Grund dafür war das Fehlen einer geeigneten Kombination von Probenahmeeinrichtung (Prozess-Interface) und Messtechnik für diesen Prozess. „Kurz gesagt wird in einer Walzenpresse das sehr lose, pulverförmige Ausgangsmaterial zunächst durch mechanischen Druck zwischen zwei gegenläufig drehenden Walzen zu einem kontinuierlichen festen Band, der Schülpe, verpresst. Anschließend wird dies in einer Siebmühle, genannt Rotor-Fein-Granulator (RFG), zerkleinert, wodurch als Endprodukt kompaktes Granulat mit definierter Partikelgrößenverteilung entsteht“, erklärt Weidemann. Die Herausforderung bei der Messung ist, dass das

Auf Basis zahlreicher Testreihen und Optimierungen bei der Messtechnik konnte eine marktreife Walzenpresse zur Trockengranulierung mit integriertem Diagnose-Tool entwickelt werden.

produzierte Granulat nicht aus homogenen Partikeln besteht, sondern aus Partikeln, deren Größe innerhalb einer Probe von sehr feinen bis zu groben Partikeln reicht.

„Relevant für die Messungen sind die beiden entstehenden Fraktionen: der Feinanteil und der Granulatanteil. Es handelt sich dabei um eine bimodale Verteilung der Partikelgröße“, berichtet Dietrich. In der Vergangenheit wurden verschiedene Messsonden und Dispergierer getestet, die sich bereits bei anderen Granulierverfahren bewährt hatten, zum Beispiel in der Wirbelschicht- oder High-Shear-Granulierung. Im speziellen Fall des Kompaktierprozesses unterschieden sich die Inline-Messergebnisse aber oft deutlich von denjenigen der Stichproben, die offline im Labor analysiert wurden.

Gemeinsames Forschungsprojekt mit der TUHH

Parsum und Alexanderwerk nahmen die Ursachen für die schwankenden Messergebnisse schließlich im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsprojektes genauer unter die Lupe. Auf Basis dieser Untersuchungen sollten eine Messsonde sowie ein Prozess-Interface zur Walzenpresse entwickelt werden. Für eine grundlegende Prozesssimulation der Walzenkompaktierung zogen sie außerdem die Expertise der Technischen Universität Hamburg (TUHH) hinzu.

Als wichtigstes kritisches Qualitätsattribut identifizierten die Projektpartner die Partikelgrößenverteilung (PGV) des Granulats. Die Aufgabe der Messtechnikexperten war es deshalb, ein Instrument für die Inline-Messung zu entwickeln, welches die PGV repräsentativ und in Echtzeit ermittelt, ohne größere Eingriffe in den Prozess oder die Maschinenkonstruktion vorzunehmen. Um aussagekräftige Daten als Basis für die Prozesssteuerung zu gewinnen, musste ein geeignetes „Prozess-Interface“ für die Parsum-Sonde entwickelt werden. Weiterhin kam es darauf an, den bisherigen Standardmessbereich nach unten zu erweitern, sodass auch der Feinanteil exakt gemessen werden kann.

Der Messort ist entscheidend

Für die Abbildung von Prozessänderungen ist es wichtig, eine differenzierte Auswertung der gemessenen Daten vorzunehmen. Es reicht nicht aus, wie bei anderen Prozessen mit konventioneller PGV nur den Median der Partikelgröße (x50) zu betrachten – entscheidend ist bei diesem Prozess vielmehr das Verhältnis von Fein- und Granulatanteil. „Im regulären Betrieb

schwankt dieses Verhältnis allerdings“, erklärt Dietrich. „Der Feinanteil passiert unregelmäßig den Auslass der Maschine und führt auf diese Weise zu Messschwankungen.“ Besonders wichtig zur repräsentativen Probennahme ist daher die Positionierung der Messsonde: Abhängig davon, wo und wie diese unterhalb des Granuliersiebs positioniert wird, bestehen eklatante Unterschiede beim Verhältnis zwischen Fein- und Granulatanteil. Um ein optimales Verfahren für eine möglichst repräsentative Probe zu entwickeln, wurden vier unterschiedliche Ansätze geprüft. Dazu wurden unter anderem mehrere Testreihen durchgeführt, in denen zeitgleich Proben an 40 verschiedenen Positionen unter dem Granuliersieb genommen und analysiert wurden. Das daraus entwickelte Verfahren zur repräsentativen Inline-Probennahme wurde Anfang 2021 zum Patent angemeldet.



Die Inline-Partikelsonde verfügt über ein neues Prozess-Interface zur repräsentativen Messung.

Geringe Partikelgröße erfordert größeren Messbereich

Auch die geringe Partikelgröße stellte eine Herausforderung dar: Damit diese kontinuierlich inline bestimmt werden kann, entwickelte Parsum speziell für den Einsatz in Walzenpressen eine PAT-Messsonde mit nach unten erweitertem Messbereich sowie spezielle Inline-Dispergierer, mit denen sich auch Partikel im Größenbereich von 20 bis 2.000 µm zuverlässig vereinzeln und damit stabil messen lassen.

