

Sonderteil
Mess-, Steuer-,
Regeltechnik +
Automation |
Analytik

manage

measure

optimize

Knick >

MEMOSENS

www.memosens-academy.com

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

Titelstory:

Gemeinsam kontaktlos führend

Die Kooperation zur Nutzung und Weiterentwicklung der Memosens-Technologie feiert 10-jähriges Bestehen

24 Digitalisierung in der Flüssigkeitsanalyse

27 Optimierung einer Modellemulsion

31 Strömungs- und Temperatursensoren

33 Standardisierte Geräte-Beschreibung

36 Schraubenspindelpumpen

37 Sub-Freezing-Drucklufttrockner

38 Digitale Pumpen-Zwillinge

42 Tatort Verdunstungskühlanlagen

45 Sicherheit in Industrieanlagen neu denken

WILEY-VCH

www.chemanager.com

Besuchen Sie uns
auf der Achema
11. - 15. Juni 2018
Halle 5.1/6.1 - Stand B8



© Dechema

Innovative Ideen?

Teilen Sie sie mit.

Mehr als 2.700 Unternehmen haben ihren Stand für die ACHEMA 2018 bereits gebucht.

Mit den ACHEMA-Vorausgaben und mit der ACHEMA-Ausgabe der **CITplus** sind Sie Teil dieses richtungsweisenden Events.

Senden Sie uns Ihre Innovation anhand eines Artikels, einer Marktstudie oder eines Fallbeispiels bis zum **27. April** an citplus@wiley.com.

Nutzen Sie Ihre Chance und verschaffen Sie Ihren Innovationen Gehör!

Denkanstößig



Wolfgang Sieß
Chefredakteur

Am Samstag den 24. März gingen wie überall auf der Welt so auch bei uns um 20.30 Uhr im Rahmen der Earth Hour für eine Stunde die Lichter aus. Zumindest dort, wo auf Veranlassung der Umweltschutzorganisation „World Wide Fund for Nature“ (WWF) ein Zeichen gesetzt werden sollte für mehr Klimaschutz und für einen lebendigen Planeten. Im Lichte zahlreicher Scheinwerfer badende Schlösser und Ruinen, Kirchen und Kunstwerke wurden für 60 Minuten von den Schatten der Unbemerkttheit verschluckt.

Zwei Tage zuvor, am 22. März, gab es bereits einen ganzen Tag, der darauf hinweisen sollte, dass eine Milliarde Menschen keinen Zugang zu sicherem und sauberem Trinkwasser hat. An diesem Weltwassertag laden die Vereinten Nationen alljährlich ihre Mitgliedsstaaten dazu ein, konkrete Aktionen in ihren Ländern zu fördern. Ich muss zugeben, ich habe nichts konkreteres davon bemerkt, als einige Statements von Politikern.

Wir leben zu unserem Glück in einem begünstigten Land, in dem Trinkwasser nicht nur reichlich vorhanden sondern auch bestens kontrolliert und somit wie selbstverständlich bedenkenlos genießbar ist. Dank immenser technischer Anwendungen sind unsere Flüsse fast wieder so unbelastet wie vor der Industrialisierung. Was wir dabei gelernt haben können wir nun mit der Welt teilen. (und im Sonderteil Wasser- und Abwassertechnik in der kommenden CITplus berichten).

Wir leben auch in einem Land, in dem Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs auf der politischen Agenda stehen. Fast stündlich erhalten Redaktionen wie die der CITplus Ankündigungen von neuen Produkten, die noch leistungsfähiger und gleichzeitig viel günstiger im Verbrauch sind als bisher. Hier tut sich also auch das eine oder andere.

Aber das eine oder andere heißt noch lange nicht, das Mögliche. Da packen wir uns doch gleich mal an der eigenen Nase. Gerade hat sich ein Leser nicht zu Unrecht darüber beklagt, dass wir in Zeiten, in denen jeder Supermarkt Plastiktüten reduziert, unsere Zeitschriften für den Versand noch immer mit einem dünnen Plastikmäntelchen umhüllen. Nicht um sie schamhaft zu verhüllen, sondern um alles kostengünstig in der richtigen Reihenfolge zusammen zu halten. Auch die Beilagen sollten es bis in den Briefkasten des Empfängers schaffen und nicht schon im Körbchen des Zustellers herausfallen. Wir sind also aus quasi äußeren Zwängen heraus noch nicht so umweltfreundlich, wie wir es inhaltlich und in der Theorie sind bzw. gerne wären. Aber auch wir arbeiten daran.

Ob nun Earth Hour, Weltwassertag oder Plastikvermeidung, all diesen Beispielen gemeinsam ist, dass es zumeist eines kleinen Anstoßes bedarf, um über Fortschritte nachzudenken. Neben den Fachzeitschriften, die sich mit neuen Produkten auseinandersetzen, sind es vor allem die Fachmessen, bei denen sich der Anwender „handgreiflich“ ein Bild machen kann von den Möglichkeiten und Verbesserungen. In dieser Hinsicht erleben wir nach der Maintenance Dortmund (s.S. 16) und der Filtech (s.S. 11) einen denkanstößigen Frühling, demnächst mit Analytica (s.S. 21) und Hannover Messe und danach mit Ifat und Achema (s.S. 13 und S. 15). Lassen Sie sich inspirieren!

Ihr
Wolfgang Sieß

EKATO

www.ekato.com



**BESUCHEN
SIE UNS:**



**HALLE 5.0
STAND D42**

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



18 Gemeinsam kontaktlos führend

Die Kooperation zur Nutzung und Weiterentwicklung der Memosens-Technologie feiert 10-jähriges Bestehen

In diesem Jahr feiert die Kooperation von Knick und Endress+Hauser bei der gemeinsamen Nutzung und Weiterentwicklung der Memosens-Technologie ihr zehnjähriges Bestehen. 2008 vereinbarten die Unternehmen eine gegenseitige Lizenzierung der relevanten Patente für induktive Stecker-Systeme und beschlossen die Nutzung eines neuen, gemeinsamen Logos für Memosens. Zu diesem Anlass hat Knick eine Online-Academy für Memosens-Know-how eröffnet und kündigt zur Achema zahlreiche Innovationen für den kontaktlosen Sensor-Standard an.

Knick Elektronische Messgeräte GmbH & Co. KG, Berlin
 Tel.: +49 30 801910
 info@knick.de · www.knick.de

21

Sonderteil
 Mess-, Steuer-,
 Regeltechnik +
 Automation |
 Analytik



THEMA

6 Hand in Hand

Integrationsprojekt gibt Flüchtlingen ohne Ausbildung eine Chance
 Friedhelm Loh Group

ACHEMA-FOKUSTHEMA

13 Flexible Produktion – Teil 3

Energieadaptive Produktionstechnik
 K. Rübberdt, Dechema

REPORT

11 Filtertechnik von den Feinsten

Die internationale Ausstellung und Konferenz für Filter- und Trenntechnik weiter im Aufwind

15 Die Achema – für jeden anders, für alle da

Noch zwei Monate bis zum Start der Achema
 T. Scheuring, Dechema-Ausstellungsgesellschaft

16 Nur Nullen haben keine Kanten

Jahrestreffen der Young Professionals in der chemischen Industrie während der Messen Maintenance und WorkSafe
 L. Woppowa, GVC

17 Produkt

von RCT Reichelt

KOMPAKT

7 Personalia

8 Termine

9 Wirtschaft und Produktion

12 Forschung und Entwicklung

TITELSTORY

18 Gemeinsam kontaktlos führend

Die Kooperation zur Nutzung und Weiterentwicklung der Memosens-Technologie feiert 10-jähriges Bestehen
 C. Koska, Knick

**SONDERTEIL MESS-,
STEUER-, REGELTECHNIK +
AUTOMATION | ANALYTIK**

- 22 Alles Gute zum Geburtstag**
Die internationale Leitmesse für Labortechnik, Analytik und Biotechnologie feiert 50. Geburtstag
Messe München
- 24 Digitalisierung in der Flüssigkeitsanalyse**
Effiziente, produktive und sichere Prozesse durch Standardisierung der Messtechnik
Oliver Durm, Endress+Hauser Conducta
- 27 Strategie und Technik müssen zueinander passen**
Optimierung einer Modellemulsion mit dem PSI-20 Hochdruckhomogenisator
D. Lerche, B. Frikell, P. Dumeier, LUM
- 31 Symmetrisch und zentriert**
Prozessoptimierung mit kalorimetrischen Strömungs- und Temperatursensoren
M. Leupold, Baumer electric
- 33 eCI@ss als Fundament**
Standardisierte Geräte-Beschreibung bringt Mehrwert für Industrie 4.0
R. Klein, BASF und M. Dubovy, Rösberg Engineering
- 30 Produkt**
von Bürkert

**PUMPEN |
KOMPRESSOREN |
DRUCKLUFT**

- 36 Warum doppelt, wenn's einfach geht**
Flexibel einsetzbare Schraubenspindelpumpen
Fristam Pumpen Schaumburg
- 37 Ein Trockner, den es so noch nie gab**
Sub-Freezing-Drucklufttrockner stellt Luft der Klasse 3 bereit
Ingersoll Rand
- 38 Digitale Pumpen-Zwillinge**
Trendbericht zur Achema 2018: Neue digitale Geschäftsmodelle für Pumpen & Kompressoren
Dechema

**BETRIEBSTECHNIK |
SICHERHEIT**

- 42 Tatort Verdunstungskühlanlagen**
Legionellen aus Kühltürmen – die lange unterschätzte Gefahr
L. Woppowa, VDI-GVC
- 45 Sicherheit in Industrieanlagen neu denken**
Proaktive Security-Konzepte statt reaktive Cyberverteidigung
A. Horch, Hima
- 48 Produkt**
von NCH Europe

- 49 Bezugsquellen**
- 51 Index**
- 51 Impressum**



Safety is for life.™

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

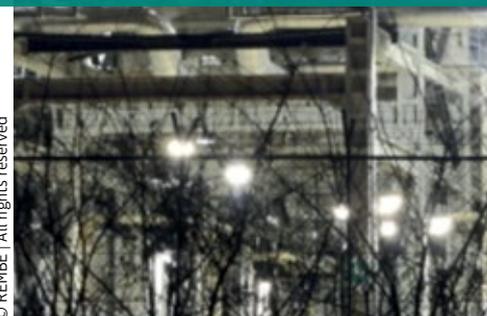
Made in Germany

Ihr Spezialist für
EXPLOSIONSSCHUTZ
und
DRUCKENTLASTUNG

**ACHEMA
Halle 9.1
Stand C4**

Consulting. Engineering. Products. Service.

© REMBE | All rights reserved



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

REMBE® GmbH Safety+Control

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



Abb. 1: Weil Arbeit die größte Motivation ist: Die Friedhelm Loh Group hat zwei Flüchtlingen ohne Berufsabschluss die Chance auf einen Job gegeben. Im Bild: Dieter Müller (l.), Gruppenleiter Rohfertigung im Rittal Werk Rittershausen, mit dem Kollegen Youssef Almohamad.

Hand in Hand

Integrationsprojekt gibt Flüchtlingen ohne Ausbildung eine Chance

Sie haben weder Zeugnisse noch Qualifikationen und sie sprechen nur gebrochenes Deutsch – Flüchtlinge mit diesem Profil haben kaum eine Chance auf dem Arbeitsmarkt. Allenfalls kurzfristige Minijobs oder Aushilfstätigkeiten kommen in Betracht. Dass Integration durch Arbeit auch bei diesen Bewerbern funktioniert, zeigt die Friedhelm Loh Group in einem neuen Pilotprojekt. Das Familienunternehmen hat zwei Flüchtlingen die Chance auf den schnellen Einstieg in einen Job gegeben. Weil Arbeit die größte Motivation ist.

Der Schichtwechsel im Rittal Produktionswerk in Rittershausen ist für Youssef Almohamad schon Routine. Nachdem der schmale junge Mann mit seinen Kollegen einen kurzen Blick auf den Dienstplan geworfen hat, streift er sich schnell die Handschuhe über, setzt den Schutzhelm auf und schnappt sich den Lastenwagen. Auf dem Weg zum Rahmenschweißroboter begrüßen die anderen Kollegen den 22-Jährigen mit einem kräftigen Schulterklopfen und rufen ihm noch ein paar Anweisungen hinterher. Dass Youssef Almohamad ein Geflüchteter ist, spielt hier keine Rolle – er ist Teil der Belegschaft.

Erst seit knapp einem halben Jahr ist das Werk im Dietzhöhlztal der Arbeitsplatz von Youssef und Hussein Almohamad. „Jeder sollte die Chance haben, aus seinem Leben etwas zu machen“, findet Stefan Nadler, Vorsitzender des Betriebsrats im Werk Rittershausen und Initiator des Projekts „Direkteinstieg von Flüchtlingen in den Job“ bei der Friedhelm Loh Group. Das Besondere daran: Die beiden neuen Kollegen arbeiten Vollzeit im Werk

und absolvieren täglich zwei Unterrichtsstunden in den Fächern Deutsch, Mathe oder kulturelle Bildung. Den Unterricht geben ihre Kollegen. Während der Arbeit erwerben sie zudem über zwei Jahre hinweg Teilqualifizierungen im Schweißen oder Montieren. „Das Ziel ist es, dass sie in zwei Jahren fit für eine Ausbildung sind – sowohl sprachlich als auch schulisch“, so Nadler.

Ein langer Weg, auch nach der Flucht

Die beiden Brüder Almohamad haben sich von Syrien bis nach Deutschland durchgekämpft, haben zu Fuß, per Boot und Bahn Tausende von Kilometern zurückgelegt in der Hoffnung auf ein neues, friedliches Leben. Dass es dazu vor allem einer Arbeit bedarf, war für beide von Anfang an klar. Doch ohne Zeugnisse und ausreichende Deutschkenntnisse hatten die beiden zunächst kaum eine Chance auf einen Job oder eine Ausbildung. Hussein Almohamad ist vielen Ausbildungsbetrieben mit 37 Jahren zudem schon zu alt. In Syrien haben beide als

Näher gearbeitet. Die Welt der Schaltschränke, Stahlprofile und Montagerahmen war ihnen vor zwei Jahren noch völlig unbekannt. Was sie aber mitbringen, ist handwerkliches Geschick.

„Besonders wichtig war mir zu sehen, ob sie wirklich motiviert sind – und das waren sie“, so Nadler, der die Zusage zu seiner Projektidee direkt von Prof. Friedhelm Loh bekam, Inhaber und Vorstandsvorsitzender der Friedhelm Loh Group: „Wir sind ein Familienunternehmen und das größte Unternehmen der Region. Damit ist eine große Verantwortung verbunden. Die Integration von Flüchtlingen ist eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe. Wenn wir hier Wege aufzeigen und andere Unternehmen motivieren können, dann tun wir das“, so Prof. Loh.

Die beiden Kollegen haben sich bereits nach wenigen Monaten bewährt: „Sie sind zwei von 15 Neueinstellungen und wurden genau wie ihre Kollegen zunächst von Mitarbeitern angeleitet. Jetzt arbeiten sie vollkommen selbstständig“, so Nadler: „Sie sind Teil des Teams und machen ihren Job sehr gut.“ Auch

soziale Kontakte seien bereits aus dem Projekt entstanden, erklärt der Betriebsratsvorsitzende. Insbesondere die Unterrichtseinheiten mit Kollegen seien die beste Voraussetzung, Berührungspunkte auf beiden Seiten abzubauen.

Unterstützt wird das Unternehmen vom Job Center und von der Gesellschaft für Wirtschaftsförderung, Ausbildungs- und Beschäftigungsinitiativen (GWAB), etwa durch Schulungen des Ausbildungsteams. „Wenn ein Unternehmen mit einer solchen Idee auf uns zukommt, helfen wir gern bei der Umsetzung“, sagt Michael Roth, Arbeitsvermittler beim Job Center Lahn Dill. Die Initiative der Friedhelm Loh Group leiste Pionierarbeit in der Region, vor allem weil Management und Mitarbeiter an einem Strang ziehen. Das Jobcenter übernimmt deshalb die Hälfte der Lohnkosten im ersten Jahr: „Wir unterstützen außerdem bei der Vorauswahl der Bewerber, der Organisation von Workshops oder der Anleitung von Mitarbeitern bei Unterrichtseinheiten.“ Die GWAB unterstützt das Projekt zum Beispiel durch Schulungen des Ausbildungsteams.

Wenn es um den Unterricht geht, bekommen beide neue Kollegen leuchtende Augen. Sie haben gerade ihre Schicht hinter sich gebracht und sitzen schon konzentriert am Lern-



Abb 2: Die beiden Geflüchteten arbeiten Vollzeit im Werk und absolvieren täglich zwei Unterrichtsstunden in den Fächern Deutsch, Mathe oder kulturelle Bildung. Den Unterricht geben ihre Kollegen.

tisch im Besprechungsraum: „Der Unterricht hilft uns sehr, vor allem bei den Fachworten“, sagt Youssef Almohamad und liest langsam Begriffe wie „Systemchassis“ und „Montageplatte“ von den vorbereiteten Karten ab. „Die Kollegen sind sehr freundlich. Und es macht

Spaß,“ fügt sein Bruder hinzu und klettert in einen Schaltschrank. Die Karte mit dem nächsten Begriff muss an entsprechender Stelle befestigt werden. Wenige Sekunden später hat er sie gefunden, die „Kabelabzweigdose“.

www.friedhelm-loh-group.com

Annette Beck-Sickinger erhält Albrecht-Kossel-Preis

Die Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) verleiht Annette G. Beck-Sickinger, Universität Leipzig, den mit 7.500 € dotierten Albrecht-Kossel-Preis für hervorragende Arbeiten auf dem Gebiet der Biochemie. Sie überzeugte die Jury mit ihren Beiträgen zur biochemischen und strukturellen Charakterisierung und Aufklärung von Interaktionen verschiedener Membranproteine. Anwendungen ihrer Forschung reichen von der Tumorthherapie und der Behandlung metabolischer Erkrankungen über die Schmerzfor-



scherung bis zur Entwicklung von neuartigen Biomaterialien.

www.gdch.de

Jochen-Block-Preis 2018 für Andreas J. Vorholt

Dr. Andreas Johannes Vorholt vom Max-Planck-Institut für Chemische Energiekonversion erhält den Jochen-Block-Preis der Deutschen Gesellschaft für Katalyse 2018. Damit werden seine Arbeiten zur homogen katalysierten Umsetzung von nachwachsenden Rohstoffen mit innovativen Reaktorkonzepten ausgezeichnet. Der Preis ist mit 3.000 € dotiert und wird im Rahmen des Jahrestreffens Deutscher Katalytiker am 15. März 2018 in Weimar überreicht. Der Chemiker und Wirtschaftswissenschaftler Vorholt ist seit 2018 am



Max-Planck-Institut für Chemische Energiekonversion in Mülheim Gruppenleiter im Bereich Multiphasenkatalyse.

www.dechema.de

INServFM Kongress 2018: Best Paper Award verliehen

Für drei herausragende Manuskripte beim INServFM-Kongress 2018 erhielten den Best Paper Award:

- Sophia Simon, accu.rate GmbH, Business Development „Digitale Simulation von Bewegungsabläufen in Gebäuden als neues Werkzeug im FM“
- Prof. Dr. Daniel Piazzolo, Technische Hochschule Mittelhessen „Vom digitalen Zwilling des Gebäudes bis zum digitalen Asset Manager: Wie

wird unsere Branche in 10 Jahren arbeiten?“

- Dr. Joachim Liers, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, „Personalbewertung im FM – erste Ergebnisse aus dem GEFMA Arbeitskreis“ Neben der Präsentation auf dem INServFM Kongress und der Veröffentlichung im Tagungsband wird die Leistung der Preisträger auch mit einem Preisgeld honoriert.

