

Sonderteil
Wasser-/
Abwassertechnik

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

Titelstory:

Messen ohne Druckverlust

Inline-Ultraschall-Durchflussmesssystem für Prozessgase

16 Der lange Pfad der Digitalisierung**18** Signalkreispezifische Fehlermeldung**23** Motor wird zum Sensor**25** Fernwartung in Prozessanlagen**28** Das „Unmessbare“ messbar machen**30** Explosionsschutz**33** Thermoprozess-Abläufen erstellen**36** Schlamm trocknen**38** Membranpumpen**46** Effizienz, die belebt

RADAR

IST DAS BESSERE ULTRASCHALL



436,- €

VEGAPULS C 11

80 GHz-Füllstandsensoren mit
festem Kabelanschluss (IP68)

Alle Vorteile der Radartechnologie:
www.vega.com/vegapuls

Die Stunde des Internets



Wolfgang Sieß
Chefredakteur

Gewinnmaximierung ist gerade nicht das Buzzword des Tages. Ein winziger, runder Stachelball zeigt der Menschheit brutal ihre Grenzen auf. Solidarität ist jetzt das einzige, was hilft. Der weitgehende Stillstand unserer Gesellschaft zwingt ganze Branchen in die Knie. In unserem Umfeld trifft es zum Beispiel die Messegesellschaften besonders hart. Hannover Messe: verschoben auf den 13.-17. Juli. Solids Dortmund: verschoben auf den 24.-25. Juni. Ob man dann schon wieder zuhauf unter Menschen gehen kann, steht in den Sternen. Aber schon jetzt kräuseln sich die Zeichen am Erwartungs-

himmel groß und drängend in Fragezeichenform, ob der Spuk bis dahin vorbei sein oder wenigstens abgeschwächt sein wird.

Noch nicht ganz ins Wasser gefallen ist die Ifat. Sie soll nun vom 7.-11. September stattfinden. Die besten Chancen hat aus heutiger Sicht die Analytica, die auf 19.-22. Oktober 2020 verschoben wurde. Hoffen darf man. Die großen Messegesellschaften in Hannover, Frankfurt, München und Nürnberg, in Stuttgart Düsseldorf oder Köln haben wenigstens große Kommunen und den politischen Willen ganzer Bundesländer für ihr Überleben im Rücken. Messeunternehmen wie Easyfairs bzw. deren Mutterkonzern Axialis, vor allem aber kleine, privat geführte Messeveranstalter wie die Meorga mit ihren regionalen MSR-Spezialmessen müssen sich dagegen im freien Wettbewerb bewähren. Und ein solcher findet bis auf weiteres nicht mehr statt. Die für März geplante Spezialmesse in Frankfurt musste die Meorga komplett absagen, die für Mai geplante in Leverkusen wurde nun erst einmal auf den 19. August verschoben.

Derlei Absagen und Verschiebungen betreffen natürlich auch uns bei den Fachzeitschriften, die wir eine fast schon symbiotische Beziehung zu unseren Branchennessen pflegen. Unsere redaktionellen Themen ranken sich naturgemäß um die entsprechenden Veranstaltungen. So haben wir in dieser Ausgabe bspw. wegen der Hannover Messe und der MSR-Spezialmesse Rhein-Main in Frankfurt stark auf Mess-, Steuer-, Regeltechnik und Automation gesetzt. Und die Themen der Ifat bestimmen unseren Sonderteil Wasser- und Abwassertechnik. Auch wenn wir Sie, liebe Leser*innen, nicht zu den Messen einladen und mit unseren Beiträgen Appetit darauf machen können, sind die Inhalte nichtsdestotrotz weiterhin lesens- und wissenschaftlich wertvoll. Vorsicht ist lediglich geboten bei unserem Terminkalender, der auf Seminare und Fortbildungsveranstaltungen von Mitte April bis Mitte Mai hinweist. Nachfragen ist hier unumgänglich. Vielleicht können die Veranstalter bis dahin ihr Angebot wenigstens teilweise ins Internet auslagern. So wie eben von Comsol gemeldet, die ihren für 27.-30. April geplanten Trainingskurs (wie auch die späteren) unter <http://comsol.de/c/acsb> online anbietet.



Roland Thomé
Anzeigenleiter

Zum Schluss noch eine Ruhestands-Meldung in eigener Sache: Unser langjähriger Anzeigenleiter Roland Thomé hat am 31. März sein Renteneintrittsalter erreicht, was man ihm nicht ansieht aber von Herzen gönnt. Er hat für CITplus und andere Zeitschriften aus unserem Haus zwei Jahrzehnte lang sehr erfolgreich die wirtschaftliche Basis geschaffen, die uns ermöglicht hat, Sie, liebe Leser*innen, Monat für Monat mit Nachrichten und Beiträgen zu versorgen, die hoffentlich auch Ihnen das Arbeitsleben erleichtert haben. Wir bedanken uns bei ihm für seine zielgerichtete Tatkraft und sein immer kollegiales Engagement und

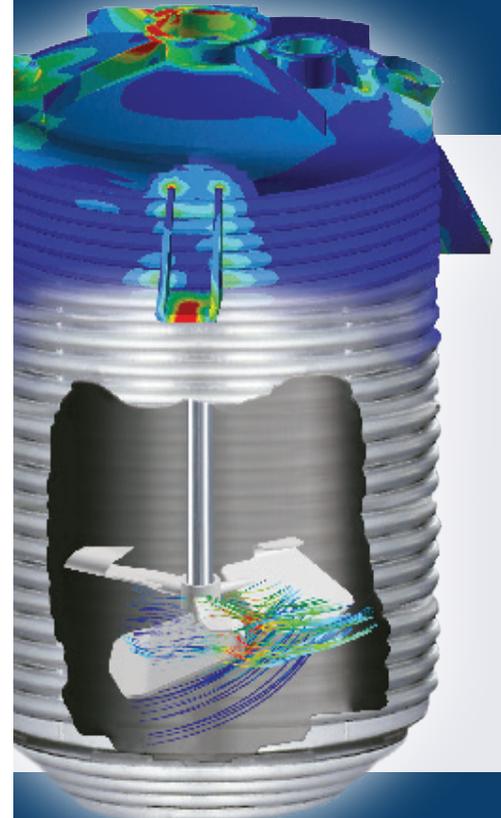
wünschen ihm alles, alles Gute. Seinem Nachfolger Stefan Schwarze hätte er sicher einen weniger sorgenumwölkten Start gewünscht. Aber der packt das.

Und wir schaffen das auch! Alle! Gemeinsam! Und nicht auf Kosten von anderen! Vor allem auf Sie, liebe Betriebsingenieur*innen, liebe Techniker*innen, kommt es jetzt an. Bleiben Sie auf Abstand voneinander und gesund: Ohne Sie läuft sonst wirklich gar nichts mehr!

Das wünscht sich und allen das dezentral im Homeoffice aber über das Internet vereinte CITplus-Team: Roland Thomé, Bettina Wagenhals, Andreas Kettenbach, Stefan Schwarze, Marion Schulz, Jan Käppler, Jörg Stenger, Melanie Horn, Volker Östreich, Michael Reubold und Wolfgang Sieß

EKATO

www.ekato.com



MARKTFÜHRER IN DER RÜHR- UND MISCHTECHNIK WELTWEIT

- **Massgeschneiderte Lösungen für die prozessorientierte Industrie**
- **Forschungszentrum mit modernstem Equipment**
- **Grosse Bandbreite an Engineering Services**
- **Rund um die Uhr Service weltweit**

EKATO Rühr- und Mischtechnik GmbH
Hohe-Flum-Str. 37, 79650 Schopfheim
Tel. +49 (0) 7622 29-0, info@ekato.com

Titelstory



13 Messen ohne Druckverlust
Inline-Ultraschall-Durchflusssystem für Prozessgase

Das Ultraschall-Durchflusssystem Prosonic Flow G 300/500 mit integrierten Druck- und Temperatursensoren erfüllt alle Anforderungen an moderne Prozessmesstechnik sowohl bei der Gasmengenmessung als auch bei der Analyse von Gasen. Weil er für anspruchsvolle Prozessbedingungen entwickelt wurde, eignet er sich für Anwendungen in der Öl & Gas- sowie in der chemischen Industrie.

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

Sonderteil
 Wasser-/
 Abwassertechnik

41



THEMA BRANCHENÜBERGREIFEND

6 Unter Wasser, unter Tage, unter Druck
 Sauerstoff für Taucher und Tunnelbauarbeiter
 M. Brosig, Jumo

KOMPAKT

- 8 Termine
- 9 Personalia
- 11 Wirtschaft + Produktion
- 12 Forschung + Entwicklung

TITELSTORY

13 Messen ohne Druckverlust
 Inline-Ultraschall-Durchflusssystem für Prozessgase
 D. Winter, Endress+Hauser

MESS-, STEUER-,
 REGELTECHNIK | AUTOMATION |
 ANTRIEBSTECHNIK

16 Der lange Pfad der Digitalisierung
 Neuer Visualisierungsstandard steigert Produktivität und senkt Risiken quer durch die Business Operations
 N. Engelke, Flottweg

18 Signalkreispezifische Fehlermeldung
 Sicheres Einschalten durch Leitungsfehlertransparenz
 A. Grimsehl, Pepperl+Fuchs

20 Großbaustelle Gaskavernenspeicher
 Automatisierungslösung für die Erstbefüllung
 E. Landgraf, Rösberg Engineering

23 Motor wird zum Sensor
 Viskosität im Schnellverfahren bestimmen
 M. Schütte, E.-C. Reiff, Faulhaber

25 Fernwartung? Aber sicher!
 Hochsichere Fernwartung für das industrielle Umfeld
 A. Terentiev, Hima Paul Hildebrandt

28 Das „Unmessbare“ messbar machen
 Softsensoren helfen, die Prozessführung in der Biotechnologie zu verbessern
 V. Brunner, D. Geier, T. Becker, TU München

30 Explosionsschutz
 Teil 3: Was ist im Zusammenspiel von Betreibern und Herstellern zu beachten?
 A. Schöllhorn und K. Wörsdörfer,
 Weyer Gruppe – Horst Weyer und Partner

15, 22, 27, 32 Produkte
 von E2S, Ephy-Mess, Flux Geräte,
 RCT Reichelt Chemietechnik, Wika

**THERMISCHE VERFAHREN |
CHEMISCHE VERFAHREN |
WERKSTOFFE UND GASE**

- 33 Thermoprozess-Abläufe per Maus-Klick erstellt**
Ein Controller mit vielfältigen Einsatzmöglichkeiten
U. Glockmann, Hesch Industrie-Elektronik
- 36 Nie wieder Schlammschlacht**
Schlamm trocknen – CO₂ und Kosten sparen –
Wertstoff recyceln
M. Richter, Harter
- 35 Produkte**
von De Dietrich und InnoSyn, Verder

**PUMPEN | KOMPRESSOREN |
DRUCKLUFT**

- 38 Flüssig, überkritisch, gasförmig**
Membranpumpen helfen bei der Reinigung
von Silizium-Wafern mit überkritischem
Kohlenstoffdioxid
N. Kochenburger, Lewa
- 40 Für fast alle Einsatzzwecke**
Selbstansaugende Druckluft-Doppelmembran-
pumpen mit hoher Förderleistung
K. Jeßberger, Jessberger
- 40, 43 Produkte**
von Kaercher und Lutz

**SONDERTEIL WASSER-/
ABWASSERTECHNIK**

- 41 Wassertransport**
Neue effiziente Abwasser- und Brunnenpumpen
C. P. Pauly, KSB
- 44 Niederdruck aus Oberfanken**
Wirtschaftlichen Schraubengebläse,
effiziente Motoren, übergreifende Steuerung
D. Köhler, Kaeser Kompressoren
- 45 Abwasserbehandlung im großen Stil**
Elf Polymerpräparationseinheiten
für Kläranlage Prag
H. Krutz, sera
- 46 Klare Sache: Effizienz, die belebt**
Performance³-Technologiemix sorgt für höchste
Energieeffizienz im Belebungsbecken
T. Sienck für Aerezner Maschinenfabrik
- 49 Bezugsquellen**
- 51 Firmenindex / Impressum**

CITplus in der Wiley Online Library

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

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

Beispiel:

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

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

Beilagen

Bitte beachten Sie die Beilage der Firma RCT Reichelt Chemietechnik, Heidelberg, in dieser Ausgabe.



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

WILEY-VCH



Safety is for life.™

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



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

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

© REMBE® All rights reserved



REMBE® GmbH Safety + Control

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

Unter Wasser, unter Tage, unter Druck

Sauerstoff für Taucher und Tunnelbauarbeiter

Für die klare Anzeige und Regelung von Temperatur und Druck in den Dekompressionskammern der niederländischen Firma IHC Hytech werden die digitalen Geräte der Serien diraTRON und diraVIEW von Jumo aus Fulda eingesetzt.



Abb. 1: Einstieg in eine Dekompressionskammer.

Die niederländische Firma IHC Hytech ist ein Spezialist für Überdruckgeräte. Der Lieferumfang umfasst u. a. Dekompressionskammern für die gewerbliche und staatliche Tauchbranche (Marine), hyperbare Ausrüstung für den Tunnelbau, hyperbare (erhöhter Umgebungsdruck) Sauerstofftherapiekammern für die Medizin sowie Atemluftlösungen für Zulieferer der Petrochemie. Das Unternehmen aus Raamsdonksveer entlastet Kunden bei komplexen Projekten unter schwierigsten Bedingungen: unter Wasser und unter Tage.

Dekompressionskammern und hyperbare Systeme

Eine Dekompressionskammer oder hyperbare Kammer ist ein Raum für die Prävention und Behandlung der Dekompressionskrankheit – auch als Taucherkrankheit bekannt – durch hyperbare Sauerstofftherapie. Längere Zeit unter hohem Umgebungsdruck zu stehen, führt dazu, dass Taucher mehr Stickstoff aufnehmen als normal. Dies führt im Extremfall zu gefährlichen Gasblasen, die tödlich sein können, wenn sie im Blut ins Gehirn gelangen.

In einer Dekompressionskammer wird der Taucher so schnell wie möglich einem erhöhten Druck ausgesetzt, der dann langsam abfällt. Das Einatmen von reinem Sauerstoff sorgt für eine beschleunigte Entfernung von Stickstoff in der Blutbahn.

Hyperbare Systeme werden auch in Druckfeldern von Tunnelbohrmaschinen (TBM) eingesetzt. Genau wie Berufstaucher, müssen auch Tunnelbauarbeiter besondere Maßnahmen für ihre Gesundheit ergreifen. Hierzu dienen die Sättigungssysteme von IHC Hytech. Sie sind mit verschiedenen miteinander verbundenen Druckkammern ausgestattet, wie z. B. Passagier-Shuttles, Dekompressionskammern und hyperbaren Wohnräumen.



Abb. 2: Das Steuer- und Überwachungspult einer Dekompressionskammer

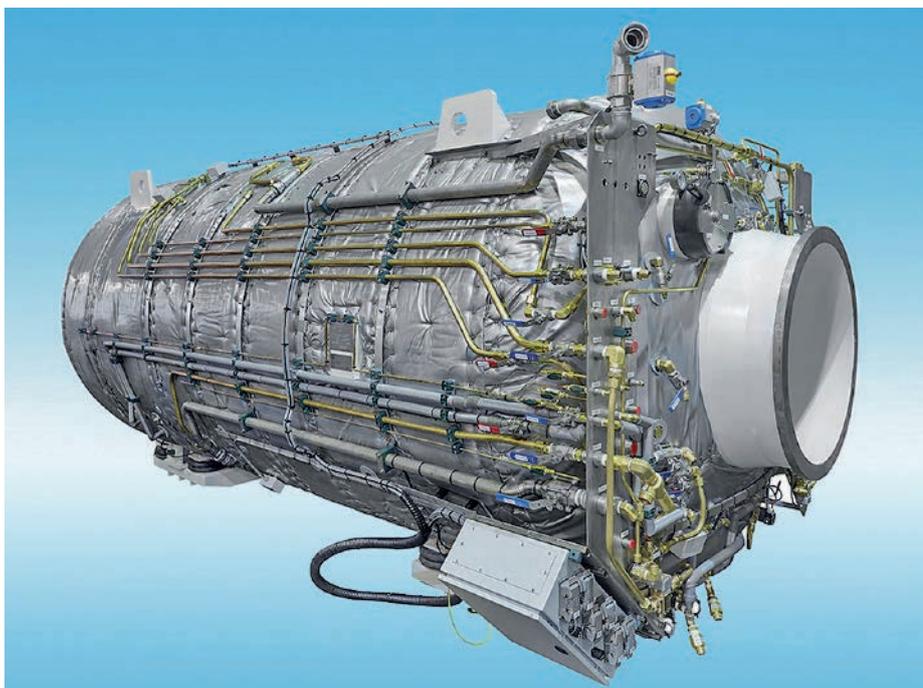


Abb.3: Gesamtansicht einer Dekompressionskammer

Hoher Druck – auch bei den Anforderungen

In Sättigungssystemen und Dekompressionskammern müssen unterschiedliche Werte gemessen, überwacht und aufgezeichnet werden. Dies sind vor allem der Sauerstoffanteil, der Druck, die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit. Auch weitere Größen, die aus den gemessenen Werten errechnet werden, sind hier von zentraler Bedeutung.

Beispielsweise liegen dem Sauerstoffpartialdruck die Messgrößen Druck und Sauerstoffanteil zu Grunde. Eine weitere Anforderung war, auf Grundlage der Messwerte einen optischen und akustischen Alarm auszulösen, der zudem über eine Stummschaltfunktion verfügt. Anstelle der üblichen Anzeigergeräte musste ein umfassendes System für die Berechnung, Datenverarbeitung und Visualisierung gefunden werden, das einfach zu handhaben ist und keine langwierige Programmierung erfordert. Darüber hinaus muss es zuverlässig, sicher und stabil sein, um den anspruchsvollen maritimen und petrochemischen Märkten zu genügen.

Die Lösung taucht auf

Da der Hersteller schon die Anzeiger und Temperaturregler di08 und iTRON 08 aus Fulda im Einsatz hatte, kontaktierte er seinen Ansprechpartner bei der niederländischen Jumo-Tochtergesellschaft. Gemeinsam wurde die Lösung gefunden: Bildschirmschreiber der Jumo Logoscreen-Serie. Sie überwachen und registrieren die Messwerte zuverlässig. Der Logoscreen bietet zusätzlich zu seinen analogen und digitalen Eingängen eine Vielzahl an universellen Messeingängen.

Diese Flexibilität hilft IHC Hytech bei der Anwendung in unterschiedlichen Systemen. Zudem verfügt der Schreiber über Mathematik- und Logikmodule, mit denen die genannten Anforderungen umgesetzt werden konnten: Das mathematische Modul ermöglicht die Berechnung resultierender Werte aus den Messwerten verschiedener Sensoren, wie z.B. den erwähnten Sauerstoffpartialdruck. Durch das logische Modul wird beim Erreichen bestimmter Grenzwerte wie gewünscht ein Alarm ausgelöst. Die einfache Programmierung des Systems ermöglicht die schnelle Erstellung neuer Projekte mit wenigen Handgriffen. Hierbei ist ein weiterer Vorteil, dass die Konfigurationsdaten per USB-Stick übertragen werden können und so die obligatorische Programmierung mittels Laptop nicht mehr nötig ist.

Für die klare Anzeige und Regelung von Temperatur und Druck werden nun die digitalen Geräte der Serien diraTRON und diraVIEW eingesetzt. Das Matrix-Display stellt dem Benutzer zusätzliche Textinformationen bereit, z.B. dass die Kühlung oder die Heizung aktiv ist. Auch hier überzeugte das einfache Programmierkonzept und sorgte wie beim Logoscreen für eine deutliche Zeitersparnis.

Der Autor

Michael Brosig, Leiter Pressestelle, Jumo

alle Bilder © JUMO

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

<https://doi.org/10.1002/citp.202000408>

Kontakt

Jumo GmbH & Co. KG, Fulda
Michael Brosig · Tel.: +49 661 6003-238
michael.brosig@jumo.net · www.jumo.net

robuste & leistungsstarke
PUMPEN

- Fasspumpen
- Handpumpen
- Exzentrerschneckenpumpen
- Dickstoffdosierpumpen
- Membranpumpen
- Kreiselpumpen
- Druckluftpumpen
- Abfüllanlagen

Bitte besuchen Sie uns!

IFAT München
HANNOVERMESSE

JESSBERGER

pumps and systems

JESSBERGER GmbH
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



April 2020

Grundlagen Explosionsschutz (ATEX)	21. Apr.	Jena	R. Stahl, inga.foernzler@stahl.de
Druckbehälter nach EN 13445	21.–22. Apr.	Essen	Haus der Technik, kai.brommann@hdt.de
Explosionsschutz: Die Umsetzung der ATEX- Richtlinie 2014/34/EU	22.–23. Apr.	Wien	VDI Wissensforum, wissensforum@vdi.de
Industriewasserwirtschaft – Effektive Prozesswasseraufbereitung	22.–23. Apr.	Frankfurt/M	VDI Wissensforum, wissensforum@vdi.de
Installation und Wartung in explosionsgefährdeten Bereichen	22.–23. Apr.	Jena	R. Stahl, inga.foernzler@stahl.de
1 x 1 der Verfahrenstechnik	22.–24. Apr.	Essen	Haus der Technik, kai.brommann@hdt.de
Anwendung der Druckgeräterichtlinie DGRL	23.–24. Apr.	Essen	Haus der Technik, kai.brommann@hdt.de
Rohrleitungsplanung für Industrie- und Chemieanlagen	23.–24. Apr.	Essen	Haus der Technik, kai.brommann@hdt.de
Betriebsingenieur VDI - Modul 2: Assetmanagement	23.–24. Apr.	Düsseldorf	VDI Wissensforum, wissensforum@vdi.de
Instandhaltung in der digitalen Arbeitswelt	23.–24. Apr.	Altdorf	Technische Akademie Wuppertal, cindy.riedel@taw.de
Strategisches Management	23.–24. Apr.	Frankfurt/M	Gesellschaft Deutscher Chemiker, www.gdch.de
IoT – mit Sensoren ins Internet der Dinge	27. Apr.	Darmstadt	AMA Fachverband, www.ama-weiterbildung.de
Modellierung mit Comsol Multiphysics – Teil I	27.–28. Apr.	Göttingen	Comsol, www.comsol.de/training
Rohrleitungen nach EN 13480	27.–28. Apr.	Essen	Haus der Technik, kai.brommann@hdt.de
Umsetzung der Druckgeräterichtlinie	27.–28. Apr.	Wien	VDI Wissensforum, wissensforum@vdi.de
Produktivitätsorientierte Instandhaltung – TPM	27.–28. Apr.	Wuppertal	Technische Akademie Wuppertal, cindy.riedel@taw.de
Risikobeurteilung gemäß Maschinenrichtlinie	28. Apr.	Stuttgart	VDI Wissensforum, wissensforum@vdi.de
Atex-Richtlinie (RL 2014/34/EU)	28. Apr.	Augsburg	Dekra Testing and Certification, DTC-support-bochum@dekra.com
Patente in der Praxis: Chancen und Risiken sowie Tipps und Tricks	28. Apr.	Frankfurt/M	Gesellschaft Deutscher Chemiker, www.gdch.de
BIM im Facility Management 2020	28.–29. Apr.	Berlin	T.A. Cook, service@tacook.com
Fokusgruppe Maintenance Benchmarks 2020	28.–29. Apr.	Burghausen	T.A. Cook, service@tacook.com

Mai 2020

Die neue Gefahrstoffverordnung 2016 – Umsetzung in die Praxis	4.–5. Mai	München	Haus der Technik, kai.brommann@hdt.de
Big Data – Grundlagen, Methoden und praktische Umsetzung	4.–5. Mai	Frankfurt/M	Gesellschaft Deutscher Chemiker, www.gdch.de
Anwenderseminar „Rheologie und Stabilität von dispersen Systemen“	4.–6. Mai	Potsdam	Anton Paar, Sinterface, LUM, https://lum-gmbh.com/files/Events/
Grundlagen der Hydraulik in Rohrleitungen und Hydraulikapparaten	5. Mai	Essen	Haus der Technik, www.hdt.de/W-H050-05-647-0
Comsol Day	5. Mai	Göttingen	Comsol, www.comsol.de/comsol-days
Gasdiffusionselektroden	5. Mai	Frankfurt/M	Dechema, kurse@dechema.de
Grundlagen der Maschinen- und Anlagensicherheit	5.–6. Mai	Essen	Haus der Technik, kai.brommann@hdt.de
Technische Projekte leiten	5.–6. Mai	Karlsruhe	VDI Wissensforum, wissensforum@vdi.de
Effizienz-Forum	6. Mai	München	Engie Refrigeration, www.effizienz-forum.net
Wärmetransport-Modellierung – Grundlagen	6. Mai	Göttingen	Comsol, www.comsol.de/training
Functional Safety Workout 2020	6. Mai	Dresden	Pepperl+Fuchs, www.functional-safety-workout.de
R&I-FieBbilder in der Verfahrenstechnik	6. Mai	Wuppertal	Technische Akademie Wuppertal, cindy.riedel@taw.de
Qualitätsverbesserung+Kostenreduzierung – statist. Versuchsmethodik	6.–7. Mai	Frankfurt/M	Gesellschaft Deutscher Chemiker, www.gdch.de
Explosionsschutz und Elektrostatik	6.–7. Mai	Pfingsttal	CSE-Academy, https://cse-engineering.de
Wärmetransport-Modellierung – Fortgeschritten	7. Mai	Göttingen	Comsol, www.comsol.de/training
Der Konstruktions- & Entwicklungsleiter	7.–8. Mai	Karlsruhe	VDI Wissensforum, wissensforum@vdi.de
Prozessleittechnik für verfahrenstechnische Anlagen	7.–8. Mai	Wuppertal	Technische Akademie Wuppertal, cindy.riedel@taw.de
Design of Experiments (DoE) Workshop	8. Mai	Frankfurt am Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker, www.gdch.de
Sicherheitstechnik in der Chemischen Industrie	11.–13. Mai	Frankfurt/M	Dechema, kurse@dechema.de
Funk für Sensoren	12. Mai	Darmstadt	AMA Verband für Sensorik und Messtechnik, www.ama-weiterbildung.de
Risikobeurteilung gemäß Maschinenrichtlinie	12. Mai	Wien	VDI Wissensforum, wissensforum@vdi.de
Modellierung mit Comsol Multiphysics - Teil II	12.–13. Mai	Göttingen	Comsol, www.comsol.de/training
Brandschutz in prozess- und verfahrenstechnischen Anlagen	12.–13. Mai	Stuttgart	VDI Wissensforum, wissensforum@vdi.de
Produktionstage 2020	12.–13. Mai	Mannheim	Arbeitskreis Instandhaltung, walter.mueller@arbeitskreis-instandhaltung.de
Reaktionstechnik – Das Engineering chemischer Reaktionen	12.–14. Mai	Frankfurt/M	Dechema, kurse@dechema.de

ohne Gewähr

Jochen Block-Preis für Jan von Langermann

Der Jochen Block-Preis 2020 der Deutschen Gesellschaft für Katalyse geht an Dr. Jan von Langermann von der Universität Rostock. Damit werden seine herausragenden Beiträge auf dem Gebiet der integrierten in-situ Produktabtrennung bei der biokatalytischen enantioselektiven Synthese von Aminen zur Herstellung vielfältiger Synthesebausteine anerkannt. Der Jochen Block-Preis ist mit 3.000 € dotiert und würdigt außergewöhnliche Leistungen von Nachwuchswissenschaftlern. von Langermann hat nach dem Chemiestudium und seiner Promotion in Technischer Chemie an der Universität Rostock zunächst als Post-



doktorand am Max-Planck-Institut in Magdeburg sowie in Minneapolis geforscht, bevor er 2013 an die Universität Rostock zurückkehrte. Dort leitet er derzeit die Nachwuchsgruppe Biokatalytische Systeme im Institut für Chemie. www.dechema.de

Carl-Duisberg-Gedächtnispreis für Felix Schacher

Felix Schacher, Friedrich-Schiller-Universität Jena, erhält den Carl-Duisberg-Gedächtnispreis der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh). Der mit 7.500 € dotierte Preis dient der Förderung akademischer Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler. Schacher erhält die Auszeichnung für seine wegweisenden Arbeiten auf dem Gebiet der Polyampholyte und Polyelektrolyte. Diese sind z.B. bei der nicht-viralen Abgabe von genetischen