Diagnose-Tool zur vollständigen Überwachung relevanter Prozessparameter in Echtzeit

Damit für die Qualitätssicherung keine manuellen Stichproben mehr entnommen und offline analysiert werden müssen, sondern alle Messungen und Analysen bereits inline und in Echtzeit durchführbar sind, wurde die Partikelmesssonde an einem dafür strategisch günstigen Ort in der Walzenpresse platziert. Dennoch achtete der Maschinenbauer bei der Integration auf eine platzsparende Bauweise, sodass sich die Walzenpresse im Vergleich zu Vorgängermodellen nicht vergrößert. Es werden lediglich 100 mm Bauhöhe mehr am Auslass der Walzenpresse benötigt, um die Messsonde mit Dispergiertechnik zu installieren.

„In der Maschinensteuerung werden alle relevanten Maschinenparameter, wie Presskraft, Walzenspalt und Walzendrehzahl, zusammengeführt und die Ist- und Soll-Werte aufgezeich-

net und abgeglichen. Darüber hinaus wird jetzt auch die komplette PGV gemessen und erfasst. Die Kennwerte werden sowohl in Echtzeit grafisch aufbereitet als auch im Batch-Protokoll gespeichert“, berichtet Weidemann. Durch die so ermöglichte Online-Überwachung kann die Anlage bei größeren Abweichungen oder bei Überschreiten vorab bestimmter Grenzwerte frühzeitig gestoppt und in der Folge unnötiger und kostspieliger Materialverlust verhindert werden. Darüber hinaus lassen sich die Inline-Messdaten für eine direkte Freigabe einer produzierten Charge für den nächsten Verarbeitungsschritt nutzen.

Weiterentwicklung für einen Einsatz in einer Industrie 4.0-Umgebung

Nach Abschluss der ersten Phase des Forschungsprojektes ist nun eine marktreife Lösung entstanden, die zukünftig als Option für die WP120 Pharma Walzenpresse von Alexanderwerk angeboten werden kann und auch für andere Einsatzgebiete adaptiert werden soll. Für die Kooperationspartner ist das Projekt jedoch noch nicht abgeschlossen, denn die Entwicklung der Walzenpresse mit Inline-Messsonde stellt nur einen Teilschritt auf dem Weg zum vollständig geregelten Prozess im Sinne eines effizienten Continuous Manufacturing dar. Geplant ist bereits eine Auswertung in Echtzeit der inline gemessenen PGV, um über eine Populationsmassenbilanz Rückschlüsse auf die Schülpendichte und deren Qualität zu ziehen. Eine solche Auswertung kann genutzt werden, um – falls notwendig – über einen Regelkreis in den Kompaktierprozess einzugreifen, und so eine noch konstantere Qualität der produzierten Granulate zu erreichen. „Damit hält Industrie 4.0 immer mehr Einzug in die Prozesstechnik und erlaubt eine kontinuierliche, kosteneffiziente und fehlerfreie Fertigung“, so Weidemann abschließend.

Die Autorin

Pia Schäble, technische Redakteurin bei ABOPR Pressedienst für Parsum, Alexanderwerk

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

<https://dx.doi.org/10.1002/citp.202101221>

Kontakt

Parsum GmbH, Chemnitz
Tel.: +49 371 2675869 0
info@parsum.de · www.parsum.com

Alexanderwerk GmbH, Remscheid
Tel.: +49 2191 795 0
contact@alexanderwerk.com · www.alexanderwerk.com



Anlagen- und Energiemanagement

ABB Ability Energy and Asset Manager ermöglicht ein anwendungsspezifisches Anlagen- und Energiemanagement. Anwender können damit Daten zur Anlagenleistung betrachten und analysieren sowie Anlagen verwalten, um den Energieverbrauch in Echtzeit zu optimieren und die Gesamteffizienz des Standorts zu verbessern. Neu im System ist das ABB Ability Edge Industrial-Gateway, ein leistungsstarkes Steuerungs-Management-Tool. Es sammelt Daten von Feldgeräten sowie Umgebungsparameter (Temperatur, Wasser, Gas) und speist

die Daten in die Schnittstelle des ABB Ability Energy and Asset Manager ein. Anwender können alle nachgeschalteten Geräte aus der Cloud über ein Ethernet-Kabel überwachen. Module für Wi-Fi- oder Mobilfunkverbindungen sind optional verfügbar.