www.mesago.de

Generationswechsel bei der Lapp Gruppe

Fast 60 Jahre lang hat Ursula Ida Lapp das Unternehmen aufgebaut, geprägt und zu einem Global Player gemacht. 2015 gab sie den Vorsitz des Aufsichtsrats der Holding an ihren ältesten Sohn Siegfert Lapp (65) ab. Vorsitzender des Vorstands der Holding ist sein jüngerer Bruder Andreas Lapp (63). Bis Juni 2017 blieb Ursula Ida Lapp noch Vorsitzende des Aufsichtsrats der nach ihr benannten größten Einzelgesellschaft innerhalb der

Gruppe. Diesen führt seit Juli 2017 Andreas Lapp. Seine Position als CEO der U.I. Lapp GmbH übernahm Ursula Ida Lapps Enkel Matthias (35). Dieser ist nun verantwortlich für die Region Europa, Mittlerer Osten, Afrika und Südamerika. Außerdem hat sein Bruder Alexander Lapp (33) die weltweite Verantwortung für das Zukunftsthema Digitalisierung sowie die Weiterentwicklung des e-Business übernommen.

www.lappkabel.de

April

Tutzung-Symposion 2018: 100 % digital! Überlebensstrategien für die Prozessindustrie	15.–18. Apr	Tutzung	Dechema, www.dechema.de
Kompaktkurs Geprüfter Projektmanager Wirtschaftschemeie GDCh	16. Apr	Münster	Gesellschaft Deutscher Chemiker, www.gdch.de
Kostenschätzung verfahrenstechnischer Anlagen	16.–17. Apr	Altdorf bei Nürnberg	Technische Akademie Wuppertal, ralf.bartelmai@taw.de
Genehmigungsmanagement bei Neu- und Umbau von Industrieanlagen	16.–17. Apr	Berlin	T.A.Cook, www.tacook.de/Genehmigung2018
Sicherheitstechnik in der Chemischen Industrie	16.–18. Apr	Frankfurt/M	Dechema, www.dechema-dfi.de
Patente in der Praxis: Chancen und Risiken sowie Tipps und Tricks	17. Apr	Frankfurt/M	Gesellschaft Deutscher Chemiker, www.gdch.de
Grundlagen des elektrischen Explosionsschutzes	17. Apr	Bochum	Dekra Exam, exam-info@dekra.com
Wärmebildkameras, Infrarotthermometer und deren richtige Anwendung	17. Apr	CH-Oberuzwil	Optris in Kooperation mit Roth+Co, events@optris.de , www.optris.de/messtechnik-workshops
VDI-Spezialtag Management of Change	17. Apr	Frankfurt/M	VDI Wissensforum, www.vdi-wissensforum.de
Regensburger Produktionstage 2018	17.–18. Apr	Regensburg	Arbeitskreis Instandhaltung, www.instandhaltungstage.com/76.html
Service-Praxisschulung Füllstand-Druckmesstechnik	17.–18. Apr	München	Endress+Hauser, training@solutions.endress.com
Rohrleitungen EN 13480	17.–18. Apr	Essen	Haus der Technik, kai.brommann@hdt.de
Errichtung von eigensicheren Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen	17.–18. Apr	Stuttgart	VDI Wissensforum, www.vdi-wissensforum.de
Prozessdatenanalyse	18.–19. Apr	Essen	Haus der Technik, kai.brommann@hdt.de
Service-Praxisschulung Durchflussmesstechnik	18.–19. Apr	Hamburg	Endress+Hauser, training@solutions.endress.com
5. VDI-Konferenz Anlagensicherheit 2018	18.–19. Apr	Frankfurt/M	VDI Wissensforum, www.vdi-wissensforum.de
Einblicke in die Praxis der Profis. Unscheinbar komplex: O-Ringe im Detail erklärt	19. Apr	Pinneberg	COG C. Otto Gehrckens, www.O-Ring-Akademie.de
Auswirkungen elektrostatischer Aufladungen in der Prozessindustrie	19. Apr	Frankfurt/M	Dechema, dechema.de/Kolloquium_Elektrostatik_2018.html
Betriebsingenieur VDI - Modul 1: Der Betriebsingenieur	19.–20. Apr	Frankfurt/M	VDI Wissensforum, www.vdi-wissensforum.de
Design of Experiments (DoE) Workshop	20. Apr	Frankfurt/M	Gesellschaft Deutscher Chemiker, www.gdch.de
Produktivitätsorientierte Instandhaltung – TPM (Total Productive Maintenance)	23.–24. Apr	Wuppertal	Technische Akademie Wuppertal, ralf.bartelmai@taw.de
Emailtagung 2018	23.–25. Apr	Bad Neuenahr	Deutscher Email Verband, info@emailverband.de
Das Lotus-Konzept	24. Apr	Wuppertal	Technische Akademie Wuppertal, ralf.bartelmai@taw.de
Wie Sie innovative Lösungen finden und geniale Ideen entwickeln	24. Apr	Wuppertal	Technische Akademie Wuppertal, ralf.bartelmai@taw.de
Grundlagen der funktionalen Sicherheit sowie der EN ISO 13849 und der EN 61508	24. Apr	Bochum	Dekra Exam, exam-info@dekra.com
Big Data Analytics in Process Industry	24.–25. Apr	Frankfurt/M	Dechema, www.dechema.de
Funktionale Sicherheit (SIL) – mit intensiven Übungen	24.–25. Apr	Essen	Haus der Technik, kai.brommann@hdt.de
Halterungssysteme industrieller Rohrleitungen	24.–25. Apr	Essen	Haus der Technik e.V., kai.brommann@hdt.de
Ergänzungskurs Verfahrenstechnik Modul 4	25.–26. Apr	CH-Liestal	SGVC, kl.stalder@bluewin.ch
Kompaktsseminar Prozessmesstechnik in der Verfahrenstechnik	25.–26. Apr	Essen	Haus der Technik, kai.brommann@hdt.de
1 x 1 der Verfahrenstechnik	25.–27. Apr	Essen	Haus der Technik, kai.brommann@hdt.de
Werkstoffauswahl im chemischen Anlagen- und Apparatebau	26. Apr	Frankfurt/M	Dechema, www.dechema-dfi.de
Effizientes Anforderungsmanagement für Produktmanager	27. Apr	Heidelberg	MSC Management Seminar Center, kairies-beratung@t-online.de , https://peterkairies.de

Mai

Trocknung in der Prozessindustrie	02.–03. Mai	Nürnberg	VDI Wissensforum, www.vdi-wissensforum.de
HAZOP / PAAG als systematische Analysenmethode in der Anlagensicherheit	03. Mai	Bochum	Dekra Exam, exam-info@dekra.com
Projektmanagement	03.–04. Mai	Wuppertal	Technische Akademie Wuppertal, ralf.bartelmai@taw.de
Strategisches Management	03.–04. Mai	Frankfurt/M	Gesellschaft Deutscher Chemiker, www.gdch.de
Betriebsingenieur VDI – Workshop	04. Mai	Stuttgart	VDI Wissensforum, www.vdi-wissensforum.de
Jahrestreffen Reaktionstechnik 2018	07.–09. Mai	Würzburg	Dechema, www.dechema.de
Lufttechnik für neue Technologien	08.–09. Mai	Löbau	Ult, ult@ult.de
IO-Link Anwender-Workshop	09. Mai	München	PROFIBUS Nutzerorganisation, www.io-link.com

Druckentlastung geht alle an

Die neue VDI 2879, die klassische Druckabsicherung im Anlagenbau, sowie der Umgang mit Sicherheitsarmaturen in der Großchemie waren Themen, die bei der diesjährigen Rembe Fachtagung Prozesssicherheit Anfang März diskutiert wurden. Durch einen Experimentalvortrag und Live-Versuche wurde der Bogen zwischen Theorie und Praxis gespannt. In der Praxis immer ein Thema: wer kümmert sich um die Installation und Wartung von Druckentlastungseinrichtungen? Der Spezialist für Druckentlastung und Explosionsschutz aus Brilon nutzte die Fachtagung, um auf sein Authorized Partner Programme (RAPP) hinzuweisen. Innerhalb dieses Programms werden Servicegesellschaften und Armaturenwerkstätten aus der Prozesssicherheit, die ohnehin verschiedenste Arbeiten innerhalb der Anlagen für Betreiber übernehmen, speziell auf das Handling von Berstscheiben geschult, zertifiziert und dauerhaft fortgebildet. Der besondere Charme für Betreiber ist, dass sich ein nachgewiesenermaßen qualifizierter Spezialist sich um Installation und Wartung der Sicherheitsarmaturen kümmert, ohne dass die Kapazitäten des



Abb.: Der Experimentalvortrag von Tobias Authmann (Denios) war eines der Highlights der diesjährigen Fachtagung.

eigenen Werkstatt- oder Instandhaltungspersonals beansprucht werden. Da besagter Spezialist ständig in verschiedensten Anlagen unterwegs ist und zusätzlich kontinuierlich geschult wird, greift man auf eine umfangreiche Expertise zurück – mit dem besten Ergebnis und dem optimalen Schutz für den eigenen Betrieb. Die nächste Rembe Fachtagung findet 2019 statt. www.rembe.de

Sensorik und Messtechnik mit deutlichem Umsatzwachstum

Die Sensorik und Messtechnik erwirtschaftete im zurückliegenden Jahr ein Umsatzplus von 9 %, die Investitionen stiegen um 18 %. Die Exportquote sank zeitgleich um 7 %. Alleine der Export ins mitteleuropäische Ausland führte zu einem Minus von 6 %. Im laufenden Jahr rechnet die Branche mit weiter steigendem Umsatz, plant höhere Investitionen und setzt dabei auf einen weiteren Personal- ausbau. Zu diesen Ergebnissen kommt eine Umfra-

ge des AMA Verband für Sensorik und Messtechnik (AMA) unter seinen Mitgliedern. Für das laufende Jahr prognostiziert die Branche ein weiteres Umsatzwachstum von 8 %. Die AMA Mitglieder planen die Investitionen um 13 % zu erhöhen, verglichen mit den Ergebnissen des Vorjahres. Aufgrund des positiven Ausblicks geben 80 % der teilnehmenden Firmen an, weitere Ingenieure einzustellen.

www.ama-sensorik.de

ZVEI feiert 100. Geburtstag

Der ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie wurde am 5. März 1918 in Berlin gegründet – bis dahin gab es zwar Verbände einzelner Branchensegmente, die gemeinsamen Interessen der gesamten Elektroindustrie wurden jedoch nicht mit einer Stimme vertreten. „Der ZVEI hat wechselhafte Zeiten durchlebt. Innovation und technischer Fortschritt standen jedoch immer im Zentrum seiner Arbeit“, so ZVEI-Präsident Michael Zieseimer. „Zusätzlich setzte sich der Verband schon früh für Zusammenarbeit,

Freihandel und Demokratie ein – in Deutschland und in Europa. Dafür steht er auch heute.“ Das Jubiläum nutzt der Verband, um in die Zukunft zu schauen. „Wir brauchen eine kraftvolle politische und gesellschaftliche Auseinandersetzung über die Schlüsselthemen der Zukunft“, so Dr. Klaus Mittelbach, Vorsitzender der ZVEI-Geschäftsführung. „Dazu gehört die Digitalisierung von Industrie, Gesundheitswirtschaft und Arbeitswelten, smarte Energienetze und neue Formen der Mobilität und des Wohnens.“ <https://100-jahre.zvei.org/>

Upcycling statt Recycling

Ein neu gestartetes Forschungsvorhaben „Upcycle-PET“ entwickelt ein Verfahren für eine hochwertige Kreislaufnutzung von Polyethylenterephthalat (PET). Dieses ermöglicht die Verwertung von PET-Abfällen aus gebrauchten Getränkeflaschen als Industriekunststoff und reduziert dadurch den Verbrauch von neuwertigem Kunststoff auf Basis von Polyamid. Das Projektteam besteht aus der Firma Easicomp, dem Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF und dem Öko-Institut. Im Projekt UpcyclePET nutzen die Partner Kompetenzen aus der

Material- und Prozessentwicklung, um einen integrierten Fertigungsprozess zur Herstellung glasfaserverstärkter PET-Bauteile zu entwickeln. Dabei kommt ein Strangziehverfahren (Pultrusionsprozess) zum Einsatz, mit dem der PET-Kunststoff mit Langglasfasern verstärkt und dadurch technisch aufgewertet wird. Dieser Ansatz kombiniert die mechanischen Vorteile der besonders stabilen Langglasfasern mit den vorteilhaften Eigenschaften von PET. Weil alle erforderlichen Prozessschritte in nur einer Anlage erfolgen, ist die Produktion besonders kostengünstig. www.oeko.de

NETZSCH TORNADO® Drehkolbenpumpen



Full Service in Place (FSIP)

- Einfacher schneller Service ohne Demontage
- Wechsel von Kolben und Dichtungen in wenigen Minuten
- Cartridge-Bauweise der Dichtungen für größtmögliche Flexibilität

BESUCHEN SIE UNS!
HANNOVER MESSE
auf dem PUMP PLAZA
23.04. – 27.04.2018
Halle 15, Stand G43



NETZSCH

www.netzsch.com

Tage für die Multiphysics Community

Am 12. April findet in München wieder ein Comsol Day statt. Die in vielen Ländern durchgeführte Veranstaltung bietet ein ganztätiges Programm mit technischen Präsentationen und Breakout-Sessions rund um die Hauptanwendungsgebiete der multiphysikalischen Modellierung. Zu den kostenfreien Tagen sind Ingenieure und Wissenschaftler eingeladen, sich mit anderen Comsol Anwendern auszutauschen, sich von den Referenten inspirieren zu lassen und die Spezialisten kennenzulernen. Zu Beginn der Veranstaltungen erhalten die Teilnehmer jeweils einen Überblick über die

Multiphysics Software und erfahren, wie Apps eingesetzt werden können, um Simulation unternehmensweit zu nutzen. Das Programm bietet verschiedene Trainings und Einführungskurse für Einsteiger und erfahrene Simulations-Anwender zu einer Vielzahl an Themen und Fachgebieten. „Mit den Comsol Days investieren wir in den Aufbau unserer Anwender-Community“, sagt Jeff Hiller, VP Sales des Unternehmens. „So können wir unsere Simulationsspezialisten mit aktuellen und zukünftigen Kunden aus aller Welt zusammenbringen.“

www.comsol.de

Air Products plant Übernahme von ACP

Der Industriegasehersteller Air Products will ACP Europe SA (ACP), das größte unabhängige Kohlendioxid-(CO₂)-Unternehmen in Kontinentaleuropa übernehmen. Derzeit liefert Air Products eine breite Palette von technischen Gasen in 13 europäische Länder, einschließlich flüssigem CO₂ aus dem Geschäft in Spanien und Polen. Durch die Übernahme von ACP wird Air Products seine An-

bietenposition für flüssiges CO₂ in weiteren Ländern Europas ausbauen und sein Angebot in ganz Kontinentaleuropa weiter verdichten. ACP beschäftigt mehr als 120 Mitarbeiter und verfügt über vier Anlagen für flüssiges CO₂ sowie über zwei Fertigungsstandorte für Trockeneis in Europa. Die Transaktion wird voraussichtlich im Sommer des Jahres 2018 erfolgen.

www.airproducts.de

Aufruf zum 2. March for Science

Am 14. April 2018 findet der zweite March for Science statt. In vielen Städten Deutschlands werden wieder tausende Menschen – nicht nur Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler – auf die Straße gehen, um für die Wissenschaft zu demonstrieren. Neben vielen Transparenten wird man hier und da die Worte „Science Bridges Cultures“ auf Ansteck-Buttons bemerken können. Denn unter diesem Motto haben fünf wissenschaftliche Fachgesellschaften ihre insgesamt über 130.000 Mitglieder zur Teilnahme aufgerufen: Der Dachverband der Geowissenschaften (DVGeo), die Deutsche Mathematiker-Vereinigung (DMV), die Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG), die Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) sowie der Verband Biologie, Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland (VBIO) unterstützen

so den March for Science 2018. Die großen mathematisch-naturwissenschaftlichen Fachgesellschaften wollen damit ein gemeinsames Zeichen setzen, dass exakte und sorgfältige Wissenschaften essentiell für eine moderne Gesellschaft sind und nicht für populistische Thesen zurechtgebogen werden dürfen. Die Freiheit von Forschung und Lehre und die Freiheit der Meinungsäußerung müssen gewahrt werden. Wissenschaftliche Fakten dürfen nicht geleugnet, relativiert oder „alternativen Fakten“ als gleichwertig gegenübergestellt werden. Wenn die Erkenntnisse von Forschung und Wissenschaft nur noch als eine mögliche Meinung von vielen dargestellt werden, verlieren sie ihre Bedeutung und der Wissenschaft wird letztlich ihre Existenzberechtigung entzogen.

www.wissenschaft-verbindet.de

MSR-Spezialmesse in Leverkusen

Die Meorga veranstaltet am 16. Mai 2018 in der Ostermann-Arena in Leverkusen eine regionale Spezialmesse für Prozessleitsysteme, Mess-, Regel- und Steuerungstechnik. Hier zeigen ca. 130 Fachfirmen der Mess-, Steuer-, Regel- und Automatisierungstechnik Geräte und Systeme, Engineering- u. Serviceleistungen sowie neue Trends im Bereich der Automatisierung. Die Messe wendet sich an Fachleute und Entscheidungsträger, die in ihren Unternehmen für die Optimie-



rung der Geschäfts- und Produktionsprozesse entlang der gesamten Wertschöpfungskette verantwortlich sind. Der Eintritt zur Messe und die Teilnahme an den Fachvorträgen sind für die Besucher kostenlos www.meorga.de

Ausgezeichneter Marktführer

Mit mehr als zwei Millionen installierten magnetisch-induktiven Durchflussmessgeräten ist Endress+Hauser auf diesem Gebiet Marktführer. Zu diesem Urteil kommt das Marktanalyse- und Beratungsunternehmen Frost & Sullivan nach einer umfassenden Markt- und Wettbewerbsrecherche und verleiht Endress+Hauser den „Global Market Leadership Award“. Die Auszeichnung wurde im Rahmen der Frost & Sullivan-Gala in Kalifornien überreicht. Die Marktforscher heben neben der Innovationskraft des Messtechnik-Spezialisten seine enge Zusammenarbeit mit Kunden hervor. Neben dem umfassenden Portfolio an Messgeräten bietet Endress+Hauser welt-



weit auch Dienstleistungen an. Diese ermöglichen den Kunden, ihre verfahrenstechnischen Prozesse über den gesamten Lebenszyklus einer Anlage zu optimieren und somit die Wettbewerbsfähigkeit zu steigern. Hierzu gehören Kalibrierungs-, Diagnose-, Reparatur-, Engineering-, Inbetriebnahme- und Wartungsdienstleistungen.

www.endress.com

Partec 2019: Call for Papers

Noch bis zum 30. April 2018 können Forscher und Wissenschaftler ihre Beiträge für die Partec 2019 einreichen. Der internationale Kongress für Partikeltechnologie findet vom 09.–11. April 2019 parallel zur Messe Powtech in Nürnberg unter dem Motto „Particles for a better life“ statt. Vorsitzender des Executive Committees der Partec ist Prof. Stefan Heinrich, TU Hamburg-Harburg. Die Beiträge können sich unter anderem mit Themen und Fragestellungen aus den Bereichen „Handling and Flow of Particulate Systems“, „Particle Inter-

actions and Interfaces“, „Modelling and Simulation“ sowie „Applications of Particle Technology“ beschäftigen. Die alle drei Jahre stattfindende Partec wird getragen von der VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (VDI-GVC) und von zahlreichen Organisationen aus dem In- und Ausland unterstützt, darunter der Arbeitsgemeinschaft für pharmazeutische Verfahrenstechnik (APV) und der Society of Powder Technology (Japan). Unternehmen der Branche können sich als Sponsoren einbringen. www.vdi.de/gvc

Filtertechnik von den Feinsten

Die internationale Ausstellung und Konferenz für Filter- und Trenntechnik weiter im Aufwind

Mit neuerlichen Bestmarken öffnete die Filtech bereits zum dritten mal auf dem Kölner Messegelände Ihre Tore.