Informationen in Zellen von Bedeutung. www.gdch.de

Gmelin-Beilstein-Denk Münze an Guillermo Restrepo

Mit der Gmelin-Beilstein-Denk Münze würdigt die GDCh Dr. Guillermo Restrepo, Max-Planck-Institut für Mathematik und Naturwissenschaften in Leipzig. Die Auszeichnung ist mit einer Silbermedaille und 7.500 € verbunden. Sie zeichnet in- und ausländische Persönlichkeiten aus, die sich besondere Verdienste um die Geschichte der Chemie, die chemische Literatur oder die Chemie-Information erworben haben. Restrepo erhält die Denkmünze für seine innovativen Ansätze zu quantitativen und Computer-Methoden, mit denen er zum Verständnis der Geschichte der Chemie beiträgt. Mit seiner



Forschung zeigte er z.B. das exponentielle Wachstum chemisch synthetisierter Verbindungen im Verlauf der vergangenen 200 Jahre auf. Zudem stellte er die Auswirkung der Weltkriege auf die chemische Produktion dar. www.gdch.de

Maximilian Benz erhält den Carl-Roth-Förderpreis

Das JungChemikerForum (JCF), die Nachwuchsorganisation der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) verleiht den Carl-Roth-Förderpreis an Maximilian Benz, Karlsruher Institut für Technologie. Die Auszeichnung vergibt die GDCh an junge Chemikerinnen und Chemiker, die ressourcenschonende Synthesewege entwickeln oder Chemikalien innovativ einsetzen. Finanziert wird der mit 5.000 € dotierte Preis von der Firma Carl Roth, die zusätzlich 3.000 € in Form eines Gutscheines beisteuert. Die Auszeichnung erhält Benz für seine Arbeiten zur miniaturisierten und parallelisierten on-chip-Synthese. Für diese ent-



wickelte er neue Technologien, um damit neue bioaktive Verbindungen zu gewinnen und diese im Hochdurchsatz-Screening zu charakterisieren. Das von ihm entwickelte System erzielt schnelle Umsätze und verbraucht dabei wenig Stoffmenge. www.gdch.de

Wählen Sie die bessere Technologie

Präzise, vielseitige Schlauchdosierpumpen

Fördermengen von 0,1 bis 2.000 ml/min bis 7 bar
Direkter Einbau in die Anlage ohne zusätzliches Zubehör
Werkzeugfreie Wartung in unter einer Minute

qdos
Peristaltic Metering



Jetzt mit
ReNu PU für
Polyacrylamid-Anwendungen



wmftg.de | +49 2183 42040

**WATSON
MARLOW**
Fluid Technology Group



SEMINARE & TAGUNGEN

VERFAHRENSTECHNIK/UMWELT

Druckbehälter nach EN 13445

Allgemeine Anforderungen, Werkstoffe, Herstellung, Inspektion und Prüfung
21. - 22.04.2020 in Essen
27. - 28.10.2020 in Essen
01. - 02.12.2020 in München

1 x 1 der Verfahrenstechnik

Grundlagen und ausgewählte Anwendungen aus der Praxis
22. - 24.04.2020 in Essen
09. - 11.09.2020 in Timmendorfer
25. - 27.11.2020 in Berlin

Vermittlung der Fachkunde für die Erstellung von Sicherheitsdatenblättern

Veranstaltung zu der nach EU Chemikalienrecht (Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 – REACH) geforderten Qualifikation für die Ersteller
22. - 24.04.2020 in Essen
25. - 27.08.2020 in Timmendorfer Strand

Rohrleitungsplanung für Industrie- und Chemieanlagen

unter Berücksichtigung des ASME-Codes sowie der EG-Richtlinien
23. - 24.04.2020 in Essen
19. - 20.11.2020 in Berlin

Anwendung der Druckgeräterichtlinie (DGRL)

Richtlinie 2014/68/EU (bisher 97/23/EG) über Druckgeräte
23. - 24.04.2020 in Essen
29. - 30.10.2020 in Essen
03. - 04.12.2020 in München

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

27. - 28.04.2020 in Essen
03. - 04.11.2020 in Essen
08. - 09.12.2020 in München

Brandschutzbeauftragter

Ausbildung zum Brandschutzbeauftragten nach vfdb-Richtlinie 12-09-01:2014-08(03)
04. - 12.05.2020 in Essen
22. - 30.06.2020 in Essen
17. - 25.08.2020 in Travemünde
14. - 22.09.2020 in Essen
05. - 13.10.2020 in Hamburg
09. - 17.11.2020 in Berlin

Baustellenmanagement im Anlagenbau – von der Montage-Planung bis zur Fertigstellung

16. - 17.06.2020 in Essen
30.11. - 01.12.2020 in Essen

Ausbildung zum Explosionsschutzbeauftragten

23. - 26.06.2020 in Essen
18. - 21.08.2020 in Travemünde

Der Betriebsleiter in der chemischen – und Prozessindustrie

06. - 10.07.2020 in Timmendorfer Strand
23. - 27.11.2020 in Essen

ATEX-Richtlinie 2014/34/EU

Inverkehrbringen nicht elektrischer ATEX-Produkte
08.07.2020 in Timmendorfer Strand, Maritim Seehotel
08.09.2020 in Essen

Zündgefahrenbewertung nach ATEX-Richtlinie 2014/34/EU

Zündgefahrenbewertung für nicht elektrische Produkte
09.07.2020 in Timmendorfer Strand, Maritim Seehotel
22.09.2020 in Essen

Verfahrenstechnische Dimensionierung mit Erfahrungsregeln

Anwendung von heuristischen Regeln und Short-cut Methoden
13. - 14.07.2020 in München
09. - 10.11.2020 in Essen

Fachkunde zur Durchführung von Gefährdungsbeurteilungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen

Gemäß DGUV Grundsatz 313-003
08. - 10.09.2020 in Essen
10. - 12.11.2020 in Hamburg

Brandschutz im Tank- und Gefahrgutlager

15.09.2020 in Essen

IHR ANSPRECHPARTNER:

Dipl.-Ing. Kai Brommann

Leiter Fachbereich Chemie –

Brandschutz – Verfahrenstechnik

Telefon: +49 (0)201 1803-251

E-Mail: fb5@hdt.de

Angebote unter:



Neue Plattform von VCI und VDI: Chemistry4Climate

Die chemisch-pharmazeutische Industrie in Deutschland macht Tempo auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität: Der Verband der Chemischen Industrie (VCI) und der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) haben den Aufbau der Plattform „Chemistry4Climate“ beschlossen, die von beiden Organisationen betrieben wird. Ein breit aufgestellter Expertenkreis aus den Bereichen Chemie, Energiewirtschaft, Maschinenbau, den relevanten Bundesministerien, der IG BCE sowie verschiedenen Umweltverbänden und Verbraucherorganisationen soll hier Vorschläge diskutieren und konkrete Konzepte erarbeiten, wie die Chemie und Teile ihrer Wertschöpfungskette bis 2050 treibhausgasneutral werden können. Die Boston Consulting

Group (BCG) unterstützt das Projekt. Die verfahrenstechnischen Voraussetzungen einer treibhausgasneutralen Produktion der chemischen Industrie in Deutschland hat der VCI in einer viel beachteten Studie Anfang Oktober 2019 eingehend analysiert. Dieser Studie zufolge ist die Transformation der chemischen Industrie bis 2050 technologisch möglich. Realisieren lässt sich eine treibhausgasneutrale Produktion aber nur mit enormen Mengen von grünem Strom zu international wettbewerbsfähigen Preisen für die Elektrifizierung der Produktionsprozesse.

www.vdi.de
www.vci.de



Atlas Copco übernimmt Kölner Druckluft-Spezialisten

Atlas Copco hat die Dr. Gustav Gail Drucklufttechnik mit Sitz in Köln übernommen. Das Unternehmen vertreibt Kompressoren und Drucklufttechnik sowie zugehörige Dienstleistungen. Dr. Gail ist ein langjähriger Handelspartner von Atlas Copco im Raum Köln und hat zehn Beschäftigte. Das Unternehmen wird von der KDS Kompressoren- und Druckluftservice erworben, einer Tochter von Atlas Copco



Deutschland mit Sitz in Essen. Die Geschäfte werden am bisherigen Standort im Kölner Süden fortgeführt.

www.atlascopco.de

Neuer Lenkungskreis der Biotechnologen in der Dechema

Der Lenkungskreis der Dechema-Fachgemeinschaft Biotechnologie hat sich neu konstituiert. An der Spitze des Gremiums steht künftig Prof. Dr. Andreas Liese, TU Hamburg-Harburg. Er folgt auf Prof. Dr. Roland Ulber, der sechs Jahre lang das Amt des Vorsitzenden innehatte. Die Mitglieder-

versammlung der Fachgemeinschaft wählte fünf Personen in den Lenkungskreis. Weitere Mitglieder werden als Vertreter der Gremien, aus dem Dechema-Vorstand, aus den Reihen der VBU sowie aus dem Zukunftsforum in den Lenkungskreis entsendet.

www.dechema.de

FDA-Zulassung für Verfahren zur Dichtheitsprüfung

Das Dichtheitsprüfverfahren von ATC by Pfeiffer Vacuum für Mass Extraction entspricht der Norm F3287 der US-amerikanischen Lebensmittelüberwachungs- und Arzneimittelbehörde (Food and Drug Administration, FDA). Die Konformität mit der Norm F3287

vereinfacht die FDA-Zulassung pharmazeutischer Produkte, bei denen eine Dichtheitsprüfung erforderlich ist, denn Unternehmen, die dieses Dichtheitsprüfverfahren anwenden, ersparen sich einen aufwendigen Genehmigungsprozess. www.pfeiffer-vacuum.com

Positionspapier: Sensorik als Baustein der Digitalisierung

Was sind die Voraussetzungen dafür, dass Anlagen der Prozesstechnik gleichzeitig flexibel, robust und möglichst weitgehend automatisiert laufen? Im Positionspapier „Sensorik für die Digitalisierung chemischer Produktionsanlagen“ haben Experten aus verschiedenen Branchen im Rahmen von ProcessNet und AMA Verband für Sensorik und Messtechnik die Anforderungen an Sensoren, Datenübertragung und -verarbeitung zusammengetragen. Das Fazit: Für die bestehenden Herausforderungen reicht die heute vorhandene betriebliche Instrumentierung nicht aus. Sowohl hinsichtlich der erfassten Informationen als auch mit Blick auf Schnittstellen und Da-

tenformate besteht weiterer Entwicklungsbedarf. Ziele sind die Erfassung sekundärer Prozessparameter, eine intelligente multimodale Sensordatenverarbeitung, standardisierte digitale Schnittstellen sowie Sensorintelligenz. Grundlagenforschung sollte sich auf die Entwicklung neuer Messtechniken und fortschrittliche Methoden der Signal- und Datenverarbeitung konzentrieren. Angewandte Grundlagenforschung ist unter anderem bei der Gewinnung und Analyse multisensorieller und multimodaler Daten sowie in den Bereichen Softsensorik und Energy Harvesting notwendig.

www.dechema.de/sensorik

Qualitätsvorhersage und Fehler-Ursachen-Analyse

Am Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH Aachen startete im Februar 2020 das auf zwei Jahre angelegte Projekt oraKel in Kooperation mit Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen. Im Rahmen des Projektes wird sich der Lehrstuhl für Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement unter der Leitung von Prof. Robert H. Schmitt der Entwicklung von neuronalen Netzen basierenden Algorithmen zur automatisierten Qualitätsvorhersage und Fehler-Ursachen-Analyse in der Produktion widmen. Ziel ist die Reduktion von Prüfaufwand und der Aufbau von Prozesswissen. Das Projekt oraKel wird durch die AiF und den FQS

Forschungsgemeinschaft Qualität gefördert. Bei der Erforschung der Algorithmen sowie der Entwicklung der App wird der Lehrstuhl für Fertigungsmesstechnik und Qualitätsmanagement von einem projektbegleitenden Ausschuss aus Industriepartnern unterstützt, die im Bereich der Beratung, der Bereitstellung von CAQ-Software sowie der Produktion tätig sind. Hierunter fallen: IconPro, GFE – Gesellschaft für Fertigungstechnik und Entwicklung Schmalkalden, Siemens, CemeCon, Q-DAS, Bayer, iqs Software, Sanofi Aventis Deutschland, Risse & Co., Transfact, Cerobear, Lauscher Präzisionstechnik, gbo datacomp, und Qsee orakel.wzl.rwth-aachen.de



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

Berstscheiben innerhalb von 24 Stunden



+49 2961 7405-0

www.berstscheiben24.de



Made
 in
 Germany



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.

Inverse Produktion von Platinen

Am Ende der Lebensdauer elektronischer Produkte gehen noch immer viele der enthaltenen Wertstoffe verloren. Mithilfe moderner produktionstechnischer Methoden könnten diese Produkte gezielt zerlegt werden, um hochwertige Sortierfraktionen zu gewinnen. Ansätze für diese sogenannte inverse Produktion sind unter anderem bei der automatisierten Demontage und Entstückung von Elektronikplatinen zu sehen. Moderner Sensor- und Lasertechnologie kommt

dabei eine Schlüsselrolle zu. Eine Demontage- und Sortierlinie für die stückbezogene Verarbeitung von Mobiltelefonen und Elektronikplatinen mit sieben verketteten Maschinen wurde aufgebaut und in einem Recyclingbetrieb erprobt.

Kontakt

Reinhard Noll, Fraunhofer-Institut für Lasertechnik, Aachen
reinhard.noll@ilt.fraunhofer.de
DOI: 10.1002/cite.201900123

Recycling kohlenstofffaserverstärkter Kunststoffe

Aufgrund des anhaltenden Leichtbautrends fallen in Bereichen, wie Transportwesen, Energietechnik und Maschinenbau, zunehmend Abfälle aus kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen (CFKs) an. Ein neues Prozesskonzept ermöglicht eine mehrfache Aufbereitung von CFKs mit thermoplastischer Matrix zu einem wieder einsetzbaren Rezyklat in Form eines Granulats mit festgelegter Größe. Im Vergleich zur Herstellung von Neu-

ware ist der Energiebedarf um ein Vielfaches geringer. Das Granulat kann per Spritzguss zu neuen Bauteilen verarbeitet werden – unter Berücksichtigung der auftretenden Faserverkürzung.

Kontakt

Mareen Zöllner, TU Bergakademie Freiberg
Mareen.Zoellner@iam.tu-freiberg.de
DOI: 10.1002/cite.201900122

Phosphor aus Klärschlamm

Für die zukünftig obligatorische Phosphorrückgewinnung aus Klärschlamm werden besonders nasschemische und thermochemische Verfahren diskutiert. Die Kopplung der Phosphorrückgewinnung mit der Verbrennung in stationären Wirbelschichtfeuerungen, der dominierenden Monoverbrennungstechnologie, bietet hinsichtlich des Nachbehandlungsaufwandes und der Wirtschaftlichkeit potenzielle Vorteile. In Versuchen konnte

durch Einstellung der Verbrennungsbedingungen und Zugabe von Additiven eine Asche hergestellt werden, die der Düngemittelverordnung entspricht und somit potenziell als Phosphor-Rezyklat einsetzbar ist.

Kontakt

Matthias Schnell, RWTH Aachen
schnell@teer.rwth-aachen.de
DOI: 10.1002/cite.201900148

Fluoreszenzmarker für das Kunststoffrecycling

In Deutschland werden weniger als die Hälfte aller Kunststoffabfälle werkstofflich verwertet. Eine Option, um die zukünftigen Recyclingvorgaben zu erreichen, ist die Verwendung anorganischer fluoreszierender Markermaterialien. Dieser Tracer-Based Sorting (TBS)-Ansatz wird bereits zur PVC-Mahlgut-Sortierung eingesetzt. Auf Anti-Stokes-Fluoreszenz basierende Markierungsstoffe in ppm-Konzentrationen schaffen ein System von Sortiercodes, das in Zukunft hochwer-

tige Rezyklate ermöglicht. TBS wird für die Sortierung von Kunststoffverpackungen aus Haushalten entwickelt und getestet.

Kontakt

Jörg Woidasky, Hochschule Pforzheim
joerg.woidasky@hs-pforzheim.de
DOI: 10.1002/cite.201900126

Wärmedämmung recyceln

Aufgrund steigender energetischer Anforderungen an Gebäude werden Wärmedämmverbundsysteme (WDVS) seit den 1970er Jahren zur Dämmung von Gebäudefassaden verwendet, die jetzt zunehmend als Abfall auftreten. Eine werkstoffliche Verwertung existiert aktuell noch nicht, sodass eine enorme Menge potenzieller Ressourcen verloren geht. Um verwertbare Sekundärrohstoffe aus den komplexen Kompositen rückzu-

gewinnen, wurde eine Recyclingstrategie entwickelt und im Labormaßstab getestet. Dabei wurden überwiegend sortenreine Fraktionen erhalten.

Kontakt

Thomas Fehn, TH Nürnberg
thomas.fehn@th-nuernberg.de
DOI: 10.1002/cite.201900124

Flockungsmittel aus dem Kupferrecycling

Bei der Leiterplattenproduktion nach dem Druckverfahren fallen erhebliche Mengen kupferhaltiger Ätzlösungen an. Die Kupferrückgewinnung aus den ammoniakalischen Ätzbädern erfolgt über eine Zementation mit Aluminiumschrott mit Ausbringungsraten $\geq 99\%$ Cu. Anstelle der bis dato üblichen Deponierung kann die dabei anfallende aluminiumhaltige Lösung zu einem Koagulationsmittel für die Behandlung von Bergbautailings und

Abwasser aufbereitet werden. Das hergestellte Flockungsmittel wurde eingehend charakterisiert und die Wirksamkeit als Koagulant für feindisperse Systeme im Jar-Test bestätigt.

Kontakt

Martin Bertau, TU Bergakademie Freiberg
martin.bertau@chemie.tu-freiberg.de
DOI: 10.1002/cite.201900154

Messen ohne Druckverlust

Inline-Ultraschall-Durchflusssystem für Prozessgase

Titelstory

Daniel Winter,
Produktmanager
Marketing Durchfluss,
Endress+Hauser Messtechnik



Das Ultraschall-Durchflusssystem Prosonic Flow G 300/500 mit integrierten Druck- und Temperatursensoren erfüllt alle Anforderungen an moderne Prozessmesstechnik sowohl bei der Gasmengenmessung als auch bei der Analyse von Gasen. Weil er für anspruchsvolle Prozessbedingungen entwickelt wurde, eignet er sich für Anwendungen in der Öl & Gas- sowie in der chemischen Industrie.

Sowohl als reiner Energieträger als auch zur Prozessoptimierung kommt Gasen in allen Industrien eine immer größere Bedeutung zu. Vom Erdgas über Prozessgas, reine Gase oder Gasgemische bis hin zum Offshore- oder Onshore-Bereich ist das neue Durchflusssystem von Endress+Hauser prädestiniert für anspruchsvolle Anwendungen.

Das Anwendungsspektrum ist vielfältig: Verbrauchsmessungen von Brennern, Messung von Abgasen und Rauchgasen, Frischluft- oder Zufuhr von technischen Gasen, Kontrollmessungen von abrechnungsrelevanten Messstellen oder einfach als Ersatz von wartungsintensiven mechanischen Zählern in der Brenngasmesung. Das Gerät vereint praxisbewährte Ultraschall-Durchflusssysteme und jahrzehntelange Erfahrung in der Prozessmesstechnik. Dank seiner optional erhältlichen integrierten Druck- und Temperaturmessung sowie des vorhandenen Gasanalysepakets bietet er auf

eine kompakte Weise hochgenaue Durchflusswerte und viele weitere Informationen über die Gaseigenschaften.

Neues Sensor-Design erweitert Einsatzbereich

Die Herausforderungen in modernen Industrieprozessen werden für die Prozessmesstechnik immer größer. Höchste Genauigkeit und Sicherheit, hohe Prozesstemperaturen und Prozessdrücke, hohe Langzeitstabilität und eine einfache Installation sowie Inbetriebnahme und eine nahtlose Systemintegration sind nur einige der Eigenschaften, die von Anwendern gefordert werden und die das neue Ultraschall-Durchflusssystem erfüllt.

Im Vergleich zu anderen Gasmesssystemen misst es in den Nennweiten DN25...DN300 ohne Druckverlust, außerdem liefert es unter allen Applikationsbedingungen Messwerte mit hoher Genauigkeit und Reproduzierbarkeit.

Feuchtes Gas, geringer Prozessdruck, kleine Fließgeschwindigkeiten sowie schnell wechselnde Prozessbedingungen meistert es ohne Probleme. Als Komplettmessstelle entfällt die zusätzliche externe Instrumentierung von Druck- und Temperatursensoren und die Installation eines Durchflussrechners. Somit reduziert sich der Installationsaufwand auf ein Minimum.

Der Prosonic Flow G 300/500 zeichnet sich durch sehr hohe Robustheit aus. Das Messrohr besteht aus rostfreiem Stahl (1.4404 (316, 316L)), die Ultraschallwandler aus Titan Grade 2. Diese Kombination entspricht den strengen Anforderungen von NACE MR0175/MR0103. Das Messsystem weist somit eine hohe Korrosionsbeständigkeit auf und eignet sich ideal für Anwendungen in der Öl-, Gas- oder chemischen Industrie.

Das Messsystem kann bei einem Prozessdruck von bis zu 100 bar und einer Prozess-temperatur bis zu 150 °C eingesetzt werden.



Abb. 1: Prosonic Flow G 300/500 in den Nennweiten DN 25 ... 300 erfüllt alle Anforderungen der modernen Ultraschall-Inline Gasmengenmessung unter allen Betriebsbedingungen Prozessbedingungen mit Bravour

Zusätzliche Sicherheit bietet eine fest eingebaute Berstscheibe. Sie verhindert, dass im Falle einer Undichtigkeit bei der Durchführung zur Auswerteelektronik Gas ins Umformergehäuse eindringen kann. Somit ist ein unkontrolliertes Bersten ausgeschlossen. Da die Gehäuseroberfläche des Messaufnehmers ebenfalls

aus korrosionsbeständigem rostfreiem Stahl besteht, eignet sich Prosonic Flow G auch für raue Umgebungsbedingungen im Offshore- und Onshore-Bereich.

Hohe Präzision bietet es zudem bei der Messung von feuchten oder nassen Gasen. Das innovative Sensorkonzept verfügt über ein

Abb. 2: Das integrierte Drainagesystem führt Kondensat am Ultraschallwandler vorbei und gewährleistet auch bei feuchtem Gas eine wartungsfreie und hochgenaue Durchflussmessung



spezielles Drainagesystem, welches Kondensat im Bereich des Wandlerstutzens sofort um die Wandleroberfläche leitet. Somit hat Kondensat keine Auswirkungen auf die Signalstärke des Ultraschallsignals. Die Messung bleibt somit unbeeinträchtigt und die Messwerte bleiben auch bei nassen Gasen sehr genau.

Modernste Umformer-Elektroniken ergänzen das Konzept

Der Prosonic Flow G ist mit den Messumformer-Elektroniken Proline 300 als kompakte Ausführung und Proline 500 als getrennte Ausführung kombinierbar. Sie verfügen mit bis zu vier Schnittstellen zur Ein- bzw. Ausgabe der Messwerte. Auch bei der Messleistung und Genauigkeit von bis zu $\pm 0,5\%$ v. Mw. machen die Proline Messumformer keine Kompromisse.

Die digitale Signalverarbeitung beginnt bereits im intelligenten Messaufnehmer und stellt die Grundlage für eine echte multivariable Messung dar. Das bedeutet, dass mehrere für die Prozesskontrolle wichtige Messgrößen wie Fließgeschwindigkeit, Schallgeschwindigkeit, Druck oder Temperatur gleichzeitig erfasst und an ein Prozessleitsystem weitergegeben werden können. Ein vollständiger Zugriff auf alle Messdaten, einschließlich der durch Heartbeat Technology gewonnenen Diagnosedaten, ist jederzeit möglich – dank digitaler Datenübertragung mittels Hart, Modbus RS485, via WLAN oder über die frei kombinierbaren Ein- und Ausgänge.

Umfassende Prozess- und Qualitätsüberwachung dank integrierter Gasanalyse

Prosonic Flow G 300/500 ist auch mit dem Funktionspaket „Erweiterte Gasanalyse“ lieferbar. In Kombination mit der optional verfügbaren integrierten Druck- und Temperaturmessung ermöglicht dies eine einfache Umrechnung in Masse oder Normvolumen. In Kombination mit der gemessenen Schallgeschwindigkeit wird zudem die Ausgabe von wichtigen Gasinformationen möglich.

Mit dieser Funktion können bei Bedarf weitere Parameter und Prozessgrößen berechnet werden. Beispiele dafür sind Volumenfluss, Normvolumenfluss, Massefluss, Energiefluss, Brennwert, Wobbe-Index, Molmasse, Methan-gehalt (%), Dichte oder Viskosität. Hierzu stehen 13 bereits in der Elektronik hinterlegte Gase zur Auswahl. Für die Definition eines Gasgemisches ist es möglich, sogar bis zu 20 verschiedene Komponenten zu kombinieren. Somit können Mischgase punktgenau zusammengestellt werden. Bei Erdgasanwendungen basieren die Berechnungen auf verschiedenen Standards, wie z. B. AGA NX-19, AGA8, AGA5 oder SGERG-88. Die integrierte Gasanalyse ermöglicht es, optimale Qualität und Sicherheit im Prozess zu gewährleisten.

Prozesssicherheit rund um die Uhr

Prosonic Flow G wurde nach strengsten Qualitätsanforderungen gemäß SIL-Norm IEC 61508 entwickelt. Dadurch ist sogar der Einsatz in sicherheitsgerichteten SIL-Applikationen möglich. Das ist bei Inline-Ultraschallgaszählern einzigartig. Auftretende Geräte- oder Prozessfehler werden gemäß Namur NE 107 eindeutig kategorisiert und sofort angezeigt. Dies ermöglicht schnelle und gezielte Gegenmaßnahmen.

Ein weiteres Highlight ist die Heartbeat Technology. Diese in alle Proline Messgeräte integrierte Prüffunktion ermöglicht eine permanente Selbstdiagnose bei hohem Diagnose-Deckungsgrad (>95 %) sowie eine TÜV-geprüfte, metrologisch rückführbare Geräteverifikation ohne Unterbrechung des Prozesses. All das reduziert Komplexität und Risiken in einer Anlage, was wiederum deren Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit erhöht.

Direkter Datenzugriff im Feld

Die Proline 300/500 Messumformer verfügen standardmäßig über einen Webserver. Mithilfe eines Standard-Ethernet-Kabels und eines Laptops – oder drahtlos via WLAN haben Anwender einen direkten Zugriff auf alle Diagnose-, Konfigurations- und Gerätedaten ohne zusätzliche Soft- oder Hardware. Dies ermöglicht eine einfache und intuitive Inbetriebnahme sowie zeitsparende Wartungs- und Servicearbeiten.

Das Datenspeicherkonzept HistoROM gewährleistet höchste Datensicherheit vor, während und nach einem Servicefall. Alle Kalibrierdaten und Geräteparameter sind sicher auf dem HistoROM-Datenspeicher abgelegt und werden nach Wartungsarbeiten automatisch neu geladen. Dieses Konzept ermöglicht eine sichere und schnelle Instandsetzung. Fehler durch Inkompatibilitäten der Treiber oder Firmware mit Ersatzteilen, die die Wiederinbetriebnahme gestern noch verzögerten, sind heute ausgeschlossen.