Kontakt
ABB Automation Products GmbH, Ladenburg
 Tel.: +49 621 381 3333
 contact.center@de.abb.com
 www.abb.com

Einstieg in die drahtlose Automatisierung

Mit dem Jumo Varitron 300 steht Anwendern eine smarte Lösung für einfache Automatisierungs-Applikationen zur Verfügung. Das Gerät basiert auf der Jumo Jupiter Plattform und nutzt zahlreiche Features des Embedded-Systems. Basis des Geräts ist eine leistungsstarke CPU mit einem 800 MHz Single-Core-Prozessor. Die Software ist auf einer Linux-Plattform modular aufgebaut und nutzt die Codesys V3.5 Programmierumgebung SP16. Eine weitere Besonderheit ist ein anwendungsspezifischer Konfigurations- und Prozess-Dateneditor. Individuelle Applikationen können außerdem mit der Programmierumgebung Node-RED erstellt werden. Als Verbindungsmöglichkeiten verfügt die Zentraleinheit über einen USB-Host, zwei Ethernet-Schnittstellen und einen RS485-Anschluss. Über ein Funk-Gateway können bis zu 32 drahtlose Jumo Wtrans-Sensoren, bspw. zur Messung von Temperatur oder Druck, angeschlossen werden. Eine große Auswahl an Schaltmodulen mit konfigurierbaren Analogeingängen und zuverlässigen, autarken



PID-Reglern mit Selbstoptimierungsfunktion kann mit Hilfe eines 1-Port Routers angeschlossen werden. Zur Visualisierung stehen Displays in verschiedenen Formaten zur Verfügung. Für die Bedienung per Codesys Remote Targetvisu oder Webvisu stellt der Anbieter Visualisierungsbibliotheken bereit. Eine hohe Flexibilität wird auch durch die Integration aller wichtigen Feldbussysteme per Codesys (wie z.B. Modbus RTU oder TCP Master und Slave, Profinet-IO-Controller, EtherCAT-Master sowie OPC UA Server) geboten.

Kontakt
JUMO GmbH & Co. KG, Fulda
 Tel.: +49 661 6003 2993
 mail@jumo.net · www.jumo.net

Schmalere Industrie-Switch mit 8 RJ45 + 2 SFP

Kostengünstig und einfach in der Installation muss ein Switch immer dann sein, wenn in ausgedehnten Industrienetzen eine hohe Portdichte gefordert ist. Robustes Design für möglichst hohe zulässige Umgebungstemperaturen im Betrieb ist ein weiterer Faktor, um die Schienenmontage und den Einbau von mehreren Switchen in Schaltkästen zu ermöglichen. Mit seinem kompakten Metallgehäuse (41 x 90 x 127 mm), insgesamt 10 Netzwerk-Schnittstellen und dem erweiterten Temperaturbereich von -40 bis +75 °C erfüllt der bei Aceed erhältlich neue unmanaged Switch IGS-182GP diese Bedingungen. Der IGS-182GP ist ein kostengünstiger kompakter Basis-Switch, der nicht mit extravaganten Funktionen auftritt, aber in Industrieumgebungen zuverlässig seinen Dienst tut, wenn es in erster Linie darum geht, Maschinen, Steuerungen oder Komponenten sicher, wartungsfreundlich und unkompliziert miteinander zu verbinden. Dazu besitzt der unmanaged Switch zwei SFP-Ports (100/1.000Base-X) für die Langstreckenbindung und



acht RJ45-Anschlüsse (Auto MDI-X) für die klassische Ethernet-Verkabellung. Die hohe Betriebssicherheit wird auch durch den weiten Bereich der zulässigen Umgebungstemperatur von -40 bis +75 °C unterstützt. Das robuste Gehäuse des IGS-182GP ist gleichermaßen für Hutschienen wie für die Wandmontage ausgelegt. Die Spannungsversorgung erfolgt mit 12 bis 48 V DC bei einer maximalen Leistungsaufnahme von 5 W.

Kontakt
Aceed GmbH, Düsseldorf
 Tel.: +49 211 9388980
 info@acceed.com · www.acceed.com

Kapazitive M8-/M12-Sensoren mit IO-Link

Turcks kompakte Sensoren im Metallgehäuse mit Rundum-LED erleichtern Montage, vereinfachen Teach-Prozesse und Condition Monitoring. Turck stellt neue kapazitive Sensoren im M8- und M12-Metallgehäuse zur bündigen oder nichtbündigen Montage vor. Die robusten IO-Link-Geräte in Schutzart IP67 sind kompakt und vielseitig einsetzbar, vor allem zur Objekterkennung in Produktion, Logistik oder Pharmaindustrie. Ihr dynamisches Teach-Verfahren (Dynamic Teach) erleichtert die Einrichtung im laufenden Prozess. So ermitteln die Sensoren bspw. an Förderstrecken die Extremwerte vorbeifahrender Objekte und legen selbständig den idealen Schwellenwert fest. Eine integrierte Zählfunktion ermöglicht autarke Zählapplikationen ohne SPS.