Abb. 1: Die Bürgermeisterin von Köln, Elfi Scho-Antwerpes (links im Spiegel) bei Ihrer Grußadresse. In der ersten Reihe (von links): Filtech-Gründer Mike Tayler, und die beiden Konferenz-Chairman Prof. Eberhard Schmidt, Bergische Universität Wuppertal, und Dr. Harald Anlauf, KIT Karlsruhe.

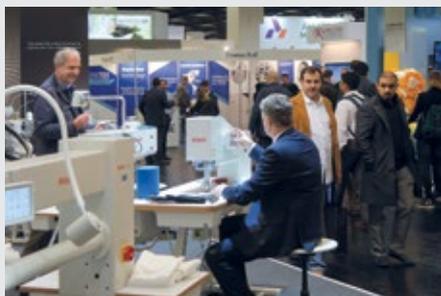


Abb. 2: Vom ersten Tag an gut besucht: Mehr als 12000 Fachleute besuchten an den drei Messetagen die 380 Aussteller und sorgten für eine volle Messehalle.



Abb 3: Gut gelaunt und sehr entspannt dank des konstanten Wachstums der Ausstellerzahlen und zufriedener Besucher: Suzanne Abetz, Geschäftsführerin des Veranstalters Filtech Exhibition Germany.

alle Fotos © CTplus

Nach Stationen in London, Manchester, Utrecht, Karlsruhe, Düsseldorf und Wiesbaden hat die wohl größte Messe der Branche in Köln ein fruchtbares Umfeld gefunden. Die Geschäftsführerin des Veranstalters Filtech Exhibition Germany, Suzanne Abetz, trägt sich mit Überlegungen, bei der kommenden Veranstaltung in 18 Monaten vom 22.–24. Oktober 2019 auch die zweite Ebene der Halle 11 zu öffnen.

„Die Zufriedenheit von Ausstellern und Besuchern ist wichtiger als eine wachsende Ausstellerzahl und mehr vermietete Quadratmeter“, sagte Suzanne Abetz. Dabei muss die Geschäftsführerin gar keinen Zweckoptimismus verbreiten, ganz im Gegenteil. Das Wachstum der 1965 gegründeten internationalen Ausstellung und Konferenz für Filter- und Trenntechnik ist ungebrochen. Nach 320 Ausstellern im Frühjahr 2015 und 355 im Herbst 2016 füllten

dieses Mal 380 Unternehmen den zur Verfügung stehenden Platz.

Den internationalen Teilnehmern des Kongresses wurden 1 Plenar- und 3 Keynote-Vorträge geboten. Das Konferenzprogramm umfasste 17 Sessions aus dem Bereich G (=Gas), 15 aus dem Bereich L (=Liquid), 8 aus dem Bereich M (=Membrane) und 9 aus dem Bereich F (=Filter Media).

www.filtech.de

**Effizienz integrieren.
Sicherheit maximieren.
Digitalisierung bewegen.**

Mobile Kommunikation und Sicherheit

Exploring Mobility – unser Ziel ist es, das Potenzial vernetzter Prozesse über mobile Endgeräte auch in rauer Umgebung voll auszuschöpfen, denn das erschließt unseren Kunden neue Anwendungen. Lernen Sie unser Mobile Worker-Konzept kennen und entdecken Sie, wie Sie mit innovativen Komplettlösungen Ihre Prozesse wesentlich effizienter und sicherer gestalten können.

Erfahren Sie mehr unter www.ecom-ex.com



11.–15.06.18
Halle 11.1 · A41



23.–27.04.18
Halle 9 · D76

ecom
A PEPPERL+FUCHS BRAND





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.

Plasma-Beschichtung

Anorganische Siliziumoxidschichten auf nanoskaligen Partikeln sind von breitem Interesse. So können z.B. ungewollte Partikeleigenschaften unterdrückt, Katalysatorpartikel stabilisiert oder die Dispergierbarkeit verbessert werden. Eine Alternative zu herkömmlichen Herstellungsverfahren könnte ein Plasma-unterstützter Aerosolprozess sein, der die kontinuierliche Beschichtung von Partikeln mit Siliziumoxid bei Umgebungstemperatur ermöglicht, sodass sich auch temperaturempfindliche Stoffe beschichten lassen. Dabei werden reaktive Spezies mithilfe einer dielektrischen Barriere-Entladung erzeugt.

Als Precursor dient Tetraethylorthosilikat. Ein weiterer Vorteil ist die weitgehende Unabhängigkeit des Prozesses von der Partikelquelle. In einer Studie wurden unterschiedliche Partikelgeometrien und -materialien, wie Metalle, Salze und Kunststoffe erfolgreich beschichtet. Die Schichtdicke ließ sich gut über die Kombination von Verweilzeit und Precursorkonzentration einstellen.

Kontakt
 DOI: [10.1002/cite.201700109](https://doi.org/10.1002/cite.201700109)
 Patrick Post, TU Clausthal
patrick.post@tu-clausthal.de

Verkapseltes

Verkapselte Systeme sind vor allem für die Lebensmittelindustrie und Pharmazie von großer Bedeutung. Die Herausforderung bei der Herstellung von Mikrokapseln liegt darin, eine möglichst große Menge an verkapseltem Material zu erreichen und dessen Freisetzungsverhalten zu kontrollieren. In einem zweistufigen Verfahren wurde eine W/O-Emulsion hergestellt und in einer weiteren wässrigen Phase dispergiert. Die Stabilität der Emulsionen sowie die Verkapselungseffizienz ließen sich durch lipophile Emulgatoren erhöhen. Das Freisetzungsverhalten der erhaltenen

Mikrokapseln aus einem Hartfett und einer Salzlösung hängt von der Art und Menge der Emulgatoren ab.

Kontakt
 DOI: [10.1002/cite.201700118](https://doi.org/10.1002/cite.201700118)
 Rebecca Scholz,
 Ruhr-Universität Bochum
rscholz@vtp.rub.de

Graphen aus der Scheibenschwingmühle

Mehrschichtiges Graphen (MSG) ist aufgrund seiner mechanischen und elektrischen Eigenschaften sehr interessant für elektronische Anwendungen wie neuartige Akkus. Eine kostengünstige Methode zur Herstellung von MSG könnte die Zerkleinerung von Graphitpartikeln in einer Scheibenschwingmühle darstellen. Optimale Prozessbedingungen für das mikromechanische Ablättern von MSG lassen sich realisieren, wenn eine hochviskose Flüssigkeit aus Zucker zugegeben wird. In einer Studie

wurden die Bedingungen untersucht, bei denen ausreichende Scherkräfte im Prozess in der Scheibenschwingmühle entstehen. Die gewonnenen Graphenblätter mit Schichtdicken von 2–10 Schichten könnten für Lithium-Ionen-Akkumulatoren verwendet werden.

Kontakt
 DOI: [10.1002/cite.201700074](https://doi.org/10.1002/cite.201700074)
 Michael Trüe, Otto-von-Guericke-Universität, Magdeburg
michael.truee@ovgu.de

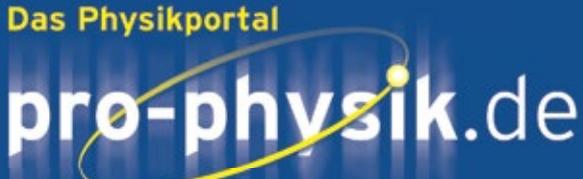
Hydrothermale Synthese

Die außergewöhnlichen Eigenschaften von nahe- und überkritischem Wasser ermöglichen die Herstellung von metalloxidischen Nanopartikeln durch kontinuierliche hydrothermale Synthese. Dieser Prozess basiert auf dem Vermischen einer kalten, wässrigen Metallsalzlösung mit heißem Wasser unter Druck. Aktuell fehlen jedoch noch gesicherte Methoden zur Prozessauslegung und Prozessführung, um eine gleichbleibende Produktqualität sowie Partikelgröße und Morphologie zu garantieren. In einem

Artikel werden die Grundlagen und der aktuelle Wissensstand zusammengefasst, experimentelle und theoretische Ergebnisse diskutiert und ein Ausblick gegeben.

Kontakt
 DOI: [10.1002/cite.201700082](https://doi.org/10.1002/cite.201700082)
 Michael Türk, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
michael.tuerk@kit.edu

Das Physikportal



pro-physik.de

Registrieren Sie sich jetzt **kostenfrei** für das

COMSOL Webinar

Akkus Simulieren in 18 Minuten

Dienstag, 17. April 2018, 14:00 Uhr

bit.ly/pro-physik_Webinar_Akkus





Abb. 1: Die energieintensive Grundstoffindustrie (Metallerzeugung, Chemie, Papier, Zement, Glas, Keramik) ist verantwortlich für etwa 3/4 des industriellen Energiebedarfs und etwa 2/3 des industriellen Stromverbrauchs in Deutschland



Der „Elektrizitätspuffer“

Die Prozessindustrie wird flexibler – Teil 3: Energieadaptive Produktionstechnik

„Neuer Rekord bei erneuerbaren Energien“ – „Wind und Sonne decken den Löwenanteil des Energiebedarfs“ – die Medien und das Internet sind voller Erfolgsmeldungen zur Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen. Aber diese guten Nachrichten haben auch eine Schattenseite: Mit dem wachsenden Anteil erneuerbarer Energie, besonders aus Sonne und Wind, wächst auch die Volatilität der Energieerzeugung.

Die Spitzen sind dabei so hoch, dass bis zu 4 Mrd. kWh erneuerbaren Stroms pro Jahr abgeregelt werden müssen, weil das Netz sie nicht aufnehmen kann. Gleichzeitig kämpft das Land damit, seine Klimaziele zu erreichen, denn die Kohlekraftwerke müssen weiterlaufen, um die Energieversorgung in windstillen Nächten zu sichern. Während also am 1. Januar 2018 laut „Agora Energiewende“ mehr als 95 % des deutschen Strombedarfs aus erneuerbaren Quellen stammten, mussten am 24. Januar 2017 über 90 % des Energiebedarfs durch konventionelle Kraftwerke abgedeckt werden, wie der BDEW berichtete.

Bisher ist diese „konventionelle Reserve“ der einzige Weg, eine durchgängige Stromversorgung sicherzustellen. Die bestehenden Speicherkapazitäten etwa in Pumpspeicherkraftwerken sind begrenzt und in Deutschland weitgehend ausgeschöpft. Batterietechnologien werden stark vorangetrieben, aber die Skalierbarkeit ist limitiert und Elektrofahrzeuge setzen sich nur sehr langsam am Markt durch.

Demand Side Management als Lösung?

Wenn sich die Angebotsseite also nur begrenzt ausgleichen lässt, wie wäre es damit, die Nachfrageseite zu flexibilisieren – „demand side management“ zu betreiben? Das vom BMBF geförderte Kopernikus-Projekt „SynErgie – Synchronisierte und energieadaptive Produktionstechnik zur flexiblen Ausrichtung von Industrieprozessen auf eine fluktuierende Energieversorgung“ hat sich genau dieser Frage gewidmet. In der gerade erschienenen Publikation „Flexibilitätsoptionen in der Grundstoffindustrie“ untersuchen die Autoren Methodik, Potenziale und Hemmnisse, inwieweit sich Prozesse der Grundstoffindustrie hoch- und herunterregeln lassen, um Energiespitzen abzufangen.

Die energieintensive Grundstoffindustrie (Metallerzeugung, Chemie, Papier, Zement, Glas, Keramik) ist verantwortlich für etwa ¾ des industriellen Energiebedarfs und etwa 2/3 des industriellen Stromverbrauchs in Deutschland. Damit stellen diese Prozesse potenziell den bedeutendsten Hebel für eine Flexibilisie-

rung des Stromsystems dar. An jeweils einem Prozess untersuchten die Experten beispielhaft, welche Flexibilisierungspotenziale umsetzbar wären. Dabei berücksichtigten sie sowohl technologische als auch ökonomische Randbedingungen und die praktische Umsetzbarkeit, etwa im Hinblick auf regulatorische Restriktionen. Die Autoren beziehen sich auf drei Anforderungsprofile: einer kurzfristigen Variation der abgerufenen Leistung (15 min.), um eine kurzfristige Schwankung in der Stromerzeugung zu kompensieren; einer tageszeitlichen Schwankung mit einem Tag Vorankündigung und einer Dauer von 3–12 h; und einer „Dunkelflaute“ von 1–5 Tagen mit mehreren Tagen Vorlauf.

Chlor-Alkali-Elektrolyse: Ein Klassiker in neuer Rolle?

Als Beispiel für die Chemieindustrie wird in der Studie die Chlor-Alkali-Elektrolyse gewählt, die in mehreren Varianten untersucht wurde. Dieser Prozess lässt sich in mehrerer Hinsicht flexibel



Allgemein	Branchendaten	Energieverbrauch der chemischen Industrie	Prozessbeschreibung								
	<ul style="list-style-type: none"> Größter Stromverbraucher der chem. Industrie 1308 GW (ohne Nebenaggregate), ≈11 TWh/a Strombedarf (ca. 2% des dt. Stromverbrauchs) Jährliche Produktionsmenge: 4 Mio. t Cl₂ 21 Anlagen an 17 Standorten Kontinuierlicher Prozess, Auslastung ≥95% Anorganische Grundchemikalie mit standortspezifischer Einbindung in Folgeprozesse 		<p>Allgemeine Reaktionsgleichung:</p> $2 \text{NaCl} + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{H}_2 + 2 \text{NaOH}$ <p>Verfahren (% der installierten Kapazität):</p> <ol style="list-style-type: none"> Membran-Verfahren (70%) Diaphragma-Verfahren (23%) Amalgam-Verfahren (8%) 								
Auslastung und Effizienz		Das Wichtigste in Kürze	Wechselwirkungen zwischen Effizienz und Flexibilität								
	<ul style="list-style-type: none"> Mögliche Flexibilität hängt von Auslastung ab Laständerungen ändern die Produktmenge → Muss zeitnah kompensiert werden, um Folgeprozesse zu versorgen 	<ul style="list-style-type: none"> Die CAE ist ein kontinuierlicher Prozess, verknüpft mit Folgeprozessen im Verbundstandort → Flexibilitätsoptionen standortspezifisch Über- oder Unterproduktion muss sehr zeitnah kompensiert werden Begrenzung der Flexibilitätsoptionen durch Bedingungen des §19.2 StromNEV PVC Produktion verläuft über EDC als speicherbares Zwischenprodukt → eröffnet Flexibilitätsperspektiven 	<p>Spezifische Effizienz der Elektrolyse nimmt mit abnehmender Stromstärke zu</p> <ul style="list-style-type: none"> bei geringerer Leistung ist Elektrolyse spezifisch effizienter Nachholung der Produktion erfordert mehr Strom für die gleiche Menge Chlor Lasterniedrigung schneller möglich als -erhöhung 								
Flexibilitätspotenziale und -perspektiven	Schematische Darstellung der VCM-Produktion auf Basis des Vinnolit-Prozesses	Flexibilitätspotenziale und -perspektiven	Teillastpotenzial								
		<ul style="list-style-type: none"> Teillastbetrieb Nutzung von Ethylendichlorid (EDC) als speicherbares Zwischenprodukt für Polyvinylchlorid (PVC) Standorte Schaltbare Sauerstoffverzehrkathoden (SVK) erlauben kontinuierliche Chlorproduktion unter Variation der Wasserstoffproduktion → bis zu 20% Lastreduktion, abhängig vom Wasserstoffbedarf des Standortes 	<table border="1"> <tr> <td>Typische Anlagengröße in MW</td> <td colspan="2">30 – 150</td> </tr> <tr> <td>Technisches Potenzial</td> <td>Negativ</td> <td>Positiv</td> </tr> <tr> <td>Potenzial in MW oder %</td> <td>-10-50% bedingt Nachholung der Produktion</td> <td>≤+5%, abhängig von Auslastung</td> </tr> </table>	Typische Anlagengröße in MW	30 – 150		Technisches Potenzial	Negativ	Positiv	Potenzial in MW oder %	-10-50% bedingt Nachholung der Produktion
Typische Anlagengröße in MW	30 – 150										
Technisches Potenzial	Negativ	Positiv									
Potenzial in MW oder %	-10-50% bedingt Nachholung der Produktion	≤+5%, abhängig von Auslastung									

© Bundesministerium für Bildung und Forschung; Studie Flexibilitätsoptionen in der Grundstoffindustrie

Abb. 2: Branchensteckbrief Chemische Industrie Chlor-Alkali Elektrolyse

gestalten: So kann die Anlage in einem Fenster zwischen Vollast und minimaler Teillast betrieben werden. Alternativ lässt sich die Produktion puffern, indem Zwischenprodukte gespeichert werden, und die Membran-Elektrolyse lässt sich mit schaltbaren Sauerstoffverzehrkathoden betreiben. Alle diese Optionen eignen sich, um Schwankungen auszugleichen – allerdings um den Preis von Produktionsverlusten und zu erheblichen Zusatzkosten für die Unternehmen.

Chlor-Alkali-Elektrolysen sind in der Regel stark ausgelastet, so dass eine Lasterhöhung in der Regel kaum möglich ist. Lastreduktionen sind technisch machbar. Allerdings sind die Prozesse häufig in Verbundstandorten angesiedelt und mit weiterführenden Prozessen verknüpft; Produktionsausfälle führen deshalb zu Ausfällen in nachgelagerten Folgeprozessen. Zwischenprodukte zu speichern ist nicht beliebig machbar, denn bspw. Chlorspeicher unterliegen gesetzlichen Größenbeschränkungen. Ein spezieller Fall ist jedoch die PVC-Produktion. Das Zwischenprodukt EDC kann gespeichert werden und somit die Folgeprozesse von der Chlor-Produktion entkoppelt werden. Damit eröffnen sich Möglichkeiten, die Chlor-Alkali Elektrolyse im Rahmen der PVC-Wertschöpfungskette für die Flexibilitätsoptionen zu nutzen.

Doch noch ein weiterer Faktor macht den Einsatz der Chlor-Alkali-Elektrolyse für das Demand-Side-Management schwierig: In der Regel muss es darum gehen, lokale Überschüsse oder Engpässe auszugleichen. Die Zentren der Chlor-Alkali-Elektrolyse liegen jedoch meist nicht in Gebieten mit einem hohen Anteil erneuerbarer Stromerzeugung; auch deshalb wird ihr Beitrag zunächst überschaubar bleiben. Trotz all dieser Hemmnisse empfehlen die Autoren der Publikation den Betreibern von Chlor-Alkali-Elektrolysen, sich mit den kommenden Veränderungen des Stromsystems auseinanderzusetzen und die Möglichkeiten weiter zu entwickeln, damit dieser stromintensive Prozess einen Beitrag zur Standortsicherung leisten kann.

Die Autorin
Dr. Kathrin Rübberdt,
 Leiterin Biotechnologie & Kommunikation, Dechema

Kontakt

Dechema e.V., Frankfurt am Main
 Dr. Kathrin Rübberdt
 Tel.: +49 69-7564-277
 ruebberdt@dechema.de · www.dechema.de

Flexibilitätsoptionen in der Grundstoffindustrie

Die Publikation des Bundesministeriums für Bildung und Forschung ist kostenlos im Download verfügbar.

www.dechema.de/flexibilitaetsoptionen





Die Achema – für jeden anders, für alle da

Noch zwei Monate bis zum Start der Achema 2018

Was erwartet Sie beim Weltforum der Prozessindustrie? Das kommt ganz darauf an, wie Thomas Scheuring, Geschäftsführer der veranstaltenden Dechema Ausstellungs-Gesellschaft weiß.



Dr. Thomas Scheuring,
Geschäftsführer Dechema
Ausstellungs-GmbH

Sie suchen das Bewährte?