Der Autor

Daniel Winter, Produktmanager Marketing Durchfluss, Endress+Hauser Messtechnik

alle Bilder © Endress+Hauser



Abb. 3: Das integrierte Gasanalysepaket ermöglicht den Einblick in das zu messende Gas zur optimalen Qualitätsüberwachung und für die Gewährleistung hoher Prozessstabilität

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

<https://doi.org/10.1002/citp.202000409>

Kontakt

Endress+Hauser Messtechnik GmbH+Co. KG, Weil am Rhein
Tel.: +49 7621 975 01
info.de.sc@endress.com · www.de.endress.com

Integrierte Warngeräte für Ex-Bereiche

E2S Warning Signals stellt ihr neues Sortiment an integrierten Warngeräten vor. Es bietet Systemplanern und Installateuren vorkonfigurierte Lösungen, eliminiert die Kosten für Montagearbeiten vor Ort und garantiert gleichzeitig, dass die Anschlüsse und Verkabelung zwischen den Geräten den relevanten Anforderungen der Zulassung für Ex-Bereiche entsprechen und dass alle Signale umfassend geprüft und zertifiziert sind. Entsprechend Klasse I/II und IECEx/ATEX Zone 1/21 zugelassene Warngeräte sind in vielen Konfigurationen mit bis zu sieben Geräten lieferbar. Hochleistungs-LED- und Xenon-Signalleuchten (oder eine Mischung aus beiden) der Produktreihe D1x aus meerwasserbeständigem

Aluminium, GNEx aus korrosionsfestem GFK und STEx 316L aus Edelstahl können zu einer Lösung für jede Umgebung zusammengestellt werden. Jedes Gerät ist mit einer Leitungsdurchführung versiegelt und der integrierte Kabelstrang bietet einen einzigen Installationspunkt entweder in der letzten Signalleuchte oder optional in einem Anschlusskasten.



Kontakt

E2S Warning Signals, GB-London
Tel.: +44 20 8743 8880
sales@e2s.com · e2s.com



Der lange Pfad der Digitalisierung

Neuer Visualisierungsstandard steigert Produktivität und senkt Risiken quer durch die Business Operations



Nils Engelke,
PR & Kommunikations-
manager, Flottweg

Flottweg auf dem Pfad der Digitalisierung: Anfangs startete man mit der datengetriebenen CNC-Fertigung und setzt nun auf einheitliche und effiziente Benutzeroberflächen für eine Mensch-Maschine-Kooperation. Damit sich Prozesse, Produktion und Personal im Sinne einer Smart Factory Schritt für Schritt näherkommen, müssen analoge Vorgänge mit digitalen Prozessen optimiert werden. Die HMI InGo ist hierzu der nächste Meilenstein – ein digitales Assistenzsystem, das sowohl dem Bediener als auch dem Maschinenpark mehr Effizienz in der Arbeitswelt verleiht und so einem optimierten Fertigungsprozess in die Karten spielt.

Industrielle Engineering- und Produktionsprozesse durchgängig zu digitalisieren, kann ein langer Weg sein, wie Flottweg in Vilsbiburg demonstriert. Gemäß dem Auftrag, die digitale Transformation voran zu treiben, vernetzt man zusehends Engineering-Plattformen mit

den Fertigungsanlagen. Bereits im Jahr 2009 begann man mit der Implementierung eines Datenmanagers von der Maschinenfabrik Reinhausen. Dieser überbrückte effizient die Schnittstellen zwischen allen relevanten Akteuren einer NC-Fertigung. Was zunächst die Auf-

gabenzuteilung für alle Akteure in der Fertigung vereinfacht, hat im Sinne der Digitalisierung die Harmonisierung der Datenwelten in der Herstellung von Dekanter-Zentrifugen, Separatoren und Bandpressen zur Folge.

Faktor Mensch im Fokus

Anders nun der nächste Schritt von Flottweg, der nicht nur den Nutzwert der Produktionsdaten im Fokus hat, sondern mehr auf den Faktor Mensch abzielt. Bei dem Datenfluss im Unternehmen von der IT-Welt bis hin zum Maschinenpark muss der Mensch seine zentrale Rolle beibehalten. Ergonomische und arbeitssicherheitspezifische Ansprüche bleiben weiterhin die Eckpfeiler in einer smarten Produktion, wobei sich neue Aufgaben und Qualifizierungen für das Bedienpersonal ergeben. Die Erfahrungswerte mit dem Dateimanager in der digitalisierten CNC-Fertigung lehren, dass es für ein mittelständisches Unternehmen wie



Abb. 1: Mit intuitiv gestalteten HMI lassen sich analoge Prozessvorgänge digital optimieren.



Abb. 2: Eine durchgängige Optik mit klarer Zuordnung der Funktionalitäten zieht sich bei Flottweg durch alle Produktebenen der Automatisierung.



Abb. 3: Das Entwicklerteam: Gerhard Hager und Bernhard Niedermeier

Flottweg entscheidend ist, den Mitarbeitern die Wegweiser zum Digitalisierungspfad aufzuzeigen, damit neue Methoden zu Software Engineering, Cloud Computing, Data Analytics, Cyber Security, Systems Integration oder User Experience Design Einzug halten können.

Bei der Einführung von digitalen Innovationen gilt es als Prämisse, diese Veränderungen mit dem Menschen abzustimmen. Daher die strategische Entscheidung, auf ein neues User Interface der Maschinen zu setzen, welches das Bedienkonzept der Maschinen als nächsten Schritt einer digitalen Transformation ausflaggt. In der Mensch-Maschine-Kooperation wird man damit dem Trend nach immer komplexer werdenden Automatisierungsprodukten mit niedrigen Losgrößen gerecht, gerade weil sich die Produktionsflexibilität im Maschinenpark immer schneller einstellen lassen muss.

InGo – Intuitives Bedienkonzept mit Zukunft

Ein zeitgemäßes User Experience Design war auch die Triebfeder für die Ausgestaltung von intelligenten und immersiven Benutzerschnittstellen an den Flottweg Maschinen- und Anlagen. Gesetzt waren hohe Informationsdichte und intuitive Bedienbarkeit, damit der Bearbeitungsprozess und dessen Kontrolle transparenter wie auch leichter vorzunehmen ist. In Zusammenarbeit mit dem Designbüro N+P Industrial Design entstand das neue Interface InGo, das im Kern genau das visualisiert, was für den Techniker wichtig ist. Die Bedienung von Zentrifugen und Separatoren gestaltet sich nun innovativ per Benutzeroberfläche, optisch attraktiv per Farbdesign und absolut intuitiv per Bedienstruktur.

Damit ist InGo eine Human Machine Interface, die eine klare Linie in die Anwendung von Separatoren und Zentrifugen bringt, Feh-

lerquellen eliminiert und zudem den Wissenstransfer der Mitarbeiter auf ein neues Niveau hebt. User Experience Design und Usability geben sich mit dem neuen Bedienkonzept die Hand, was das positive Nutzererlebnis der Flottweg Kunden mit InGo unterstreicht. Das vollautomatische Zusammenwirken der einzelnen Prozesskomponenten lässt sich ideal nachverfolgen und das übersichtliche Design hält alle Prozessparameter im Blick – einfach in der Didaktik und immer gleich für alle Flottweg Anlagen und Maschinen.

Dekanter, Separatoren und Bandpressen interagieren mit anderen Systemen damit sicher und garantieren wenig Aufwand und Kosten in der Integration in bestehende Prozesse – inklusive der Einhaltung höchster Standards bei der Betriebssicherheit. Auch für allgemeine Anlagenelemente wie Pumpen, Ventile und Messungen gilt das gleiche Bedienkonzept. Dieser neue Visualisierungsstandard ist 2018 in der Kategorie Mensch-Maschine Schnittstelle mit dem German Design Award ausgezeichnet worden. Was für Flottweg eine gut strukturierte, standardisierte Lösung für die Automatisierung und Visualisierung der Maschinen ist, bedeutet für den Kunden die absolute einfache Bedienung – inklusive einem identischen und standardisiertes Look-and-Feel der Flottweg-Anlagen. Für beide Seiten ergibt sich durch diese Standardisierung weniger Engineering-Aufwand plus schnellere Wartung und Servicedienstleistungen, die sich bspw. auch bei Neuprojektierungen bezahlt macht.

Nächste Station: Predictive Maintenance

Und die Reise auf dem Pfad der Digitalisierung geht weiter: Flottweg verspricht sich mit der Vision einer Smart Factory vieles – gesteigerte Produktivität und gesenkte Risiken quer durch die Business Operations, aber auch Chancen

auf gesteigertes Umsatzwachstum dank neuer Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle. Ein zukünftiger Baustein wird Predictive Maintenance sein, womit Nachfrage-Prognosen und aktuelle Information durch Echtzeit-Daten von Maschinen und Anlagen möglich sind. Diese Transparenz hilft, Entscheidungen zu treffen und Logistik-Prozesse wie auch Zulieferer-Beziehungen weiter zu verbessern.

Sensoren und Algorithmen lassen mit Predictive Maintenance eine automatisierte Verschleißüberwachung zu und initiieren so proaktiv die Lösungen. Auch lassen sich die Folgen von Produktionsveränderungen in Echtzeit überwachen. Für Flottweg Kunden ergeben sich damit kostenoptimierte Abläufe mit einem verbesserten Ressourcenmanagement, zuverlässigere Fertigungskapazitäten sowie eine hochgradige Automation. Smart Factory ist als Prozess zu sehen und durch Predictive Maintenance mit Realtime Daten lassen sich bspw. Ausfallzeiten eines Bearbeitungszentrums in der Fertigung deutlich reduzieren.

Der Autor

Nils Engelke, PR & Kommunikationsmanager, Flottweg

alle Bilder © Flottweg SE

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

<https://doi.org/10.1002/citp.202000410>

Kontakt

Flottweg SE, Vilsbiburg
Nils Engelke · Tel.: +49 8741 301 0
mail@flottweg.com · www.flottweg.com

Signalkreisspezifische Fehlermeldung

Sicheres Einschalten durch Leitungsfehlertransparenz

In sensiblen Bereichen der Prozessindustrie muss bei einem Störfall das sichere Einschalten von Pumpen, Ventilen oder aktiven Kühlungen gewährleistet sein. Das setzt sowohl eine hohe Verfügbarkeit der installierten Sicherheitsfunktionen als auch die Überwachung der Signalkreise auf Leitungsfehler auf der Feldseite voraus. Mit dem Prinzip der Leitungsfehlertransparenz (LFT) kann auf aufwändige Workarounds verzichtet werden. Dabei werden Informationen über Leitungsfehler über die Signalleitung zur Steuerung übertragen.

So ist eine kanalspezifische Identifikation von Leitungsfehlern ohne zusätzliche Verdrahtung möglich.

Sicherheitsgerichtetes An- und Abschalten in der Industrie unterliegt hohen Anforderungen. Eine zentrale Rolle hierbei spielen Sicherheitsrelais als Bindeglied zwischen Steuerung und Lastkreis. Dabei gibt es zwei unterschiedliche Anwendungsfälle. Beim sicheren Abschalten (De-energized-to-safe, DTS) geht es bspw. darum, Motoren stromlos zu schalten, das Befüllen von Behältern zu beenden oder den Materialfluss zu stoppen. Die Realisierung von DTS-Anwendungen ist unproblematisch, da bspw. ein Ausfall der Versorgung oder ein unerkannter Leitungsbruch auf der Feldseite zum sicheren Zustand des den Schaltimpuls übertragenden Interfacemoduls führt und damit die Sicherheitsfunktion auslöst: Das Feldgerät wird abgeschaltet. Deutlich komplexer und besonders relevant für die Prozessindustrie und die funktionale Sicherheit ist das sichere Einschalten (Energized-to-safe, ETS) im Notfall.

Sicheres Einschalten

In einem ETS-Signalkreis ist der sichere Zustand ein geschlossener Kontakt, der häufig über viele Jahre nicht aktiviert wurde. Daher kann möglicherweise aufgrund von Verschmutzung oder Korrosion ein Strom nicht oder nicht mehr vollständig fließen. ETS-Anwendungen reichen von einer aktiven Kühlung bis hin zum Einschalten von Pumpen und Ventilen, um Lösch- oder Kühlmittel zuzuführen bzw. den Überdruck aus Behältern abzulassen. Wie wichtig das sichere Einschalten ist, zeigt sich auch in Prozessen, bei denen toxische Gase über Rohrleitungen weitergeleitet werden. Aus Sicherheitsgründen herrscht in den Rohren nicht nur dauerhaft ein leichter Unterdruck, bei einem Leck muss zusätzlich das sichere

Einschalten weiterer Pumpen gewährleistet sein. Sie saugen im Notfall große Mengen Umgebungsluft durch das Leck an und verhindern so, dass toxische Substanzen austreten.

Leitungsfehlertransparenz

Auch wenn ein Sicherheitsrelais einwandfrei funktioniert, kann der Zugriff auf eine Sicherheitsfunktion scheitern. Mögliche Ursachen sind ein Leitungsbruch oder ein Kurzschluss. Bei vielen existierenden Lösungen erfolgt die Meldung von Leitungsfehlern auf der Feldseite über LEDs am Modul und optional als Sammelfehlermeldung. Dadurch ist aber eine steuerungssseitige Leitungsfehlererkennung im Feld über die galvanische Trennung des Moduls hinweg nicht ohne weiteres möglich. Man erhält bei einer Sammelfehlermeldung keine Informationen darüber, welcher Signalkreis fehlerhaft ist, die LEDs der Module müssten zusätzlich geprüft werden. Ist ein Fehlermeldeausgang vorhanden, muss dieser bei Modulen ohne LFT zusätzlich verdrahtet werden, um eine kanalspezifische Fehlererkennung durch die Steuerung zu gewährleisten. Außerdem wird eine zusätzliche Eingangskarte in der Steuerung benötigt.

Realisierung in Sicherheitsrelais

Eine lückenlose Leitungsüberwachung bieten bspw. die Sicherheitsrelais KFD2-RSH von Pepperl+Fuchs – über die galvanische Trennung des Moduls hinweg bis auf die Feldseite. Es erkennt nicht nur feldseitige Kurzschlüsse und Leitungsbrüche, sondern sorgt dafür, dass die Steuerung sie auch einem spezifischen Signalkreis zuordnen kann. Der LFT-fähige



Abb. 1: Volle Kontrolle: Leitungsfehler werden dank LFT im gesamten Loop entdeckt und ohne Zusatzverdrahtung an die Steuerung gemeldet.

ge Relaisbaustein überwacht die angeschlossene Last im Feld. Liegt ein Fehler in der Feldverdrahtung (Kurzschluss, Leitungsbruch) vor, wird ein Testpulsfilter auf der Steuerungsseite verstimmt. Die DO Karte des Leitsystems kann so über dort integrierte Diagnosemaßnahmen den Fehler auf der Feldseite erkennen.

Der Testpulsfilter ist erforderlich, um die Kompatibilität zwischen Sicherheitsrelais und Steuerung und damit die einwandfreie Funktion des Signalkreises zu gewährleisten. Diagnosefunktionen von Sicherheitssteuerungen dürfen keineswegs zu Fehlfunktionen der Geräte führen. DO (Digital Output)-Karten von Steuerungen stellen üblicherweise integrierte Diagnosefunktionen zur Verfügung. Neben einer dynamischen Diagnosefunktion, den sogenannten „Testpulsen“, wird oftmals auch statisch der Feldkreis überprüft. Dazu werden die eingepreßte Prüfströme im ein- und ausgeschalteten Zustand durch die DO-Karte gemessen und ausgewertet.

Der Eingang der Sicherheitsrelais filtert die von der DO-Karte kommenden Testpulse, wodurch ein unbeabsichtigtes Schalten des Feldgerätes durch eine Diagnosemaßnahme oder die unbeabsichtigte Anzeige eines Leitungsfehlers in der Steuerung verhindert wird.

Zusätzlich ermöglicht dieser Eingang, dass von der DO-Karte kommende Prüfströme fließen können – es wird eine Minimallast im Ein-Zustand bereitgestellt und ein Prüfstrom im Aus-Zustand ermöglicht. Dabei wird die Schaltfunktion nicht beeinträchtigt.

Die Sicherheitsrelais mit LFT des K-Systems

Diagnosefunktion, Leitungsfehlertransparenz und eine 1oo3-Architektur (one-out-of-three) – diese Merkmale vereinigen die Sicherheitsrelais KFD2-RSH von Pepperl+Fuchs. Bei jedem Schaltvorgang wird die Funktion der Schaltkontakte automatisch mitgeprüft. Dadurch wird der Aufwand eines Proof Tests für den Anwender drastisch verringert. Die Geräte verfügen über eine umfassende Testpulsimmunität und sind daher kompatibel zu marktüblichen digitalen Ausgangskarten. Mit den neuen Sicherheitsrelais ist Ab- und Anschalten für Anwendungen nach IEC61508 bis SIL3 möglich, ein Abschalten zusätzlich bis EN-ISO 13849 Performance Level e.

Fazit

Die vollständige Überwachung auf Leitungsfehler auch auf der Feldseite ist für sicherheitsgerichtetes Anschalten unabdingbar. Leitungsfehlertransparente Interfacemodule können ohne zusätzliche Verdrahtung Informationen über Leitungsfehler an die Steuerung weitergeben. Erfahrungen aus Projekten der Fire & Gas Spezialisten bei Pepperl+Fuchs zufolge können mit LFT-Modulen durchschnittlich 15–20 € je Signalkreis gegenüber konventionellen Lösungen eingespart werden. Fast alle großen Leitsystemhersteller haben mittlerweile projektspezifische Tests von LFT-fähigen Geräten von Pepperl+Fuchs erfolgreich durchgeführt.

Bei diesen Tests wird die Interoperabilität mit bestimmten Feldgeräten wie optischen oder akustischen Signalgebern und Ausgangskarten des Steuerungssystems nachgewiesen.

Neben Sicherheitsrelais mit LFT sind sowohl im K-System zur Hut-schiennenmontage als auch für das Termination-Board-basierte H-System viele weitere Funktionen mit LFT verfügbar, bspw. Schaltverstärker oder Ventilsteuerbausteine.

Der Autor

Andreas Grimsehl, Product Marketing
Manager Interface Technology, Pepperl+Fuchs

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

<https://doi.org/10.1002/citp.202000411>

Kontakt

Pepperl+Fuchs GmbH, Mannheim

Tel.: +49 621 776-2222

pa-info@de.pepperl-fuchs.com

www.pepperl-fuchs.com



Fließend feinfühlig.

- hochwertige 4-Pol-Graphit-Messzelle für ein breites Anwendungsspektrum
- weiter Messbereich von 1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ bis 300 mS/cm , auch in Medien mit starker Veränderung der Leitfähigkeit
- zuverlässige Messung auch in druckbeaufschlagten Leitungen bis zu 6 bar
- geeignet für jede marktübliche Armatur mit Verschraubung Pg 13,5



More than sensors + automation

JUMO JUMO BlackLine CR 4P

Konduktiver Vier-Elektroden-Leitfähigkeitssensor

Willkommen bei JUMO.

www.jumo.net

Abb. 1: Überarbeitete Anlage zur Gas-Erstbefüllung.



Großbaustelle Gaskavernenspeicher

Automatisierungslösungen für die Erstbefüllung



Dipl.-Betriebsw. (FH)
Evelyn Landgraf,
Rösberg Engineering

Von Genehmigung über Planung und Bau bis zur Erstbefüllung eines Kavernenspeichers zur Lagerung von Erdgas vergehen in der Regel viele Jahre. Für dieses komplexe Projekt, bei dem immer auch die Sicherheit der Anlagenbetreiber, der umliegend lebenden Menschen, der Umwelt und der Anlage selbst im Mittelpunkt steht, sind externe Experten gefragt, die Automatisierungslösungen für die jeweiligen Teilabschnitte zuverlässig planen und realisieren können.

Erdgas eignet sich als idealer „Pufferpartner“ für die schwankenden Leistungen erneuerbarer Energien. Und auch der unterschiedliche Energiebedarf zwischen Sommer und Winter kann damit teilweise abgedeckt werden. Allerdings braucht es dann Speichermöglichkeiten. Zum Lagern von Erdgas nutzt man natürlich vorkommende Porenspeicher oder speziell dafür hergestellte Kavernenspeicher. Für Letztere werden in unterirdischen Salzstöcken durch Aussolen künstliche Hohlräume erzeugt. Salzstöcke bilden eine gasundurchlässige Barriere und garantieren so eine natürliche Dichtheit der Kaverne. Der Speicher im niedersächsischen Jemgum ist mit einem Arbeitsgasvolumen von über 900 Mio. m³ einer der größten Erdgaska-

vernenspeicher Deutschlands. Hier kann der Jahresverbrauch für circa 700.000 Einfamilienhäuser gelagert werden.

Der Speicher wird von Astora und VNG Gasspeicher betrieben, wobei Astora gut 80 % der gesamten Speicherkapazitäten vermarktet. Von der ersten Probebohrung in den achtziger Jahren über die ersten Bohrungen auf dem Sammelplatz im Jahr 2009/2010 bis zum heutigen Betrieb war ein langer Weg. Die Automatisierungsexperten von Rösberg haben diesen über die Jahre an vielen Stationen begleitet. Angefangen hat alles mit der Frischwasserentnahme und der Aussolung der ersten Kavernen. Dazu wurde Wasser aus der nahe gelegenen Ems in ein Bohrloch in ca. 1.500 m eingeleitet

und damit die Kaverne über ca. zwei Jahre hinweg ausgespült. Dabei wurde die Rohrtour stetig nach oben zurückgezogen, so dass die Kaverne nach oben hin zylindrisch „wächst“. Das Wasser löste das Salz, die dabei entstehende Sole (mit Salz vermishtes Wasser) wurde in ein Sole-Absetzbecken geleitet, gereinigt und dann bei Rysum ins Meer geleitet. So entstanden über die Jahre zehn Kavernen mit einer Höhe von ca. 400m, die mit Sole gefüllt sind. Zum Vergleich: Der Berliner Fernsehturm mit seinen 368 m würde gut hineinpassen.

Anlage für die Gas-Erstbefüllung

Auch die Gas-Erstbefüllung einer Kaverne ist ein umfangreiches Projekt, das zwischen 100

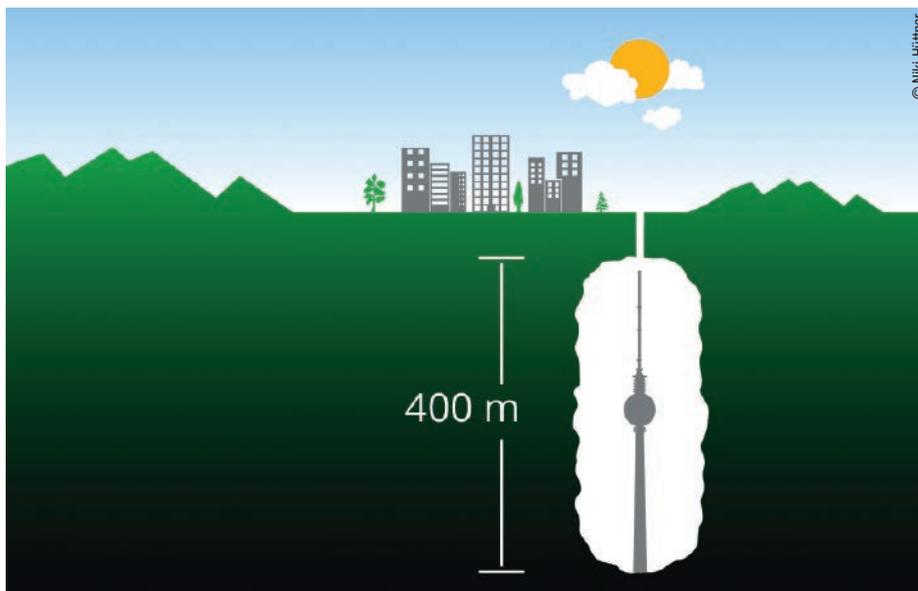


Abb. 2: Die zehn Kavernen im Erdgasspeicher Jemgum haben jeweils eine Höhe von ca. 400 m. Der Berliner Fernsehturm mit seinen 368 m würde also gut hinein passen.

und 120 Tagen in Anspruch nimmt. Klaus Kerner ist Process Control Technology Project Manager bei Rösberg Engineering und betreut das Projekt Jemgum seit den Anfängen. Er berichtet: „Die Gasbefüllung der ersten zwei Kavernen hat Astora selbst übernommen. Da das dafür geliehene Equipment aber sehr teuer war, sollten für die weiteren Befüllungen bzw. Entleerungen – Soleentleerung und Gasbefüllung gehen ja Hand in Hand – eige-

Aufgabe“ erläutert Kerner. Im sicherheitskritischen Umfeld galt es für die Steuerungstechnik natürlich die einschlägigen Vorgaben für den Ex-Schutz und die funktionale Sicherheit zu beachten. Die Steuerung der Anlage haben die Automatisierungsexperten komplett neu entwickelt, ebenso wie das Sicherheitssystem. Ein PCS7 wurde als Steuerung genutzt und musste natürlich programmiert, sowie in die übergeordnete Steuerung der Soleanlage integriert

geschieht indem das Erdgas mit höherem Druck in die Kaverne eingeleitet wird und praktisch als „Kissen“ von oben auf die Wassersäule drückt. Die Rohrtour des Soleauslagerungsstrangs ragt praktisch fast bis zum unteren Ende der Kaverne. Das immer größer werdende Gaskissen drängt also die Sole über den Soleauslagerungsstrang heraus. Die aus der Kaverne gedrückte Sole durchläuft zuerst den Entgasungstank, aus dem sich kleine Mengen von



„Über zehn Jahre hinweg haben wir nun das Projekt in Jemgum von der Entsorgung bis hin zur Gas-erstbefüllung auf verschiedenen Stationen betreut.“

Klaus Kerner, Process Control Technology Project Manager, Rösberg Engineering

ne Soleentleerungsanlagen angeschafft werden. Hier kamen wir wieder einmal ins Spiel.“ Angeschafft wurden drei Altanlagen. Jede Anlage bestand aus drei Schaltschränken (Steuerungsschrank, Kompressorschrank und Elektroverteilungsschrank mit Frequenzumrichter), einem Entgasungstank, Messgeräten und Armaturen, einer Pumpe und diversen Rohrleitungen zur Anbindung an die Solaranlage.

„Die mechanischen Komponenten konnten wir größtenteils weiterverwenden. Die notwendige Steuerungs- und Regelungstechnik jedoch musste neu konzipiert und angeschafft werden. Installation, Montage der Mess- und Regeltechnik und die Verkabelung der Automatisierungskomponenten war also unsere

werden. Auch die Montageplatte, bestückt mit allen Automatisierungskomponenten wurde vor Ort ausgetauscht und neu angeschlossen. Nachdem die Anlage umgebaut und angebunden war, folgten diverse Tests. Nach der Kaltinbetriebnahme musste die Sicherheitstechnik durch Sachverständige freigegeben werden. Dann erst konnte die Soleentleerung bzw. die Gas-Erstbefüllung starten. Auch mit der Schulung und Einweisung der Operatoren wurden die Automatisierungsexperten beauftragt.

Sicherheit als oberstes Gebot

Nach dem Aussolen ist die Kaverne mit Salzwasser (Sole) befüllt. Nun gilt es, das Wasser aus der Kaverne heraus zu drücken. Dies

Erdgas verflüchtigen. Danach wird die Sole in das Soleabsetzbecken der Solaranlage gepumpt, in dem sich auch Schlamm, Schlick und größere Partikel absetzen können, die dann gesondert entsorgt werden. Das übrige Salzwasser gelangt wie beim Solen über eine ca. 45 km lange Pipeline bei Rysum in die Nordsee.

Bei der Soleentleerung bzw. der Gaserstbefüllung gibt es zwei potenziell kritische Szenarien, die beide zu einem Gasdurchschlag führen könnten: Im ersten Szenario kommt es zur Beschädigung der Rohrtour des Soleauslagerungsstrangs, z.B. wenn unterirdisch Salzstockgebirge abbricht und abrutscht. Im zweiten Fall wird die Kaverne bis unterhalb der Rohrtour des Soleauslagerungsstrangs hinaus



„
Das Rösberg-Team hat sich in den vergangenen Jahren nicht nur als sehr verlässlich erwiesen und die gemachten Absprachen stets zuverlässig eingehalten. Auch menschlich war es sehr angenehm, mit ihnen zusammenzuarbeiten.“

Frank Soschinka, Betriebsleiter Speicher Jemgum der astora



mit Gas befüllt. Beides hätte schlimme Folgen. Kerner erklärt: „Bei einem Gasdurchschlag gelangt Erdgas mit hohem Druck in die Rohrtour des Soleauslagerungsstrangs. Dadurch würde das darin befindliche Solewasser erheblich beschleunigt werden und mit hoher Kraft gegen den Bohrlochkopf drücken. Daher gilt es dieses Szenario unbedingt mit Hilfe funktionaler Sicherheitstechnik, sowie Steuerungs- und Regelungstechnik zu vermeiden.“ Am Bohrlochkopf wird deshalb mehrfach und permanent der Druck überwacht. Kommt es zu Unregelmäßigkeiten, schließt eine Regelarmatur das Rohr kontinuierlich innerhalb von wenigen Sekunden. Dadurch entstehen keine Druckstöße. Ist das Regelventil geschlossen, können alle anderen Auf/Zu-Armaturen sicherheitstechnisch geschlossen werden.