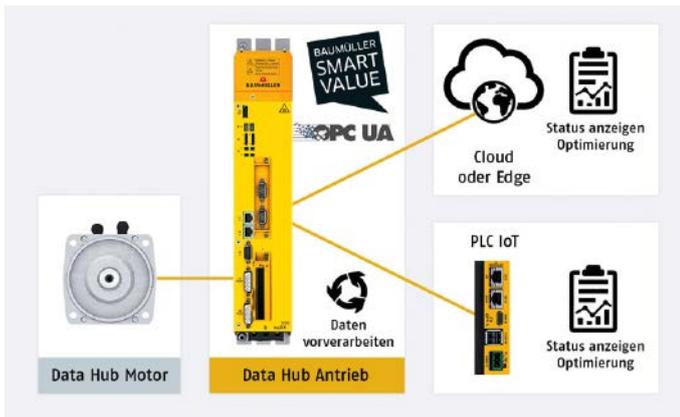


gänge oder der aktuelle Gerätestatus können direkt über das Interface abgerufen werden.

Die Inbetriebnahme der IO-Link-Sensoren erfolgt über die üblichen IO-Link-Verfahren. Am einfachsten gelingt sie mit Turcks IO-Link-Mastern, die über ihren Webserver den direkten Zugriff auf alle Parameter ermöglichen. Nutzer müssen somit weder eine IODD herunterladen noch einen IODD-Interpreter wie Pactware einsetzen.

Zur Überwachung von Maschinenzuständen stellen die Sensoren zahlreiche Zusatzinformationen für Condition-Monitoring-Systeme zur Verfügung: Prozesswerte, Betriebsstunden, aktuelle interne oder Maximaltemperatur, Anzahl der Schaltvor-

Kontakt
Hans Turck GmbH & Co. KG, Mülheim a. d. Ruhr
 Tel.: +49 208 4952-0
 more@turck.com · www.turck.de



Kosten und Zeit sparen durch intelligente Antriebe

Baumüller hat seine Servomotoren-Baureihe HYG1 für aggressive Umgebungen und für Branchen mit sehr hohen Ansprüchen an Hygiene, Sauberkeit und Korrosionsschutz überarbeitet und erhöht die Flexibilität für die Anbindung an die Maschinen seiner Kunden. Für die Verbindung des HYG1 an Getriebe wird neben der bisher verfügbaren Flanschoption B14 nun auch die Option B5 angeboten. Durch diese neue Variante kann der Motor auch an Edelstahlgetriebe angebaut werden, was den Einsatz in anspruchsvollen Applikationen, wie etwa in der Lebensmittelindustrie erleichtert. Hoher Wirkungsgrad, bessere Prozessperformance und niedrige Wärmeentwicklung sind einige Vorteile einer Servopumpe in Applikationen wie z.B. Pressen und Spritzgießmaschinen. Der Hersteller bietet mit der Standard, Advanced und Performance Line seine Motoren in drei verschiedenen Motor-Pumpen-Kombinationen an. Speziell für die Advanced Line und die Performance Line wurden nun die DS2- und die DSD2-Motoren auch in der Baugröße 132 mit der Option der Innenverzahnung entwickelt, um einen Direktanbau an die jeweilige Pumpe zu realisieren. Kupp-

lung und Pumpenträger wie bei klassischen Servopumpen-Versionen entfallen dadurch, was den Vorteil einer kürzeren Einbaulänge und demzufolge eine geringere Aufstellfläche der Maschine mit sich bringt. Der Direktanbau ermöglicht zudem den Wegfall mechanischer Teile. Der Maschinenbauer profitiert dabei von niedrigeren Lagerhaltungskosten sowie kürzerer Montagezeit.

Mit Baumüller SmartValue werden Daten über die intelligente Sensor-/Aktorebene direkt am Prozess erfasst, vorverarbeitet und für die Optimierung des Prozesses genutzt. Hierzu können bereits im Servoantrieb vorhandene Daten wie Leistung, Strom, Drehmoment, Drehzahl oder Position verwendet werden, um z.B. die aktuelle Auslastung der Motor-Antriebskombination zu erfassen. Vorhandene Daten können auch ohne den Einsatz externer Sensorik genutzt werden und Kosten für zusätzliche Hardware sowie deren Verdrahtung entfallen.

Kontakt

Baumüller Nürnberg GmbH, Nürnberg
 Tel.: +49 911 5432 0
 mail@baumueller.com
 www.baumueller.com