Die Achema steht ganz in der Tradition ihrer erfolgreichen Vorgängerinnen: In 11 Ausstellungsgruppen präsentieren Anbieter aus aller Welt, was sie an Neuheiten zu bieten haben – von der Laborausrüstung über Equipment bis zu vollständigen Verpackungsstraßen. Auch der Kongress mit etwa 800 Vorträgen deckt die gesamte Breite der Prozessindustrie ab. Für welche Fragestellung auch immer Sie eine Lösung oder einen Kooperationspartner suchen, hier werden Sie fündig.

Sie interessieren sich für die Player von morgen?

Am Achema-Gründerpreisstand in Halle 9.2 präsentieren sich die 10 Finalisten des Achema-Gründerpreises 2018. Soviel sei verraten: Die jungen Unternehmen kommen aus unterschiedlichsten Bereichen der Prozessindustrie und treten mit brandneuen Lösungen gerade in den Markt ein. Beim Achema-Start-Up-Forum am Dienstag, 12. Juni 2018, stellen sie ihre

Technologien vor, und Sie haben Gelegenheit, auch individuell ins Gespräch zu kommen.

Sie sind Generalist?

Die Achema verschafft Ihnen den Gesamtüberblick über die Prozessindustrie – ob Sie eine Komponente suchen oder ein vollständiges Anlagenkonzept entwickeln möchten. Nirgends sonst haben Sie die Möglichkeit, mit so vielen Anbietern an einem Ort Kontakt aufzunehmen und Möglichkeiten zur Zusammenarbeit auszuloten. Hier können Sie sich innerhalb kürzester Zeit über alle Trends informieren, die die Prozessindustrie bewegen.

Sie suchen die ganz spezielle Lösung?

Auch dann werden Sie fündig – denn die Achema ist gleichzeitig ein El Dorado für die einzelnen Branchen. Wussten Sie bspw., dass unter dem Dach der Achema die weltgrößte Pumpenausstellung zu finden ist?

Sie möchten Zukunftsvisionen diskutieren?

Im Kongressprogramm und vor allem in den Podiumsdiskussionen und Plenarvorträgen erfahren Sie, wie Europa zukünftig mit Kunststoffen umgehen könnte, welche neuen Business-Modelle die Digitalisierung der Chemieindustrie beschern könnte oder wie Energiewende und Prozessindustrie zusammenhängen.

Sie wollen wissen, welche Megatrends die Prozessindustrie beeinflussen?

In den drei Fokusthemen „Flexible Production“, „Biotech for Chemistry“ und „Chemicals and Pharma Logistics“ zeigen wir Ihnen quer

durch alle Ausstellungsgruppen, wie Flexibilisierung, Biologisierung und Integration der Supply Chain die Prozessindustrie verändern und welche Lösungen dafür existieren.

Sie wollen internationale Kontakte knüpfen?

Gäste aus über 100 Ländern sind auf der Achema präsent. Die Achema Worldwide Businessforen richten ein Schlaglicht auf bestimmte Regionen wie China oder Russland und bieten Ihnen die Möglichkeit, gezielt Kontakte herzustellen. Und darüber hinaus finden Sie in der Ausstellung Vertreter aus über 50 Ländern, mit denen Sie ins Gespräch kommen können.

Was Sie wollen...

Gleich, was Sie auf die Achema führt – der wissenschaftliche Kongress, die Ausstellung, die zahlreichen Gast- und Partnerveranstaltungen – hier findet jeder, was er sucht. Und weil alles an einem Ort versammelt ist, findet jeder auch ein bisschen mehr, ob beim Bummel durch die Hallen, beim Gespräch in der Kaffeepause oder bei der Präsentation im Vortragsaal. Seien Sie vom 11.–15. Juni 2018 dabei und finden und gestalten Sie Ihre ganz persönliche Achema!

Kontakt

Dechema e.V., Frankfurt am Main
Dr. Kathrin Rübberdt
Tel.: +49 69 7564 277
ruebberdt@dechema.de · www.dechema.de

Nur Nullen haben keine Kanten

Fortsetzung der Jahrestreffen der Young Professionals in der chemischen Industrie

Mehr als 80 Berufseinsteiger kamen zum 3. Jahrestreffen der Young Professionals in der chemischen Industrie nach Dortmund, um sich im Rahmen des Messeduos Maintenance und WorkSafe auszutauschen.

Mit der Themenauswahl hat das Organisationssteam der Young Professionals, die in der VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (GVC) organisiert sind, erneut den Puls der Zeit getroffen. Die geführten Messerundgänge boten zusätzlich einen wichtigen Praxisbezug für die Teilnehmer. Damit haben die Young Professionals der VDI-GVC ihr Konzept erfolgreich etabliert. Ihr 4. Jahrestreffen veranstalten sie am 20.02.2019 erneut in Dortmund zusammen mit den Messen Maintenance und Pumps & Valves 2019.

Weichen und Hürden auf dem Karriereweg

Mit seinem Eröffnungsvortrag „Weichen und Hürden auf dem Karriereweg“ brach Dr.-Ing. Jürgen Kussi, Bayer, sofort das Eis und regte zu Nachfragen und intensiven Diskussionen an. Er for-

derte den Nachwuchs auf, mutig zu sein, eigene Stärken zu erkennen und sich Herausforderungen zu stellen. Enttäuschungen, Scheitern oder auch „Nein-Sagen“ sind wichtige Elemente des Karrierewegs. Es ist nicht einfach, für seine Überzeugungen einzutreten, gegen Widerstände zu kämpfen und Fehlentscheidungen zu begehen bzw. einzugestehen. Aber es sind diese scheinbaren Niederlagen, aus denen neue Chancen entstehen und die Persönlichkeit des einzelnen wächst. Kussi kann als Unit Head global in der Verfahrens- und Anlagensicherheit auf eine lange und erfolgreiche Karriere zurückblicken, die auch heute noch viele Herausforderungen bietet. Er hat in seinem Berufsleben viele junge Menschen eingestellt und deren Werdegang verfolgt. Sein Credo an die Jugend lautet: „Seid mutig, denn nur Nullen haben keine Kanten!“.

Persönlichkeit und Wissen sind auch die zentralen Erfolgsfaktoren für den lateralen Führungsstil, wie Rechtsanwalt Nils Schmidt, Die Führungskräfte, erläuterte. Denn Wissen ist Macht, und dies bezieht sich sowohl auf fachliches Know-How als auch auf Menschenkenntnis, damit die gleichberechtigte Zusammenarbeit von Führungskräften und Mitarbeitern durch die gesamte Hierarchieebene hinweg erfolgreich funktionieren kann.

Zentrale Themen: Digitalisierung und Sicherheit

Die fachlichen Schwerpunkte der Veranstaltung fokussierten sich auf die Themen Digitalisierung und – passend zum Messemotto – Sicherheit. Dr. Felix Hanisch, Bayer, und Dr. Jörg Appel, Clariant, erklärten kenntnisreich und verständlich die Chancen und Möglichkeiten von Industrie 4.0, Big Data und Manufacturing Intelligence. Hanisch verglich Industrie 4.0 mit dem Goldrausch der Vorzeit und betonte, „Informationen – nicht Daten – sind das Gold des 21. Jahrhunderts“. Digitalisierung und Industrie 4.0 machen Automatisierungslösungen greifbar, die bislang nicht möglich oder nicht wirtschaftlich waren. Damit haben die „Digital Natives“ keine Berührungspunkte. Hinter dem Hype Digitalisierung erkennen sie deutlicher als ihre älteren Kollegen neue Chancen und Herausforderungen, denen sie sich gut gewachsen fühlen.

Anders sieht es mit dem Thema Sicherheit aus. Während des Studiums mangels angemessenem Curriculum oft vernachlässigt, holen die vielfältigen Anforderungen des Immissionsschutzes, des Arbeitsschutzes und zahlreicher anderer gesetzlicher Regelungen die Berufseinsteiger in der Realität oft unangenehm ein. Dipl.-Ing. Jens Hötger, TÜV Nord InfraChem, erklärte eindringlich, welche Gefahren für Mensch und Umwelt selbst durch einfache aber verheerende Verwechslungen von nicht eindeutig gekennzeichne-



Abb.: Die Geschäftsführerin der VDI-GVC Dr. Ljuba Woppowa mit Young Professionals

ten Ansaugstutzen ausgehen können. So geschehen 2016 in Kansas / USA aber auch 2017 in Oberhausen. Arthur Mendrella, BASF Ludwigshafen, betonte wie wichtig Kommunikation und abgestimmte Vorgehensweisen bei Turnarounds sind – unabhängig davon, ob es sich um große Abstellungen mit einem Aufwand von mehreren Millionen Euro handelt oder um eine kleine Revision, die im laufenden Betrieb erfolgen muss.

Um all diese Herausforderungen des betrieblichen Alltags zu bewältigen, sind Young Professionals heute mehr denn je auf einen Austausch sowohl mit Gleichaltrigen als auch mit erfahrenen Kollegen angewie-

sen. Die Jahrestreffen der Young Professionals in der chemischen Industrie bieten mit ihrer Kombination von aktuellen Fachthemen, Soft Skills, Networking und geführtem Messebesuch die ideale Möglichkeit des Austausches. Die Berufseinsteiger, die sich bei der Organisation aktiv beteiligen, können sich darüber hinaus auch in Moderation und Organisation üben. Den Tagungsleitern Dr.-Ing. Michael Imle, BASF, M.Sc Björn Heidrich, Clariant, und B.Sc. Florian Müller, Emil Kiessling sowie den Tour-Guides Dr.-Ing. Christoph Schwienheer und Dipl.-Ing. Willy Wenzel, ist dies 2018 in eindrucksvoller Weise gelungen. ■

Young Professionals

Die Jahrestreffen der Young Professionals in der chemischen Industrie werden organisiert durch die Young Professionals der VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (VDI-GVC) und unterstützt durch Easyfairs. Berufseinsteiger, die sich im Programmausschuss und bei der Organisation der zukünftigen Jahrestreffen engagieren wollen, senden bitte eine E-Mail an YP-GVC@vdi.de.

Das 4. Jahrestreffen findet am Mittwoch, 20. Februar 2019 im Rahmen der Messen Maintenance und Pumps & Valves in Dortmund statt; das Organisationstreffen am 1.9.2018 in Frankfurt a.M. Alle Informationen auf: www.vdi.de/gvc/yp

Das VDI-Konzept ist inzwischen zum Vorbild für eine andere innovative Branche geworden. Am 18.04.2018 findet das 1. Jahrestreffen der Young Professionals in der Medizintechnik in Kooperation mit der Messe MedTec in Stuttgart statt. Weitere Informationen auf: www.vdi.de/medizintechnik

Maschinenschläuche für Labor und Betrieb

Als Spezialist für Schlauchtechnik präsentiert RCT Maschinenschläuche ohne Einlage für unterschiedlichste Einsatzbereiche. Der Unterschied der einzelnen Maschinenschläuche liegt einerseits in der chemischen Beständigkeit und andererseits in der Materialbeschaffenheit, die sich in der jeweiligen Shore-Härte ausdrücken.

- Viton-Schläuche, auch als FPM/FKM-Schläuche bekannt, sind aufgrund ihrer Shore-Härte A 75° gemäß DIN 53505 ideale Schlauchleitungen. Der Viton-Schlauch ist annähernd gasdicht, flexibel und von hoher mechanischer Festigkeit.
- Perbunan-Schläuche bzw. Nitril-Kautschuk-Schläuche sind überaus abriebfest, beständig gegenüber Treibstoffen, pflanzlichen Ölen sowie Säuren und Laugen.



- NBR-Schläuche zeichnen sich durch die Shore-Härte A 70° gemäß DIN 53505 aus. Sie sind für Arbeitstemperaturen von -20 °C bis +100 °C einsetzbar.

- EPDM-Schläuche gelten ebenfalls als Maschinenschläuche; sie sind relativ weich, was durch ihre Shore-Härte A 60° gemäß DIN 53505 bestätigt wird. Als Arbeitstemperatur gilt -35 °C bis +120 °C. Sie zeichnen sich durch beste Beständigkeit gegenüber Säuren und Laugen aus, sind aber ebenso heißwasser- wie frostschutzbeständig.
- Als Maschinenschläuche werden im Pharmabereich Silikonschläuche und EPDM/PP-Schläuche (Santoprene-Schläuche) eingesetzt, die FDA- bzw. BfR-konform sind.

Kontakt

Reichelt Chemietechnik GmbH & Co.
Tel.: +49 6221 3125 12
info@rct-online.de · www.rct-online.de

Analytische Meßgeräte für Partikel & Dispersionen

Fest-Flüssig/Flüssig-Flüssig-Separationsanalyse

Sedimentanalyse

Partikel- und Tröpfchengrößenverteilungen

Separationsgeschwindigkeitsverteilungen

Direkte und beschleunigte Stabilität von Emulsionen & Suspensionen

Lagerstabilitätsbestimmung nach ISO/TR 13097



ACHEMA2018 Stand 4.2 E48



www.LUM-GmbH.com
info@LUM-GmbH.de

Gemeinsam kontaktlos führend

Die Kooperation zur Nutzung und Weiterentwicklung der Memosens-Technologie feiert 10-jähriges Bestehen

In diesem Jahr feiert die Kooperation von Knick und Endress+Hauser bei der gemeinsamen Nutzung und Weiterentwicklung der Memosens-Technologie ihr zehnjähriges Bestehen. 2008 vereinbarten die Unternehmen eine gegenseitige Lizenzierung der relevanten Patente für induktive Steckersysteme und beschlossen die Nutzung eines neuen, gemeinsamen Logos für Memosens. Zu diesem Anlass hat Knick eine Online-Academy für Memosens-Know-how eröffnet und kündigt zur Achema zahlreiche Innovationen für den kontaktlosen Sensor-Standard an.

Bei der Flüssigkeitsanalyse von Prozessmedien können unterschiedliche Störfaktoren, wie z.B. EMV-Einstrahlungen, verunreinigte oder korrodierte Kontakte zwischen Sensor und Kabel sowie unzureichende Erdung bzw. mangelhafter Potenzialausgleich der Messstellenkomponenten die analoge Übertragung der Messwerte beeinträchtigen und zu teils erheblichen Verfälschungen der Ergebnisse führen.

Auf die kontaktlose digitale Memosens-Technologie haben diese Fehlerursachen keinen Einfluss mehr. Die Messwerte werden bei Memosens-Sensoren von einem Chip direkt im Sensorkopf digitalisiert und gespeichert. Sowohl Daten als auch Speisespannung wer-

den zwischen Sensor und Kupplung kontaktlos und damit galvanisch getrennt übertragen. Somit kann die Datenübertragung weder durch Nässe, Ablagerungen noch durch elektromagnetische Störquellen beeinflusst werden.

Bei herkömmlichen analogen Sensoren bildet die Verbindung zum Sensorkabel eine zusätzliche Schwachstelle, rund 95 % aller heute eingesetzten Flüssigkeitssensoren besitzen Schraub-Steckanschlüsse. Abgesehen von den typischen feuchtigkeits-, schmutz- oder korrosionsbedingten Kontaktproblemen kann es hier durch unvorsichtiges Einschrauben zum Verkanten und Kontaktproblemen kommen, die eine korrekte galvanische Trennung verhindern.

Der Bajonettverschluss von Memosens ermöglicht hingegen ein schnelles und einfaches Anstecken der Sensoren auch unter widrigen Bedingungen. Verdrehungen des Sensorkabels, wie bei herkömmlichen Schraubanschlüssen, werden komplett vermieden.

Zehn Jahre beständige Weiterentwicklung

In den vergangenen zehn Jahren wurde die Technologie von ihren Urhebern laufend gemeinschaftlich weiterentwickelt. Die kontinuierlich wachsende Auswahl an pH/Redox-, Leitfähigkeits-, und Sauerstoff-Sensoren stellt Anwendern ein breites Spektrum für nahezu alle Applikationen in unterschiedlichsten Branchen zur



Abb. 1: Bei der digitalen Memosens-Sensortechnologie werden Sensordaten und Speisespannung kontaktlos übertragen. Da Feuchtigkeit oder Nässe die induktive Übertragung in den Sensorkupplungen nicht beeinflussen können, lassen sich Memosens-Sensoren sogar unter Wasser anstecken.

Verfügung. Dazu bietet Knick heute ein großes Portfolio an Prozessanalysengeräten in 2- oder 4-Leiter-Versionen mit unterschiedlichen Buschnittstellen, automatisierten Reinigungs- und Kalibriersystemen, Wechselarmaturen, Kompakttransmittern und portablen Analysenmesssystemen für Memosens an. Alle Komponenten sind durchgängig kompatibel zueinander.

Anwender noch nicht mit allen Vorteilen vertraut

Von den Sensoren, die Knick Elektronische Messgeräte heute verkauft, sind ca. 80 % digitale bzw. Memosens-Ausführungen. Dennoch werden die besonderen wirtschaftlichen Vorteile dieser Technologie, wie z.B. durch die Möglichkeiten der Vorkalibrierung und der Sensordiagnose zur vorausschauenden Wartung, von vielen Kunden noch verkannt oder unterschätzt. Dabei bietet die Speicherung sämtlicher Sensor- und Kalibrierdaten im Sensorkopf bzw. die Option, die Sensoren unter optimalen Bedingungen im Labor zu kalibrieren, ein probates Mittel, um die Lebensdauer der Sensoren erheblich zu verlängern. Durch die Kontrolle der Sensorbetriebsdauer, des Sensorverschleißes, der Reststandzeit, der Maximaltemperatur, des

sogenannten adaptiven Kalibrier-Timers sowie der Kalibrier- und Justierdaten kann die Verfügbarkeit signifikant erhöht werden – vorkalibrierte Memosens-Sensoren erreichen eine bis zu 40 % längere Lebensdauer als herkömmliche analoge Sensoren.

Zeigt die Belastungsmatrix, dass eine Sonde durch extreme pH- und Temperaturwerte stark

belastet ist, können die vorgegebenen Kalibrierintervalle über den sogenannten adaptiven Kalibrier-Timer verkürzt werden. „Bei diesem prädiktiven Vorgehen wartet man nicht, bis der Sensor am Wochenende oder in der Nachtschicht ausfällt, sondern tauscht stark beanspruchte Sensoren regelmäßig gegen vorkalibrierte Sensoren aus“, erklärt Dr. Dirk Steinmüller, Mitglied der Geschäftsleitung von Knick. „Wenn früher ein Problem am Sensor auftrat, musste der Ersatzsensor durch einen PAT-Ingenieur vor Ort kalibriert werden. Dagegen lassen sich Memosens-Sensoren im Labor zuverlässig vorkalibrieren, so dass ein einfacher und unkomplizierter Austausch an der Messstelle ohne hochqualifiziertes Personal erfolgen kann.“

Online-Portal vertieft Memosens-Kenntnisse

Um dieses Wissen nachhaltig zu vermitteln und Anwendern oder allen Interessierten eine Gelegenheit zu bieten, ihre Kenntnisse rund um die Memosens-Technologie auf unterhaltsame Weise zu vertiefen, hat Knick die Memosens Academy gegründet: Unter der Adresse www.memosens-academ.com erläutert das Online-Portal mit vielen Kurzfilmen und interaktiven Grafiken die Grundlagen der digitalen Sensortechnologie auf leicht verständliche Weise. Neben Erklärungen der Funktionsweise und der Anwendungsvorteile widmet sich ein großer Bereich der Memosens Academy der Erläuterung realer Anwendungsszenarien: Die Rubrik „Memosens in der Praxis“ zeigt anhand laufend erweiterter Applikationsbeispiele wie sich mit Memosens Messaufgaben in anspruchsvollen Anwendungen lösen lassen, bei denen herkömmliche Sensortechnik an ihre Grenzen stößt. Dabei werden nicht nur die technischen Vorzüge von Memosens in den Mittelpunkt der Betrachtung gestellt, sondern auch die ökonomischen Vorteile, von denen die Anlagenbetreiber profitieren.