Acht Kavernen befüllt

Nachdem die Soleentleerungsanlagen modernisiert und umgebaut waren, erhielten die Au-

tomatisierungsexperten auch den Zuschlag für das Entsolen. Dazu wurde die Software der Soleentleerungsanlage jeweils an die entsprechende Kaverne angepasst und die Entsorgung von den Automatisierungsexperten anfangs begleitet. Zwar ist die Größe der Kaverne bekannt, dennoch braucht es bei der Gaserstbefüllung das Fingerspitzengefühl von erfahrenen Operatoren, wann die maximale Befüllung erreicht ist. Beim Einschätzen hilft, dass das ausgedrückte Solewasser am Entgasungstank permanent auf seinen Gasgehalt untersucht wird. Der Gasgehalt des im Wasser enthaltenen Gases lässt Rückschlüsse darauf zu, wie nah die eingefüllte Gasmenge am Ende der Rohrtour angelangt ist. Je zwei Kavernen im Parallelbetrieb wurden meist gemeinsam als ein Projekt ausgeschrieben; die insgesamt vier Aufträge realisierten die Karlsruher nach und nach. Mittlerweile ist die Gaserstbefüllung für alle Kavernen abgeschlossen. Frank Soschinka Betriebsleiter im Speicher Jemgum der Astora

bedauert, dass sich die gut zehnjährige Zusammenarbeit damit nun dem Ende zuneigt: „Das Rösberg-Team hat sich in den vergangenen Jahren nicht nur als sehr verlässlich erwiesen und die gemachten Absprachen stets zuverlässig eingehalten. Auch menschlich war es sehr angenehm, mit ihnen zusammenzuarbeiten.“

Die Autorin

Dipl.-Betriebsw. (FH) Evelyn Landgraf,
 Marketing, Rösberg Engineering

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:
<https://doi.org/10.1002/citp.202000412>

Kontakt
Rösberg Engineering GmbH, Karlsruhe
 Evelyn Landgraf · Tel.: +49 721 95018 54
 evelyn.landgraf@roesberg.com · www.roesberg.com

Elektrodialyse: Ein Verfahren mit Zukunftspotenzial

In Akkumulatoren und Batterien werden elektrochemische Prozesse genutzt, um elektrische Energie aus chemischen Reaktionen zu gewinnen. Werden diese Reaktionen durch das Anlegen einer äußeren Spannung umgekehrt, kann ein Ionentransport erzwungen werden. Seit Ende der 1960er Jahre wird dieses Prinzip, auch Elektrodialyse genannt, zur Entsalzung von Meerwasser genutzt. Vor allem in den Küstenregionen Japans wird das Verfahren eingesetzt, um Speisesalz bzw. Natriumchlorid aus Meerwasser darzustellen. Doch auch für andere Industriezweige ist die Elektrodialyse zukunftsweisend und von großer Bedeutung. Sie wird bspw. zur Entfernung von Nitraten aus Trinkwasser oder zur schonenden Entsalzung wässriger Lösungen verwendet. Einen



weiteren Einsatz finden wir in der Galvanik-Industrie, welche sich der Elektrodialyse bedient, um wertvolle Metalle aus Beizsäuren zurückzugewinnen. Wie das Verfahren funktioniert und wo es überall Einsatz findet, erläutert ein Magazinartikel zur Elektrodialyse unter www.rct-online.de/magazin/elektrodialyse/.

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

Motor wird zum Sensor

Viskosität im Schnellverfahren bestimmen

Viskositätsmessungen sind in vielen Branchen notwendig, z.B. um die Konsistenz pastöser Stoffe zu optimieren oder so einzustellen, dass sich der Produktionsprozess verbessert. Typische Beispiele finden sich in der Nahrungsmittelindustrie bei Teigen, Saucen oder Milchprodukten. Medizinische Gele, Farben, Klebstoffe, Cremes und Öle sind weitere Anwendungen aus anderen Branchen. Mit einem neuen Rotationsviskosimeter von Brabender lassen sich die entsprechenden Messungen jetzt besonders schnell und einfach realisieren. Ein bürstenloser DC-Servomotor von Faulhaber mit rastmomentfreiem Lauf und linearer Drehzahl-/Drehmomentkennlinie ist das Herz des Messgeräts.

© New Africa - stock.adobe.com



Michael Schütte,
Vertriebsingenieur,
Faulhaber



Ellen-Christine Reiff,
Redaktionsbüro
Stutensee

ist integriert, die schnelle Heiz- und Kühlraten für unterschiedlichste Anwendungen ermöglicht. Zudem eignet sich der wiederverwendbare Messtopf aus Edelstahl auch für Säuren und Laugen. Das Messsystem wird über die MetaBridge Software gesteuert, die Messwerte können direkt ausgewertet und grafisch dargestellt werden. Die Software ist webbasiert und vernetzt nicht nur die Brabender-Geräte und ihre Messergebnisse, sondern auch ihre Benutzer. Mehrere Anwender können sich gleichzeitig einloggen und ihre Daten kommunizieren und kommentieren – auf PC/Mac, Tablet oder Smartphone.

Lineares Drehzahl-/Drehmomentverhältnis

„Unter dem Messtopf mit der Probe sitzt ein Motor, der das Paddel antreibt“, beschreibt Oleg Krawez, Systemarchitekt bei Brabender, die prinzipielle Funktionsweise des neuen Rotationsviskosimeters. „Verändert sich die Viskosität der Probe, verändert sich bei gleichbleibender Geschwindigkeit auch das Drehmoment des Antriebs. Wenn bspw. Stärke verkleistert und dem Paddel mehr Widerstand entgegen setzt, steigt also das Drehmoment.“ Um die Veränderungen zu bestimmen, wird am zweiten Wellenende des Motors das Drehmoment gemessen. Damit wird der Motor quasi

Bei vielen Produkten ist die Viskosität ein wichtiges Qualitätsmerkmal oder zumindest ausschlaggebend für ihre Verarbeitbarkeit, also den Prozessablauf. Viskositätsmessungen sind deshalb in vielen Bereichen sinnvoll, beim Wareneingang ebenso wie bei der Qualitätskontrolle, bei der Optimierung von Rezepturen oder auch zwischen einzelnen Produktionsschritten. Damit diese Analysen möglichst wenig Zeit in Anspruch nehmen und mit kleinen Probenmengen auskommen, hat der Duisburger Materialprüfungsspezialist Brabender mit dem ViscoQuick ein neues Rotationsviskosimeter entwickelt, mit dem eine Messung – abhängig vom Probenmaterial – nur etwa 10 Minuten dauert. Dabei genügen lediglich 5–15 g Probenmaterial (plus circa 100–110 g Lösungsmittel). Also wird für die Messung nur eine geringe Menge Material verbraucht.

Gemessen werden kann das Viskositätsverhalten von ganz unterschiedlichen pastösen und viskosen Materialien in Abhängigkeit von der Temperatur sowie die Verkleisterungseigenschaften von Stärke und anderen Materialien. Eine leistungsfähige Heiz-/Kühlfunktion



Abb. 1: Schnelles Universalmessgerät: Der ViscoQuick bestimmt die Verkleisterungseigenschaften von Stärke, die Alpha-Amylase-Aktivität in Mehl sowie die absolute Viskosität von newtonschen Flüssigkeiten.

© Brabender



Abb. 2: Der wiederverwendbare Messtopf aus Edelstahl auch für Säuren und Laugen.

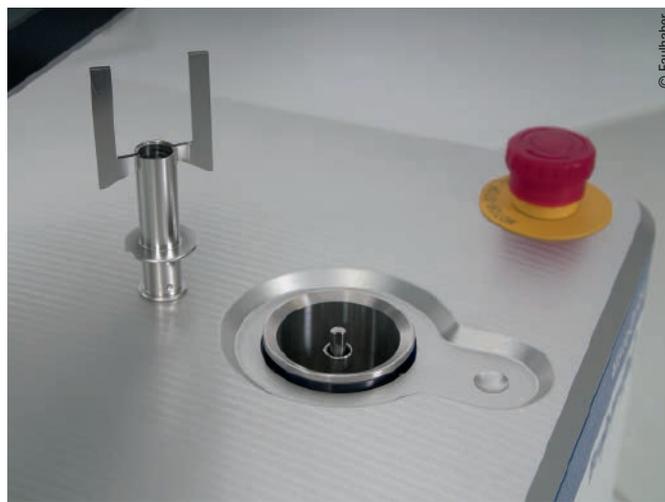


Abb. 3: Bürstenloser DC-Servomotor: Die Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie des Motors ist perfekt für den Einsatz im ViscoQuick geeignet. Die Viskosität von Stärkeprodukten wird so über das Drehmoment exakt gemessen.



Abb. 5: Der Controller ist perfekt auf den Motor abgestimmt und benötigt wenig Einbauplatz.

zum Sensor, denn das Drehmoment erlaubt den Rückschluss auf die Viskosität. Die Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie des Motors muss deshalb für den Einsatz im ViscoQuick möglichst linear sein, vor allem im niedrigen Drehzahlbereich. Je nach Analyseaufgabe liegen die Drehzahlen zwischen 0 und 500 Umdrehungen pro Minute.

Dafür galt es, den passenden Antrieb zu finden. „Nach ausführlichen Tests entschieden wir uns für einen bürstenlosen DC-Servomotor aus dem Faulhaber-Programm“, fährt Krawez fort. „Der Motor der Baureihe 4490...BS erfüllt unsere Anforderungen in jeder Hinsicht; außerdem hatten wir bereits früher gute Erfahrungen mit den Antriebsspezialisten aus Schönaich gemacht.“ Der 2-polige Servomotor ist ein dreiphasiger Außenläufermotor mit breitem Drehzahl- und Drehmomentbereich. Die integrierten linearen Hallensensoren ermöglichen die geforderten niedrigen Drehzahlen. Der Motor arbeitet durch sein eisenloses Design rastmomentfrei, mit einem absolut linearen Verhältnis von Last zu Drehzahl, Strom zu Drehmoment sowie Spannung zu Drehzahl und bietet ein hochempfindliches Strom-/Drehmomentverhalten. Diese Motoreigenschaften spiegeln sich in den Messergebnissen wider. Viskositäten lassen sich mit einer Genauigkeit von bis zu 0,5 cmg bei einem Messbereich von 0–2.500 cmg bestimmen.

Langlebig und kompakt

Weitere wichtige Forderungen an den Antrieb waren Langlebigkeit und kompakte Abmessungen. Der Motor soll schließlich über das gesamte Geräteleben zuverlässig funktionieren und sich zudem gut integrieren lassen. In beiderlei Hinsicht konnte der bürstenlose Servomotor überzeugen. Durch die elektronische Kommu-

lierung hängt seine Lebensdauer hauptsächlich von der des Motorlagers ab und hier sind hochpräzise vorgespannte Kugellager eingesetzt, die ihre Zuverlässigkeit in den unterschiedlichen Anwendungsbereichen bewiesen haben.

Gleichzeitig kamen die mit 44 mm Durchmesser und 90 mm Länge sehr kompakten Abmessungen des 282-Watt-Motors den räumlichen Gegebenheiten im ViscoQuick sehr entgegen, denn das Messgerät ist selbst nur 640 mm lang, 430 mm breit und 350 mm hoch. Es findet deshalb überall problemlos Platz. In seinem Inneren geht es jedoch eher eng zu, für die notwendigen Komponenten steht folglich wenig Einbauplatz zur Verfügung. „Wir waren deshalb froh, dass Faulhaber mit dem MCBL 3006 auch einen passenden, platzsparenden Controller im Programm hat“, freut sich Krawez. Mit seinen Abmessungen von 58 mm auf 65 mm entspricht die Grundfläche des perfekt auf den Motor abgestimmten Controllers etwa der Größe einer Scheckkarte; die Höhe beträgt lediglich 27 mm. Er kommuniziert mit der übergeordneten Steuerung des Viskosimeters über eine RS232-Schnittstelle; eine Ansteuerung über CANopen ist ebenfalls möglich.

Die Kombination aus bürstenlosem DC-Servomotor und darauf abgestimmtem Controller hat sich im ViscoQuick bewährt und Brabender setzt die gleiche Lösung auch in weiteren Messgeräten ein, z.B. im Amylograph-E, der ein zuverlässiges und reproduzierbares Bild der Enzymaktivität (Alpha-Amylase) in Mehlen und Schrotten liefert. Auch hier werden Veränderungen des Drehmoments gemessen und automatisch in einem Amylogramm aufgezeichnet.

Die Autoren

Michael Schütte, Vertriebsingenieur, Faulhaber
Ellen-Christine Reiff, Redaktionsbüro Stutensee

Firmeninfo Brabender

Brabender mit Hauptsitz in Duisburg entwickelt, produziert und vertreibt Geräte und Ausrüstungen zur Prüfung unterschiedlichster Materialeigenschaften. Das Produktportfolio umfasst Lösungen für Qualitätssicherung sowie Forschung und Entwicklung in zahlreichen Segmenten der Nahrungs- und Futtermittel-, Chemie und Kunststoffindustrie. Der Exportanteil liegt bei ca. 80 %. Hauptexportregionen sind neben Europa vor allem die USA, China und Russland.

Firmeninfo Faulhaber

Faulhaber ist spezialisiert auf Entwicklung, Produktion und Einsatz von hochpräzisen Klein- und Kleinstantriebssystemen, Servokomponenten und Steuerungen bis zu etwa 250 Watt Abgabeleistung. Vom leistungsstarken DC-Motor mit 224 mNm Dauerdrehmoment bis zum filigranen Mikroantrieb mit 1,9 mm Außendurchmesser umfasst das Faulhaber Standardportfolio mehr als 25 Mio. Möglichkeiten, ein optimales Antriebssystem für eine Anwendung zusammenzustellen.

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

<https://doi.org/10.1002/citp.202000413>

Kontakt

Dr. Fritz Faulhaber GmbH & CO. KG, Schönaich
Volker Beck · Tel.: +49 7031 638-523
redaktion@faulhaber.com · www.faulhaber.com
www.faulhaber.com/de/produkte/buerstenlose-dc-motoren/buerstenlose-dc-servomotoren



Fernwartung? Aber sicher!

**Hochsichere Fernwartung
für das industrielle Umfeld**



Alexandre Terentiev,
Hima

Eine neue Remote Access-Lösung entspricht den höchsten Anforderungen an Safety und Security ohne Einschränkungen bei der Skalierbarkeit. Der Beitrag zeigt, wie dieser Ansatz, der von den Unternehmen Hima und genua gemeinsam ausgearbeitet wurde, aussieht, welche Vorteile er bringt und wie er sich in ein umfassendes Gesamtkonzept aus einer Hand einfügt.

Das Abwägen von Chancen und Risiken von Fernwartung für Anlagen im digitalen Zeitalter ist eine zentrale Herausforderung für Unternehmen der Prozessindustrie. Cyberbedrohungen werden zu Recht als kritisches Gefahrenpotenzial für alle Unternehmen erkannt. Dies ist auch einer der Hauptgründe, weshalb im industriellen Umfeld viele Anwender nicht die Vorteile einer Fernwartung – wie etwa die hohe Maschinenverfügbarkeit – noch nicht nutzen. Sich der Fernwartung aber von vorne herein zu verschließen, wäre auf jeden Fall ein großer Fehler, weil man so auf viele positive Aspekte verzichten würde.

Warum und wann überhaupt Fernwartung?

Die Gründe für die Verwendung einer Fernwartungslösung liegen vor allem in der stetigen Zunahme der Digitalisierung und der ansteigenden Vernetzung von Produkten und Services. Hinzu kommen aus wirtschaftlicher Sicht eine notwendige effektive und globale Nutzung von

Ressourcen, wie sie etwa durch die Fernwartung ermöglicht wird. Ein zentraler Punkt sind jedoch die regulatorischen Anforderungen, denen eine Fernwartungslösung entsprechen muss, will sie safe & secure sein.

Anlagenbetreiber sollten allerdings nicht nur die Sicherheitsrisiken betrachten, es müssen auch die positiven wirtschaftlichen Aspekte mit einbezogen werden, was eine Abwägung von Risiken und Nutzen unverzichtbar macht. Viele Vorteile der Fernwartung – die wir noch genauer beleuchten werden – liegen auf der Hand: Die Fernwartung von Prozessanlagen über öffentliche Netze im industriellen Umfeld ermöglicht Anwendern bspw. erhebliche Kostenvorteile. Allerdings müssen die Risiken angesichts der möglichen Folgen angemessen beherrscht werden: Verfügt die Produktion eines industriellen Anwenders etwa über keinen wirksamen Schutzschirm, macht bereits eine einzige Sicherheitslücke die Fertigungsprozesse angreifbar – mit potenziell schwerwiegenden Folgen:

Die Folgen einer Schwachstelle in einem Prozessnetzwerk ist eine mögliche Verringerung der Sicherheit und des Schutzes, und es besteht ein erhöhtes Risiko von ökologischen und wirtschaftlichen Schäden.

Vor- und Nachteile von Fernwartungslösungen

Grundlegend ist im nächsten Schritt der Vergleich der Vor- und Nachteile einer Fernwartungslösung vor diesem Hintergrund. Betrachten wir zunächst die Vorteile: Durch Fernwartung lassen sich Servicekosten deutlich minimieren und die Reaktionszeiten verbessern. Zugleich lässt sich die Anlagenverfügbarkeit aufgrund von verkürzten Stillstandzeiten verbessern. Die hohe Flexibilität einer Fernwartung führt zur optimalen Überwachung, Konfiguration und Steuerung der Anlage. Zugleich ist jederzeit – und ortsunabhängig – die volle Zugriffskontrolle auf die Anlage gegeben. Jede Interaktion lässt sich live überwachen und auf-

zeichnen. Letztlich ergeben sich erhebliche Kostenvorteile bei Fernwartung von Prozessanlagen über öffentliche Netze.

Mögliche Nachteile liegen vor allem darin, dass eine Lösung, die nicht den höchsten Anforderungen an Safety und Security gerecht wird, den Fertigungsprozess angreifbar machen kann. Faktisch erfüllen nur wenige am Markt verfügbare Lösungen die regulativen Anforderungen, wie diese etwa durch das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) vorgegeben sind. Gleichfalls zieht die veränderte und zunehmende Bedrohungslage deutlich erhöhte Anforderungen an die Security mit sich.

Um das vorrangige Problem der Sicherheitsrisiken bei der Einführung von Fernwartungslösungen effizient zu bewältigen, erfordert es viel Know-how. Im Idealfall ist notwendiges Safety- und Security-Know-how im Unternehmen bereits vorhanden. Alternativ kann man auf die Expertise von vertrauenswürdigen externen Partnern zurückgreifen, um gemeinsam eine Lösung zu etablieren, die safe und secure ist.

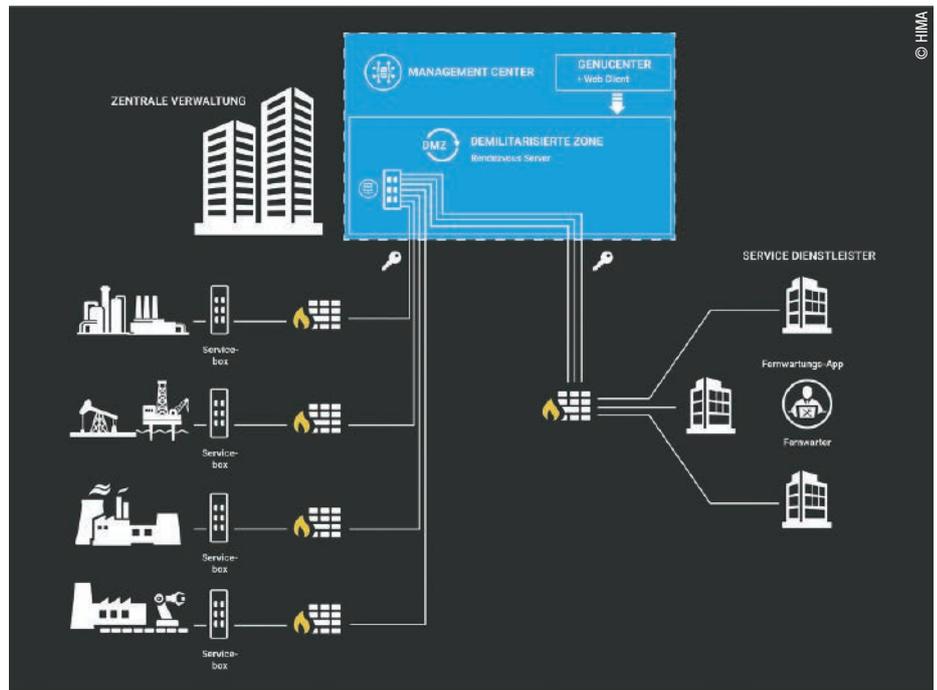


Abb. 1: Hima bietet eine Lösung, die den höchsten Anforderungen an eine sichere Fernwartung im industriellen Umfeld gerecht wird.

Remote access trifft Smart Safety Platform

Ein funktionsfähiges Konzept, welches den Anforderungen an Safety & Security gerecht wird, sollte lückenlos sein. Aus der Sicht des Anwenders ist es sinnvoll, eine durchdachte Sicherheitsumgebung aus einer Hand zu nutzen. Hima hat sich dieser Herausforderung gestellt und das Security-Know-how des Spezialisten genua mit seiner Safety-Expertise kombiniert. Das Ergebnis ist eine hochsichere Remote-Access-Lösung, die sich mit dem bereits vorgestellten Konzept der Hima Smart Safety Platform (SSP) komplementär ergänzt. Sie erfüllt

die höchsten Anforderungen an eine sichere Fernwartung im industriellen Umfeld und lässt sich nahtlos an das Konzept der SSP integrieren.

Was muss eine Fernwartungslösung heute leisten können?

Bei der Vermeidung von Risiken hilft das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) als zentrale Anlaufstelle für Fragen der IT-Sicherheit. In der BSI-Veröffentlichung zur Cybersicherheit erhalten Anwender einen Überblick über die generischen Anforderungen für industrielle Fernwartung gemäß dem Stand der Technik. Das BSI empfiehlt darin die

Verwendung einer einheitlichen Lösung und die Verortung der Fernwartungskomponente

in der Demilitarisierten Zone (DMZ) sowie die Verwendung von dedizierten Systemen zur Fernwartung. Der Verbindungsaufbau erfolgt grundsätzlich von innen nach außen. Die Granularität der Accounts und starke Authentisierungsmechanismen sind weitere Kriterien

für eine sichere Fernwartungslösung. Neben sicheren Protokollen müssen sichere kryptografische Verfahren verwendet werden. Weitere Punkte, die vom BSI aufgelistet werden, beziehen sich auf Passwortsicherheit, Angriffserkennung, Risikoanalyse und das Minimalitätsprinzip. Des Weiteren werden Empfehlungen gegeben hinsichtlich Prozessen, Inventarisierung, Zeitfenstern, Funktionsprüfung, Vorgaben für Fernwartende, Patch-Prozessen, Logging & Alerting, Skalierbarkeit, Investitionsschutz und Hochverfügbarkeit.

Was leistet die Secure Remote Access Lösung von HIMA und genua?

Die einheitliche Secure Remote Access Lösung von Hima und genua erfüllt die BSI-Empfehlungen. So sind alle Fernwartungsfälle einheitlich abdeckbar, und eine zentrale Management-Lösung ist ebenfalls möglich. Alles kommt aus einer Hand. Dies schließt den Support ein. Die Verwendung einer abgestimmten Lösung reduziert auch die Komplexität – ein weiterer wichtiger Kundenbenefit.

In der DMZ ist ein dedizierter Server als zentrales Fernwartungs-Gateway implementiert. Die volle Kontrolle durch eine vorgelagerte DMZ ist damit gewährleistet. Die verwendete Rendezvous-Lösung lässt zudem keine einseitigen Zugriffe vom Fernwartungs-Service in die Kundennetze zu. Alle Wartungsverbindungen laufen über einen Rendezvous-Server, der in der DMZ installiert ist. Hierhin bauen sowohl der Wartungs-Service als auch der Kunde zum verabredeten Zeitpunkt Verbindungen auf. Erst mit dem Rendezvous auf dem Server ent-



Abb. 2: Leistungsportfolio der HIMA im Bereich Automation Security

steht die durchgängige Wartungsverbindung. Über diese kann jetzt der Service die lokale Engineering-Umgebung ansprechen, die durch die Fernwartungs-Appliance vom übrigen Kundennetz separiert wird. Der Maschinenführer kann ferner den Fernwartungskanal im Vier-Augen-Prinzip kontrollieren.

Die Fernwartungslösung nutzt sichere Protokolle wie SSH, IPsec und SSL/TLS. Mit einem symmetrischen Verschlüsselungsverfahren (AES256) kommt eine hochwertige Verschlüsselung zum Einsatz. Die Passwortsicherheit ist über die Passwort-Policy gewährleistet. Die Authentifizierung des Nutzers kann neben dem Passwort zusätzlich über ein Einmalkennwort mit Yubikey-Token in Kombination mit RSA-Schlüssel erfolgen. Die Granularität der Accounts ist durch das Benutzerrollen-Konzept gewährleistet.

Wie vom BSI gefordert, ermöglicht die neue Fernwartungslösung auch die Angriffserkennung, die über die Erkennung einer fehlgeschlagenen Authentisierung abgedeckt wird. Zur Inventarisierung werden Fernwartungszugriffe vollständig überwacht und aufgezeichnet. Das Zeitfenster für Remote-Zugänge ist über-

dies zeitlich beliebig einschränkbar. Die Nachvollziehbarkeit der Interaktion ist über das zentrale Monitoring gewährleistet, hinzu kommen ein zentrales Patch-Management, Logging und Alerting.

Ein wichtiger Punkt für Anwender ist auch die Investitionssicherheit durch IPv6-Support und ständige Produktpflege. Ein weiterer positiver Aspekt ist, dass bei dieser Fernwartungslösung keine Limitierungen durch proprietäre Lösungen vorgegeben sind. Die hochsichere Fernwartungslösung ermöglicht auch eine umfassende Unterstützung von Prozessen und Benutzerrollen und ist für große Umgebungen durch ein zentrales Management einfach skalierbar – ein weiterer wirtschaftlicher Vorteil für den Anwender.

Fazit

Die von Hima und genua vorgestellte, hochverfügbare Fernwartungslösung entspricht den BSI-Vorgaben und erfüllt somit höchste Anforderungen an Safety & Security. Anwender können sie nahtlos in das Konzept der Hima Smart Safety Platform integrieren. Hima-Kunden können so bei der Verwendung der vorgestellten

Fernwartungslösung wesentliche Vorteile für sich nutzen und gleichzeitig alle zentralen Sicherheitsrisiken wirkungsvoll abdecken. Auch bei der Skalierbarkeit werden keine Grenzen gesetzt. Hima-Bestands- und Neukunden können so einfach eine BSI-konforme, sichere Fernwartung implementieren, bei der Hardware, Software und Support aus einer Hand geliefert werden.