Die Steuerung wird zum modularen Schaltschrank

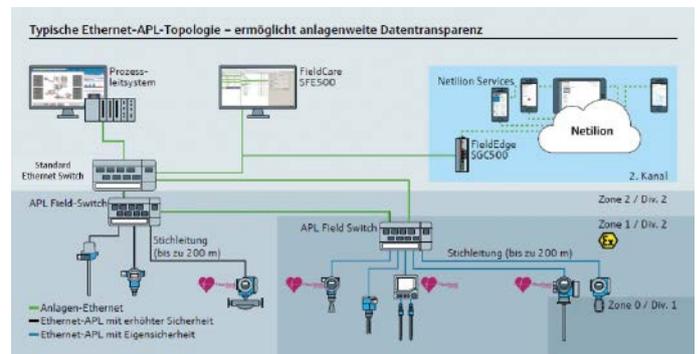
Beckhoff Automation bietet als Systemanbieter fast alle Komponenten zur Automatisierung einer Maschine oder Anlage in einem weitem Leistungsspektrum an: TwinCAT Control Software, IPCs, Controller, I/Os, Drives, Motoren, Netzteile und Kabel bilden die Basis für leistungsfähige Automatisierung. Gleichzeitig verfügt Beckhoff über viel Erfahrung im Schaltschrankbau und hat das MX-System entwickelt. Das MX-System ist ein einheit-

licher Automatisierungsbaukasten, mit dem der traditionelle Schaltschrank in vielen Anwendungsfällen vollständig durch Module ersetzt werden kann. Es besteht aus einer robusten Aluminium-Baseplate in Schutzart IP67 mit integrierten Modulsteckplätzen, die über EtherCAT zur Kommunikation und eine integrierte Stromversorgung verfügen. In der größten Ausbaustufe ist eine Anschlussleistung von 400 V AC/63 A möglich. Für den Netz-

Ethernet-APL bringt Echtzeit-Kommunikation bis ins Feld von Prozessanlagen

Ethernet-APL wird der Digitalisierung in verfahrenstechnischen Produktionen einen Schub beschere. Sicher und praktikabel werden Daten aus allen Bereichen von Prozessanlagen vernetzt und zentral verfügbar gemacht. Zukünftig können Anwender ohne Interpretationsprobleme auf die Daten der Feldgeräte von Endress+Hauser zugreifen. Diese stehen dann über digitale Services wie dem Ökosystem Netilion des Anbieters zur Verfügung. Mit anderen Protokollen wie Profibus oder HART, funktioniert diese Verbindung zwar grundsätzlich auch, die Nutzung von

menten verwendet. Die Topologie wird initial aufgebaut, alles andere, wie die Namensvergabe oder die Start-up-Parameter im Beispiel von Profinet als Ethernet Protokoll, wird automatisch an die Geräte übertragen. „Mit dem jetzigen Zweidraht-Ethernet holen wir auch die Anwender aus den Bereichen Chemie, Öl und Gas oder Minerals and Mining ab. Dort gibt es die gleichen Anforderungen in Richtung Digitalisierung und wir stellen jetzt das Portfolio dazu bereit“, erläutert Benedikt Spielmann, Marketing Manager Industrial Communication bei Endress+Hauser.



Ethernet-APL jedoch stellt mehr Daten und diese schneller zur Verfügung. Ein typisches Beispiel ist die vorausschauende Wartung, die mit Echtzeitdaten aus den Feldgeräten gesteuert wird. Die Algorithmen sind in den Feldgeräten vorhanden, müssen aber in der Cloud auch verarbeitet werden. Mit Ethernet-APL ist die Datenautobahn vorhanden, um diese Daten zur Verfügung zu stellen. Ein weiterer Aspekt: Mit Ethernet-APL kann auch der modulare Ansatz, der in vielen Betrieben der chemischen Industrie derzeit umgesetzt wird, unterstützt werden. Beliebige viele APL-Segmente können angehängt werden, die das gleiche Design nutzen, wie bereits in anderen Seg-

Das Unternehmen arbeitet intensiv an der Entwicklung des Ethernet-APL Produktportfolios. Mit der Fertigstellung der APL-Spezifikationen und der Verfügbarkeit der PHY-Chips sind die notwendigen Puzzleteile verfügbar. Im Laufe des ersten Halbjahres 2022 werden Ethernet-APL Geräte für die Messprinzipien Durchfluss, Füllstand, Druck und Temperatur auf den Markt gebracht.

Kontakt

Endress+Hauser (Deutschland) GmbH+Co. KG, Weil am Rhein
 Tel.: +49 7621 975 01
 info.de@endress.com
 www.de.endress.com

anschluss sowie sämtliche anderen Funktionen eines Schaltschranks stehen entsprechende Module zur Verfügung. Für den Anschluss der Feldebene verwenden die Module in der Automatisierungstechnik bereits bewährte Anschlussstecker. Ein Systemverbund aus Baseplate und Modulen weist eine Schutzart von IP67 auf und kann direkt in die Maschine montiert werden. Das System reduziert die Aufwände für den Hersteller insbesondere in den Phasen

Planung und Installation. Durch integrierte Diagnosefunktionen reduziert sich die Komplexität für den Endanwender.