Abb. 2: Querschnitt durch das Memosens-Programm von Knick



Abb. 3: Die Memosens Academy (www.memosens-academy.com) von Knick veranschaulicht auf unterhaltsame Weise technische Grundlagen und Einsatzszenarien von Memosens.

Das Produktportfolio in der Übersicht

Wer konkrete Lösungen für unterschiedliche Messanforderungen sucht, erhält in der Rubrik „Memosens@Knick“ des Online-Portals eine interaktive Übersicht über das Memosens-Geräteportfolio von Knick. Das Spektrum untergliedert sich hier in vier Bereiche: Kompakttransmitter zur Schaltschrankmontage und zum direkten Anschluss der Messstelle, Analysenmessgeräte in 2- und 4-Leiterausführungen, vollautomatische Mess-, Reinigungs- und Kalibriersysteme und Wechselarmaturen sowie mobile Analysenmessgeräte für Memosens. Zur einfachen und sicheren Kalibrierung und Justierung der Memosens-Sensoren dient die PC-Software-Tool MemoSuite, mit der erweiterten Software-Version MemoSuite Advanced lassen sich auch bis zu zehn Sensoren gleichzeitig kalibrieren. Die Funktion der Datenverwaltung dient einer lückenlosen Erfassung der Kalibrier- und Justierdaten sowie der Belastungsdaten des Sensors und ermöglicht eine vollständige Dokumentation entsprechend den Vorgaben z.B. nach FDA 21 CFR Part 11.

Angesichts der interessant aufbereiteten, aber zahlreichen Fakten können die Besucher zur Auflockerung noch bis Ende April an einem kleinen Quiz teilnehmen und ihr Wissen rund um Memosens und die Flüssigkeitsanalyse testen. Wer alle Fragen richtig beantwortet hat, wird „Memosens-Master“ und erhält die Chance, einen großzügigen Amazon-Gutschein zu gewinnen.

Neue Memosens-Produkte zur Achema 2018

Zur diesjährigen Achema kündigt Knick gleich mehrere Produktinnovationen an: So erweitert der Messtechnikhersteller sein Kompakttransmitter-Programm für Memosens um MemoTrans, eine extrem schlanke Multiparameter-Lösung in 2-Leiter-Ausführung mit 4–20 mA und Hart Kommunikation, die mit allen Memosens-Sensoren zur Messung von pH/Redox, Sauerstoff oder Leitfähigkeit verwendet werden. MemoTrans vereint Transmitter und Sensoranschluss in einem platzsparenden Gehäuse, sodass die Messstelle direkt stromschleifengespeist an das Prozessleitsystem angeschlossen wird. Damit ist der Einsatz der Memosens-Technologie jetzt auch in Anwendungen möglich, bei denen keine festinstallierten Anzeigedisplays und Bedieneinheiten mehr vor Ort benötigt werden oder in denen nicht genügend Platz für einen klassischen Transmitter vorliegt. Um technischem Personal den flexiblen und bequemen Zugriff auf die Messstelle vor Ort zur verschaffen, bietet MemoTrans eine integrierte Bluetooth-Schnittstelle, über die sich der Kompakttransmitter mittels der MemoTrans-App für iOS- und Android-Smartphones oder Tablets parametrieren sowie die Sensoren kalibrieren und konfigurieren lassen. Zudem werden alle aktuellen Sensor- und Diagnosedaten von der MemoTrans-App direkt angezeigt. Da der neue Kompakttransmitter auch mit dem standardisierten Feldbus Hart ausgestattet ist,

10 Jahre Memosens

Im Jahr 2008 beschlossen Knick Elektronische Messgeräte und Endress+Hauser eine Kooperation, um gemeinsam einen einheitlichen überlegenen Standard für digitale Prozesssensoren voranzutreiben. Dafür brachte Knick sein induktives Sensor-Stecksystem InduCon und sein Know-how zur Datenspeicherung im Sensorkopf ein, während Endress+Hauser sein älteres bestehendes System mit Namen Memosens für die Weiterentwicklung öffnete. Seither hat sich die gemeinsame Technologie als führender Standard für die kontaktlose Übertragung von Messdaten und Speisespannung zwischen elektrochemischen Sensoren und Analysengeräten etabliert. Messfehler oder Verfälschungen, deren Ursachen in mangelhaftem Potenzialausgleich, ungeeigneten Kabeln oder feuchten, korrodierten oder verschmutzten Kontakten liegen, können mit Memosens-Sensoren nicht mehr auftreten.

kann der Zugang ebenso über das Leitsystem und ein Hart-Handheld erfolgen.

Zu den weiteren, für dieses Jahr angekündigten Memosens-Innovationen zählt das Gateway-Modul MemoGate zum Anschluss von vier Memosens-Sensoren mit verschiedenen Ethernet-Schnittstellen. Darüber hinaus präsentiert Knick in Frankfurt die neueste Generation der Stratos-Analysenmessgeräte, die sich durch zwei Kanäle und Multiparameterfähigkeit auszeichnet. Zudem vereinfachen jetzt ein Mehrfarbdisplay und Klartextanzeige die Bedienung und Konfiguration. Neue Memosens Sensoren ergänzen das genannte Produktspektrum.

Der Autor

Carsten Koska, Knick Elektronische Messgeräte

© alle Bilder Knick Elektronische Messgeräte GmbH & Co. KG

Knick auf der Achema

Halle 11.1 Stand A45

Kontakt

Knick Elektronische Messgeräte
GmbH & Co. KG, Berlin
Carsten Koska
Tel.: +49 30 801910
info@knick.de · www.knick.de

CITplus

Das Praxismagazin für Verfahrens- und Chemieingenieure

Den Dingen auf den Grund gehen

Messen – regeln – analysieren – Schlüsse ziehen

Sonderteil
Mess-, Steuer-,
Regeltechnik +
Automation |
Analytik



Bislang haben sich bereits etwa 1.170 Aussteller zur Analytica 2018 angemeldet, zu der voraussichtlich wieder rund 32.000 Fachbesucher nach München kommen werden. Parallel dazu nur einen Tag kürzer als die Fachmesse findet die analytica conference statt. Vom 10.–12. April 2018 werden hier aktuelle Fragestellungen und Lösungsansätze der Analytik im Fokus stehen.

Weitere Themen

- Standardisierte Messtechnik S. 24
- Optimierung einer Modellemulsion S. 27
- Kalorimetrische Strömungs- und Temperatursensoren S. 31
- Standardisierte Geräte-Beschreibung S. 33

KONTAKT:
analytica
Messe München
Barbara Kals
barbara.kals@messe-muenchen.de
www.analytica.de

KONTAKT:
Gesellschaft Deutscher Chemiker
analytica conference
Dr. Karin J. Schmitz
pr@gdch.de
www.gdch.de



Alles Gute zum Geburtstag

Die internationale Leitmesse für Labortechnik, Analytik und Biotechnologie feiert 50. Geburtstag

Im April 1968 feierte die analytica ihre Premiere in München, damals noch unter dem Titel „Analytica – Internationale Fachausstellung für biochemische Analysen“. Mittlerweile hat sich die Internationale Leitmesse als Treffpunkt für Analytiker aus den verschiedensten Disziplinen etabliert – von den Biowissenschaften über die Material- und Qualitätskontrolle bis zur Umweltanalytik. Die nächste analytica findet vom 10.–13. April 2018 auf dem Gelände der Messe München statt.

Ein Blick zurück zeigt, wie grundlegend sich die Branche seit 1968 gewandelt hat: Als die erste analytica stattfand, besaßen viele Laborgeräte noch Zeigeranzeigen. Es gab noch keine Rechner zur automatischen Datenerfassung, keine Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC) und keine Kopplung von Gaschromatographen mit Massenspektrometern. Bioanalytiker konnten noch keine Gene sequenzieren. Doch viele Ideen schwirten im Raum.

Schneller Anstieg der Besucherzahlen

5.000 Besucher aus 24 Ländern und 90 Aussteller aus zehn Staaten Europas trafen sich vom 29. April bis 2. Mai 1968 in München bei der ersten Analytica, die auf einer Gesamtfläche von 5.000 m² auf dem alten Messegelände an der Münchener Theresienwiese stattfand. Bei der übernächsten Veranstaltung vier Jahre später hatte sie ihre Besucherzahl schon auf 9.400 gesteigert. Die analytica 2016 zählte 35.002 Besucher aus 119 verschiedenen Nationen.

An Highlights mangelte es der analytica nie: In den 1980er-Jahren standen Neuentwicklungen in der Gen- und Proteinanalytik im Fokus, allen voran die ersten DNA-Sequenzierer. In den 1990er-Jahren wurde der Ruf nach Miniaturisierung und Automatisierung immer lauter. Einst klobige Analysengeräte schrumpften auf Schuhkartongröße oder gar auf Chipformat, der Computer wurde zum Partner aller Analysengeräte. Auf der analytica des Jahres 1990 etwa verschaffte sich mancher Besucher einen Überblick über Laborinformations- und Managementsysteme. Endlich ließen sich Analysensysteme verschiedener Hersteller und Computer unterschiedlicher Betriebssysteme zusammenführen: Die Weichen für das vernetzte Labor wurden somit auch auf der analytica gestellt und die Messe ist auch heute noch die führende Plattform bei der Präsentation von Labor-4.0-Lösungen.

Biotechnologie und Digitalisierung boomen

Auf der analytica 98, die im April als erste High-tech-Messe auf dem neuen Messegelände auf

dem Areal des stillgelegten Flughafens München-Riem stattfand, bekam die Biotechbranche besonders viel Raum. Allein 11.000 der insgesamt 50.000 m² waren der Biotechnologie und Diagnostik vorbehalten. Um die Jahrtausendwende boomte nicht nur die Biotechnologie, auch die digitale Revolution nahm ihren Lauf. Das Schlagwort lautete E-Commerce – immer mehr Hersteller von Laborbedarf und -reagenzien richteten Online-Shops ein. Zugleich wuchs die analytica über München hinaus. Anfang dieses Jahrtausends legte sie den Grundstein für die Erschließung der weltweit größten Wachstumsmärkte des Analytiksektors: Im Jahr 2002 fand die erste analytica China in Shanghai statt, ein Jahr später die analytica Anacon India in Mumbai und 2009 die analytica Vietnam in Hanoi. Diese Tochtermessen der analytica haben sich alle ebenfalls im Zweijahresturnus etabliert. Kontinuierlich spannte die analytica ihr Netzwerk in den vergangenen Jahren weiter: Die analytica Anacon India übernahm im Jahr 2014 die India Lab Expo. Mit der analytica Lab



Africa ist das analytica-Cluster ab 2019 auch in der südafrikanischen Metropole Johannesburg vertreten und expandiert in Afrikas größten Markt für Analysen-, Bio- und Labortechnik.

analytica conference: Brücke zwischen Wissenschaft und Industrie

Der überwältigende Erfolg der analytica hängt auch damit zusammen, dass sie schon immer mehr war als eine Geräteausstellung. Von Beginn an fand parallel zur Fachmesse ein wissenschaftlicher Kongress statt, zunächst die „Tagung Biochemische Analytik“ und seit dem Jahr 1994 die neu aufgelegte analytica conference, die alle Aspekte von der analytischen Chemie über die Bioanalytik bis zur klinischen Chemie und Diagnostik abdeckt. Die wissenschaftlichen Symposien der analytica conference haben die Anwendung immer im Visier, bieten aber zugleich einen Blick über den Teller rand: Auf dem Programm der ersten analytica conference im Jahr 1994 beispielsweise standen neuronale Netze ebenso wie Immunoassays in der Umwelt- und Lebensmittelanalytik.

Aktuelle Fragestellungen und Lösungsansätze der Analytik stehen im Fokus der analytica conference vom 10.–12. April 2018 in München. In 45 Sessions berichten Expertinnen und Experten anwendungsbezogen von ihren Forschungsergebnissen – bspw. von neuen, zuverlässigeren Ansätzen zur Analyse von Mikroplastik im Wasser. Das wissenschaftliche Programm der analytica conference wird gestaltet vom Forum Analytik, bestehend aus der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), der Gesellschaft für Biochemie und Molekularbiologie (GBM) und

der Deutschen Gesellschaft für Klinische Chemie und Laboratoriumsmedizin (DGKL).

Neue Ansätze zur Analyse von Mikroplastik

Moderne Analytikverfahren zeigen Probleme auf, die unsere industrialisierte Welt mit sich bringt: Kunststoffe, aus Polymeren aufgebaut, erfreuen sich wachsender Beliebtheit. Aufgrund geringer Produktionskosten steigt die Anzahl an Wegwerfartikeln aus Kunststoffen, die dann – sofern die Recycling-Systeme oder die Abfallentsorgung versagen – in die Umwelt gelangen. Dort unterliegen die Polymerpartikel einer physikalischen und chemischen Verwitterung. Es entstehen immer kleinere Partikel, die schließlich nur noch wenige Mikrometer groß sind. Viele solcher als Mikroplastik bezeichneten Teilchen landen in aquatischen Systemen und schließlich in den Ozeanen.

Die Analyse von Mikroplastik bringt einige Herausforderungen mit sich. Nach der Probenahme müssen zunächst die Mikroplastikpartikel von den viel zahlreicheren natürlichen Partikeln getrennt werden. Die verbliebenen Partikel müssen hinsichtlich des Polymertyps, der Partikelanzahl, der Größe und sogar der Form korrekt analysiert werden. Erste Ansätze, bei denen die Partikel ausgewertet wurden, lieferten stark verzerrte Ergebnisse. Daher wurden drei alternative Ansätze weiterentwickelt, um die Anforderungen der Mikroplastikanalyse in Wasser besser zu erfüllen: FTIR-, Raman- und Pyrolyse-GC-MS-Methoden. Alle drei Verfahren werden im Rahmen der Session von Experten vorgestellt und ihre Vorteile sowie Schwächen diskutiert.

Kontakt
analytica
 Messe München
 Barbara Kals
 barbara.kals@messe-muenchen.de
 www.analytica.de

Gesellschaft Deutscher Chemiker
 analytica conference
 Dr. Karin J. Schmitz
 pr@gdch.de · www.gdch.de

SEQUIP
In Prozess live Sensoren Monitoring für in Situ Messungen

Analyse = Auswertung

Intelligent messen ohne Probeentnahme.
 www.sequip.de info@sequip.de



Abb. 1: Automatisches Reinigungs- und Kalibriersystem Liquiline Control CDC90

Digitalisierung in der Flüssigkeitsanalyse

Effiziente, produktive und sichere Prozesse durch Standardisierung der Messtechnik



Martin Lohmann,
Gruppenleiter für
Transmitterplattformen,
Endress+Hauser
Conducta

Weltweite Megatrends beeinflussen die Märkte und erhöhen die Anforderungen an die industrielle Messtechnik. Gleichzeitig sind die Senkung der Investitionskosten und Betriebskosten einer Messstelle im Fokus der Anwender. Diese widersprüchliche Situation kann durch verstärkte Digitalisierung und Standardisierung der Messstelle gelöst werden. So erlaubt die Digitalisierung der Sensortechnik eine automatische Erkennung und Verarbeitung von verschiedensten Sensortypen. Andererseits unterstützt die Standardisierung von Schnittstellen eine vereinfachte und kostengünstige Übertragung von Daten. Am Beispiel von Messstellen der Flüssigkeitsanalyse werden die Vorteile erklärt und Beispiele erfolgreicher Umsetzungen aufgezeigt.

Viele Megatrends spüren wir ständig in unserem täglichen Leben. So sind Mobiltelefone und Smartphones aus dem Alltag nicht mehr wegzudenken. Entsprechende Auswirkungen haben diese Trends auch auf die Anforderungen an die Messtechnik.

Die Digitalisierung und Globalisierung fordert größere Datenmengen aus einem Messpunkt mit einer höheren Vernetzung. Für den flexiblen Einsatz mobiler Endgeräte werden Informationen zu jeder Zeit an jedem Ort abgerufen.

Steigende Ansprüche an die Funktionalität von Messgeräten bei gleichzeitiger Ressourcenknappheit erfordern, dass mit weniger Personal und Energie eine höhere Anlagenver-

fügbare und Produktqualität erreicht wird. Dieser Trend wird durch gesetzliche Vorschriften mit strengeren Anforderungen z.B. an die Wasserqualität noch verstärkt.

Nicht zuletzt sorgt der demographische Wandel dafür, dass die Bedienung von Messgeräten durch jüngere und ältere Anwender geschieht, die sehr verschiedene Kenntnisse der Prozesse und Technologien haben. Berufseinsteiger sind sehr erfahren im Umgang mit Smartphones und Computern. Ältere Anwender punkten mit viel Prozessenerfahrung, können aber mit der Entwicklungsgeschwindigkeit moderner Kommunikationstechnik kaum noch mithalten.

Investitions- und Betriebskosten

Betrachtet man die gesamten Lebenszykluskosten einer Anlage, so teilen sich diese in Investitionskosten (CapEx, Capital expenditure) und Betriebskosten (OpEx, Operational expenditure) auf. Zeitlich entstehen die Investitionskosten bei der Planung, dem Bau und der Inbetriebnahme der Anlage. Dies kann eine Zeitspanne von mehreren Wochen bis Monaten umfassen.

Die Betriebskosten hingegen erstrecken sich über die gesamte Betriebsdauer einer Anlage – und die kann bis zu 25 Jahre oder mehr betragen. Können an dieser Stelle durch Messtechnik und Prozessoptimierungen Kostenein-



Abb. 2: Messen, kalibrieren und dokumentieren mit Memobase Plus CYZ71D



Abb. 3: Kompakttransmitter
Liquiline Compact CM82

sparungen abgeschöpft werden, so tragen diese wesentlich und überwiegend zur weiteren Minimierung der Gesamtlebenszykluskosten einer Anlage bei.

Daher liegt der Fokus in den Industrienationen bei bestehenden Prozessanlagen überwiegend im Bereich der Erneuerung und Optimierung. In den Wachstumsmärkten werden in aller Regel komplette Neuanlagen geplant und installiert. Hierbei liegt das Gewicht auf hoher Digitalisierung und Automatisierung.

Funktionsanforderungen versus Kosteneinsparungen

Die auf den ersten Blick widersprüchlichen Forderungen nach höherer Funktionalität bei gleichzeitiger Personal- und Kosteneinsparung können durch eine höhere Digitalisierung und

Standardisierung erfüllt werden. Beide Aspekte haben eine Bedeutung sowohl innerhalb der Messstelle als auch nach extern an das Gesamtsystem, in das die Messstelle eingebettet ist.

Digitalisierung intern wie extern

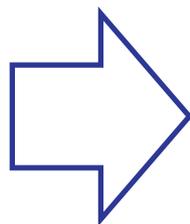
Den Trend zu digitalisierten Sensoren gibt es schon seit vielen Jahren. Es entstand z.B. die Plattform der Memosens-Sensoren, die viele Daten einheitlich an den Messumformer liefern können. Das spart Kosten bei der Entwicklung und vereinfacht später die Inbetriebnahme und Konfiguration. So wirkt es sich letztendlich positiv auf die Investitionskosten aus.

Dieses Mehr an Daten steht für verschiedene Schnittstellen zur Verfügung. Die Messwerte und Diagnoseinformationen können über eta-

blierte Feldbusschnittstellen übertragen werden. Das sichert die Investitionen der Vergangenheit und erlaubt eine flexible Optimierung bestehender Prozesssteuerungen. Neu generierte Zusatzinformationen können parallel über moderne Schnittstellen übertragen und verarbeitet werden. So können z.B. per Funk Zustandsdaten und Serviceinformationen bereitgestellt werden, die eine vereinfachte und optimierte Wartung oder Reparatur erlauben.