Der Autor

Alexandre Terentiev,
DCS Expert – TÜV Functional
Safety Engineer #3956/11, SIS, Hima

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:
<https://doi.org/10.1002/citp.202000414>

Kontakt
Hima Paul Hildebrandt GmbH, Brühl
Daniel Plaga · Tel.: +49 6202 709 405
d.plaga@hima.com · www.hima.com

Redundanter Temperaturfühler

EPHY-MESS hat einen Temperatursensor entwickelt, der für Überwachungssicherheit sorgt, überall wo Temperatur absolut zuverlässig an exponierten Stellen zu messen ist, bei der Ölförderung, in der petrochemischen Industrie, in Zementwerken, Eisenhütten oder in Pumpstationen und Wasserkraftwerken. Ein extra Signalausgang bietet im Fehlerfall eine eindeutige Anzeige. Die im Sensorkopf integrierte Elektronik prüft zyklisch beide im gleichen Gehäuse eingebauten Temperaturfühler auf Funktionsfähigkeit. Bei einem Ausfall schaltet die Elektronik auf den vorhan-



denen Reservesensor. Gleichzeitig wird über den separaten Signalausgang eine Störungsmeldung ausgegeben. Der Sensor ist mit dem Messbereich -40

bis +110 °C und für Umgebungstemperaturen von -40 bis +65 °C spezifiziert. Er genügt der Schutzklasse IP65 sowie der EMV Richtlinie EN 61326-1:2013 und EN 61326-2-3:2013. EPHY-MESS-berechnete die Lebensdauer unter maximal zulässiger Umgebungstemperatur auf mehr als 25 Jahre!

Kontakt
EPHY-MESS GmbH
Tel.: +49 6122 92280
Info@ephy-mess.de · www.ephy-mess.de

Schlanker Druckschalter mit IO-Link und Display

Eine ebenso unkomplizierte wie zuverlässige Drucküberwachung in Maschinen ermöglicht der neue programmierbare Druckschalter Typ PSD-4-ECO. Mit IO-Link-Version 1.1 ist das Gerät in platzsparendem Design und mit zweifarbigem Display eine flexibel einsetzbare Automatisierungslösung. Der neue Druckschalter ist nach dem Plug-and-Play-Prinzip rasch in Betrieb genommen, entweder über eine werkseitige, individuelle Vorkonfiguration oder über IO-Link. Sein Display lässt sich so einstellen, dass der Bediener vor Ort ohne Vorkenntnisse eine eindeutige Information über den Status des aktuellen Drucks oder den Zustand des Geräts erhält. Zum Beispiel wird ein Messwert innerhalb des definierten Druckbereichs grün angezeigt, ein Messwert außer-



halb des Limits rot. Um den bestmöglichen Blick auf das Display zu erhalten, lässt sich der Gehäusenkopf drehen und das Display elektronisch um 180° kippen. Mit einem Durchmesser von nur 29 mm und einer vertikalen Ausrichtung des elektrischen Ausganges lässt sich der auch für raue Umgebungen geeignete Druckschalter nahezu überall einpassen. Er ist für Medientemperaturen zwischen -40 °C und +125 °C ausgelegt und schockfest bis 50 g.

Kontakt
Wika Alexander Wiegand SE & Co. KG
Tel.: +49 9372 132-5049
vertrieb@wika.com · www.wika.de



© Ingara - stock.adobe.com

Das „Unmessbare“ messbar machen

Softsensoren helfen, die Prozessführung in der Biotechnologie zu verbessern



M. Sc. Vincent Brunner,
TU München,



Dipl.-Ing.
Dominik Geier,
TU München



Univ.-Prof. Dr.-Ing.
habil. Thomas Becker,
TU München

Um biotechnologische Produktionsprozesse zuverlässig zu überwachen, bedarf es schneller und robuster Methoden. Stand heute ist, dass eine Vielzahl an relevanten Parametern immer noch offline über Laboranalytik bestimmt wird. Darauf basierend wird eine Abschätzung des zukünftig zu erwartenden Prozessverlaufs approximiert. Oft reicht dieses Vorgehen jedoch nicht aus, um eine effektive Reaktion auf Prozessveränderungen zu gewährleisten bzw. die Prozesse hinsichtlich Ausbeute und Produktivität zu optimieren. Mit der Entwicklung von Softsensoren wird diesem Umstand Abhilfe geschaffen.

Bei der Bioprozessüberwachung stehen neben den klassischen Prozessvariablen wie pH-Wert, Sauerstoffkonzentration und Temperatur vor allem die Messung von Biomasse, Substrat, Produkt sowie prozessrelevanten Metaboliten im Mittelpunkt der Betrachtung. Durch eine Vielzahl an Innovationen in der Prozessmesstechnik ist es möglich, einige in der Vergangenheit nur über Laboranalytik (offline) messbare Prozessgrößen inzwischen in Echtzeit (online) zu erfassen. Trotz allem stellt die direkte Messung von Leitparametern wie der Biomasse-, Substrat- und Produktkonzentration häufig eine große Hürde im Bereich der Biotechnologie dar.

Das „Unmessbare“ messbar machen

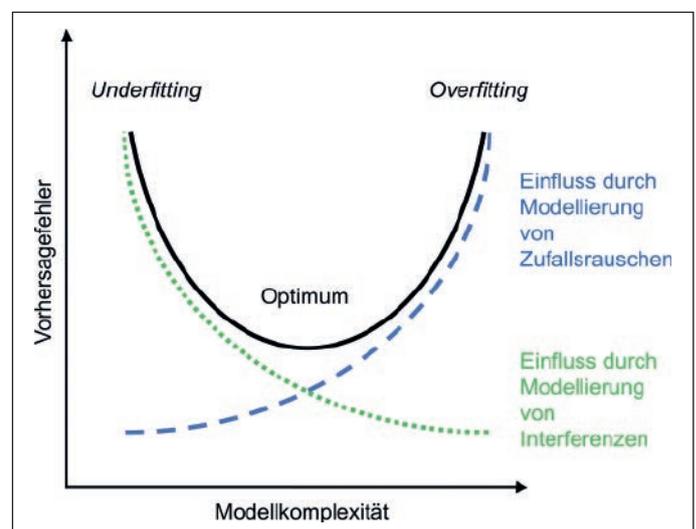
Wenn die direkte Messung von Leitparametern biotechnologischer Prozesse nicht möglich ist, können Vorhersagemodelle eingesetzt werden. Dabei werden bestehende Redundanzen und bekannte Zusammenhänge in den Messdaten genutzt, um die Verläufe der entsprechenden Leitparameter vorherzusagen. Die Integration dieser Informationen in die Prozessüberwachung kann durch Softsensoren realisiert werden.

Ein Softsensor („Software-Sensor“) ist eine Kombination aus Prozessdaten und einem Modell, das diese Daten zur Vorhersage einer Zielgröße verwendet. Es handelt sich also um eine indirekte Messung. Die für die Vorhersage verwendeten Daten können sich aus den Signalen von Hardware-Sensoren und/oder Aktoren zusammensetzen.

Der Kern eines Softsensors ist das mathematische Vorhersagemodell für die Zielgröße. Für die Erstellung dieses Modells – die Kalibrierung des Softsensors – werden die ausgewählten Eingangsgrößen des Modells mit Daten aus Referenzanalysen korreliert. Dieses Modell ist in den meis-

ten Fällen multivariat, d.h. es werden mehrere Variablen als Eingangsgrößen genutzt. Die vorhergesagte Zielgröße kann neben einer physikalischen Größe (z.B. Konzentration) auch eine abstrakte Größe (z.B. Key Performance Indicator) sein.

Abb. 1: Der Fehler eines Vorhersagemodells wird in Abhängigkeit von der Modellkomplexität durch die Modellierung von Zufallsrauschen (unerwünscht) und von Interferenzen (erwünscht) bestimmt. Die optimale Modellkomplexität ist von Fall zu Fall unterschiedlich.



Abhängig von der Größe der für die Softsensor-Kalibrierung vorliegenden Datensätze (inkl. Referenzanalysen) und dem Grad des Prozesswissens, können unterschiedliche Modellierungsansätze genutzt werden: wissensbasierte bzw. mechanistische, datengetriebene und hybride Modellierung.

Herausforderungen bei der Softsensor-Entwicklung

Die Entwicklung eines Softsensors ist ein nicht zu unterschätzendes Unterfangen, da die Eingangsgrößen für die Modellkalibrierung sorgfältig ausgewählt und die Modellparameter statistisch abgesichert bestimmt werden müssen. Basiert das Vorhersagemodell, also der Kern des Softsensors, auf zu wenigen Eingangsgrößen, führt dies dazu, dass innerhalb der Daten vorliegende Interferenzen nicht modelliert werden. Das Vorhersagemodell ist dann nicht komplex genug, um die wesentlichen Interferenzen der Korrelation zwischen Modelloutputs und -inputs zu erfassen und resultiert in systematischen Interferenzfehlern. Bei einem zu komplexen Modell steigt die Wahrscheinlichkeit, dass das Zufallsrauschen der Eingangsgrößen modelliert wird. Der Effekt der Zunahme des Vorhersagefehlers aufgrund eines zu einfachen Modells wird als Underfitting bezeichnet, während der Effekt des erhöhten Vorhersagefehlers aufgrund eines zu komplexen Modells als Overfitting bezeichnet wird. Die optimale Modellkomplexität liegt zwischen diesen beiden Grenzbereichen (s. Abb. 1).

Bei biotechnologischen Prozessen kommt eine weitere Besonderheit hinsichtlich der Softsensor-Entwicklung hinzu. Bioprozessdaten weisen sehr häufig einen hohen Grad an Multikollinearität auf, d.h. mehrere Prozessvariablen korrelieren stark untereinander. Eine hohe Multikollinearität unter den Regressoren (Modellinputs) kann sich bei der Softsensor-Entwicklung negativ auswirken, da sich die Modellkoeffizienten in diesem Fall nicht mehr mit hoher Genauigkeit schätzen lassen.

Auch bei einem robusten und ausreichend genauen Softsensor verschlechtert sich meist die Modellgüte bzw. Vorhersageleistung, wenn sich die Prozesseigenschaften verändern. So können sich bei biotechnologischen Prozessen die Prozesseigenschaften u.a. durch Schwankungen der Medienrohstoffe ändern. Daher ist die Wartung bzw. Rekalibrierung von Softsensoren – genau wie bei Hardware-Sensoren – in der Praxis notwendig, um die Qualität ihrer Vorhersageleistung zu erhalten.

Softsensoren verbessern die Prozessführung – ein Beispiel

Im Folgenden wird anhand eines *Pichia pastoris*-Bioprozesses dargestellt, wie Softsensoren zur Optimierung der Prozessführung genutzt werden können. Bei der heterologen Proteinproduktion mit *P. pastoris* dient Methanol als Induktor für die heterologe Proteinexpression sowie als Kohlenstoff- und Energiequelle. Die Regelung der Methanolkonzentration während der Feed-Phase ist unerlässlich, um reproduzierbare Zielproteinkonzentrationen zu erreichen. Zu hohe Methanolkonzentrationen sind toxisch und können zu einer unerwünschten Verstärkung der Biomassegenerierung anstelle der Proteinproduktion führen, zu niedrige Methanolkonzentrationen zu einer verminderten Induktion. Herkömmliche Regelungsansätze (z.B. PID-Regelung) für den Methanol-Feed berücksichtigen allerdings den Prozesszustand nicht und vernachlässigen insbesondere den eminenten Einfluss zunehmender Biomassekonzentration auf die Reglerstabilität. Daher wurde eine dynamische Fuzzy-Regelung für die Methanol-Feedrate entwickelt, die den aktuellen Prozesszustand miteinbezieht (s. Abb. 2). Der Prozesszustand – repräsentiert durch die Biomassekonzentration – wird über einen Softsensor geschätzt. Der Softsensor nutzt Prozessvariablen wie die CO_2 -Konzentration in der Abluft sowie das kumulative Volumen

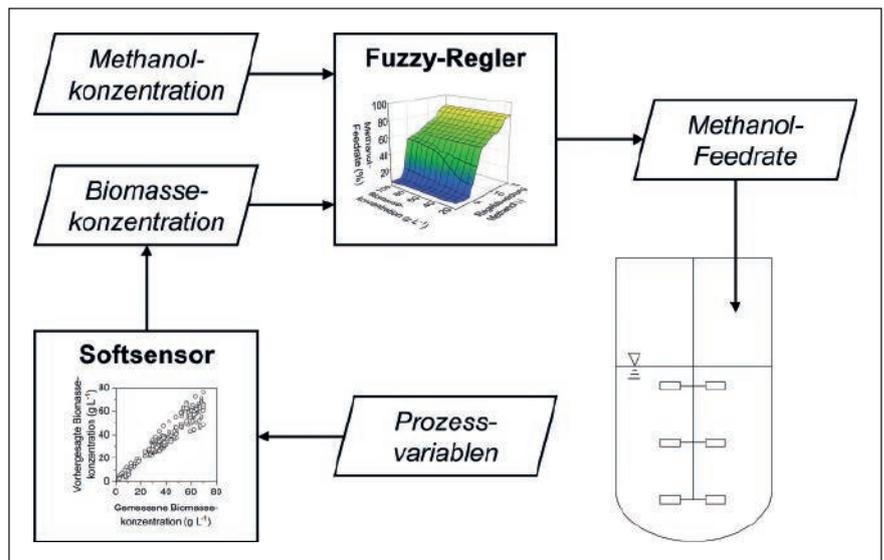


Abb. 2: Über die vorliegenden Prozessvariablen schätzt der Softsensor die Biomassekonzentration. Diese wird zusammen mit der Methanolkonzentration als Eingangsgröße für den Fuzzy-Regler verwendet, um die Methanol-Feedrate zu bestimmen.

des pH-Korrekturmittels und des Feed-Substrats (Methanol), um die Biomassekonzentration online vorherzusagen.

Die Vorhersage der Biomassekonzentration per Softsensor und die online gemessene Methanolkonzentration werden als Eingangsgrößen für die Fuzzy-Regelung verwendet. Im Kern nutzt die Fuzzy-Regelung Wenn-Dann-Regeln, welche auf Erfahrungen und Expertenwissen basieren, um den Grad der Eingangsgrößen auf den Grad der Ausgangsgröße (hier: Methanol-Feedrate) abzubilden. Durch die Einbeziehung der Information des Softsensors in die Fuzzy-Regelung konnte auf den sich ändernden Prozesszustand dynamisch reagiert werden, was in einer sehr geringen Abweichung der Regelgröße resultierte.

Fazit

Mit Softsensoren können nicht direkt messbare Leitparameter biotechnologischer Produktionsprozesse wie die Biomassekonzentration präzise online bestimmt werden. Durch die Online-Verfügbarkeit dieses Leitparameters ist es wiederum möglich, die Prozessführung über intelligente Regelungsansätze zu verbessern.

Bilder © TUM

Die Autoren

M. Sc. Vincent Brunner,

Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie, TU München

Dipl.-Ing. Dominik Geier,

Arbeitsgruppenleiter, Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie, TU München

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Becker,

Ordinarius, Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie, TU München

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

<https://doi.org/10.1002/citp.202000415>

Kontakt

Technische Universität München

Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie

Dominik Geier · Tel.: +49 8161 715271

dominik.geier@tum.de · www.lbgt.vzw.tum.de



Explosionsschutz

Teil 3: Was ist im Zusammenspiel von Betreibern und Herstellern zu beachten?



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



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

In Bezug auf den Explosionsschutz gibt es eine Vielzahl von Richtlinien und Vorschriften zu beachten. Im ersten Teil dieser dreiteiligen Artikelserie (CITplus 1-2/2020, S. 18 ff) haben die Autoren ausgeführt, worauf die Hersteller zu achten haben. Die Pflichten der Betreiber waren das Thema im zweiten Teil (CITplus 3/2020, S. 17). In diesem abschließenden Beitrag der Serie wird auf das Zusammenspiel von Betreibern und Herstellern im Explosionsschutz eingegangen. Zudem wird ein Beispiel der Umsetzung der TRGS 725 aufgezeigt.

Ein wesentlicher und oft unberücksichtigter Punkt im Explosionsschutz ist das Zusammenspiel von Arbeitgebern (Betreibern) und Herstellern. Die Herangehensweisen bezüglich des Explosionsschutzes auf beiden Seiten unterscheiden sich nur unwesentlich. Arbeitgeber und Hersteller haben die Verpflichtung für ihre Maschine bzw. für ihre verfahrenstechnische Anlage eine Risikobeurteilung/Gefährdungsbeurteilung bezüglich der möglichen Explosionsrisiken zu erstellen. Dabei kann sich allerdings die technische Umsetzung unterscheiden.

Die Umsetzung von Mess-, Steuer- und Regelungs-Einrichtungen für den Explosionsschutz erfolgt auf der Herstellerseite entspre-

chend der Normen EN ISO 13849-1 bzw. EN 62061. Dabei wird ein PLr (Performance Level) bzw. SIL (Sicherheitsintegritätslevel) festgelegt. Bei der Einstufung des erforderlichen PLr bzw. SIL finden die Parameter „Schwere der Verletzung“, „Häufigkeit und/oder Dauer der Gefährdungsexposition“ sowie „Möglichkeit zur Vermeidung“ und die „Eintrittswahrscheinlichkeit“ Berücksichtigung.

Bei einer Explosion ist davon auszugehen, dass häufig mit einer ersten Verletzung (üblicherweise irreversiblen Verletzungen) zu rechnen ist. Ein Punkt, der in der Einstufung des PLr bzw. SIL einen wesentlichen Einfluss haben kann, ist die „Häufigkeit und/oder Dauer der Gefährdungsexposition“. Dabei ist zu berücksichtigen,

in welcher Häufigkeit und Dauer der Zugang zur Gefährdung in Bezug auf die Betriebsdauer der Anlage stattfindet. Da eine Explosion einen erhöhten Radius der Gefährdung darstellt, ist in diesem Fall bei der Bewertung der „Häufigkeit und/oder Dauer der Gefährdungsexposition“ zu berücksichtigen, wo die Anlage im Betrieb installiert wird und wie groß der Gefährdungsradius auf die vorhandenen Betriebsanlagen und den Betriebsablauf sein kann. Daher ist es bei der Planung und Beschaffung einer Anlage wichtig, dass Hersteller und Arbeitgeber sich abstimmen, wie die Anlage genutzt und aufgestellt werden soll.

Die Umsetzung von MSR-Einrichtungen für den Explosionsschutz durch Betreiber er-

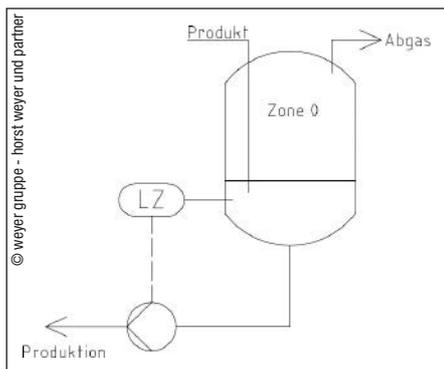


Abbildung 1: Beispiel zur Einteilung einer Klassifizierungsstufe nach TRGS 725

folgt entsprechend der TRGS 725 (Technische Regel für Gefahrstoffe). Dabei finden keine Parameter zur Einschätzung des Risikos Berücksichtigung. Die Umsetzung der TRGS 725 erfolgt im Wesentlichen in Abhängigkeit der Zonenreduzierungen bzw. mittels Berücksichtigung der Zündquellen. Daher können technische Umsetzungen auf der Arbeitgeber- und Herstellerseite variieren.

Dies kann bspw. bei einem Umbau oder Modifizierung von Maschinen oder Maschinenanlagen dazu führen, dass der festgelegte Sicherheitsstand durch den Betreiber angepasst werden muss. Deshalb ist zu prüfen, ob sich durch den Umbau oder Modifizierung eine „wesentliche Veränderung“ der Maschine ergibt. Die Bewertung, ob eine „wesentliche Veränderung“ vorliegt, kann entsprechend dem Interpretationspapier „Wesentliche Veränderung von Maschinen“ des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales (BMAS) durchgeführt werden.

Ergibt sich durch den Umbau eine wesentliche Veränderung einer Maschine oder Maschinenanlage, wird das als Inbetriebnahme eines neuen Produktes durch den Betreiber betrachtet. In diesem Fall hat der Arbeitgeber entsprechend dem § 5 (3) der BetrSichV (Betriebssicherheitsverordnung) das Konformitätsbewertungsverfahren nach MRL (Maschinenrichtlinie) und unter anderem eine Risikobeurteilung durchzuführen.

Daher empfiehlt es sich als Arbeitgeber bei der Übergabe von Maschinen oder Anlagen neben der Betriebsanleitung auch die Risikobeurteilung übergeben zu lassen. Da der Hersteller zur Übergabe seiner Risikobeurteilung gesetzlich nicht verpflichtet ist, sollte dieses vertraglich vereinbart werden.

Bei einer wesentlichen Änderung einer Anlage müsste der Betreiber damit nicht eine komplett neue Risikobeurteilung erstellen, sondern kann auf Grundlage der übermittelten Risikobeurteilung die Änderungen bewerten.

Plant ein Betreiber die Herstellung einer Maschine oder einer Anlage selber, wird er

zum Hersteller. In diesem Fall hat der Arbeitgeber die Anforderungen eines „Herstellers“ umzusetzen.

Fazit: Keine allgemeingültigen Lösungen

Im Bereich des Explosionsschutzes sind auf der Betreiber- und Herstellerseite wesentliche Normen und Verordnungen zu berücksichtigen. Auf beiden Seiten besteht im Bereich des Explosionsschutzes die Anforderung mögliche Explosionsgefährdungen zu bewerten und eine ausreichende Sicherheit für die Arbeitnehmer sicherzustellen.

Bei der Umsetzung von Explosionsschutzmaßnahmen bei komplexen Maschinen, Maschinenanlagen und verfahrenstechnischen Anlagen gibt es keine allgemeingültige Lösung. Es gibt differenzierte Umsetzungsmöglichkeiten, die verschiedene Sicherheitsniveaus benötigen können.

Da die Bewertung möglicher Explosionsgefährdungen und die Festlegung gegebenenfalls notwendiger Schutzmaßnahmen eine vielschichtige Aufgabe ist, empfiehlt es sich daher, Unterstützung bei fachkundigen Personen einzuholen. Dies kann in Zusammenarbeit mit dem Hersteller und dem Arbeitgeber die sicherste und wirtschaftlichste Lösung darstellen.

Ein Beispiel aus der Praxis

Bei Explosionsschutzeinrichtungen, die durch Betreiber mittels Mess-, Steuer- und Regelungseinrichtungen umgesetzt werden,

sind die Anforderungen an die Zuverlässigkeit entsprechend der TRGS 725 auszuführen. Die Umsetzung der Schutzeinrichtung erfolgt durch die Festlegung von Klassifizierungsstufen, welche den notwendigen Grad der funktionalen Sicherheit der Funktionseinheit wiedergeben.

Die Klassifizierungsstufen lassen sich bei einer Ex-Vorrichtung zur Zonenvermeidung bspw. entsprechend der Ausgangszone und der resultierenden Zone definieren. Ist bspw. in einem Behälter mit dem ständigen Auftreten einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre zu rechnen und das Innere des Behälters wäre somit ohne Schutzmaßnahme als Zone 0 zu definieren, ist nachfolgend die gewünschte resultierende Zone festzulegen. Bei einer gewünschten Zone 1 wäre die Klassifizierungsstufe K1 (ein Zonensprung) festzulegen und bei einer resultierenden Zonenfreiheit die Klassifizierungsstufe K3 (drei Zonensprünge).

Die technische Umsetzung der festgelegten Klassifizierungsstufen erfolgt anschließend entsprechend unterschiedlicher Zuverlässigkeitskennwerte nach Herstellernormen oder Arbeitgeber-Aussagen hinsichtlich der Betriebsbewährung. Dabei können Ex-Vorrichtungen auch in verschiedene Funktionseinheiten unterteilt werden.

In Abb. 1 ist ein Tank mit einer angeschlossenen Pumpe dargestellt. Innerhalb des Tanks ist aufgrund des eingesetzten Mediums häufig mit der Bildung einer gefährlichen explo-





sionsfähigen Atmosphäre zu rechnen. Beim Umpumpvorgang kann durch die Pumpe der komplette Tank leergesaugt werden. Dadurch findet eine Verschleppung der explosionsgefährdeten Atmosphäre mit der Zone 0 in die Pumpe statt. Die Pumpe ist nicht für die Nutzung mit einer explosionsgefährdeten Atmosphäre ausgelegt und darf niemals trockenlaufen. Ohne Sicherheitseinrichtung kann im automatisierten Betrieb davon ausgegangen werden, dass das Trockenlaufen der Pumpe nicht erkannt wird. Die Dämpfe aus der eingeteilten Zone 0 innerhalb des Tanks könnten über eine unbestimmte Zeit in die Pumpe ge-

langen. Durch Trockenlaufen der Pumpe könnte sich diese erwärmen und eine Zündquelle darstellen. Um das zu verhindern, ist eine Sicherheitseinrichtung zu installieren.

In dem oben aufgeführten Beispiel wird das Trockenlaufen der Pumpe mittels der Füllstandsüberwachung LZ verhindert.

Da die Sicherheitseinrichtung zur Vermeidung des Trockenlaufens mittels Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen umgesetzt wird, ist die Ausführung entsprechend den Vorgaben der TRGS 725 auszuführen. In diesem Beispiel ist die Sicherheitseinrichtung mit einer Klassifizierungsstufe K3 umzusetzen, da durch diese Sicherheitseinrichtung eine Zonenreduzierung von drei Zonen erfolgen soll.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, die Klassifizierungsstufen über die Anzahl der Reduzierungsstufen zu ermitteln, in dem der Einfluss der Zoneneinteilung und die Wahrscheinlichkeit des Auftretens einer Zündquelle bewertet werden. Zudem können Verfahrensweisen oder prozesstechnische Eigenschaften Einfluss auf die Klassifizierungsstufen haben. Dementsprechend ist für die Ermittlung der notwendigen Klassifizierungsstufen der Sicherheitseinrichtungen zu empfehlen, in der Gefährdungsbeurteilung hinreichend zu beschreiben, aufgrund welcher Voraussetzungen die festgelegte Klassifizierungsstufe resultiert.

Hilfestellungen können dabei befähigte oder fachkundige Personen des Explosionsschutzes geben.

Literatur

Richtlinie 89/391/EWG
Richtlinie 1999/92/EG
Betriebssicherheitsverordnung
Gefahrstoffverordnung
TRGS 722
TRGS 723
TRGS 724
TRGS 725
TRGS 727
Maschinenrichtlinie
Atex-Leitlinien zur Richtlinie 2014/34/EU, 1. Ausgabe vom April 2016
DIN EN ISO 13849-1:2016-06
Atex Richtlinie 2014/34/EU
Richtlinie 2001/95/EG
EN ISO 12100
EN 1127
EN 62061
EN 50495
EN 80079-37
Interpretationspapier BMAS

Die Autoren

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

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

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

<https://doi.org/10.1002/citp.202000416>

Kontakt

weyer gruppe – horst weyer und partner gmbh, Düren

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

Halbautomatisches Abfüllsystem mit Wägetechnik in Ex-Ausführung

Das halbautomatische Abfüllsystem Flux-Fill WT ist jetzt auch in Ex-Ausführung erhältlich. Das System ist auf das effiziente, eichgenaue Abfüllen von Fluiden ausgelegt. In der neuen Variante eignet es sich nun auch zum Einsatz in Ex-Bereichen der Zonen 1 und 2 sowie zum Abfüllen brennbarer Fluide (Zone 0/1) bis 1.000 mPas. Damit lassen sich auch brennbare Fluide bis max. 1.000 mPas, effizient und sicher in unterschiedlichste Gebinde abfüllen. Je nach Systemkonfiguration sind Abfüllgewichte von 0,5–50 kg möglich. Das Abfüllsystem arbeitet mit eichgenauer Wägetechnik. Für den Verkauf bestimmte Gebinde werden gemäß der Fertigpackungsverordnung (FertigPackV) befüllt. Ungewollte Produktverluste werden vermieden. Mit den passenden Ex-Pumpen und

-Komponenten auf der Zuführseite, lässt sich das System zu einer kompakten, halbautomatischen Abfüllanlage erweitern. Für die Abfüllung stehen drei automatisch gesteuerte Abfüllverfahren zur Verfügung: Überspiegel, Unterspundloch und Unterspiegel. In der Wahl der Gebinde ist der Anwender flexibel. Ob Kanister, Eimer, Weithalsflaschen, Schraubdosen, Klemmdeckeldosen – es ist vieles möglich. Dabei liegt die maximale Gebindehöhe bei 400 mm, der minimale Spundlochdurchmesser bei 40 mm.