Kontakt

Beckhoff Automation GmbH & Co. KG, Verl
 Tel.: +49 5246 963 0
 info@beckhoff.com
 www.beckhoff.com
 www.pc-control.net.de

Switch mit dem Ethernet Advanced Physical Layer

Ethernet-APL wird den Anwendern der Prozessindustrie vertraut vorkommen. Es vereinigt zwei bekannte Technologien: Ethernet für die nahtlose, parallele Kommunikation – und robuste Zweidrahttechnik kombiniert mit Explosionsschutz für das Feld der Prozessanlage. Ethernet-APL ermöglicht damit die Digitalisierung der Instrumentierung. Ethernet-APL ertüchtigt die Netzwerkkommunikation für das Feld der Prozessanlage. Diese von zwölf bekannten Lieferanten vorangetriebene Standardisierung für Ethernet auf der bekannten Zweidrahtleitung ermöglicht lange Kabelwege, Stromversorgung und Explosionsschutz mit Eigensicherheit als integrale Bestandteile. Ethernet-APL eliminiert Barrieren für den Datenfluss und hilft damit allen Beteiligten im Lebenszyklus einer Anlage, Designs zu vereinfachen, Anlagen schneller in Betrieb zu nehmen, besser in Betrieb zu halten und damit Risiken besser zu beherrschen. Mit dem Abschluss der Standardisierung steht die Technologie Anbietern und Anwendern gleichermaßen zur Verfügung. Im Rahmen der Zusammenarbeit entstanden außerdem Konformitätstests



denen sich die Hersteller unterwerfen. Dies sichert die Interoperabilität und erzeugt ein hohes Maß an Zuverlässigkeit. Die ersten Infrastrukturkomponenten stehen zur Verfügung, wie der Ethernet-APL Rail Field Switch. Dieser auf Hutschiene montierbare Field Switch kann in Zone 2 installiert werden. Die Anschlüsse für Feldgeräte können 200 m lang sein und sind eigensicher für die Zone 2 (Ex ic). FieldConnex steht für höchstzuverlässige digitale Kommunikation im Feld der Prozessanlage und kompetente Unterstützung durch die Experten von Pepperl+Fuchs.

Kontakt

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

Mehr Produktivität und bessere Prozesse

Aus der Umsetzung von Industrie 4.0 ergibt sich unmittelbar ein stetig steigender Automatisierungs- und Digitalisierungsgrad. Mit smarten Lösungen, bspw. mit moderner Sensorik und Kommunikationstechnik, macht Sick vorhandene Maschinen und Anlagen per Retrofit startklar für das digitale Zeitalter. So ist es mit dem Gateway TDC-E möglich, erfasste Produktionsdaten zu analysieren und sie der vernetzten Kommunikation zwischen Anlagen und übergeordneten Systemen, z.B. einem MES oder ERP-System oder einer Cloud, bereitzustellen. Auch für neuen Applikationen, z.B. im Bereich Energiemanagementsysteme, bietet das Unternehmen Lösungen an. Mit dem Multifunktions-sensor FTMG lassen sich gleichzeitig Durchfluss, Temperatur und Prozessdruck nicht korrosiver Gase in pneumatischen Systemen messen,

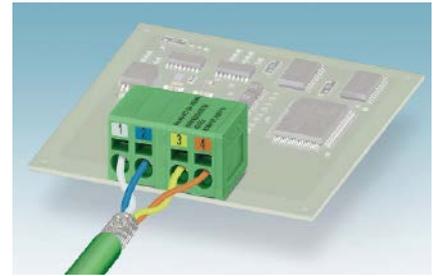
Leckage-Überwachung inklusive. Nicht immer reicht die Eigenschaft „smart“ aus – oft kommt es auch darauf an, dass eine Lösung „safe“ ist. Daher ist Sick bspw. im Bereich fahrerloser Transportsysteme und autonomer mobiler Plattformen ganzheitlicher Lösungsanbieter nicht nur für Navigation, Positionierung und Ladungshandhabung, sondern auch für Safety, bspw. den Sicherheits-Laserscanner outdoorScan3. Dies gilt auch für die Robotik: hier bietet der „One-stop-shop“ aus einer Hand Lösungen für die Bildverarbeitung, die Roboterführung per Vision, die Greiferüberwachung sowie die Positionierung und die Sicherheitstechnik an.

Kontakt

SICK Vertriebs-GmbH, Düsseldorf
Tel.: +49 7681 202 4183
www.sick.de

Leiterplattenklemmen für Profinet

Phoenix Contact erweitert sein Portfolio um Leiterplattenklemmen für die Profinet-konforme Datenübertragung. Die jeweils vierpoligen Leiterplattenklemmen sind speziell für den Anschluss von Twisted-Pair-Kabeln mit Querschnitten von 0,14 mm²



bis 4 mm² ausgelegt. Der Leiteranschluss erfolgt mittels Feder- oder Schraubanschlusstechnik. Bedruckte oder farblich kodierte Anschlussstellen erlauben dabei die einfache Zuordnung der Leiter. Durch horizontale, vertikale und schräge Leiteranschlussrichtungen sind die Leiterplattenklemmen für viele Geräte-Designs geeignet. Alle Ausführungen erfüllen die Anforderungen der Profinet-Richtlinie, Rev. 05/2017, und eignen sich

somit für die sichere CAT5-Datenübertragung gemäß EN 50173 und ISO/IEC 11801. Einige Varianten sind zusätzlich für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen nach IEC 60079-7 qualifiziert.