Standardisierung

Damit die Vorteile der Digitalisierung überhaupt genutzt werden können, ist eine Standardisierung der Schnittstellen und der Daten zwingend notwendig. Wenn die technische Basis und die Semantik der Daten wiederverwendet werden, müssen auf der elektronischen Seite



EINLADUNG

Mittwoch, 16. Mai 2018
8:00 bis 16:00 Uhr

Osterrmann-Arena
Bismarckstraße 125
51373 Leverkusen

Messtechnik Steuerungstechnik Regeltechnik Prozessleitsysteme Automatisierung

Führende Fachfirmen der Branche präsentieren ihre Geräte und Systeme und zeigen neue Trends im Bereich der Automatisierung auf. Die Messe wendet sich an Fachleute und Entscheidungsträger die in ihren Unternehmen für die Automatisierung verantwortlich sind.

Der Eintritt zur Messe und die Teilnahme an den Fachvorträgen ist für die Besucher kostenlos.

MEORGA GmbH
Sportplatzstraße 27
66809 Nalbach

Tel. 06838 / 8960035
Fax 06838 / 983292

www.meorga.de
info@meorga.de





Abb. 4: Liquiline Compact eignet sich hervorragend für Tischfermenter

keine neuen Schaltungen entwickelt, getestet und zertifiziert werden. Und auf der Seite der Datenverarbeitung können Algorithmen und Programme unverändert oder mit nur geringen Anpassungen eingesetzt werden.

Die standardisierten Schnittstellen sind häufig schon vorhanden. So hat sich auf der Senseseite die Memosens-Schnittstelle weit verbreitet, die von mehreren Anbietern unterstützt wird. Die standardisierte Memosens-Kupplung erlaubt die flexible Verwendung von Sensorsimulatoren und Handmessgeräten unabhängig vom Sensortyp.

Für die Prozesssteuerung werden seit Jahrzehnten etablierte Feldbusprotokolle verwendet. Diese können zunehmend mit Schnittstellen aus anderen Bereichen kombiniert werden. Hauptsächlich sind das Ethernet-Schnittstellen und Bluetooth oder WiFi als Funktechnologien. Diese Schnittstellen sind in allen handelsüblichen Laptops oder Tablets vorhanden und ermöglichen eine kosten- und zeiteffektive Servicearbeit mit Serviceplanung, Gerätekonfiguration, Dokumentationserstellung und sogar Navigationsunterstützung für den Serviceeinsatz.

Einheitliche Schnittstellen sind nicht nur im Prozess von großer Bedeutung, sondern auch zwischen Prozess, Labor und weiteren Planungssystemen. Einerseits werden die Messwerte und die Diagnosewerte aus dem Prozess mit Labormessungen verifiziert. Andererseits wird die Prozesssteuerung auch durch

Laboregebnisse angepasst. Auch hier funktioniert eine fehlerfreie Übertragung der Daten nur über standardisierte Schnittstellen, die den Sensor, die Messstelle, das Labormessgerät oder unterschiedliche Datenbanken miteinander verbinden.

Anwendungen

Welche Anwendungen gibt es schon? Im Folgenden werden Beispiele aus verschiedenen Bereichen der Industrie mit unterschiedlichen Anwendungen und Zielsetzungen gezeigt.

Ethernet-Anbindung und Integration an das Managementsystem

Im Chemiapark Bitterfeld wurden ca. 100 Probennehmer über Ethernet und teilweise WiFi mit dem Managementsystem verbunden. So konnten die Betriebskosten deutlich gesenkt werden. Zusätzlich wurde eine Oberfläche erstellt, die die Daten aus der Datenbank aufbereitet und nach Kundenwunsch visualisiert. Dies diente der Optimierung der Wassernetzwerk-Überwachung und der Serviceplanung. Mit der Erweiterung der Probenahmestellen um die Geoposition konnte die Darstellung mittels Karte übersichtlicher werden.

Vollautomatisches Reinigungs- und Kalibrieresystem Liquiline Control mit Ethernet-Anschluss

Eine automatische Kalibrierstation verarbeitet die mittels Ethernet übertragenen Messwerte. Für die Prozesssteuerung wird weiterhin der Feld-

bus verwendet. Der Service kann durch Ethernet- und Funkschnittstellen vereinfacht werden. Die Kalibrierergebnisse werden an die Labordatenbank übertragen und bewertet. Durch die Optimierung der Reinigungs- und Kalibrierintervalle ist eine optimale Prozessführung möglich.

Laborsoftware Memobase Plus mit Anbindung an Datenbanken und Qualitätssysteme

Über einen Adapter können Prozesssensoren direkt über USB an einen Computer angeschlossen und kalibriert werden. Diese qualitätsrelevanten Daten werden zentral gesichert und sind über das Firmennetzwerk erreichbar. Über eine weitere Datenschnittstelle werden Ergebnisse von Probenmessungen an das Qualitätssicherungssystem übertragen. So erfolgt die Qualitätskontrolle und Dokumentation der Produktion. Die automatische Datenübertragung über die Ethernet-Schnittstelle ist auditsicher, da kein manueller Zwischenschritt durchgeführt wird.

Serveranbindung zur Sensorüberwachung mit mobilem Endgerät

Ein Edge-Device übersetzt Daten vom Feldbusystem auf einen Server im Ethernet-System. So ist es möglich, mit mobilen Endgeräten die Diagnose und den Sensorzustand zu kontrollieren. Des Weiteren können diese Daten mit Lieferverfügbarkeitsangaben angereichert werden. Für zusätzliche Serviceoptimierungen könnten diese Daten mit anderen Applikationen verbunden werden, wie z.B. Bestell- und Dokumentationsprogrammen.

Miniaturisierung des Transmitters – Liquiline Compact

In einigen Anwendungen wird aus Platzgründen auf digitale Sensoren oder ganze Messstellen verzichtet. Hier kann der Transmitter Liquiline Compact Abhilfe schaffen. Er bietet volle Messumformerfunktionalität bei minimalem Platzbedarf. Die Messwerte werden über Standardschnittstellen übertragen. Der Transmitter kann über Bluetooth mit mobilen Endgeräten konfiguriert werden, wobei höchste Datensicherheit durch externe Prüfung verifiziert wurde. Dies erlaubt eine erhöhte Anzahl von Messpunkten oder Messdaten und somit eine genauere Prozessführung.

© alle Bilder Endress+Hauser

Endress+Hauser auf der analytica

Halle 3, Stand 305

Kontakt

Endress+Hauser Messtechnik GmbH+Co.KG,
Weil am Rhein
Philippe Bolley
Tel.: +49 7621 975 721
philippe.bolley@de.endress.com · www.endress.com

Strategie und Technik müssen zu einander passen

Optimierung einer Modellemulsion mit dem PSI-20 Hochdruckhomogenisator

Die Hochdruckhomogenisierung ist ein in der Pharmazie, Lebensmittel- und Biotechnologie häufig eingesetztes Verfahren, welches sowohl in der Entwicklung neuer Formulierungen, als auch für die Verbesserung von Produkteigenschaften und die Optimierung der Herstellungsverfahren eine wichtige Rolle spielt. In einer Studie untersuchten die Autoren dieses Beitrags die Einflüsse von Druck, Temperatur, Emulgatorauswahl und -konzentration auf die Tropfengröße.



Prof. Dr. Dietmar Lerche,
Geschäftsführer, LUM GmbH



M. Eng. Philipp Dumeier,
Sales, LUM GmbH



Dipl.-Ing. Bianca Frikell,
Sales High Pressure
Homogenizers, LUM GmbH

Die Hochdruckhomogenisatoren der PSI-Baureihe erzeugen Drücke von 180 bis 2.000 bar mit Durchflussraten von bis zu 20 l/h (PSI-20) oder bis zu 60 l/h (PSI-40) und sind darüber hinaus pharmakompatibel. Verschiedene diamantbeschichtete Interaktionskammern arbeiten mit starren Blenden – sogenannten „fixen Geometrien“, die aus Mikrokanälen bestehen. Die Interaktionskammern sind für den umfassenden Einsatz bei der Dispergierung (Emulsionen & Suspensionen), Desagglomeration, Partikelgrößenreduktion und Zellaufschluss einsetzbar. Es gibt zwei grundsätzliche Typen von Interaktionskammern, die sich in ihrem Aufbau

und ihrer Funktionsweise unterscheiden. Beide Anordnungen, bekannt als Y- und Z-Geometrie, können für die verschiedenen Prozesse der Partikel- bzw. Tropfengrößenreduzierung eingesetzt werden. Anders als bei dynamischen Ventilen ermöglicht die fixe Geometrie eine extrem feine und enge Partikel- bzw. Tropfengrößenverteilung. Durch Parallelisierung mehrerer Mikrokanäle in einer Interaktionskammer kann bei gleichbleibender Produktqualität ein einfaches Scale-up durchgeführt werden.

In diesem Beitrag sollen die Einflüsse von Druck, Temperatur, Emulgatorauswahl und -konzentration auf die Tropfengröße diskutiert

werden. Dazu wird anhand einer O/W-Modellemulsion aus Wasser, Paraffinöl und verschiedenen Emulgatoren der Lutensol-Reihe demonstriert, wie sich die Tropfengrößenverteilung der Emulsion über die Einstellparameter des in dieser Studie verwendeten PSI-20 optimieren lässt. Die Qualitätsanalyse der Emulsion erfolgte durch die Bestimmung der Tropfengrößenverteilung nach ISO 13318-2 mit einem Multiwellenlängen Dispersion Analyser LUMiSizer 651 unter Verwendung der STEP-Technologie.

Es wurde eine Öl-in-Wasser Emulsion (O/W) als Premix hergestellt. Dafür wurden 5 % Paraffinöl unter Verwendung verschiedener Emulga-

Y – Interaktionskammer

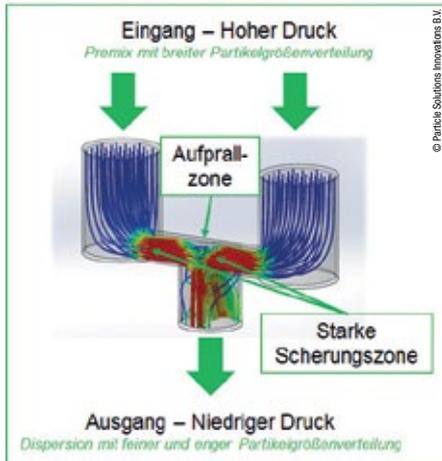


Abb. 1: Prinzip der Y-Interaktionskammer mit fixer Geometrie aus Mikrokanälen des PSI-20 Hochdruckhomogenisators. Die Strömungslinien symbolisieren die Geschwindigkeit der Dispersion (blau=langsam, rot=schnell). Die Y-Kammer ist besonders für Emulsionen geeignet. Durch die starke Scherung, Turbulenz und Kavitation kommt es zur Verkleinerung der Tropfen.

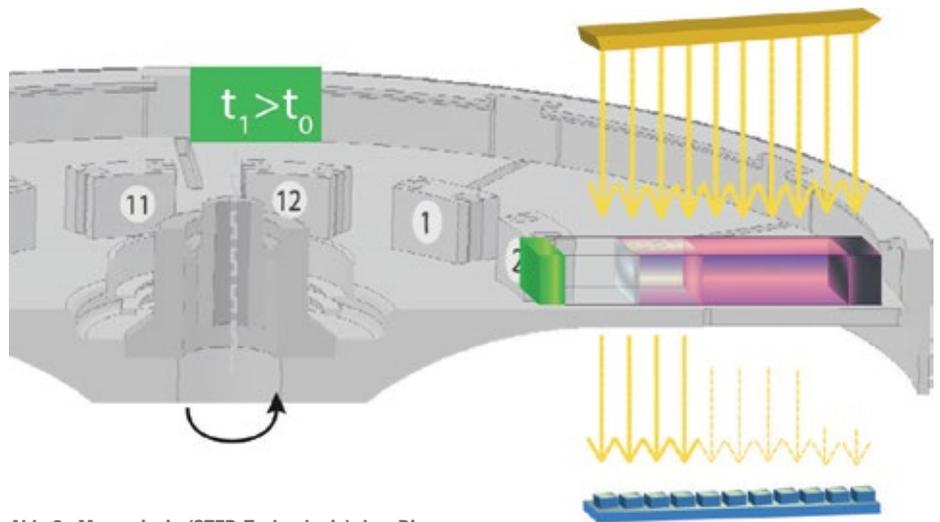
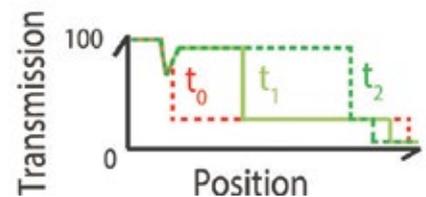


Abb. 2: Messprinzip (STEP-Technologie) des ‚Dispersion Analyser‘ LUMiSizer. Es wird die ortsabhängige Intensität des Transmissionssignals entlang der gesamten Probe aufgezeichnet, die aus dem Einfall parallelen Lichts (NIR/ blau) auf die Probe resultiert.



toren aus der Lutensol-TO-Reihe in Wasser emulgiert. Als Emulgatoren dienten Lutensol TO 3, TO 5, TO 7 und TO 129.

Der PSI-20 Hochdruckhomogenisator

Für die Hochdruckhomogenisierung der Modellemulsionen wurde die Y-Interaktionskammer F12Y verwendet.

Bei der Y-Kammer wird der Premix zunächst in zwei Produktströme gleichen Volumens aufgeteilt. Diese werden beschleunigt und prallen im Wechselwirkungspunkt zentral aufeinander. Beim Aufprall kommt es zur Turbulenz und Kavitation, welche wiederum zu einer Größenreduzierung der Tropfen bzw.

Partikel führt (Abb. 1). Durch die integrierte Prozessdatenerfassung von Druck, Temperatur und Durchflussrate können stets alle Parameter kontinuierlich kontrolliert und protokolliert werden. Das leicht zu bedienende Interface und die geringe Geräuschemission von < 70 dBA vereinfachen ebenfalls das Arbeiten.

LUMiSizer

Der LUMiSizer ist eine analytische Multiproben-Photozentrifuge zur Charakterisierung von dispergierten Teilchen (fest, flüssig). Er wird insbesondere zur Bestimmung der Korn- und Tropfengröße, sowie deren Verteilung und der direkten beschleunigten Stabilitätsanalyse

eingesetzt. Das Grundprinzip beruht auf einer Transmissionsmessung über die gesamte Probenhöhe basierend auf der STEP-Technologie (Abb. 2). Es werden orts- und zeitaufgelöste Extinktionsprofile (STEP = Space and Time Resolved Extinction Profile) während der Zentrifugation für bis zu 12 unterschiedliche Proben gemessen. Über das Lambert-Beersche Gesetz wird im ersten Schritt die zeitliche und örtliche Änderung der Partikelkonzentration berechnet und anschließend basierend auf dem Stokes-Gesetz die Korngröße ermittelt. Diese First-Principle-Methode kommt ohne Algorithmen aus und muss nicht kalibriert werden. Der LUMiSizer bietet eine hohe Trennschärfe für eng benachbarte Partikelklassen und eignet sich daher für breitverteilte und auch multimodale Systeme. Der messbare Größenbereich liegt zwischen 20 nm und 100 µm. Die Proben können auch einer beschleunigten Stabilitätsanalyse in Originalkonzentration (keine Verdünnung) unterzogen werden. Der Einsatz von geschlossenen Messküvetten mit verschiedenen optischen Weglängen und Materialien ermöglicht auch Messungen in organischen Lösemitteln, stark sauren und alkalischen Medien oder von gesundheitlich problematischen Proben-systemen.

In dieser Untersuchung ist die Emulsionsqualität über die Tropfengröße charakterisiert worden. Alle Tropfengrößen wurden in Doppelbestimmung bei einer Wellenlänge von 865 nm gemessen. Die Messtemperatur betrug 7 °C. Es wurden 2 mm PC-Küvetten verwendet. Der Verdünnungsfaktor lag zwischen 30 und 50.

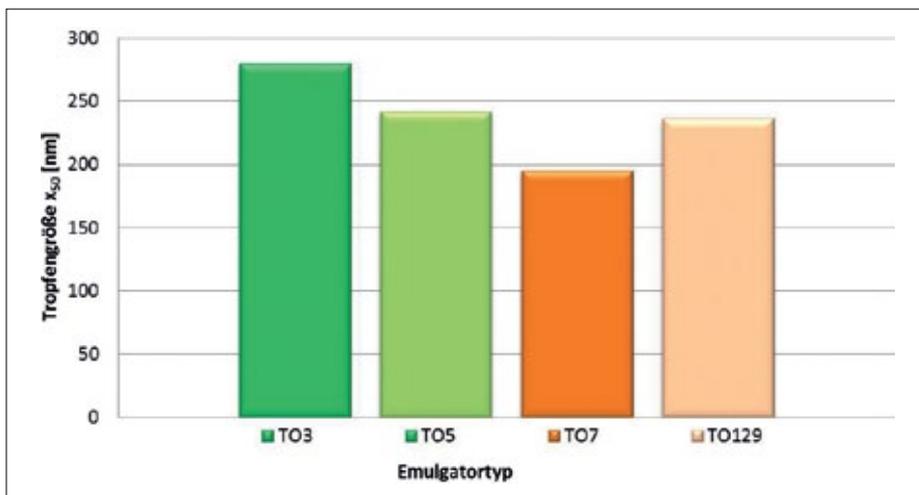


Abb. 3 : Durch die Nutzung verschiedener Emulgatoren der Lutensol-Reihe konnten Emulsionen mit unterschiedlicher Tropfengröße hergestellt werden. Die Prozessparameter des PSI-20 wurden dazu konstant gehalten. Die Tropfengrößen wurden mit dem LUMiSizer bestimmt.

Optimierung der Modellemulsion

Emulgatorwahl

Die Wahl des Emulgators bestimmt unter anderem die erreichbare Tropfengröße. Es wurden vier verschiedene Emulgatortypen der Lutensol TO-Reihe untersucht: TO 3, TO 5, TO 7 und TO 129 (1% [w/w]). Bei gleichen Homogenisierungsparametern wurden unterschiedliche Ergebnisse erzielt. TO 5 und TO 129 ergeben vergleichbare mittlere Tropfengrößen. Mit TO 7 konnten die feinsten Emulsionen hergestellt werden. (Abb. 3)

Die Versuche mit den verschiedenen Emulgatoren wurden mit einem konstantem Druck (1.000 bar) gefahren. Der Prozessparameter Druck wird durch den PSI-20 digital aufgezeichnet und kann per USB-Anschluss ausgelesen werden.

Durch die definierte Kühlung des effizienten Rohrbündelwärmetauschers mittels Kühlaggregat konnte die Temperatur im Vorlagebehälter und im Produkt nach dem Rohrbündelwärmetauscher über die fünf Homogenisierungsdurchläufe bei 25 °C gehalten werden. Zwischen dem Vorlagebehälter und dem Rohrbündelwärmetauscher befindet sich die Interaktionskammer, in der die Emulsion homogenisiert wird. Die starke Scherung erzeugt Wärme, wodurch eine gezielte Kühlung insbesondere bei mehreren Durchläufen im Anschluss von Vorteil ist. Die Temperatur kann an verschiedenen Prozessschritten mit bis zu vier Temperaturfühlern gemessen und sowohl in Grad Celsius als auch in Fahrenheit angezeigt werden.