Kontakt

Flux-Geräte GMBH, Maulbronn

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



Abb. 1: Bisher gab es für die Steuerung individuell geregelter Thermoprozesse am Markt keine Alternative zur SPS



© Pavel Losevsky – Fotolia.com/Hesch Industrie Elektronik

Thermoprozess-Abläufe per Maus-Klick erstellt

Ein Controller mit vielfältigen Einsatzmöglichkeiten

© Pavel Losevsky – Fotolia.com



Uwe Glockmann,
Hesch Industrie-
Elektronik

Der Multifunktionscontroller von Hesch eignet sich für die Regelung einer Vielzahl von Abläufen bei Thermoprozessen z.B. als Ofensteuerung oder für Kälte- und Klimatisierungs-Anwendungen. Darüber hinaus kann er als Prozessrechner oder als Energiemanagement-System verwendet werden.

Thermoprozesse sind feste Bestandteile vieler industrieller Fertigungsverfahren. Das optimale Produktionsergebnis erzielen sie allerdings nur bei der exakten Regelung der Prozesstemperaturen. Bisher kamen zu diesem Zweck hauptsächlich unflexible Einzelregler oder hochpreisige speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) zum Einsatz. Hesch hat mit dem Multifunktionscontroller (HE 5697 MFC) jetzt einen intelligenten und flexiblen Regler entwickelt, der die schnelle und einfache Erstellung von Ablaufsteuerungen ohne Programmierkenntnisse ermöglicht. Unternehmen profitieren durch eine deutliche Kostenersparnis.

Herkömmliche SPS sind für die Steuerung und Regelung thermodynamischer Prozesse meist überdimensioniert. Dennoch verwenden viele Unternehmen diese Regelungstechnik und haben dadurch eine Reihe von Nachteilen. Es beginnt mit der Anschaffung der Steuerung,

die mit hohen Investitionen verbunden ist. Gerade für kleinere und mittlere Betriebe stellen diese Ausgaben eine nicht unerhebliche Belastung dar. Da viele Unternehmen kein Personal haben, das die Programmierung dieser Steuerungen übernehmen kann, müssen zudem bei jeder Inbetriebnahme einer neuen Anlage und auch bei jeder Prozessoptimierung teure externe Spezialisten mit der Programmierung der SPS beauftragt werden. Dabei können schnell Tagessätze deutlich über 1.000 € anfallen.

Multifunktionscontroller funktioniert so, wie Verfahrenstechniker denken

Bisher gab es für die Steuerung individuell geregelter Thermoprozesse keine Alternative zur SPS. Hesch Industrie-Elektronik hat deshalb den Multifunktionscontroller (MFC) konzipiert, der exakt auf die Bedürfnisse der Prozesstechnik zugeschnitten ist: „Seine Software arbeitet

mit fertigen Funktionsblöcken – also genau so, wie ein Verfahrenstechniker denkt“, beschreibt Geschäftsführer Werner Brandis die Funktionsweise hinter der neuen Steuerung. Mithilfe zahlreicher in Bibliotheken bereitgestellter Funktionsblöcke ist ein Verfahrenstechniker in kürzester Zeit in der Lage, selbst komplexe Prozesse intuitiv zu steuern. Dazu muss er lediglich die für seinen Prozess passenden Funktionsblöcke per Drag & Drop zum gewünschten Prozessablauf zusammenstellen.

Keine Abhängigkeit mehr von Programmierern

Der MFC unterstützt nahezu alle Verfahren der Prozessindustrie – von der Begrenzungs- über die Verhältnis- bis hin zur Kaskadenregelung. „Mit dem Multifunktionscontroller können Verfahrenstechniker ihre Abläufe endlich selbst erstellen und sind nicht mehr auf fremde Hilfe



Abb. 2: Die Bedienung des MFC erfolgt über ein resistives 3,5-Zoll-Touch-Display

angewiesen“, sagt Werner Brandis. Der MFC kann mehrere Prozesse gleichzeitig regeln, ist aber dennoch leicht zu bedienen. Dafür sorgt das moderne Bedienkonzept, das eine intuitive Handhabung ermöglicht und deshalb auch für Verfahrenstechniker ohne Programmierkenntnisse geeignet ist. Für dieses Konzept wurde das Neustadter Unternehmen mit dem Industriepreis „Best of 2015“ ausgezeichnet.

Software ermöglicht schnelle Erstellung von Prozess-Abläufen

Verfahrenstechniker können mithilfe der Software EasyTool MFC aber nicht nur Prozessabläufe, sondern auch benutzerdefinierte Bedienseiten, Programmabläufe und Applikationen erstellen. Damit diese zunächst getestet werden können, bevor sie auf den MFC übertragen und live geschaltet werden, bietet die Software auch eine Simulationsfunktion. Weitere Features sind Debugging- und Forcing-Funktionen sowie eine anschauliche Online-Darstellung von Prozesswerten.

Damit Interessenten die Software vor der Kaufentscheidung gründlich kennenlernen können, bietet der Hersteller das Software-Tool darüber hinaus zum kostenlosen Download an. Die Anwendung ist zeitlich unbegrenzt nutzbar und bietet den vollen Funktionsumfang – mit Ausnahme der Übertragungsmöglichkeit auf einen angeschlossenen MFC.

Zusatz-Funktionen erleichtern die Prozesssteuerung

EasyTool MFC enthält drei Funktionen, die Verfahrenstechnikern die Arbeit zusätzlich erleichtern: Mit dem Data-Logger können die auf dem Gerät gespeicherten Logdaten in EasyTool MFC geladen und somit auf dem PC als CSV-Datei gesichert werden. So können die Prozessdaten übersichtlich in Tabellenform betrachtet und analysiert werden. Mit der so-

genannten Blocksuche verliert der Anwender auch bei großen und komplexen Projekten nicht den Überblick. Alle im Projekt verwendeten Funktionsblöcke werden übersichtlich in einer Baumstruktur angezeigt und von dort aus auch lokalisiert.

Die Funktion „Querverweise“ zeigt schließlich alle Quellen mit ihren Senken sowie HMI-Variablen mit den entsprechenden Controls an. Mit dem Bildschirm-Editor kann der Techniker sein eigenes Design für die Bedien-



Abb. 3: Auf der Rückseite bietet der MFC unter anderem Steckplätze für zwei I/O-Karten

seiten des MFC entwerfen und auch eigene Prozessbilder oder Symbole importieren. So schafft er eine grafische Benutzeroberfläche, welche auf seine Anforderungen und seinen Prozess abgestimmt ist. Dabei kann er auch bestimmen, welche Informationen dem Anwender vor Ort angezeigt werden und welche zusätzlichen Daten der Servicetechniker bei der Anmeldung am MFC erhält.

Für den Einsatz im Ausland ist das Tool ebenfalls gut gerüstet: In jedem Projekt lassen sich 20 Sprachen zeitgleich anlegen, so dass die Bedienung des Geräts in der Muttersprache sichergestellt ist.

Die technischen Vorteile des Multifunktionscontrollers

Das Multifunktionscontroller-System ist für vielfältige Anwendungen geeignet, denn es verfügt über mehr als hundert getestete Funktionen wie z.B. einfache Rechen-, Zeit- und Logikfunktionen oder Linearisierungs- und trigonometrische Funktionen. Ein weiteres Merkmal des MFC ist seine kompakte Bauweise: Das Schalttafeleinbaugeschäft hat mit den Maßen 98 x 98 x 115 mm ohne Stecker eine verhältnismäßig geringe Bautiefe und benötigt deshalb wenig Platz im Schaltschrank. Die Steuerung ist zudem sehr robust, denn sie besitzt die Schutzart IP65 und hält frontseitig somit auch Strahlwasser und Feuchtigkeit stand. Der MFC kann darüber hinaus problemlos bei Temperaturen zwischen 0 und 55 °C eingesetzt werden.

Sicherer Betrieb durch galvanisch getrennte Ein- und Ausgänge

Die Steuerung ist mit einem resistiven 3,5-Zoll-Touch-Display mit einer Auflösung von 320 x 240 Pixel ausgestattet, über welches die Bedienung und die Anzeige der Werte erfolgt. Auf der Frontseite des Gerätes befinden sich außerdem vier frei programmierbare Funktionstasten sowie zwei LEDs für Zustandsanzeigen. Die Ein- und Ausgänge des MFC sind besonders sicher konzipiert: An der Gerätefront sorgt ein galvanisch getrennter Mini-USB-2.0-Device für sicheren Datentransfer, an der Rückseite sind Steckplätze für zwei I/O-Karten installiert, die auf galvanisch getrennten „Potenzialinseln“ mit einer hohen Trennungsspannung angelegt sind. Die I/O-Karten verfügen über zwei Universal-Eingänge, zwei Normsignaleingänge, zwei Analogausgänge sowie sechs digitale Ein- und Ausgänge. Die digitalen Ports können einzeln entweder als Ein- oder als Ausgang konfiguriert werden, zwei davon als schneller Zähler-Eingang.



© Hesch Industrie-Elektronik

Abb. 4: Anwender können den Multifunktionscontroller mit den HIMOD-Modulen von Hesch um zahlreiche Funktionen sowie Ein- und Ausgänge erweitern. Die Module können während des Betriebs getauscht werden, sodass teure Stillstandzeiten entfallen.

Die Analogeingänge sind mit je zwei Kanälen für Temperaturmessungen ausgestattet, während die Analogausgänge je einen Spannungs- und einen Stromausgang besitzen. Der Controller verfügt außerdem über vier potenzialfreie Relaisausgänge mit Wechslerkontakten sowie über die Schnittstellen Profinet Class A, Profibus DP Slave, Modbus RTU

Master, Modbus RTU Slave, Modbus TCP Client, Modbus TCP Server, CAN Bus, oder HPR Bus Master. Er lässt sich mit Wechselspannung (100...240 VAC) oder Gleichspannung (24 VDC) betreiben.

Ein Controller mit vielfältigen Einsatzmöglichkeiten

Der Multifunktionscontroller eignet sich für die Regelung einer Vielzahl von Abläufen bei Thermprozessen z.B. als Ofensteuerung oder für Kälte- und Klimatisierungs-Anwendungen. Darüber hinaus kann er als Prozessrechner oder als Energiemanagement-System verwendet werden.

Die Anwendung des MFC außerhalb des Schaltschranks sowie die Anbindung mehrerer Knoten ist ebenfalls möglich: Dazu müssen lediglich der Modbuskoppler HE 5813, der Ethernet-Koppler HE 5814, der CAN-Buskoppler HE 5811 oder das Powermodul HE 5850 über HPR Bus mit dem Regler verbunden werden.

Der Autor

Uwe Glockmann, Vertriebsleiter, Hesch Industrie-Elektronik

Diesen Beitrag können Sie auch in der Wiley Online Library als pdf lesen und abspeichern:
<https://doi.org/10.1002/citp.202000417>

Kontakt
Hesch Industrie-Elektronik GmbH, Neustadt
 Uwe Glockmann · Tel.: +49 5032 9535-0
 info@hesch.de · www.hesch.de
 www.multifunktionscontroller.de

Kontinuierliche Tieftemperatursynthesen

Der neu entwickelte CryoFlowSkid ermöglicht 3-stufige Synthesen zur kontinuierlichen Produktion von chemischen Zwischenprodukten und pharmazeutischen Wirkstoffen in kg-Mengen pro Stunde. Insbesondere Synthesen mit stark exothermen Reaktionsschritten bei denen instabile Zwischenprodukte entstehen, lassen sich so deutlich effizienter durchführen als mit Batch-Reaktoren. Anlagen für Umsetzungen mit metallorganischen Verbindungen können damit z.B. häufig erheblich intensiviert werden. Die kompakte, mobile Anlage kann in typischen chemischen Versuchs- und Produktionsstätten betrieben werden und ist voll automatisiert. Sie ist modular aufgebaut, so dass z.B. die Reaktoren leicht gewechselt werden können. Der CryoFlowSkid wurde von De Dietrich Process Systems zusammen mit InnoSyn entwickelt. Hierbei steuert InnoSyn das chemische Verfahrens-Know-How und die Flow-Reaktoren bei. Diese von InnoSyn entwi-



kelteten Kernkomponenten werden im 3D-Druckverfahren aus unterschiedlichsten Metallen hergestellt. De Dietrich Process Systems übernimmt als Hersteller der gesamten Anlage das Engineering, die Fertigung und den weltweiten Vertrieb sowie den Service.

Kontakt
InnoSyn B.V., NL-Geleen
 info@innosyn.com
 www.innosyn.com

De Dietrich Process Systems GmbH, Mainz
 mail@qvf.de · www.qvf.com
 de.dedietrich.com · www.dedietrich.com
 www.dedietrich.com/en/
 continuous-reaction/cryoflowskid

Neue Rohröfen-Serie für Wärmebehandlung

Die neuen Rohröfen von Carbolite-Gero bieten eine schnelle Aufheiz- und Abkühlrate sowie Temperaturhomogenität. Sie profitieren von einem deutlich reduzierten Stromverbrauch im Vergleich zu den Vorgängermodellen und können sowohl horizontal als auch vertikal betrieben werden. Mit der soliden Konstruktion und den hochwertigen Komponenten ist die neue Serie auf Langlebigkeit ausgelegt. Absolute Flexibilität stand bei der Entwicklung der Rohröfen im Fokus. Dank einschiebbarer zusätzlicher Arbeitsrohre und der Verwendung von Rohradaptern kann ein einziger Ofen eine Vielzahl von Rohrdurchmessern aufnehmen, während sich die Arbeitsrohre selbst leicht austauschen lassen, um den unterschiedlichen physikalischen oder chemischen Anforderungen eines Prozesses gerecht zu werden. Optionale Arbeitsrohrpakete ermöglichen es dem Anwender, den Rohröfen für den Betrieb unter



Vakuum oder mit einer modifizierten Gasatmosphäre auszurüsten. Die angebotenen Gaspakete ermöglichen das Arbeiten unter inerter Atmosphäre mit Stickstoff, Argon oder Kohlenstoffdioxid.

Kontakt
Verder Scientific GmbH & Co. KG
 Tel.: +49 21 04 23 33-155
 u.vedder@verder-scientific.com
 www.verder-scientific.com

Nie wieder Schlamm Schlacht

Schlamm trocknen – CO₂ und Kosten sparen – Wertstoff recyceln



Michael Richter,
Technischer Vertrieb, Harter

Mit den steigenden Deponiepreisen ist in den letzten Jahren das letzte Glied in dieser Entsorgungskette wieder deutlich attraktiver geworden – die Trocknung von Schlämmen nach der mechanischen Vorentwässerung. Denn die Schlämme sind zu diesem Zeitpunkt immer noch stark wasserhaltig – 60 % bis 70 % im Schnitt. Somit wird ein nicht geringer Teil der Entsorgungskosten schlicht für Wasser ausgegeben. Die Kondensationstrocknung mit Wärmepumpentechnik ist ein nicht mehr neues, aber nach wie vor alternatives Trocknungsverfahren, das für die Anwender zahlreiche Einsparmöglichkeiten bereithält.

Metallhydroxidschlämme trocknen

In Unternehmen mit Inhouse-Galvaniken bspw. fallen in den Abwasseranlagen täglich Dünnschlämme an, die nach der bereits erwähnten Entwässerung nur einen Trockenstoffgehalt von 30–40 % haben. Um dieses Potenzial weiter auszuschöpfen, kann eine Trocknung dieser Schlämme sinnvoll sein. Im vorliegenden Fall investierte ein Oberflächenveredler in eine Containertrocknung des Trocknungsanlagenbauers Harter aus Stiefenhöfen im Allgäu. Dieser entwickelte die sogenannte Kondensationstrocknung mit Wärmepumpentechnik und setzt

Viele Industrieschlämme werden mechanisch vorentwässert und anschließend zur Deponie gebracht. Tatsächlich aber wird ein großer Anteil der Entsorgungskosten für den immer noch hohen Wassergehalt im Schlamm bezahlt – hierin steckt ein großes Einsparpotenzial.

diese mitunter zur Trocknung vorentwässert Schlämme ein. Der Oberflächenveredler war auf der Suche nach einer energiesparenden Methode einerseits und wollte andererseits seine bereits vorhandenen Container hierfür nutzen. Neben Standardgeräten konzipiert Harter auch Sonderanlagen für Fälle wie diese. So wurde bei dem auf Reinigung und Korrosionsschutz von Aluminium und Leichtmetall spezialisierten Betreiber eine entsprechende Containertrocknung umgesetzt. Nach dem Pressen werden die mit Schlamm befüllten Container in die Trockenkammer eingefahren. Der Schlamm trocken-

ner vom Typ Drymex M5 verfügt über 2 Trocknungskammern, die in diesem Fall gleichzeitig bestückt werden. Pro Arbeitstag fallen 1,5 t Schlamm an. Jeweils 750 kg werden innerhalb von 12 Stunden bei max. 50 °C homogen bis zu einem Trockenstoffgehalt von 85 % getrocknet. Die Wasserentzugsleistung liegt bei 35 l/h. Für 1 L Wasserentzug werden 0,4 kWh benötigt. Auf diese Weise konnte der Oberflächenveredler seine hohen Entsorgungspreise deutlich reduzieren. Von anderen Projekten ist bekannt, dass Schlämme durch die Trocknung mitunter in neue Klassifizierungen eingestuft werden und sich hier weitere Einsparungsmöglichkeiten eröffnen.

Abb. 1: In 2 Containern werden jeweils 1,5 t filtergepresster Schlamm bei 50 °C bis zu einem Trockenstoffgehalt von 85 % getrocknet



Müllverbrenner und Entsorger

Bei Müllverbrennungsanlagen fallen Schlämme aus der Rauchgasreinigung und der Flugaschenwäsche an. Werden diese mit Membranfilterpressen vorentwässert, kann eine Schlamm Trocknung anschließend installiert werden. Auch hier kommen entsprechende Container zur Trocknung zum Einsatz. Diese können auf einmal oder auch in Etappen befüllt und dann an die Trockenstation angeschlossen werden. In der Regel haben Betreiber mehrere Container im Einsatz, die abwechselnd befüllt werden bzw. sich auf dem Transportweg zur Deponie und wieder zurück befinden. Auch Entsorgungsunternehmen selbst zeigen Interesse an der Schlamm Trocknung. Sie ist die



Abb. 2: Der Transportcontainer mit einem Nutzvolumen von 22 m³ dient gleichzeitig zur Trocknung. Während der Trocknung ist er mit dem Entfeuchtungsmodul verbunden.

Grundvoraussetzung für die Rückgewinnung von im Schlamm enthaltenen Wertstoffen. Neue Einnahmequellen können sich eröffnen, falls Zink, Nickel oder andere hochwertige Stoffe enthalten sind. Doch wie genau funktioniert diese Art der Trocknung und was unterscheidet sie von herkömmlichen Verfahren?

Luftentfeuchtung und Luftführung

Mit der Kondensationstrocknung auf Wärmepumpenbasis lassen sich wasserhaltige Schlämme und Substrate aller Art bei niedrigen Temperaturen und mit extrem trockener Luft im energetisch geschlossenen System trocknen lassen. Eine ausgefeilte Kombination aus effizienter Luftentfeuchtung und richtiger Luftführung ist die Erfolgsgrundlage dieses Verfahrens, das der Allgäuer Trocknungsanlagenbauer Harter vor über 25 Jahren entwickelt hat.

Das Herzstück aller Trocknungsanlagen ist ein Entfeuchtungsmodul, in dem Luft stark entfeuchtet und erwärmt wird. Diese nun extrem trockene und damit ungesättigte Luft wird über Luftleitungen bzw. ein Luftkanalsystem in den Trocknungscontainer geführt, in dem sich der zu trocknende Schlamm befindet. Aufgrund der geringen relativen Feuchte in der Umluft nimmt nun die Luft die Feuchtigkeit des Filterkuchens auf. Die Trocknung beginnt. Die nun feuchte Luft wird zurück in das Entfeuchtungsmodul geleitet und abgekühlt. Das Wasser kondensiert aus und verlässt die Anlage. Jetzt wird die anschließend wieder erwärmte trockene Luft erneut in den Container geführt. Der Kreislauf ist lufttechnisch geschlossen.

Doch die trockenste Luft ist nichts wert, wenn sie nicht dorthin gelangt, wo sie die Feuchtigkeit aufnehmen soll. Deshalb kommt

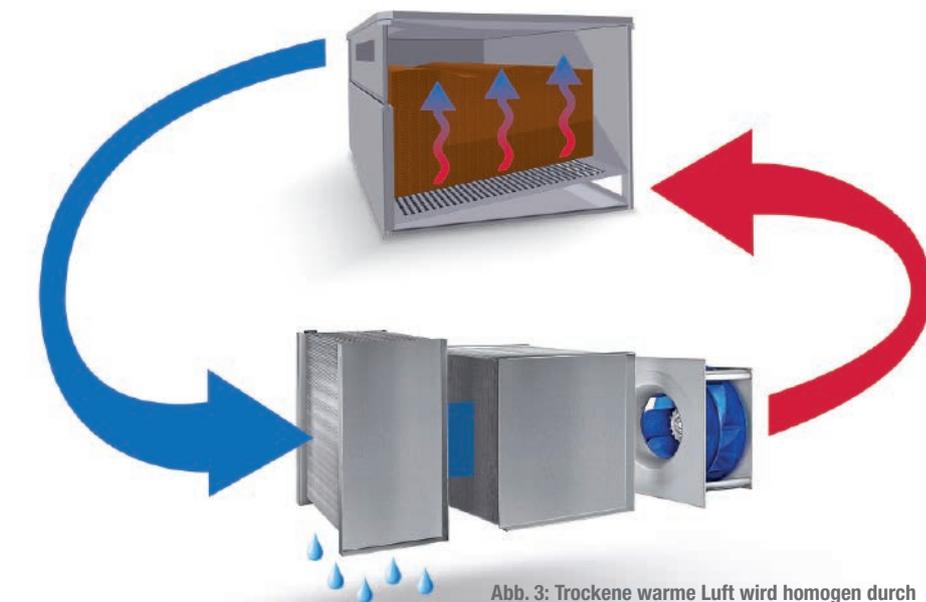


Abb. 3: Trockene warme Luft wird homogen durch den Filterkuchen geführt und nimmt die Feuchte auf. Die Entfeuchtung findet im lufttechnisch geschlossenen Kreislauf statt.

nun der zweite Faktor – die richtige Luftführung – ins Spiel. Bei der Schlammtrocknung muss die Luftführung so umgesetzt werden, dass die ungesättigte Luft gleichmäßig durch alle Bereiche des Filterkuchens strömen kann. Dazu werden die Trocknungscontainer mit einem speziell entwickelten Belüftungsboden und einer individuellen Luftleittechnik ausgestattet. Die leistungsstarken Ventilatoren, die für die Schlammtrocknung eingesetzt werden, sind Sonderanfertigungen, die der Trocknungsanlagenbauer zusammen mit seinen Entwicklungspartnern konzipiert und realisiert hat. Die Trocknungscontainer werden überdies mit einem zweiteiligen hydraulischen Klappdeckelsystem versehen, das sich nur während der Befüllung öffnet und für die Dauer der Trocknung geschlossen bleibt.

Durch das perfekte Zusammenspiel aus Luftentfeuchtung und Luftführung wird es möglich größere Schütthöhen homogen zu durchlüften und den Schlamm damit gleichmäßig und vollständig zu trocknen. Je nach Schlamm und gewünschter Restfeuchte liegt der Trockenstoffgehalt nach der Trocknung zwischen 75 % und 90 %. Die abluftfreie Kondensationstrocknung ist aufgrund ihres physikalischen Ansatzes in der Lage bei niedrigen Temperaturen zu trocknen. Die Temperaturen liegen in der Regel zwischen 40 °C und 50 °C.

CO₂-sparend, emissionsfrei und flexibel

Die von Harter entwickelte Anlagentechnologie ist äußerst energiesparend. Durch die integrierte Wärmepumpentechnologie läuft die Luftentfeuchtung extrem effizient ab. Im Schnitt werden circa 0,4 kWh/L Wasserentzug veranschlagt. Durch die Trocknung im lufttechnisch

geschlossenen System ist der Prozess abluftfrei – ökonomisch und ökologisch sinnvoll. Das zugehörige Deckelsystem leistet einen weiteren Beitrag, um die wertvolle Energie im System zu halten. Die Kondensationstrocknung auf Wärmepumpenbasis ist ein flexibles Verfahren. Es kann sowohl für Chargenprozesse als auch für kontinuierliche Verfahren eingesetzt werden. Die anfallende Schlammmenge, der vorhandene Prozess und die gegebenen Platzverhältnisse vor Ort entscheiden darüber, in welcher Variante die Trocknung umgesetzt wird. Um die Trocknungseigenschaften des Schlammes in Erfahrung zu bringen, bietet Harter in seinem hauseigenen Technikum Versuchstrocknungen an. Hierbei werden die für eine erfolgreiche Trocknung relevanten Parameter ermittelt und fließen anschließend in die Konzeption ein. Die CO₂-sparenden Trockner von Harter werden mittlerweile staatlich gefördert.

Der Autor

Michael Richter, Technischer Vertrieb, Harter

alle Bilder © Harter GmbH

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

<https://doi.org/10.1002/citp.202000418>

Kontakt

Harter GmbH, Stiefenhofen

Tel.: +49 8383 92230

info@harter-gmbh.de · www.harter-gmbh.de



Flüssig, überkritisch, gasförmig

Membranpumpen helfen bei der Reinigung von Silizium-Wafern mit überkritischem Kohlenstoffdioxid

Abb. 1: Integrierte Schaltkreise werden aus Silizium-Wafer hergestellt.

Die reinraumtauglichen Membrandosierpumpen mit PTFE-Sandwichmembran von Lewa eignen sich besonders für den Einsatz beim Kohlenstoffdioxid-Reinigungsverfahren für Silizium-Wafer. Dieser Beitrag erläutert die Besonderheiten.

Sauberkeit spielt bei der Produktion von Silizium-Wafern eine essentielle Rolle, um eine ordnungsgemäße Leitfähigkeit und Funktion der daraus produzierten integrierten Schaltkreise (ICs) zu gewährleisten. Dabei muss die Oberflächenrauheit der Wafer in mehreren Arbeitsschritten auf wenige Nanometer reduziert und die Wafer während der Bearbeitungsprozesse gereinigt werden. Das fortschrittliche Reinigungsverfahren mit überkritischem CO_2 (engl. SCCO_2) birgt gegenüber dem früher etablierten Verfahren, der Reinigung im Ultraschallbad mit Wasser und Chemikalien, einige Vorteile, insbesondere im Hinblick auf die Metallpartikelbeseitigung. Diese gestaltete sich bei Nassprozessen schwierig.

Know-how im Handling von Flüssiggasen

Die Membranpumpen von Lewa haben sich in der Halbleiterindustrie für die Wafer-Reinigung mit CO_2 bestens bewährt. Dabei wird das CO_2 in der Prozesskammer der Reinigungsanlage mittels Membranpumpe auf mindestens 75 bar verdichtet und anschließend auf über 35°C erwärmt. Dadurch geht das CO_2 vom flüssigen in

den überkritischen (eng.: supercritical) Zustand über. Lewa verfügt über das notwendige Know-how im Handling von Flüssiggasen und hat mit den Membranpumpen der Serien Ecoflow

sowie Triplex optimal geeignete Pumpentechnik in ihrem Produktprogramm. Das Zertifikat für Reinraumtauglichkeit der Fraunhofer-Gesellschaft (Fraunhofer IPA – Tested Device) bestä-

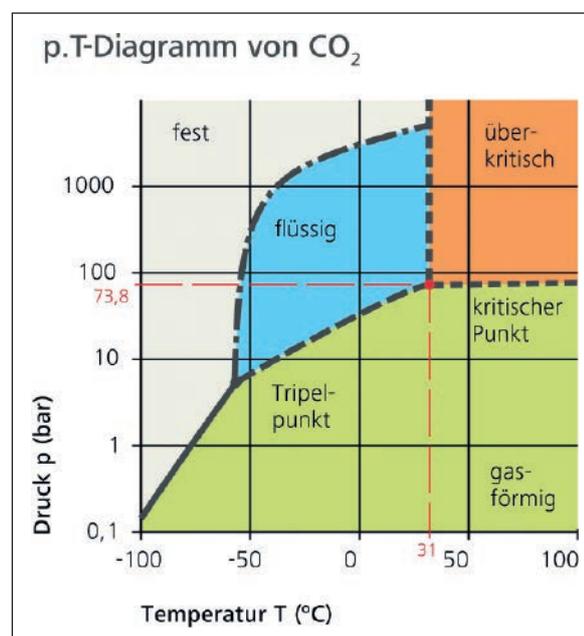


Abb. 2: Durch die Erwärmung auf über 35°C erreicht das CO_2 seinen überkritischen Aggregatzustand, der physikalisch gesehen einen Mix aus gasförmig und flüssig darstellt. In diesem Zustand besitzt es sehr gute Lösungseigenschaften gegenüber bestimmten Verschmutzungen wie Photoresists und darüber liegende Metallschichten.

tigt die Reinraumtauglichkeit der Pumpen nach anerkannten Standards und Richtlinien.