Kontakt

PHOENIX CONTACT, Blomberg
Tel.: +49 5235 3 41240
www.phoenixcontact.com

Systemlösungen in der Schaltschranktechnik

Um die Auswahl und Beschaffung von Systemlösungen in der Schaltschranktechnik zu vereinfachen und zu beschleunigen, bietet Rittal digitalisierte Sourcing-Prozesse und Tools wie den neuen Ripanel Konfigurator sowie den Online-Shop und 24/48h-Lieferservice in Deutschland. Der Schlüssel für beschleunigte Prozesse liegt in der weltweit standardisierten Systemplattform „Rittal – Das System.“ – mit Schaltschrank-, Klimatisierungs- und Stromverteilungstechnik. Zu den Neuheiten zählen die VX SE Einzelschränke, AX Kompaktgehäuse aus Kunststoff, VX25 Chiller und das VX25 Ri4Power-System für Störlichtbogensicherheit A und B. Für den Bereich „Operations“ bieten Eplan, Rittal und German Edge Cloud Lösungen vom Steuerungs- und Schaltanlagenbau bis hin zu Fertigungsunternehmen in der Industrie. Mit Rittal ePocket, der cloud-basierten, digitalen „Schaltplantasche“, stellen die Anbieter ein „neues Zuhause“ für die elektrotechnische Dokumentation inklusive digitalem Zwilling zur Verfügung. Damit hat die Papierdokumentation ausgedient. Planungsdaten von Schaltschränken sind damit noch schneller und stets aktuell im Zugriff. Mit zukünftigen Tracking-Mög-



lichkeiten können Betreiber, Planer, Schaltanlagenbauer und Instandhalter auf neuen Wegen dauerhaft miteinander in Kontakt und im Geschäft bleiben. Auf Basis durchgängiger Daten unterstützt der Rittal Service die Anwender bei den steigenden Anforderungen an Anlagenverfügbarkeit, Nachhaltigkeit und Energieeffizienz – von der Schaltschrank-Klimatisierung bis hin zum sicheren Betrieb von Rechenzentren. Als Rückgrat aller IT-Anwendungen bietet Rittal mit RiMatrix Next Generation eine zukunftssichere, modulare Infrastrukturlösung für Rechenzentren jeder Größenordnung und Anforderungen. Wartung und Maschinenfinanzierung runden das Programm ab.

Kontakt

RITTAL GmbH & Co. KG, Herborn
Tel.: +49 2772 505 0
info@rittal.de · www.rittal.de



Anlagentechnik

Armaturen



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



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

Dichtungen



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

Pumpen



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



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



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

Pumpen



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

Pumpen, Zahnradpumpen



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

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

Regelventile



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

Reinstgasarmaturen



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

Rohrbogen/Rohrkupplungen



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

Strömungssimulationen



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

Ventile



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

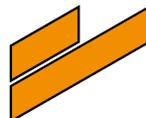
Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung



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

Ingenieurbüros

Biotechnologie



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

*Fermentation, Destillation
Evaporation, Separation
Adsorption, Chromatographie*

Lager- und Fördertechnik

Dosieranlagen

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

Mechanische Verfahrenstechnik

Koaleszenzabscheider



Alino Industrieservice GmbH
D-41334 Nettetal-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

Tropfenabscheider



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



Messtechnik

Aerosol- und Partikelmessstechnik



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

Durchflussmessung



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

Ventile



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

Thermische Verfahrenstechnik

Abluftreinigungsanlagen



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

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

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

Vakuumsysteme

www.vacuum-guide.com

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

Verdampfer



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

Wärmekammern



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

© Julien Erchinger - stock.adobe.com



Der neue CITplus-LinkedIn-Kanal ist live!
<https://www.linkedin.com/company/citplus>

Das Fachmagazin postet hier Neuigkeiten aus und für die Praxis der Chemieindustrie.
Wir laden zum Dialog ein und freuen uns über Ihr Feedback.