Emulgatorkonzentration

Die optimale Emulgatorkonzentration sollte aus ökonomischer Sicht so niedrig wie möglich, jedoch den notwendigen Anforderungen an der gewünschten Tropfengröße entsprechend ein-

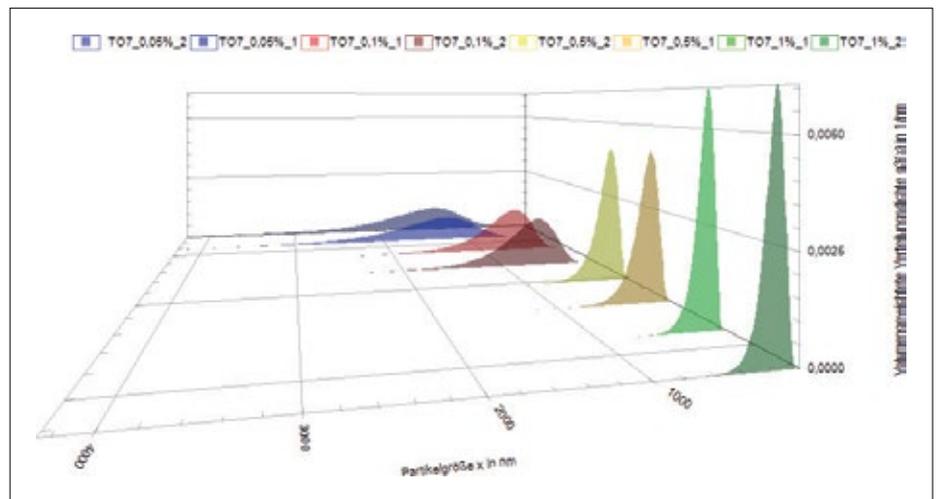


Abb. 4 : Einfluss der Emulgatorkonzentration auf die Tropfengröße. Mit steigender Emulgatorkonzentration wurde die Tropfengrößenverteilung schmäler. Emulgator 1 % Lutensol TO 7, Druck: 1.000 bar, 5 Durchläufe, T=25 °C. Die Tropfengrößen wurden mit dem LUMiSizer bestimmt.

gestellt werden. Beispielhaft wurden vier Premixe mit unterschiedlichen Emulgatorkonzentrationen von Lutensol TO 7 angesetzt. Diese wurden nach fünf Durchläufen im PSI-20 bezüglich ihrer Tropfengröße mittels LUMiSizer untersucht. Wie Abb. 4 belegt, war ein signifikanter Unterschied in der Tropfengröße zwischen den Emulgatorkonzentrationen von 0,05 % und 0,1 % zu sehen. Obwohl die Emulgatorkonzentration von 0,1 % immer noch sehr gering war, konnte die mittlere Tropfengröße x_{50} von 1.420 nm auf 736 nm halbiert werden. Als optimale Emulgatorkonzentration kann 0,5 % angesehen werden (x_{50} =250 nm). Eine höhere Dosierung von 1 % Lutensol TO 7 reduzierte die Tropfengröße nur noch unwesentlich (x_{50} =195 nm). Interessanterweise wird die Tropfengrößenverteilung mit zunehmender Emulgatorkonzentration enger (Abb. 4).

Temperatureinfluss

In bestimmten Fällen darf die Rezeptur nicht verändert werden. Am Beispiel des Emulgators Lutensol TO 3 wird exemplarisch gezeigt, wie die Tropfengröße durch alternative Parameter mit dem PSI-20 optimiert werden kann. In den vorhergehenden Tests hatte dieser Emulgator am schlechtesten abgeschnitten.

Die Eigenschaften eines Emulgators, die Viskosität und die Dichte der Öl- und Wasserphase sind stark temperaturabhängig. Jedes Probensystem hat eine optimale Prozess Temperatur. Bei diesem Modellsystem sind es 20 °C (Abb. 5). Der Druck wurde auf 1.000 bar (fünf Durchläufe) eingestellt. Durch den Rohrbündelwärmetauscher des PSI-20 konnte die Temperatur des Produkts nach der natürlichen Erwärmung durch Reibung in der Interaktionskammer auf eine definierte Temperatur einge-

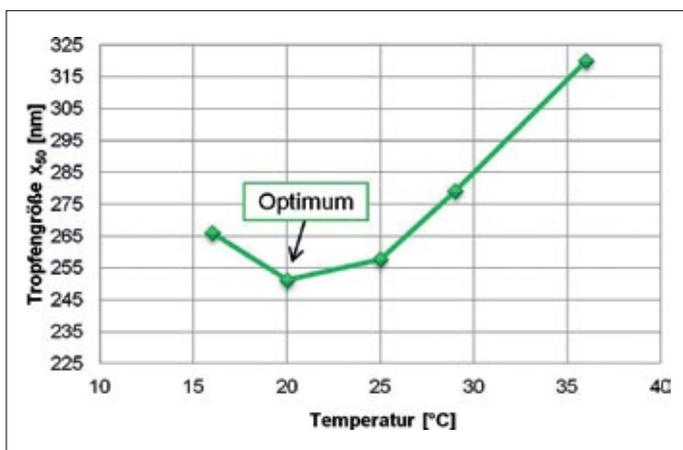


Abb. 5: Einfluss der Temperatur auf die Tropfengröße. Bei 20 °C war die Tropfengröße am kleinsten. Druck = 1.000 bar, 5 Durchläufe, Emulgator 1 % Lutensol TO 3. Der Median der Tropfengröße wurde mit dem LUMiSizer bestimmt.

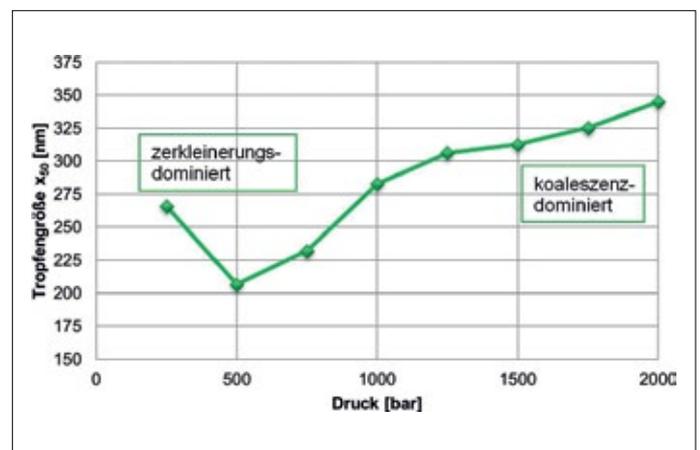


Abb. 6: Einfluss des Energieeintrags (Homogenisierungsdruck) des PSI-20 auf die Tropfengröße. Zu geringe Drücke generieren zu wenig Scherung, wodurch größere Tropfen erzeugt wurden. Bei zu großem Energieeintrag konnte der Emulgator die Tropfen nicht schnell genug stabilisieren. T=25 °C, Emulgator 1 % Lutensol TO 3. Die Tropfengröße wurde mit dem LUMiSizer gemessen.

stellt werden. Die Temperatur des Premixes kann einerseits durch ummantelte Vorlagebehälter und andererseits durch spezielle Prozessvorlagebehälter eingestellt werden. Diese Prozessreservoirs können z.B. durch vorge-schaltete Rohrbündelwärmetauscher temperiert werden, die per Tri Clamp-System ange-schlossen werden.

Einfluss des PSI-20 Homogenisierungsdrucks

Ein weiterer Einstellparameter ist der Prozessdruck (Energieeintrag), der maßgebend die Tropfengröße beeinflusst. Bei zu niedrigem Energieeintrag werden die Tropfen nicht ausreichend zerkleinert. Bei zu hohem Druck kann der Emulgator die neu geschaffenen Oberflächen nicht schnell genug besetzen und es kommt verstärkt zu Koaleszenz. Dank des Safety Pressure Moduls des PSI-20 fällt der Druck hinter der Interaktionskammer nicht sofort auf den Umgebungsdruck ab. Das Safety Pressure Modul verschafft dem Emulgator somit mehr Zeit, die neuen Oberflächen zu besetzen. (Abb. 6)

Fazit

Das Zusammenspiel von Optimierungsstrategie und dazu passender Analysentechnik ist essentiell für die Verbesserung der Emulsioneigenschaften (hier Tropfengröße). Es konnte gezeigt werden, dass sowohl über die Emulgatorauswahl und deren Konzentration als auch über die programmierbaren Prozessparameter (Druck, Temperatur) die Tropfengröße und Größenverteilung einer Emulsion eingestellt werden können. Die untersuchten Parameter stehen in enger Wechselwirkung miteinander. Dabei ermöglicht die fixe Geometrie aus Mikrokanälen sowie die programmierbaren Druck- und Temperaturprofile des PSI eine große Flexibilität bei sehr guter Reproduzierbarkeit. Es sei weiter unterstrichen, dass durch prozessbegleitende Analysen die Herstellungsverfahren bezüglich der Produktfunktionalität bzw. Betriebswirtschaft optimiert werden können. Im vorliegenden Beispiel erfolgte die Optimierung über die Messung der Tropfengröße mit dem Dispersion Analyser LUMiSizer. Vorteilhaft

sind hier die simultane Messung von bis zu 12 Proben entweder zur direkten, beschleunigten Stabilitätsanalyse der hergestellten unverdünnten Emulsionen oder zur Bestimmung der Tropfengrößenverteilung der dispergierten Phase in deutlich höherer Konzentration als bei anderen Verfahren der Partikelmesstechnik.

LUM auf der Achema 2018
Halle 4.2, Stand E48

Kontakt
LUM GmbH, Berlin
Bianca Frikell
Tel.: +49 30 6780 6030
support@lum-gmbh.de · www.lum-gmbh.de

Präzise Überwachung

Trinkwasser als Lebensmittel muss in der Flächenversorgung, aber auch in der Chemie-, Pharma-, Nahrungs- und Genussmittelindustrie präzise überwacht werden. Mit dem Online-Analyse-System Typ 8905 von Bürkert lassen sich alle dafür relevanten Parameter messen.

Das modular aufgebaute Online-Analyse-System Typ 8905 von Bürkert bietet dazu Platz für bis zu sechs Sensorwürfel, u.a. für ORP- (Oxidations-Reduktions-Potential oder Redoxpotential), pH-, Chlor-, Trübungs- oder Leitfähigkeitsmessungen. Je nach Wasserqualität müssen diese Sensoren regelmäßig von Kalk, Eisen oder organischen Ablagerungen gesäubert und ggf. neu kalibriert werden. Neben dem bisherigen, fest montierten automatischen Reinigungssystem MZ20, das alle Sensoren gleichzeitig in fest eingestellten Zyklen reinigt, gibt es nun eine mobil einsetzbare Variante, das batteriebetriebene Reinigungs- und Kalibrierwerkzeug MZ15. Es ermöglicht eine einfache manuelle Reinigung bzw. Kalibrierung einzelner Sensorwürfel im Feldeinsatz ohne umständliches Hantieren mit Reagenzien. Der Anwender kann nun schnell und bedarfsgerecht auf Sensor drift und Verschmutzung reagieren und flexible Reinigungs- oder Kalibrierintervalle realisieren, z.B. um firmen- und anwendungsspezifische Qualitätsstandards zu erfüllen.

Das leichte Handheld-Werkzeug ist in einer Grundversion für die Reinigung und in einer erweiterten Variante, die sowohl Reinigung als auch Neukalibrierung übernimmt, erhältlich. Für eine einfache Hand-



Abb. 1: Die hot-swap-fähigen Messwürfel werden im laufenden Betrieb aus dem Analysesystem entnommen, in das Reinigungswerkzeug gesteckt, gesäubert, ggf. kalibriert und zurückgesteckt.

habung sind die Tanks mit Reinigungsflüssigkeit und ggf. Kalibrierlösung im Handheld-Werkzeug integriert. Das System ist auf einen geringen Chemikalienverbrauch optimiert. Die benötigten Flüssigkeiten für die Reinigung oder Kalibrierung werden einfach in die Tanks gefüllt. Die hot-swap-fähigen Messwürfel werden dann einzeln im laufenden Betrieb aus dem Analysesystem entnommen, in das Reinigungswerkzeug gesteckt, von diesem gesäubert und ggf. kalibriert und wieder in das Online-Analyse-System zurückgesteckt. Über die einheitliche Schnittstelle der Bürkert Geräteplattform EDIP, basierend auf CANopen, lässt sich das MZ15 für eine komfortable Kalibrierung an ein 7"-Touchscreen oder einen PC mit der Bürkert Communicator Software anschließen. Das erlaubt eine schnelle, einfache Kalibrierung und erleichtert die Dokumentation.

Kontakt
Bürkert Fluid Control Systems, Ingelfingen
Tel.: +49 7940 100
info@buerkert.de
www.buerkert.de
www.buerkert.de/de/type/MZ15



Symmetrisch und zentriert

Prozessoptimierung mit kalorimetrischen Strömungs- und Temperatursensoren



Martin Leupold,
Senior Produktmanager
Prozesssensoren bei Baumer

Mit den Strömungssensoren FlexFlow PF20H für hygienische Anwendungen und PF20S für den industriellen Einsatz erweitert Baumer sein Portfolio der Prozesssensoren. Sie basieren auf dem kalorimetrischen Messprinzip und können sowohl Fließgeschwindigkeit als auch Medientemperatur überwachen. Das reduziert die Anzahl der Messstellen und minimiert den Aufwand für Installation, Service und Lagerhaltung. Dank ihres symmetrischen und zentrierten Designs lassen sich die Sensoren unabhängig von Einbaulage und Ausrichtung optimal im Prozess installieren und garantieren so präzise Messungen und Prozesssicherheit.

Prozesse zu optimieren lohnt sich immer, sowohl für die Umwelt als auch für den Geldbeutel des Anlagenbetreibers. Das gilt für Reinigungsprozesse im hygienesensiblen Pharma- und Food-Bereich ebenso wie für Kühlkreisläufe in industriellen Fertigungsanlagen. Doch bevor sich Abläufe und die Nutzung der Medien verbessern lassen, gilt es zunächst, den Ist-Zustand zu erfassen. Bei Kühl- oder Reinigungskreisläufen sollten dafür Durchflussmenge und Temperatur am besten sowohl im Vorlauf als auch im Rücklauf bekannt sein. Sensoren, die nach dem kalorimetrischen Prinzip arbeiten, sind hierfür eine praktikable Lösung, denn die kompakten Strömungssensoren liefern auch gleich den Temperaturwert mit. Das reduziert die Anzahl der

Messstellen und minimiert den Aufwand für Installation, Service und Lagerhaltung.

Das kalorimetrische Messverfahren basiert auf den physikalischen Gesetzmäßigkeiten der Wärmeleitung und des Wärmetransports in Flüssigkeiten und Gasen. Ein Körper höherer Temperatur gibt an seine Umgebung Energie in Form von Wärme ab. Die Höhe der Energieabgabe ist abhängig von der Temperaturdifferenz und dem Massefluss. Das lässt sich messtechnisch nutzen: ein beheizter Sensor wird durch die ihn umströmende Flüssigkeit abgekühlt, dabei ist der Grad der Abkühlung direkt abhängig von der vorbeiströmenden Masse. Neben der Fließgeschwindigkeit lässt sich so mit einem Sensor auch die Medientempera-

tur erfassen und überwachen. Prinzipiell eignet sich das Verfahren für alle Medien und ist unabhängig von der Viskosität und der elektrischen Leitfähigkeit, kann also bspw. auch Reinstwasser messen.

Für Industrie- und Hygieneanwendungen

Mit den Strömungssensoren FlexFlow PF20H und PF20S ergänzen jetzt gleich zwei kalorimetrische Sensortypen das Produktportfolio von Baumer, das damit alle gängigen Prozessgrößen abdeckt. Mit ihnen lassen sich Fließgeschwindigkeiten und Temperaturen in ganz unterschiedliche Branchen und Prozessen erfassen. In der Version PF20S erfüllt der thermische Strömungssensor alle industriellen Anfor-



Abb. 1: Die FlexFlow Strömungs- und Temperatursensoren kontrollieren über den ganzen CIP-Zyklus hinweg die vordefinierte Fließgeschwindigkeit und Temperatur der Reinigungsmittel. Das erhöht die Effizienz, gewährleistet die geforderte Reinigungsqualität und garantiert die Lebensmittelsicherheit.



Abb. 2: Die FlexFlow Strömungs- und Temperatursensoren gibt es mit verschiedenen Prozessanschlüssen und Stablängen. Sie eignen sich damit für nahezu alle Applikationen.

derungen, während die Version PF20H speziell für den Einsatz in hygienisch sensiblen Bereichen ausgelegt ist. Beide Varianten eignen sich für Fließgeschwindigkeiten von 10 bis 400 cm/s und Temperaturen zwischen -25 und +150 °C, nehmen also auch dann keinen Schaden, wenn z.B. CIP-Reinigungsprozesse in der Lebensmittel- oder Pharmaindustrie mit hohen Temperaturen gefahren werden.

Die Sensoren gibt es entweder in Analogausführung (4...20 mA, 0...10 V) oder mit frei einstellbaren Ausgängen mittels IO-Link. Die Schnittstelle IO-Link erlaubt die gleichzeitige Parametrierung mehrerer Sensoren. Das vereinfacht die Schaltpunktanpassung für unterschiedliche Prozessschritte und spart Zeit. Alle Datensätze können zudem zentral in der SPS vorgehalten werden, was eine fehlerfreie Konfiguration der Anlage gewährleistet.

Reinigungszyklen überwachen

Die Einsatzbereiche der thermischen Strömungssensoren sind breit gefächert. So lassen sich mit ihrer Hilfe ganz unterschiedliche Prozesse in geschlossenen Rohrsystemen effektiv überwachen und gegebenenfalls optimieren. Ein typisches Beispiel sind CIP-Reinigungsverfahren im Food- und Pharmabereich. Hier ist neben der Temperatur auch die Strömungsgeschwindigkeit der Reinigungslösung ein wichtiges Kriterium. Ist sie zu gering, dauert die Reinigung zu lange und die Produktivität der Anlage sinkt. Im schlimmsten Fall kann sogar die Reinigungsqualität leiden. Deshalb empfiehlt es sich, die Fließgeschwindigkeit nicht nur direkt nach der Pumpe, sondern auch im Rücklauf zu überwachen. Die Strömungswiderstände in den Rohrleitungen werden dadurch zuverlässig erfasst. Auch am entferntesten Punkt zur Pumpe kann gewährleistet werden, dass die

Strömungsgeschwindigkeit für die Reinigung ausreichend hoch ist. Das garantiert eine sichere Reinigung des gesamten Rohrleitungssystems.

Der FlexFlow ist für solche Anwendungen prädestiniert. Dank seines symmetrischen und zentrierten Designs kann der Sensor unabhängig von Einbaulage und Ausrichtung optimal im Prozess installiert werden. Das garantiert präzise Messungen und Prozesssicherheit. Die für thermische Strömungssensoren typische Systemschwäche (Unterscheidung zwischen Temperatur- oder Strömungsänderung) bei großen Temperatursprüngen, wie sie in einem CIP-Prozess z.B. beim Wechsel von kalter Milch auf heiße Reinigungsmedien vorkommen, gehört der Vergangenheit an. Ein in die Sensorvariante mit IO-Link integriertes Quality-Bit signalisiert, ob das Strömungssignal gültig oder ungültig ist.

Aber auch bei anderen Reinigungsprozessen bringen die FlexFlow Strömungssensoren Vorteile. Reinigungsprozesse zu überwachen empfiehlt sich aus ökologischen und ökonomischen Gründen z.B. auch in der Flaschen-, Textil- oder Bauteilreinigung. Werden Temperaturen und Fließgeschwindigkeit überwacht, lassen sich auch hier die Medien ressourcenschonend einsetzen sowie der Energieeinsatz reduzieren und Reinigungszyklen optimieren.

Wenn die Temperatur die Prozessqualität beeinflusst

Bei vielen Anwendungen ist die richtige Werkzeugtemperatur entscheidend für Materialeigenschaften oder das Einhalten bestimmter Fertigungstoleranzen und damit den Produktionserfolg. Beim Kunststoffspritzgießen bspw. hängt die Qualität des Kunststoffbauteils von der richtigen Temperierung ab, da die Ferti-

gungstoleranzen und Materialeigenschaften temperaturabhängig sind. Bei der konventionellen Temperierung ist eine stabile Temperatur qualitätsentscheidend, bei der variothermen Werkzeugtemperierung wird die Temperatur innerhalb eines Spritzzyklusses kontrolliert verändert. Je nach Methode überwachen in Kühlkreisläufen oder Temperiergeräten installierte FlexFlow Strömungssensoren zuverlässig und sicher vordefinierte Prozessparameter.