Elektronik-Bausteine wie z.B. integrierte Schaltkreise (kurz ICs) werden aus Silizium-Wafern hergestellt. Es handelt sich dabei um die grundlegenden Komponenten in jedem bildgebenden elektronischen Gerät wie z.B. Laptops, Tablets und Smartphones, Kameras und LCD-Fernsehern. Die Produktion der Wafer unterliegt einem komplexen Verfahren, das über 100 Produktionsschritte umfasst und mehrere Wochen dauert. Viele der einzelnen Produktionsschritte werden dabei durch einen Reinigungsvorgang abgeschlossen, der entscheidend für ein qualitativ hochwertiges Ergebnis der unterschiedlichen Fertigungsstufen ist.

In der Vergangenheit – und teilweise heute noch – wurde die Reinigung der Wafer hauptsächlich mittels Ultraschallbad in Wasser oder mit Chemikalien durchgeführt. Dieses Verfahren ist einerseits sehr aufwendig, andererseits sind der hohe Wasserverbrauch und die Entsorgung einer Reihe chemischer Stoffe als Umwelt- und Kostenfaktoren zu nennen. Oftmals ist das Ergebnis der Nassreinigung zudem nicht einwandfrei, während die Reinigung mittels überkritischem CO₂ einige Vorteile für die Halbleiterindustrie mit sich bringt. „Beim Wafer-Cleaning unterliegen das Verfahren wie die eingesetzte Technik einem stetig fortschreitenden Entwicklungsprozess“, erläutert Joachim Bund, Head of Sales Division Process Industry & Downstream bei Lewa. „In der Halbleiterindustrie gibt es zahlreiche namhafte Hersteller, die mittlerweile komplett auf das Kohlenstoffdioxid-Reinigungsverfahren mit Membranpumpe umgestellt haben.“

CO₂-Reinigungsverfahren mit Membranpumpen im Reinraum

Der Leonberger Hersteller produziert reinraumtaugliche Membrandosierpumpen mit PTFE-Sandwichmembran, die für dieses Verfahren besonders geeignet sind. Zuverlässigkeit, absolut saubere, partikelfreie Dosierung, die Möglichkeit zur Inline-Reinigung sowie hohe Dosiergenauigkeit und Reproduzierbarkeit der Ergebnisse sind essentielle Parameter bei dieser Anwendung. Eine speziell entwickelte Membranbruchsignalisierung bietet zusätzliche Prozesssicherheit.

Die Membranpumpe ist in einem sogenannten „Wafer Cleaning Cabinet“ installiert. In diesem wird das flüssige CO₂ mit der Membranpumpe in der Prozesskammer auf mindestens 75 bar verdichtet, um die entsprechen-

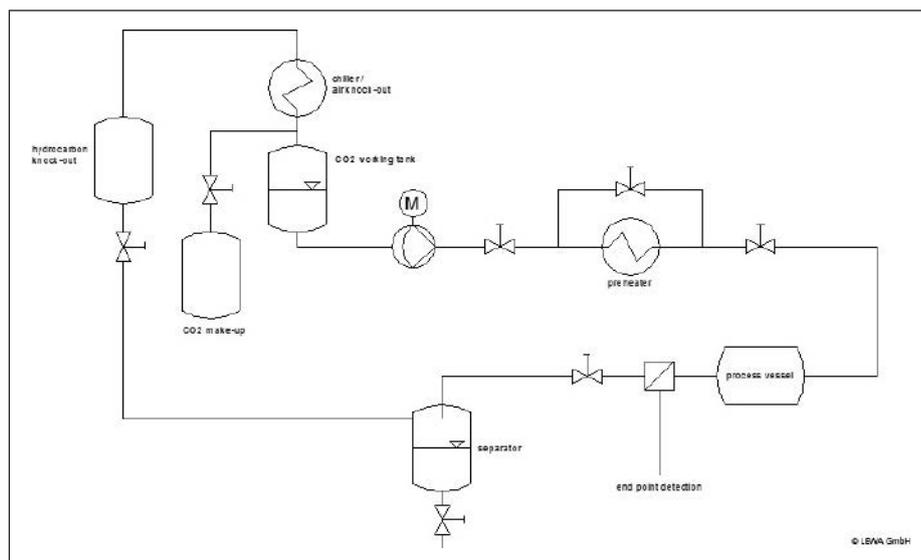


Abb. 3: Die Membranpumpe ist in einem sogenannten „Wafer Cleaning Cabinet“ installiert. In diesem wird das flüssige CO₂ mit der Membranpumpe in der Prozesskammer auf mindestens 75 bar verdichtet, um die entsprechenden Reinigungseigenschaften zu erzielen.

den Reinigungseigenschaften zu erzielen. „In einem nächsten Schritt wird das Kohlenstoffdioxid mittels Wärmetauscher auf über 35 °C erwärmt“, erklärt Product Manager Claudia Schweitzer den Vorgang. Damit erreicht das CO₂ seinen überkritischen Aggregatzustand, der physikalisch gesehen einen Mix aus gasförmig und flüssig darstellt. In diesem Zustand besitzt es sehr gute Lösungseigenschaften gegenüber bestimmten Verschmutzungen wie Photoresists und darüber liegende Metallschichten. Aufgrund der dabei erzielten sehr niedrigen Viskosität dringt das SCCO₂ in die kleinsten Spalten und Strukturen des Wafers ein.

Nach der Reinigung erfolgt eine Umspülung mit reinem CO₂, um sicherzustellen, dass keinerlei Rückstände auf dem Wafer verbleiben. Anschließend wird der Druck im System gesenkt, wodurch das CO₂ sublimiert. Durch diesen direkten Übergang in die Gasphase werden alle Komponenten nach der Reinigung vollständig getrocknet und sind frei von Rückständen und Verunreinigungen. Die Reinigung mit SCCO₂ ist umweltfreundlicher und wirtschaftlicher als herkömmliche Reinigungsverfahren.

Kompressionswärme erfordert zusätzlichen Kühlmantel

Im Bereich der Förderung von Flüssiggasen verfügt Lewa über jahrelange Erfahrungen aus sehr vielseitigen Projekten. Besonders die Entstehung unerwünschter Kompressionswärme spielt bei der Verdichtung von CO₂ und anderen Gasen eine besondere Rolle. „Die Kühlung ist bei Flüssiggasen immer ein zentrales Thema, da bei der Verdichtung im Pumpenkopf Wärme entsteht“, so Bund. „Wenn sich das

Fluid dem Siedepunkt nähert, besteht die Gefahr, dass im Saughub Dampf entsteht. Diesen Effekt beschreibt man auch als Kavitation im Saughub“. Um diesem unerwünschten Prozess vorzubeugen, stattet Lewa seine Pumpenköpfe mit einem zusätzlichen Kühlmantel aus, der die Kavitation bei CO₂ vermeidet. Die Kühlung verbessert darüber hinaus den hydraulischen Wirkungsgrad der Pumpe.

Die Materialauswahl der fluidberührten Teile wird individuell auf den jeweiligen Prozess angepasst. Diese umfasst bspw. die Reduzierung des Anteils an Metallen, die mit dem Fluid in Berührung kommen sowie spezielle Anforderungen an die Oberflächengüte des Pumpenkopfs. Diese individuellen Parameter und Werkstoffdaten werden je nach Anwendungsfall an die vorhandenen Anforderungen des Prozesses angepasst. „Auf diese Weise können wir für jede Reinigungsaufgabe das passende Aggregat konfigurieren“, resümiert Bund.

Die Autorin

Nicole Kochenburger, Lewa

alle Bilder © Lewa

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

<https://doi.org/10.1002/citp.202000419>

Kontakt

Lewa GmbH, Leonberg

Nicole Kochenburger · Tel.: +49 7152 140

nicole.kochenburger@lewa.de · www.lewa.de

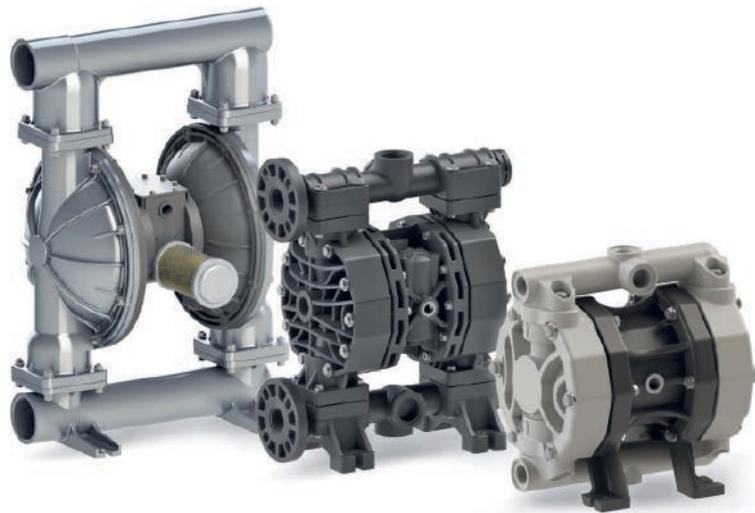
Für fast alle Einsatzzwecke

Selbstansaugende Druckluft-Doppelmembranpumpen mit hoher Förderleistung



Dr. Kurt Jeßberger,
Jessberger

Einen besonderen Schwerpunkt legt Jessberger im Jahr 2020 auf die Druckluftmembranpumpen der Baureihe JP-810, die auch in einer ATEX-Ausführung für die Ex-Zone 1 (Standard: Zone 2) erhältlich und für nahezu alle Einsatzzwecke geeignet sind. Die Pumpen können neben neutralen Flüssigkeiten auch aggressive oder brennbare Substanzen und hochviskose Medien bis 50.000 mPas fördern, auch Medien mit Feststoff- oder Gasanteilen sind für diese Pumpen kein Problem.



Die Membranpumpen wurden in verschiedenen Materialien (Polypropylen, Edelstahl, Aluminium und PVDF) und Baugrößen (Anschlüsse 1/4" bis 3") konzipiert, so dass mit ihnen ein großes Leistungsspektrum (8 l/min–1.050 l/min) abgedeckt werden kann. Als Antrieb dient ausschließlich Druckluft: für ihren Einsatz ist ein maximaler Betriebsdruck von 8 bar erforderlich.

Bis in der Ex-Zone 1

Alle Pumpen der Baureihe JP-810 sind in der Ex-Zone 2 einsetzbar, in der Spezialausführung Conduct auch in der Ex-Zone 1 mit dem Zertifikat ATEX II 2/2 GD c IIB T4 lieferbar und somit zum Fördern brennbarer Flüssigkeiten oder zum Einsatz in explosionsgefährdeter Umgebung geeignet. Dabei ist die elektrostatische Aufladung zu beachten: Diese Gefährdung

kann durch eine ordnungsgemäße Erdung der Pumpe und der Behälter vermieden werden.

Ein weiterer Vorteil dieser Pumpen ist, dass die Fördermenge und Förderhöhe durch Steuerung der Luftzufuhr variabel geregelt werden kann. Auch bei einem Trockenstart ist die Selbstansaugung gewährleistet (je nach Typ bis zu 6 m) und die Membranpumpen können ferner auch trockenlaufen, ein sehr großer Vorteil in der Praxis. Als Zubehör sind automatische Pulsationsdämpfer und Schlauchstecker für den Saug- und Druckbereich für alle Pumpentypen erhältlich. Auch Hubzähler zum exakten Dosieren sind verfügbar.

Auf insgesamt 14 Messen in Deutschland wird Jessberger im Jahre 2020 ein komplettes Pumpenprogramm für den Einsatz in der chemischen und pharmazeutischen Industrie

genauso wie für den Maschinen- und Anlagenbau, in der Abwasseraufbereitung und der Lebensmittelbranche präsentieren

Der Autor

Dr. Kurt Jeßberger, Jessberger

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

<https://doi.org/10.1002/citp.202000420>

Kontakt

Jessberger GmbH, Ottobrunn

Tel.: +49 89 6666 33400

info@jesspumpen.de · www.jesspumpen.de

Individuelle Industriereinigung

Die neue HDCl-Modellreihe robuster Pumpenaggregate von Kärcher kann mobil eingesetzt und an unterschiedliche Behälterreinigungsanlagen angeschlossen werden. Je nach Reinigungsbedarf wird das Gerät individuell konfiguriert: Unterschiedliche Materialausführungen, Explosionsschutz und eine ganze Reihe an Anbausätzen decken ein breites Spektrum an Anwendungen in industriellen Produktionsprozessen ab. Ist die Pumpe aus Ecobrass (Messing) gefertigt, können mit ihr demineralisiertes Wasser oder Lösemittel zur Reinigung eingesetzt werden. In der Edelstahlvariante ist auch die Förderung von Säuren oder Laugen möglich. Die Hochdruckpumpe kann je nach Anwendungsgebiet konfiguriert werden. Sie ist als stationäre oder mobile Einheit mit Rädern er-



hältlich und dank ihrer ATEX-Zertifizierung kann sie auch in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden. Die elektrische Steuerung ist in drei Varianten verfügbar: Mit einem Start-Stop-Schalter für die manuelle Bedienung, mit einem Steuerungsmodul,

womit das Reinigungsintervall vorab festgelegt werden kann, oder mit einer Schnittstelle zur Verknüpfung der Pumpe mit einer bereits bestehenden Reinigungsanlage. Wird das Aggregat stationär betrieben, sorgen der Druckschalter und das Überstromventil für die Angleichung von Druck und Wassermenge. Das Pumpenaggregat ist in sechs Varianten verfügbar und insbesondere für den Betrieb des neuen Kärcher-Tankinnenreinigungskopfes ICH 80/16 Ps geeignet.

Kontakt

Alfred Kärcher SE & Co. KG, Winnenden

Tel.: +49 7195 143918

linda.schroedter@de.kaercher.com · www.kaercher.com

Wassertransport

Neue effiziente Abwasser- und Brunnenpumpen



Christoph P. Pauly,
Pressereferent, KSB

Vom Transport über die Reinigung bis zur Entsorgung – Pumpen, Armaturen und Systeme von KSB helfen, mit der Ressource Wasser verantwortungsvoll umzugehen. Die Produkte sorgen für reibungslose Prozessabläufe beim Transport von industriellem, kommunalem und häuslichem Abwasser ebenso wie bei der Wassergewinnung. Dafür präsentiert der Frankenthaler Konzern neue effiziente Brunnen- und Abwasserpumpen.

Beim Transport von ungeklärten Abwässern in der kommunalen und industriellen Abwasserwirtschaft kommen die neuen Tauchmotorpumpen der Baureihe Amarex KRT mit ihren mantelgekühlten Antriebsmotoren zum Einsatz.

Abwasserpumpen für hohe Umgebungstemperaturen

Die neuen Aggregate sind mit einer Antriebsleistung von 10–30 kW lieferbar und für eine vertikale oder horizontale Trockenaufstellung ausgelegt. Außerdem sind diese auch für den Einsatz direkt in Pumpensümpfen konzi-

piert, das heißt, die Pumpenmotoren können in ausgetauchtem Zustand betrieben werden. Ein Dauerbetrieb der Pumpen in überflutetem Zustand ist dank ihrer Schutzklasse IP 68 problemlos möglich. Die Aggregate erfüllen alle Explosionschutzanforderungen nach ATEX-, FM- und CSA-Standards.

Die Kühlung des Motors erfolgt durch einen geschlossenen Kreislauf, bei dem das umgewälzte Wasser-Glykol-Gemisch nicht mit dem Fördermedium in Berührung kommt. So besteht auch keine Gefahr, dass die Schmutzanteile des Mediums die Kühlung des Motors beeinträchtigen könnten. Die Umwälzung der Kühlflüssigkeit erfolgt durch ein spezielles Laufrad, das die Konstrukteure in die Kartuschen-Gleitringdichtung integriert haben.

Bei dieser Doppelgleitringdichtung handelt es sich um eine eigene Entwicklung des Pumpenherstellers, der seit einigen Jahren über eine eigene Gleitringdichtungsproduktion ver-



Abb. 1: Die neue mantelgekühlte Tauchmotorpumpe Amarex KRT mit der Montagehilfe Amaslide.



Abb. 2: Ein hoher hydraulischer Wirkungsgrad in Kombination mit einem hocheffizienten Elektromotor zeichnet die neuen Amarex-Tauchmotorpumpen der KSB-Gruppe aus.



Abb. 3: Die neuen Pumpen UPA S 200 zeichnen sich aufgrund ihrer Konstruktion durch einen geringen Stromverbrauch sowie Langlebigkeit und hohe Standzeiten aus.

fügt. Im Servicefall kann man diese Kartusche als komplette Einheit austauschen, was Servicearbeiten deutlich erleichtert und verkürzt.

Die Pumpen sind in der Lage, bis zu 40 °C warme Medien zu transportieren und in Umgebungen mit einer Temperatur von bis zu 55 °C zu arbeiten. Das ermöglicht auch den Einsatz in heißen Ländern, wo man die häufig trocken aufgestellten Pumpen in klimatisierten Räumen betreibt. Eine Konvektionskühlung über die Oberfläche des Pumpengehäuses würde zu einer enormen thermischen Belastung der Klimaanlage führen und sich negativ auf den Stromverbrauch auswirken.

Das serienmäßig verbaute Sensorkpaket beinhaltet die Überwachung der Motortemperatur durch eine PTC-Kette, einen Leckgewächter im Motorinnenraum sowie die Überwachung der Gleitringdichtungsleckage durch einen Schwimmerschalter. Optional können Anwender noch bis zu drei Pt100-Sensoren für die Lagertemperatur- und die Motortemperaturüberwachung sowie einen Vibrationssensor bestellen. Die Auswertung der gelieferten Signale kann das „Amacontrol III“ genannte Schutzmodul übernehmen. Es kann die anfallenden Daten an ein bestehendes Datenerfassungssystem oder in eine Cloud senden.

Ein weiteres optional lieferbares Feature ist die so genannte Amaslide-Montageeinrichtung, für die horizontale Pumpenaufstellung. Mit ihrer Hilfe kann eine Person alleine eine Amarex KRT öffnen und Maßnahmen wie eine Laufradinspektion durchführen. Das macht die Verwendung von Kränen sowie Hebezeugen überflüssig. Der Servicetechniker muss lediglich die Schrauben zwischen dem Pumpengehäuse und dem Druckdeckel der Pumpe entfernen.

Dann kann er die Einschubeinheit, bestehend aus Laufrad, Welle, Lager, Dichtungen und Motor, aus dem Gehäuse herausziehen. Letzteres selbst bleibt dabei installiert und mit der Saug- sowie der Druckleitung verbunden. Nach dem Herausziehen der Einschubeinheit ist das Laufrad frei zugänglich. Wartungsmaßnahmen können problemlos durchgeführt werden. Nach Abschluss der Wartungsarbeiten schiebt der Monteur die Einschubeinheit wieder zurück.

Abwasserpumpen mit effizienter Hydraulik

Eine weitere Neuheit sind die Tauchmotorpumpen der Baureihe Amarex. Deren Einsatzgebiete sind die Abwasser- und Schlammbehandlung sowie der Transport von Regenwasser. Die Pumpen können Medien mit langfaserigen und festen Bestandteilen, gashaltige Fördermedien, Schlämme, Brauch- sowie Schmutzwasser fördern. Als Laufräder kommen entweder Freistromräder (Fmax) oder offene Doppelschaufelräder (Dmax) zum Einsatz.

So hat der Kunde die Wahl, ob er eine kleine Abwassermenge auf eine größere Förderhöhe oder eine größere Fördermenge auf eine kleinere Förderhöhe heben möchte. Bei der Dmax-Ausführung ist optional ein sogenannter „D-flector“ lieferbar, der die Verstopfungssicherheit in Bezug auf Feuchttücher deutlich erhöht. Verschiedene Werkstoffvarianten und Gleitringdichtungsvarianten stellen sicher, dass der Anwender ein breites Spektrum an korrosiven und abrasiven Medien transportieren kann.

Dank verstopfungsfrei konstruierter Laufräder reduziert sich der Wartungsaufwand gegenüber herkömmlichen Bauweisen deutlich. Der hohe hydraulische Wirkungsgrad der Pumpen in Kombination mit den hocheffizienten Elektromotoren der Klasse IE3 sorgt für niedrige Stromkosten im Betrieb. Die maximale Förderhöhe der Baureihe liegt bei 42 m und die maximale Fördermenge beträgt 320 m³/h. Die Entwickler legten bei dem Entwurf der Amarex großen Wert auf die Erreichung einer langen Lebensdauer. Dafür sorgen ein groß dimensionierter Antriebsmotor, die robusten Wälzlager und eine Welle aus korrosionsfestem Edelstahl.

Eine umweltfreundliche, nicht toxische Ölfüllung stellt eine dauerhafte Schmierung der Gleitringdichtung sicher. Wie bei dieser Art Pumpen üblich, erfolgt der Einbau im Pumpensumpf über einen Fußkrümmer. Eine große Auswahl an Adapterhalterungen erlaubt auch die Nutzung von Fußkrümmern anderer Hersteller, sodass ein Fabrikatwechsel ohne größeren Montageaufwand möglich ist. Die Abdichtung zwischen Fußkrümmer und Druckflansch der Pumpe erfolgt über einen neu entwickelten U-Profilring, der absolut wasserdicht und sehr langlebig ist. Auch bei der



Abb. 4: Zahlreiche Schutz- und Überwachungsfunktionen für Pumpen sowie Tauchmotorrührwerke ermöglicht das neue Amacontrol-III-Modul.

Führung, mit deren Hilfe die Pumpen auf den Fußkrümmer gesetzt werden, kann der Anwender zwischen einer Bügel-, Seil-, Einstangen- und Zweistangenführung wählen.

Die Pumpen sind so aufgebaut, dass sie sich gut reparieren lassen. Am Ende ihres Lebenszyklus kann man fast alle verbauten Komponenten trennen und recyceln.

8-Zoll-Edelstahl Brunnenpumpe

Für den Einsatz in der Wasserversorgung, der Bewässerung und dem Grundwassermanagement sowie der Druckerhöhung ist die neue Unterwassermotorpumpe vom Typ UPA S 200 vorgesehen. Dank optimierter Hydraulikgeometrie erreichen die Pumpen dieses Typs sehr hohe Wirkungsgrade. Durch eine verschleißfeste Ausführung mit metallischen Spaltringen und Siliziumkarbid Lager wird der Energiebedarf auch bei erhöhtem Sandgehalt im Wasser über Jahre hinweg auf einem Minimum gehalten. In Kombination mit den effizienten Synchronmotoren der Reihe UMA-S und variablen Drehzahlen können die Energiekosten nochmals erheblich reduziert werden.

Für den Betrieb ohne Frequenzumrichter werden die Laufraddurchmesser Millimeter genau angepasst. So wird auch bei starren Betriebsweisen sichergestellt, dass die Kennlinien individuell auf den Bedarf abgestimmt sind und keine Leistung verschwendet wird.

Die UPA S 200 kommt zunächst als 8-Zoll-Pumpe auf den Markt und wird in vier verschiedenen Hydraulikgrößen verfügbar sein. Die optimalen Fördermengen liegen zwischen 40 und 160 m³. Die maximale Förderhöhe liegt bei 400 m. Alle Gusskomponenten sind aus hochwertigem Edelstahlfeinguss in 1.4408 oder optional 1.4517 gefertigt.

Der Autor

Christoph P. Pauly, Pressereferent, KSB

alle Bilder © KSB

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

<https://doi.org/10.1002/citp.202000421>

Kontakt

KSB SE & Co. KGaA, Frankenthal,
Christoph P. Pauly · Tel.: +49 6233 86 3702
christoph.pauly@ksb.com · www.ksb.de

Mischen und Pumpen in einem

Für Flüssigkeiten, die vor der Verarbeitung durchmischt und anschließend gefördert werden müssen oder auch kleine Feststoffe beinhalten, wurde das neue DMP-Misch-System mit einer integrierten druckluftbetriebenen Doppelmembranpumpe von Lutz entwickelt und bietet für viele Einsatzfälle die perfekte Lösung. Der Misch- und Pumpvorgang erfolgt über ein Saug- und Mischrohr und einem 3-Wege-Hahn. Das vormontierte System ist mit wenigen Handgriffen betriebsbereit und auch für explosionsgefährdete Flüssigkeiten geeignet. Als Förderaggregat dient eine druckluftbetriebene Doppelmembranpumpe in der Baugröße ½" aus Edelstahl (1.4404), die auf einer Grundplatte montiert ist. Mit dem verwendeten Universal-Chemieschlauch können eine Vielzahl von Flüssigkeiten gefördert werden. Bspw. Farben, Lacke, Emulsionen, Dispersionen, Suspensionen, Wasser-/Ölgemische, Flüssigkeiten mit erhöhter Viskosität und Feststoffanteilen. Die technischen Werte mit einer Fördermenge von 57 l/min., einem Betriebsdruck von max. 8,2 bar



und einer max. Fördermediumstemperatur von 93 °C überzeugen im Betrieb. Darüber hinaus können Feststoffe bis zu einem Durchmesser von 3,2 mm gefördert werden. Das Gesamtgewicht des Systems (inkl. Pumpe) beträgt 21 kg. Über ein optionales Drahtseilgehänge und einen Balancer kann das Saug- und Mischrohr schnell und einfach in das Spundloch eingeführt werden. Die Grundplatte sitzt über Schwingungsdämpfer sicher auf dem Behälterdeckel.

Kontakt

Lutz Pumpen GmbH, Wertheim
Tel.: +49 9342 8790
info@lutz-pumpen.de
www.lutz-pumpen.de

YOUR EXPERTS IN WASTEWATER TREATMENT

- Dosieranlagen und -Systeme
- Ansetz- und Dosieranlagen für Polymerlösungen
- Anlagenzubehör
- Umfangreicher Service

sera ProDos GmbH
+49 5673 999-02
sales.prodos@sera-web.com

www.sera-web.com



Als der Druckluftspezialist für den Niederdruckbereich präsentiert sich Kaeser Kompressoren mit Gebläsen für die Wasseraufbereitung 4.0 auf der Ifat. Mit dabei sind nicht nur die wirtschaftlichen Schraubengebläse, die jetzt mit Synchron-Reluktanz-Motor ausgestattet sind, sondern erstmals auch Turbo-gebläse. Die maschinenübergreifende Steuerung Sigma Air Manager 4.0, die mehrere Gebläse zu einem leicht zu steuernden effektiven Team macht, komplettiert die Palette.



Abb. 1: Der Sigma Air Manager 4.0 überwacht und steuert hocheffizient alle Komponenten einer Gebläse-Station und ermöglicht Wasser 4.0.

Niederdruck aus Oberfanken

Wirtschaftlichen Schraubengebläse, effiziente Motoren, übergreifende Steuerung

Wer für die Aufbereitung von Abwasser in kommunalen oder industriellen Kläranlagen, Bioreaktoren, Flotationsanlagen etc. Druckluft mit Differenzdrücken bis 1.100 mbar und einem Volumenstrom von 5–160 m³/min benötigt, für den bieten sich die Schraubengebläse der Serie CBS bis HBS mit einer Leistung von 7,5 bis 250 kW – je nach Bedarf – an. Sie sind im Vergleich zu herkömmlichen Drehkolbengebläsen um bis zu 35 % effizienter und bieten Vorteile in puncto Verfügbarkeit. Die Kaeser Schraubengebläse spielen ihre Vorteile besonders im Dauerbetrieb aus, womit sie sich für die Erzeugung der Belebungsluft in der Wasseraufbereitung, für Bioreaktoren, die Flotation und Fluidisierung eignen.