www.chemanager-online.com/citplus



| | | | | | | | |
|--|----------|--|---------------|--------------------------|----|--|------------------|
| ABB Automation Products | 46 | Euroexpo Messe- und Kongressgesellschaft | 7 | KSB | 49 | RCT Reichelt Chemietechnik | 24, 49 |
| Accceed | 46 | Evonik Industries | 2, US | KTN Kugellagertechnik | 36 | Rembe Safety + Control | Titel, 3, 14, 33 |
| Air Liquide Forschung und Entwicklung | 6 | Filtech Exhibitions | 7 | Lobbe | 25 | Riegler | 34 |
| Alexanderwerk | 44 | Findeva | 35, 49 | Lutz Pumpen | 49 | Rittal | 48 |
| Alino | 49 | Flexim Flexible Industriemesstechnik | 42 | Maag Pump Systems | 38 | Schütz | 9 |
| Asecos | 20 | FSK Fachverband Schaumkunststoffe und Polyurethane | 7 | Messe Stuttgart | 9 | Seepex | 39 |
| ASK Chemicals | 8 | Gemü | 49, 50 | Netter Vibration | 49 | Seipenbusch particle engineering | 50 |
| Atlas Copco Kompressoren- und Drucklufttechnik | 30 | Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) | 7 | Netzsch Pumpen & Systeme | 5 | SEW Eurodrive | 8 |
| Baumüller Nürnberg | 47 | GIG Karasek | 50 | Noge | 49 | Sick Vertriebsgesellschaft | 48 |
| Beckhoff Automation | 47 | Goudsmit Magnetics Systems | 49 | nsb gas processing | 50 | T.A. Cook & Partner Consultants | 7 |
| Beinlich Pumpen | 49 | H. Timm Elektronik | 18 | Ottobock | 22 | VDI | 8 |
| Boge Kompressoren | 40 | Hans Turck | 46 | Palas | 50 | Venjakob | 50 |
| C. Otto Gehrckens (COG) | 26, 33 | Haus der Technik (HDT) | 13 | Parsum | 44 | Verfahrens- und Umwelttechnik Kirchner | 10 |
| Dechema | 6, 9, 10 | Helling | 49 | Pepperl+Fuchs | 48 | Vogelbusch | 49 |
| Dickow Pumpen | 31 | Helukabel | 41 | Phoenix Contact | 48 | VTH Verband Techn. Handel | 34 |
| Easyfairs Deutschland | 7, 8 | HS Umformtechnik | 49 | Proceng Moser | 49 | Wago | 9 |
| Efaflex Tor- und Sicherheitssysteme | 21 | Ing.-Büro Pierre Strauch | 50 | Prominent Dosiertechnik | 49 | Will & Hahnenstein | 50 |
| Endress+Hauser (Deutschland) | 47 | Jessberger | 29, 49, 4, US | ProsafeX | 10 | Witte | 49 |
| Envirotec | 50 | Jumo | 46 | Pumpen Center Wiesbaden | 49 | WK Wärmetechnische Anlagen-, Kessel- und Apparatebau | 50 |
| | | | | Rationator Maschinenbau | 11 | | |

Impressum

Herausgeber

GDCh, Dechema e. V., VDI-GVC

Verlag

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

Geschäftsführer

Sabine Haag
 Dr. Guido F. Herrmann

Director

Roy Opie

Publishing Director

Dr. Heiko Baumgartner

Produktmanager

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

Chefredakteurin

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

Redaktion

Dr. Volker Oestreich
 voe-consulting@web.de

Redaktionsassistentin

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

Fachbeirat

Dr. Hans-Erich Gasche,
 Bayer, Leverkusen

Prof. Dr. Thomas Hirth,
 Karlsruhe Institute of Technology (KIT),
 Karlsruhe

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

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

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

Dr. Christian Poppe,
 Covestro, Leverkusen

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

Prof. Dr. Roland Ulber,
 TU Kaiserslautern

Erscheinungsweise 2021

10 Ausgaben im Jahr
 Druckauflage 20.000
 (IVW Auflagenmeldung:
 Q3 19.795 tvA)

Bezugspreise Jahres-Abonnement 2021

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 GmbH
 Boschstraße 12
 69469 Weinheim

Bankkonto

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

Herstellung

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

Anzeigen

Zurzeit gilt die Anzeigenpreisliste
 vom 1. Januar 2021

Stefan Schwartze
 Tel.: 06201/606-491
 stefan.schwartze@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
 Marion Schulz, mschulz@wiley.com

Originalarbeiten

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

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

Unverlangt zur Rezension eingegangene Bücher
 werden nicht zurückgesandt.

Druck

westermann DRUCK | pva

Printed in Germany | ISSN 1436-2597

WILEY-VCH

Pumpen & Systeme

- Manuelle Handpumpen
- Elektrische Fasspumpen
- Druckluft-Fasspumpen
- Druckluft-Membranpumpen
- Exzenterschneckenpumpen
- Dickstoffdosierpumpen
- Magnetkreislumpen
- Kreiselpumpen
- Abfüllanlagen
- Pumpenzubehör

Sicher und zuverlässig



Made in Germany



ATEX 2014/34/EU



Geprüfte Qualität

WIR STELLEN AUS

ProSweets Köln
30.01.-02.02.2022

JESSBERGER
pumps and systems

Jägerweg 5-7
D-85521 Ottobrunn

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

info@jesspumpen.de
www.jesspumpen.de

Individuelle
Abfüllanlagen
nach Kunden-
wunsch