Motoren und Turbo-Gebläse

Die jüngste Generation der drehzahlvariablen Schraubengebläse ist mit Synchron-Reluktanz-Motoren ausgestattet. Die neusten hocheffizienten Motoren sorgen dafür, dass bei Anlagen mit Frequenzumrichter deren Wirkungsgrad nochmals gesteigert werden konnte. Infolge der speziellen Rotorgestaltung ist die neue Motorengeneration sehr robust und langlebig. Darüber hinaus sind alle Gebläse vollständige, anschlussfertige Maschinen und dank der smarten Steuerung Sigma Control 2 für Wasser 4.0 geeignet.

Neuestes Mitglied in der Kaeser-Familie sind die Turbo-Gebläse Pillaerator. Sie eignen sich für Volumenströme von 50–275 m³/min und Differenzdrücke bis 1,3 bar. Hohe Energieeffizienz und eine intelligente Konzeption zeichnen diese Maschinen aus. Die smarte Magnetlagerung arbeitet völlig verschleißfrei, ist gegen Spannungsausfall abgesichert und steuert aktiv die Rotorposition. Damit arbeitet die Lagerung drehzahlunabhängig und die Maschine ist jederzeit wieder startbereit. Darüber hinaus sorgt ein außenluftunabhängiges Kühlkonzept der Kernkomponenten für einen besonders langen unterbrechungsfreien Betrieb.

Maschinenübergreifende Steuerung

Einen festen Platz in einer professionellen Gebläsestation hat der Sigma Air Manager 4.0, kurz SAM genannt. Er sorgt als maschinenübergreifende Steuerung nicht nur dafür, dass die einzelnen Gebläse bestmöglich genutzt werden, sondern dass deren gleichzeitiger Betrieb im Verbund den bestmöglichen Gesamt-Wirkungsgrad erzielt. Diese übergeordnete Steuerung ist die Lösung für die bedarfsgerechte Automatisierung von Gebläsestationen.



Abb. 2: Die Gebläse-Serie von Kaeser liefert Niederdruck für jeden Bedarf, ist leistungsstark, leise und spart Energiekosten.

Bei Vorgabe des gewünschten Sollwertes durch das Prozessleitsystem für den zu erzeugenden Ansaugvolumenstrom, Normvolumenstrom oder Betriebsdruck, organisiert die Steuerung eine effiziente Luftversorgung und optimale Auslastung der einzelnen Gebläse im gemeinsamen Verbund. Die Betriebsdaten, die SAM liefert, sind darüber hinaus Grundlage für ein Energiemanagement nach DIN EN ISO 50001 und DWAA 216.

Die Autorin

Dipl. Betriebswirtin Daniela Köhler,
Pressesprecherin, Kaeser Kompressoren

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

<https://doi.org/10.1002/citp.202000422>

Kontakt

Kaeser Kompressoren SE, Coburg
Daniela Köhler · Tel.: +49 9561 6400
daniela.koehler@kaeser.com · www.kaeser.com

Abwasserbehandlung im großen Stil

Elf Polymerpräparationseinheiten für Kläranlage Prag

Im Jahr 2011 vergab die Stadt Prag den Neubau der Kläranlage Prag auf der Moldau-Insel Císařský an ein Firmen-Konsortium. Über den langjährigen Partner Hennlich aus Tschechien erhielt Sera ProDos den Auftrag zur Lieferung von elf Polymerpräparationseinheiten in den entsprechenden Größen – der berechnete Einwohnerwert (EW) der neuen Kläranlage in Prag betrug 1,2 Millionen. Die schiere Größe der Anlage war eine Herausforderung für alle beteiligten Unternehmen.



Abb. 1: Garantiert konstante Polymerqualität



Abb. 2: Sera PolyLines in der Kläranlage Prag

Neben Stationen für die Aufbereitung auf 4 m³/h wurden Einheiten für 16 m³/h und 23 m³/h benötigt. Die bewährte 3-Kammer-Station PolyLine Flow von Sera ist standardmäßig bis zu 8 m³/h verfügbar. Daher war eine maßgeschneiderte Lösung erforderlich. Die Statik der Tanks wurde neu berechnet und die von Sera hergestellten Rührwerke rekonstruiert. Außerdem musste die Versorgung mit großen Mengen Polymerpulver sichergestellt werden, sodass Big-Bag-Racks zusammen mit kundenspezifischen Trockengutdosierern geliefert wurden. Diese Ausrüstung garantiert den gleichmäßi-

gen Fluss des Polymerpulvers in die Tanks und damit eine konstante Polymerqualität. Unter Einbeziehung der Nachverdünnungseinheiten, die ebenfalls auf die erforderlichen Durchflussraten skaliert wurden, konnte Sera ein schlüsselfertiges System liefern.

Im September 2018 wurde die neue Kläranlage in Betrieb genommen – ein 250 Mio. EUR Projekt, in dem vier PolyLine Flow 23000S, zwei PolyLine Flow 16000S und fünf PolyLine Flow 4000S inkl. Big-Bag-Racks, Trockengutdosierern und Nachverdünnungseinheiten dazu beitragen, dass im größten Klärwerk

Tschechiens 4,1 m³ Abwasser pro Sekunde gereinigt werden.

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

<https://doi.org/10.1002/citp.202000423>

Kontakt

sera GmbH, Immenhausen

Hannah Krutz · Tel.: +49 5673 999 1556

h.krutz@sera-web.com · www.sera-web.com

EBS 410 und EBS 410 C

Volumenstrom von 10 bis 41 m³/min, Druckdifferenz bis 1,1 bar

Schraubengebläse mit SIGMA PROFIL

Energiespar-Helden – kompromisslos effizient

- Maximale Wirtschaftlichkeit bei minimalem Platzbedarf
- Side-by-Side Aufstellung möglich
- Zwei Baugrößen – bis 37 kW und bis 75 kW
- Version SFC mit integriertem Frequenzumrichter und Synchron-Reluktanzmotor IES2 Efficiency
- Version STC mit IE4 Super-Premium-Efficiency-Motor
- Anschlussfertige Komplettanlage „Plug & Play“
- SIGMA CONTROL 2 für mehr Zuverlässigkeit und Effizienz



KAESER
KOMPRESSOREN®

www.kaeser.com



© Sabine Grätzsch - stock.adobe.com

Klare Sache: Effizienz, die belebt

Performance³-Technologiemix sorgt für höchste Energieeffizienz im Belebungsbecken



Am Beispiel der Kläranlage Oberschleißheim zeigt der Gebläsespezialist Aerzen, wie ein für die Wasser- und Abwasseraufbereitung konzipierter Performance³-Technologiemix für mehr Effizienz, weniger Kosten und saubereres Abwasser sorgt. Wie das in der Praxis funktioniert, stellt dieser Beitrag vor.

Im Belebungsbecken einer Kläranlage ist wahrlich viel Leben. Abermillionen Mikroorganismen tummeln sich hier im mechanisch vorgeklärten Abwasser und kümmern sich um den Abbau der gelösten und fein verteilten organi-

schen Verunreinigungen. Die Kleinstlebewesen, in erster Linie Bakterien, nehmen die Kohlenstoff-, Stickstoff- und Phosphatverbindungen in ihren eigenen Stoffwechsel auf und verwerten sie. Dafür benötigen sie Sauerstoff, der

mittels Druckluft zur Verfügung gestellt wird. Doch ohne Energie geht den fleißigen Tierchen schnell die Luft aus.

Die biologische Reinigung ist das Herzstück jeder Kläranlage, denn hier erfolgt die Hauptarbeit. Daher ist sie auch der größte Energiefresser: 60–70 % des gesamten Energiebedarfs einer Abwasseraufbereitungsanlage entfallen auf das Belebungsverfahren. Wo, wenn nicht hier, lassen sich also am besten Einsparungen beim Stromverbrauch vornehmen und Kosten senken. So dachte auch die Kläranlage Oberschleißheim nördlich von München und hat ihre Stromzähler auf Diät gesetzt – und zwar mit einem Performance³-Technologiemix von Aerzen inkl. der Verbundsteuerung AERsmart in Kombination mit einem neuen Belüftungs-



Abb. 1: In der Kläranlage Oberschleißheim sorgt ein Aerzen Performance³-Technologiemix bestehend aus einem Turbo, einem Delta Blower und einem Hybrid für die effiziente Druckluftversorgung in den Belebungsbecken. Rechts im Bild: die Verbundsteuerung AERsmart



Abb. 2: Alle drei Aggregate – Delta Blower, Hybrid und Turbo – sind an eine gemeinsame Rohrleitung angeschlossen.



Abb. 3: Die -Verbundsteuerung AERsmart verteilt die geforderten Volumenströme so auf den Maschinenpark, dass Schwach-, Mittel- und Starklasten möglichst effizient abgearbeitet werden.

konzept der Adelsdorfer Firma Rudolf Messner Umwelttechnik (RMU).

Auf und Ab ohne Wenn und Aber

Je nach Tages- und Jahreszeit sowie Niederschlagsmenge wechseln Abwasseraufkommen und Verschmutzungsgrade. Die Folge: Der Luftbedarf in den Belebungsbecken variiert ständig. Wird dieser nicht optimal gesteuert, schlägt sich das in extremen Energieverbräuchen und unnötiger Ressourcenverschwendung nieder. In der exakten Bedienung der Lastwechsel liegt somit der Schlüssel für maximale Effizienz. Als einer der international führenden Anbieter auf dem Gebiet der Abwasserbehandlung und -aufbereitung kennt der Gebläsetechnikspezialist Aerzen die Anforderungen der Branche genau und hat mit Performance³ die wohl effizienteste, leistungstärkste und flexibelste Gebläselösung für die Sauerstoffversorgung entwickelt: die maßgeschneiderte Maschinenkonfiguration auf Basis hochentwickelter Technologien. Das Ziel: Grundlasten energiesparend bedienen und Versorgungsspitzen punktgenau abfangen.

Ob Drehkolbengebläse, Drehkolbenverdichter oder Turbogebläse – jede Technologie hat Stärken, gleichzeitig aber auch physikalische Grenzen. Die hohe Kunst ist die passgenaue Auslegung der Aggregate an den tatsächlichen Bedarf. Eine genaue Analyse der auftretenden Lastgänge sowie die Erstellung einer Tagesganglinie ist dafür das A und O. „Dabei stellte sich heraus, dass unsere Anlage zwar eine Ausbaugröße von 30.000 Einwohnergleichwerten (EGW) hat, die aktuelle Auslastung aber bei nur 15.000 EGW liegt“,

erzählt Anton Mayer, Leiter der Kläranlage Oberschleißheim. „Weiteres Ergebnis der Analyse: Unser Abwasseraufkommen weist hohe Schwankungen im Tagesverlauf auf und ist geprägt von niedrigen Volumina mit verhältnismäßig hohen Konzentrationen an Frachten.“

Der Mix macht's

Bereits seit 1994 sind in der 1960 erbauten Kläranlage (Abwasserauffall ca. 650.000 m³ pro Jahr) Aerzen-Aggregate im Einsatz, zuletzt zwei Drehkolbengebläse vom Typ Delta Blower (1x GM 15L, 1x GM 50L). Anton Mayer: „Mit Aerzen waren wir immer sehr zufrieden. Die Gebläse sind ohne Probleme gelaufen und haben mit geringstem Wartungsaufwand zuverlässig ihre Leistung erbracht. Auch die Ersatzteilbeschaffung und die Zusammenarbeit mit dem Kundendienst haben immer hervorragend geklappt.“ Seit Anfang des Jahres sorgt nun ein Aerzen Performance³-Technologiemix bestehend aus einem Drehkolbengebläse Delta Blower GM 15L (max. 1.038 m³/h, 700 mbar Druckdifferenz), einem Drehkolbenverdichter Delta Hybrid D 36S (max. 2.150 m³/h, 700 mbar Druckdifferenz) sowie einem Turbogebläse AT 50 G5plus (max. 1.900 m³/h, 700 mbar Druckdifferenz) für die Druckluftversorgung in den Belebungsbecken. Das clevere Trio stellt immer exakt so viel Luft bereit, wie aktuell gebraucht wird. Nicht mehr, aber auch nicht weniger. So können die Mikroorganismen optimal ihre Arbeit erledigen. Dabei übernimmt der Turbo die Grundlast, zu Spitzenzeiten springt der Hybrid ein und bei Schwachlast läuft der Blower.

„Der Turbo ist das kompakteste und gleichzeitig effizienteste Gerät“, erklärt Markus Leidinger,

Abwassermanager bei Aerzen. „Allerdings ist der Regelbereich der luftgelagerten Maschinen auf 40–100 % begrenzt und die Effizienz lässt im Teillastbetrieb nach.“ Bei Schwachlast arbeitet daher der Blower. Er war bereits vor der Umrüstung da und deckt die geringen Volumina in der Nacht ab. Dritter im Bunde ist der Hybrid. Er hilft aus, wenn der Turbo ausgelastet ist. Die jüngste Aggregate-Generation von Aerzen vereint die Vorzüge von Gebläse- und Verdichtertechnologie in einem System und ist die mit Abstand effizienteste Maschine im großen Regelbereich von 25–100 %. Sollte der Turbo ausfallen, kann der Hybrid gemeinsam mit dem Drehkolbengebläse den Betrieb bei voller Belastung aufrechterhalten.

Die Aerzen-Gebläse arbeiten nicht nur äußerst effizient, sie sind zudem öl- und absorptionsmittelfrei. Das garantiert 100%ige Zuverlässigkeit. „Druckschalldämpfer, die mit Absorptionsmaterial ausgekleidet sind, unterliegen einem natürlichen Verschleiß. Dieser wird unter anderem durch die heiße Luft und die hohe Strömungsgeschwindigkeit sowie die Vibrationen der Geräte verursacht“, so Leidinger. „Dadurch lösen sich Partikel, die die Rohrleitungen verengen und die fein gelochten Membranen der Belüfter verstopfen.“ Die reaktiven Schalldämpfer von Aerzen kommen dagegen ganz ohne Absorptionsmittel aus.

Immer optimal mit Sauerstoff versorgt

Doch woher wissen die Aerzen-Gebläse eigentlich, wie hoch der Luftbedarf in den Belebungsbecken ist? Hier kommt die Firma Rudolf Messner Umwelttechnik (RMU) ins Spiel. Bereits seit über 30 Jahren arbeiten die Belüf-



Abb. 4: (v.l.) Martin Gräsl (Vorstandsvorsitzender von RMU), Anton Mayer (Leiter der Kläranlage Oberschleißheim) und Markus Leidinger (Abwassermanager bei Aerzen)

tungsspezialisten mit Aerzen zusammen. „Wir haben einen sehr guten Kontakt bis in die Entwicklungsabteilungen hinein und kooperieren eng im Bereich der Systemauslegung. So sind Belüftungssystem und Gebläsetechnik optimal aufeinander abgestimmt. Für maximale Energieeffizienz ist eine ganzheitliche Betrachtungsweise unerlässlich“, so Martin Gräsl, Vorstandsvorsitzender von RMU. „Außerdem ist Aerzen der einzige Hersteller, der wirklich alle Technologien – Blower, Hybrid und Turbo – unter einem Dach vereint.“

In der Kläranlage Oberschleißheim hat RMU die Rohrströmungstechnologie mit energieeffizientem flächigem Belüftungssystem implementiert. Die alten Membranrohrbelüfter wurden dabei durch 88 Plattenbelüfter des Adelsdorfer Unternehmens ersetzt, die mit einer langzeitstabilen, dauerelastischen Membran aus thermoplastischem Polyurethan ausgestattet sind. Ein intelligentes, interaktives Regelungssystem steuert die Länge der belüfteten und unbelüfteten Phasen sowie die Intensität der Belüftung. Die Durchmischung des Belebtschlammes während der unbelüfteten Zeiten erfolgt dabei über die RMU-Impulsbelüftung mittels regelmäßiger Luftstöße. Das macht Rührwerke überflüssig und spart zusätzlich Energie.

Intelligent gesteuert, effizient geklärt

Das Regelungssystem von RMU misst die Konzentrationen von Sauerstoff, Ammonium und Nitrat und bestimmt so den Sauerstoff- und Luftbedarf. Die Maschinensteuerung AERsmart von Aerzen verteilt dann die geforderten Volumenströme so auf den Maschinenpark, dass

die Gebläse ganz nah am theoretisch höchsten Wirkungsgrad betrieben werden. Doch nicht nur das: Durch die kontinuierliche Aufzeichnung der Betriebsparameter sowie die Visualisierung in Echtzeit lässt sich ein Abdriften einzelner Werte frühzeitig erkennen. Der Anwender kann rechtzeitig reagieren, Prozessausfälle werden vermieden. Übrigens: Aerzen war weltweit das erste Unternehmen, das eine smarte Steuerung für die Abwassertechnik auf den Markt gebracht hat – und der niedersächsische Maschinenbauer ist bis heute der einzige, der es ermöglicht, Fremdfabrikate und alte Maschinen mit einzubinden.

Miteinander reden, zuhören und verstehen

Die intensive Zusammenarbeit aller Akteure und die umfassenden Optimierungsmaßnahmen (Energieeffizienzanalyse, Modernisierung der Aerzen-Gebläsestation und des Belüftungssystems inkl. Regelungs- und Verfahrensumstellung sowie Verzicht auf Rührwerke) haben sich bezahlt gemacht – und zwar im wahren Sinne des Wortes. So konnte der Stromverbrauch für die biologische Reinigungsstufe von 495.600 kWh auf 191.720 kWh/Jahr gesenkt werden. Das macht eine Einsparung von 60 %, was 60.800 €/Jahr entspricht. „Mit einem derart guten Ergebnis hatten wir definitiv nicht gerechnet“, freut sich Anton Mayer. Durch die Umstellung auf die neuen Technologien konnte auch das Beckenvolumen verringert werden: Statt vier sind jetzt nur noch zwei Belebungsbecken in Betrieb.

„Das war auf jeden Fall der richtige Schritt für die Zukunft“, so der Kläranlagenleiter. „Wir haben jetzt zukunftsweisende Technik, die für

Wasser- und Abwasseraufbereitung

Energiesparende Belüftung von Belebungsbecken - und mehr

die nächsten Jahre ein Optimum an Leistungen und Einsparungen erbringt.“ Das kommt auch der Abwasserqualität zugute: Früher wiesen die Ablaufwerte verhältnismäßig hohe Schwankungen auf, mit der neuen Regelungstechnik sind die Werte gleichmäßig und in einem sehr niedrigen Bereich. Und es gibt einen weiteren Grund zur Freude: Verfahrenstechnisch ist die Kläranlage Oberschleißheim heute eine der modernsten ihrer Art in Deutschland und dient dem Branchennetzwerk „German Water Partnership e.V. (GWP)“ daher als internationale Referenzanlage.

Der Autor

Thorsten Sienk, freier Fachredakteur, für Aerzener Maschinenbau

Alle Bilder © Aerzener Maschinenfabrik

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

<https://doi.org/10.1002/citp.202000424>

Kontakt

Aerzener Maschinenfabrik GmbH, Aerzen
 Sebastian Meißler
 Tel.: +49 5154 81 9970
 sebastian.meissler@aerzener.de
 www.aerzener.com



Anlagentechnik

Armaturen



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



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

Dichtungen



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

Pumpen



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



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



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

Pumpen



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

Pumpen, Zahnradpumpen



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

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

Regelventile



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

Reinstgasarmaturen



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

Rohrbogen/Rohrkupplungen



HS Umformtechnik GmbH
Gewerbstraße 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>

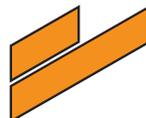
Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung



**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

Tröpfchenabscheider



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

Vibrationstechnik



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

Zentrifugen



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

Messtechnik

**Aerosol- und
 Partikelmesstechnik**



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

Durchflussmessung



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

**Leitfähigkeitsmessung in
 Flüssigkeiten**



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

pH-Messung



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

**Sauerstoffmessung in
 Flüssigkeiten**



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

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

Wasseranalytik



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

**Thermische
 Verfahrenstechnik**

Abluftreinigungsanlagen



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

Venjakob®
UMWELTECHNIK
 www.venjakob-umweltechnik.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



**So wird digital
 wunderbar**

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

DER AUTOR

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

Ömer Atiker
In einem Jahr digital
 Das Praxishandbuch für die digitale Transformation
 Ihres Unternehmens
 2017. 280 Seiten. Gebunden.
 € 24,99
 ISBN 978-3-527-50907-2

WILEY-VCH

Aerzener Maschinenfabrik	46	Ephy-Mess	27	Lewa	38	Sera	43, 45
Alfred Kärcher	40	Flottweg	16, 50	LUM	8	Sinterface	8
Alino	49	Flowserve Flow Control	49	Lutz-Pumpen	43, 49	T.A. Cook	8
AMA Fachverband	8	Flux-Geräte	32	Mepax	35	TA Wuppertal	8
Anton Paar	8	Gemü	49, 50	Netter Vibration	49	TU München	28
Arbeitskreis Instandhaltung	8	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)	8, 9	nsb gas processing	50	VDI Wissensforum	8
Atlas Copco Kompressoren und Drucklufttechnik	11	GIG Karasek	49	Palas	50	Vega Grieshaber	2, US
Beinlich Pumpen	49	Goudsmit Magnetics Systems	49	Pepperl+Fuchs	8, 18	Venjakob	50
Comsol Multiphysics	8, 4, US	Hamilton Bonaduz	50	Pfeiffer Vacuum	11	Verband der Chemischen Industrie (VCI)	11
CSE-Academy	8	Harter	36	Proceng Moser	49	Verder	35
De Dietrich Process Systems	35	Haus der Technik	8, 10	Prominent Dosiertechnik	49	Verein Deutscher Ingenieure (VDI)	11
Dechema	8, 9, 11	Helling	49	Pumpen Center Wiesbaden	49	Vogelbusch	49
Dekra	8	Hesch Industrie-Elektronik	33	R. Stahl	8	Watson Marlow	9
E2S Warning Signals	15	Horst Weyer & Partner	30	Reichelt Chemietechnik (RCT)	22, Beilage	Wika Alexander Wiegand	27
Ekato	3	Jessberger	7, 40, 49	Rembe Safety + Control	5, 11	Will & Hahnenstein	50
Endress+Hauser Messtechnik	Titelseite, 13	Jumo	6, 19	Rösberg Engineering	20	Witte	49
Engie Refrigeration	8	Kaeser Kompressoren	44, 45	RWTH Aachen Lab.f.Machine Tools and Production Engineering (WZL)	11	WK Wärmetechnische Anlagen-, Kessel- und Apparatebau	50
Envirotec	50	KSB	41, 44, 49	Seipenbusch particle engineering	50		

Impressum

Herausgeber

GDCh, Dechema e. V., VDI-GVC

Verlag

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

Geschäftsführer

Sabine Haag
 Dr. Guido F. Herrmann

Director

Roy Opie

Publishing Director

Dr. Heiko Baumgartner

Chefredakteur

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

Redaktion

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

Dr. Volker Oestreich
 voe-consulting@web.de

Redaktionsassistentin

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

Fachbeirat

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

Erscheinungsweise 2020

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



Bezugspreise Jahres-Abonnement 2020

10 Ausgaben 225 €, zzgl. MwSt.
 Schüler und Studenten erhalten
 unter Vorlage einer gültigen
 Bescheinigung 50% Rabatt.
 Im Beitrag für die Mitgliedschaft bei der
 VDI-Gesellschaft für Chemieingenieur-
 wesen und Verfahrenstechnik (GVC) ist
 der Bezug der Mitgliederzeitschrift
 CITplus enthalten.
 CITplus ist für Abonnenten der Chemie
 Ingenieur Technik im Bezugspreis enthal-
 ten. Anfragen und Bestellungen über den
 Buchhandel oder direkt beim Verlag (s.o.).

Wiley GIT Leserservice

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

Abbestellung nur bis spätestens
 3 Monate vor Ablauf des Kalenderjahres.

Produktion

Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA
 Boschstraße 12
 69469 Weinheim

Bankkonto

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

Herstellung

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

Anzeigen

Zurzeit gilt die Anzeigenpreisliste
 vom 1. Oktober 2019

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

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

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

Sonderdrucke

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

Originalarbeiten

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

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

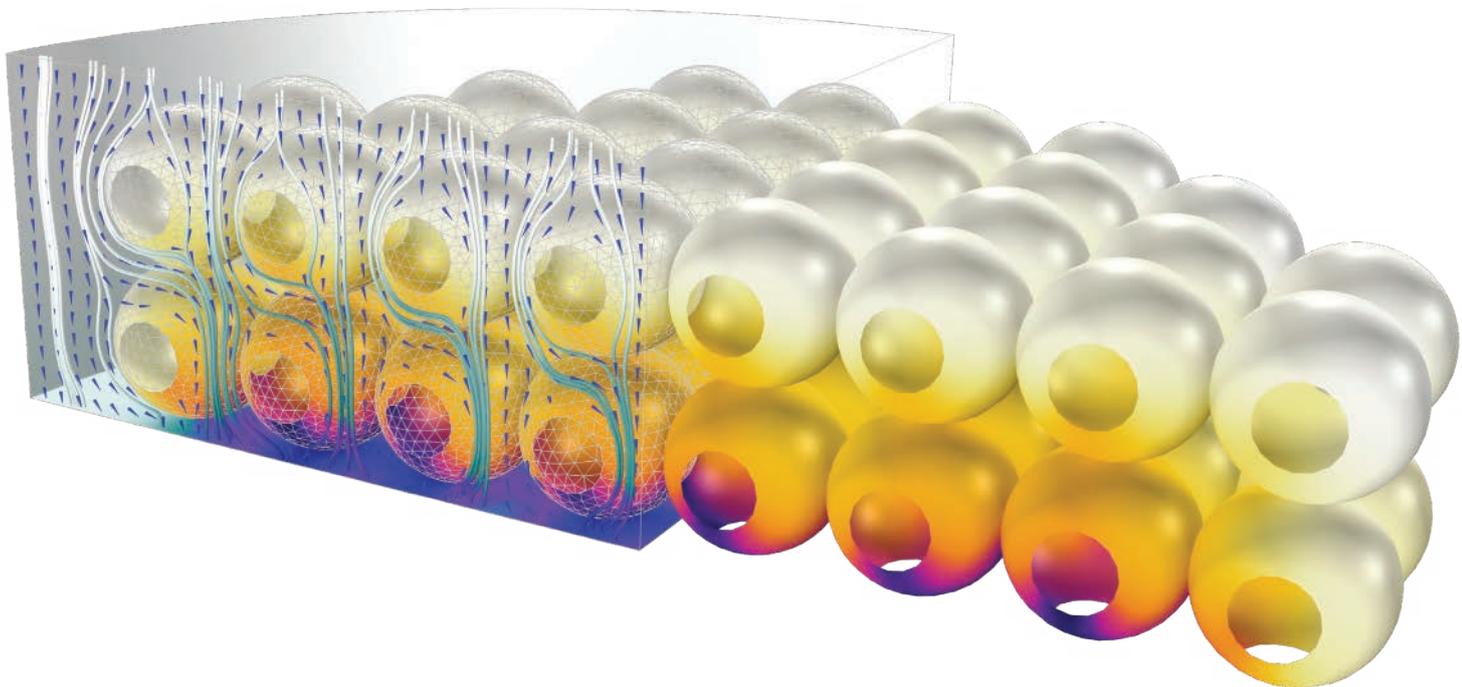
Unverlangt zur Rezension eingegangene Bücher
 werden nicht zurückgesandt.

Druck

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



In wenigen Schritten von idealen Mischbedingungen zu einem realistischen chemischen Reaktormodell.



Visualisierung der Strömungsgeschwindigkeit und Konzentration in einer Ionenaustauschersäule bei einer Proteinadsorption.

Echte chemische Reaktoren sind nicht ideal gemischt, aber es ist üblich, solche Bedingungen anzunehmen, um zunächst die chemische Kinetik eines Systems zu untersuchen. Für ein realistisches Modell, das zur Optimierung des Reaktordesigns verwendet werden kann, muss die raumabhängige Modellierung Teil des Prozesses sein.

Die COMSOL Multiphysics® Software wird zur Simulation von Designs, Geräten und Prozessen in allen Bereichen des Ingenieurwesens, der Fertigung und der wissenschaftlichen Forschung eingesetzt. Hier erfahren Sie, wie Sie sie zur Modellierung von chemischen Reaktoren einsetzen können.

comsol.blog/chemical-reactors