Die thermischen Strömungssensoren lassen sich in praktisch jedem Prozess einfach installieren, z.B. auch in der Stahlindustrie. Hier lässt sich die CO₂-Bilanz deutlich verbessern, wenn die Kühlprozesse entsprechend optimiert werden. Die Sensoren gibt es mit unterschiedlichen Prozessanschlüssen und Stablängen von 16 mm bis 200 mm. Für den Industriebereich steht zudem eine verschiebbare Version zur Verfügung; unterschiedliche Nennweiten lassen sich dann mit dem gleichen Sensor abdecken. Das kann die Lagerhaltung deutlich erleichtern, wenn die Sensoren z.B. in unterschiedlichen Systemen eingesetzt werden sollen. Da thermische Strömungssensoren ohne bewegliche mechanische Bauteile auskommen, sind sie nahezu wartungsfrei und sichern so über viele Jahre einen reibungslosen Betrieb der Anlagen, bei denen sie Strömungsgeschwindigkeit und Temperatur überwachen.

Kontakt

Baumer GmbH, Friedberg
Martina Mergl
MMergl@baumer.com
Tel.: +41 52 7281-760
www.baumer.com · www.baumer.com/flexflow



Dr. Ronald Klein,
Director –
E&I-Engineering 2, BASF



**Dipl.-Ing. (BA)
Martin Dubovy,**
Leiter Plant Solutions,
Rösberg Engineering

Viel wurde in den vergangenen Jahren über Industrie 4.0 mit dem Ziel einer selbstorganisierten Produktion auch in der verfahrenstechnischen Industrie diskutiert und geschrieben. Vor allem der automatisierte Austausch von Prozessdaten ist dabei ein Diskussions-Schwerpunkt. Ein wesentlicher Grundstein für Industrie 4.0 wird jedoch an anderer Stelle gelegt, nämlich bei den real in der Anlage verbauten Geräten und ihrer Dokumentation. Solange Gerätedaten und -parameter noch mehr oder weniger unstrukturiert und ohne Verifikation vom Gerätehersteller zum Anlagenbauer bzw. -betreiber übergeben, teilweise sogar komplett manuell übertragen werden müssen, lässt sich der Industrie-4.0-Gedanke in der Praxis nicht umsetzen.

Während Dokumentation früher in vielen Fällen eher als nice-to-have betrachtet wurde, ist sie heute integraler Bestandteil eines Produkts. In einer Zeit, in der vermehrt kleine Losgrößen produziert und Produkte immer individueller werden, ist die Erstellung der Dokumentation und die Übergabe an den Kunden natürlich eine Herausforderung. Hersteller sind gefordert, ihre Geräte mit der zu 100 % zu ihnen passenden Dokumentation zu liefern. Dies gilt insbesondere für Produkte, die für den Einsatzfall speziell gefertigt und konfiguriert werden. Gefordert ist also keine Dokumentation mit Gerätedaten nur aus dem Katalog, sondern mit Daten, die von der Qualitätssicherung

des Lieferanten während der Fertigung für das konkret ausgelieferte Produkt verifiziert wurden. Im Zusammenhang mit Industrie 4.0 müssen sich dann diese Daten folgerichtig automatisiert zwischen den Verwaltungs-Systemen der Gerätehersteller und den Systemen der Anwender austauschen lassen. Die industrielle Praxis sieht hier allerdings oft noch anders aus. Unübersichtliche, unstrukturierte Listen (z.B. im Excel-Format) werden übergeben, die aufwändig auf Richtigkeit geprüft und dann manuell ins System der Anlagenbetreiber übertragen werden müssen. Dabei gibt es bereits geeignete Standards und Tools, die diese Arbeit deutlich erleichtern und effizienter gestalten können.

Standardisierung als Basis für automatisierten Datenaustausch

Mit der Normempfehlung (NE) 100 war in den letzten Jahren in Deutschland bereits ein Standard im Praxiseinsatz, der einen strukturierten Informationsaustausch zwischen Herstellern und Anwendern von PLT-Ausrüstung ermöglichte. Mittlerweile wurde die PLT-spezifische NE 100 in den viel breiter gefassten Standard eCl@ss integriert. Dieser weltweite, ISO/IEC-normkonforme Datenstandard eignet sich für die Klassifizierung und eindeutige Beschreibung von Produkten und Dienstleistungen mit Hilfe von standardisierten ISO-konformen Merkmalen. eCl@ss legt somit die Grundlage für einen di-

◀ **Abb. 1:** Solange Gerätedaten und -parameter noch mehr oder weniger unstrukturiert und ohne Verifikation vom Gerätehersteller zum Anlagenbauer bzw. -betreiber übergeben, teilweise sogar komplett manuell übertragen werden müssen, lässt sich der Industrie-4.0-Gedanke in der Praxis nicht umsetzen.

gitalen Austausch von Produktstammdaten, der unabhängig von Branchen, Ländern, Sprachen oder Organisationen ist. In einem Unterbereich des Standards wurden speziell für die Prozessleittechnik Merkmallisten zu den wichtigsten Gerätetypen erstellt, in denen alle Merkmale abgebildet sind, die ein Gerätetyp generell benötigen könnte, um ihn für die Anwendung in der Prozessindustrie zu spezifizieren. In eCI@ss werden die verwendeten Begriffe zur Merkmalbeschreibung vereinheitlicht. Gleichzeitig bietet eCI@ss eine einheitliche Struktur auf Basis eines XML-Schemas an, in dem Informationen zwischen verschiedenen Firmen ausgetauscht werden können. Bei konsequenter Umsetzung lässt sich so jeder Datenaustausch während des Engineering-Prozesses nahezu automatisieren, Angebote einfacher vergleichen und kostbare Arbeitszeit einsparen, insbesondere bei – heute häufig benötigten – Datenrevisionen. Liegen Daten im eCI@ss-Standard vor, lassen sie sich während des gesamten Produktlebenszyklus konsequent weiter nutzen bis hin zu dem Zeitpunkt, an dem Komponenten lange nach der ersten Installation im Betrieb getauscht werden müssen, d.h., wenn geräte-technische Alternativen mit denselben verfahrenstechnischen Parametern beim Hersteller angefragt werden müssen. Eine Arbeitsgruppe von eCI@ss arbeitet zudem an der Frage, wie sich für PLT-Geräte noch mehr als die vom Basic-Engineering geforderten Informationen für die Detailplanung strukturiert übergeben lassen. Dazu gehören z.B. noch viel detailliertere Angaben über Geräteabmessungen, Bohr-löcher oder elektrische Verdrahtung.

Damit ein Standard wirklich nutzbar wird, müssen sich Änderungen am Standard, die in praktischer Verwendung notwendig werden, möglichst schnell nutzen lassen. Hierzu tragen bei eCI@ss ein streng festgelegter Release-Plan ebenso bei wie spezielle Vorgehensweisen, mit denen dringende Erweiterungen vor dem offiziellen Release-Datum einer neuen Version bereitgestellt werden können.

eCI@ss in der Praxis

Die BASF setzt bereits seit 2010 auf die NE 100, seither wurden ca. 120.000 Gerätedatensätze aufgebaut in der Überzeugung, dass ein standardisierter Datenaustausch die Grundlage für Industrie 4.0 bilden wird. eCI@ss ist derzeit



Abb. 2: ProDOK NG sorgt für einen integrierten Planungsprozess nach einheitlichen Regeln. Ein eCI@ss-Add-on ermöglicht den Datenaustausch gemäß den Standards.

mindestens europaweit das einzige standardisierte branchenübergreifende Strukturierungs- und Klassifizierungssystem für einen solchen automatisierten Datenaustausch. Wer Industrie 4.0 konsequent zu Ende denkt, wird künftig nicht darum herumkommen. Die BASF portiert daher derzeit alle Gerätedaten von NE 100 nach eCI@ss und wird am Ende dieses Prozesses in Europa für ca. 500.000 PLT-Geräte die Daten im eCI@ss-Format vorliegen haben. Dazu bringt der Konzern momentan sein PLT-CAE-System auf die aktuelle Version. Das Update wurde primär nötig, weil die vorhandenen Datenmengen die bislang eingesetzte Systemversion an ihre Performance-Grenzen brachten. Kein Wunder, denn bei ca. 20 bis 200 Merkmaldaten pro Gerät sammeln sich bei 100.000 oder gar 500.000 Geräten natürlich große Datenmengen an.

Die Automatisierungsexperten von Rösberg haben vor gut zehn Jahren nach Forderungen der BASF ein NE 100-Prolist-Add-on für ihr PLT-CAE System Produk implementiert. Mit dem Ende der NE 100-Prolist wurde für die neue Version Produk NG ein entspre-

chendes eCI@ss-Modul zusammen mit Tools für die Portierung von bestehenden NE-100-Prolist-Daten in eCI@ss-Daten entwickelt. Mit der neuen Software-Version lassen sich nun auch sehr große Datenmengen ohne Performanceprobleme zuverlässig verwalten.

Auch die Karlsruher Automatisierungsexperten sehen die Wichtigkeit des Standards für die praktische Umsetzung von Industrie 4.0. Momentan ist eCI@ss der einzige nutzbare Standard, mit dem sich ein elektronischer Austausch von PLT-Gerätedaten realisieren lässt. Das könnte sich künftig ändern. Die IEC arbeitet derzeit an der IEC 61987, die eine Alternative werden könnte. Dennoch ist es keine Sackgasse jetzt auf eCI@ss zu setzen. Parallel zur Entwicklung des IEC-Standards arbeitet ein Team an einem Mapping, mit dem sich eCI@ss-Daten dann automatisiert in IEC-Daten (und umgekehrt) übertragen lassen.

Gerätehersteller in der Pflicht

eCI@ss bietet also beste Voraussetzungen dafür, Gerätedaten automatisiert zwischen Anlagenbauer bzw. -betreiber und Geräteherstel-

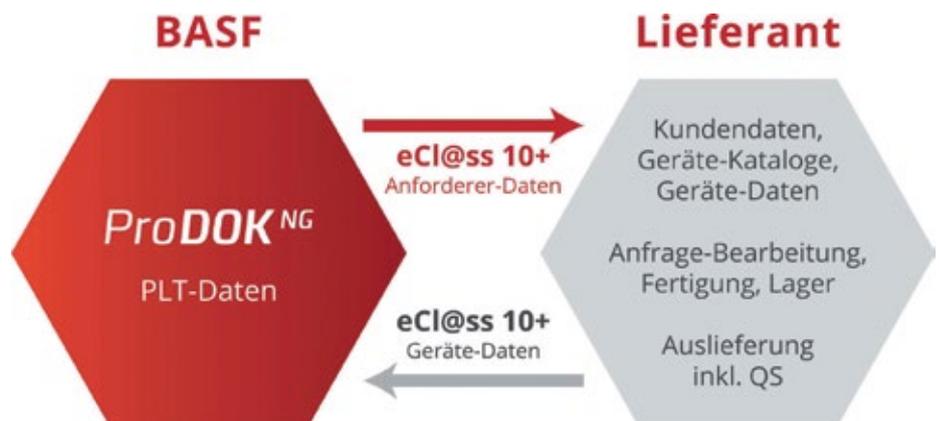


Abb. 3: eCI@ss als Grundlage für den automatisierten Austausch von Gerätedaten.

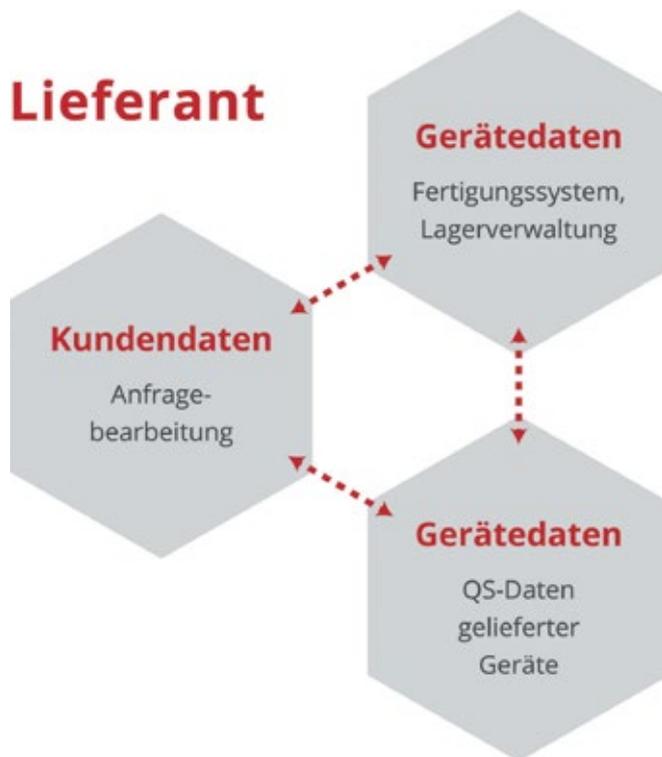


Abb. 4: Geschlossene Datenübertragungskette beim Gerätehersteller von der Kundenanfrage über die Fertigung bis hin zur Qualitätssicherung schafft die Grundlage für Datenintegrität.

ler auszutauschen. Der elektronische Datenaustausch alleine nützt aber wenig, wenn die Datenintegrität nicht gewährleistet wird. Ohne eine geschlossene Datenübertragungskette beim Gerätehersteller, die von der Kundenanfrage über die Fertigung bis hin zur Qualitätssicherung konsequent alle Informationen zum tatsächlich an den Kunden ausgelieferten Gerät erfasst, bleibt die automatisierte Datenübertragung weit hinter ihren Fähigkeiten zurück. Hier sieht Klein die Gerätehersteller in der Pflicht: „Ohne Frage sind heutige PLT-Geräte durchdachte und qualitativ hochwertige High-Tech-Produkte. Dennoch sind sie aus unserer Sicht als Anlagenbetreiber faktisch Commodities, d.h. einfache Gebrauchsgegenstände, die primär funktionieren müssen.

Verursacht ein solches Gerät durch schlechte Dokumentation im Anlagenbetrieb Probleme, übersteigen die daraus resultierenden Folgekosten in der Regel die Anschaffungskosten bei weitem.“

In einem Hochlohnland wie Deutschland wäre der Gewinn durch eine geschlossene Datenübertragungskette und konsequente Umsetzung des eCI@ss-Standards immens. Effizienzsteigerungen lassen sich sowohl beim Gerätehersteller erzeugen, wenn Daten von Auftragsingang bis Geräteauslieferung systematisch und von einem entsprechenden ERP-System unterstützt erfasst werden, als auch beim Anlagenbetreiber, wenn die belastbare Dokumentation künftig automatisch ohne aufwändige Verifikation ins System der Betrei-

ber übernommen werden kann. Ab 2019 soll bei der BASF standardmäßig der Datenaustausch im eCI@ss-Advanced-Format stattfinden. Für Gerätehersteller bedeutet das, dass sie künftig nicht nur funktionierende Geräte, sondern auch verifizierte Dokumentationsdaten im eCI@ss-Standard liefern müssen.

Kontakt

Rösberg Engineering GmbH, Karlsruhe

Evelyn Landgraf,

Tel.: +49 721 95018 54

evelyn.landgraf@roesberg.com

www.roesberg.com · www.LiveDOK.com

www.roesberg.com/de/it-solutions/prodok-ng.html



HOSOKAWA ALPINE
BLUESERV



» SCHWINGUNGSMESSUNG – SMART UND FLEXIBEL

Das Alpine VIB System für präzise Messergebnisse.

- ✓ Kabellose Messung via Tablet-PC
- ✓ EIN kompaktes Komplettpaket für die Schwingungsmessung aller Maschinen (herstellerunabhängig)
- ✓ Flexibel, da keine komplizierte Festinstallation nötig



Fragen? » Fon: +49 821 5906-0 | E-Mail: service@alpine.hosokawa.com

www.blueserv.de

Warum doppelt wenn's einfach geht

Flexibel einsetzbare Schraubenspindelpumpen

Eine Inlinevariante einer einflutigen Schraubenspindelpumpe ergänzt jetzt das Produktportfolio von Fristam Industrie aus Stadthagen. Haupteinsatzbereiche für die Baureihe FDS sieht das Unternehmen in den Branchen Chemie, Öl, Gas, Petrochemie und Tanklagern. Fristam bietet damit eine wirtschaftliche Alternative zu doppel-flutigen Pumpentypen in diesen Anwendungsfeldern.



Abb. 1: Schraubenspindelpumpe FDS für industrielle Anwendungen in der Chemie und Petrochemie



Abb. 2: FDS Flow Pack für Volumenströme bis 750 m³/h



Abb. 3: FDS Power Pack für Differenzdrücke bis 50 bar

Die selbstansaugenden, trockenlaufsicheren und robusten Fristam Schraubenspindelpumpen sind in fünf Baugrößen jeweils aus Edelstahl oder Stahlguss erhältlich. Die Bandbreite der förderbaren Produkte reicht von leichtflüchtigen Stoffen, wie Benzin, bis hin zu zähflüssigem Bitumen. Die ausgereifte einflutige Fristam-Technik ist äußerst wirtschaftlich und lässt sich je nach Ausführung mühelos in bestehende Anlagen integrieren. Durch ihren durchdachten, sehr einfachen Aufbau sind Reparaturen an Förderschrauben schnell durchzuführen und Dichtungen mit nur wenigen Handgriffen zu wechseln. Die beiden Gleitringdichtungen können saug- oder druckseitig liegen. Einflutige Pumpen besitzen zwei ineinander kämmende, berührungsfrei laufende Förderschrauben, die je nach Anwendung und Förderleistung mit spezifischen Steigungen ausgeführt werden. Aufgrund des axialen Förderprinzips ist ein bis zu zehnmal breiteres Drehzahlband und somit auch Förderspektrum als mit anderen Verdrängerpumpentypen realisierbar.

Vier Ausführungen für Benzin bis Schweröl

Mit der Standardausführung FDS sowie den Varianten FDS Flow Pack, FDS Power Pack und FDSI deckt Fristam ein breites Anwen-

dungsspektrum ab. Ein flexibler Einsatz wird durch eine stabile Kennlinie auch bei wechselnden Betriebsbedingungen ermöglicht. Die Förderung nichtschmierender oder mit Feststoffen beladener Medien ist unproblematisch. Der Allrounder FDS eignet sich für Fördermengen bis 350 m³/h und einen Differenzdruck bis 25 bar bei Medium Temperaturen bis 180 °C. Aufgrund der Drehrichtungsumkehr ist Drücken und Saugen ohne Pumpenwechsel möglich. Die saugstarken Pumpen arbeiten auch bei sehr niedrigen NPSHa-Werten von etwa 2,5 m problemlos. Darüber hinaus ist es den Fristam-Ingenieuren gelungen, mit der FDS Flow Pack und der FDS Power Pack spezifische Pumpenkonfigurationen auf Basis der Standardpumpe zu entwickeln, die für Drücke bis 50 bar bzw. Volumenströme bis 700 m³/h ausgelegt sind. Eine weitere verfügbare Variante ist die besonders einbaufreundliche Inline-Schraubenspindelpumpe. Aufgrund des gegossenen Pumpengehäuses lässt sie sich versatzfrei in bestehende Rohleitungen einbinden. Die FDSI ist in drei Baugrößen und verschiedenen Materialien verfügbar. Einschlägige Prozessvorschriften, wie z.B. Atex und TA Luft, werden selbstverständlich erfüllt und eingehalten.

Firmeninfo

Fristam Pumpen Schaumburg ist Teil der Fristam Gruppe, einem mittelständischen deutschen Hersteller von Kreis- und Verdrängerpumpen, Shearpumps und Pulvermischern. Gegründet wurde das Unternehmen im Jahr 1868. Seit 1909, in der mittlerweile vierten Generation, befindet sich Fristam in Familienbesitz. Heute zählt das Unternehmen mit einem Jahresumsatz von über 100 Mio. € zu den international führenden Herstellern von hygienischen Pumpen.

© alle Bilder Fristam

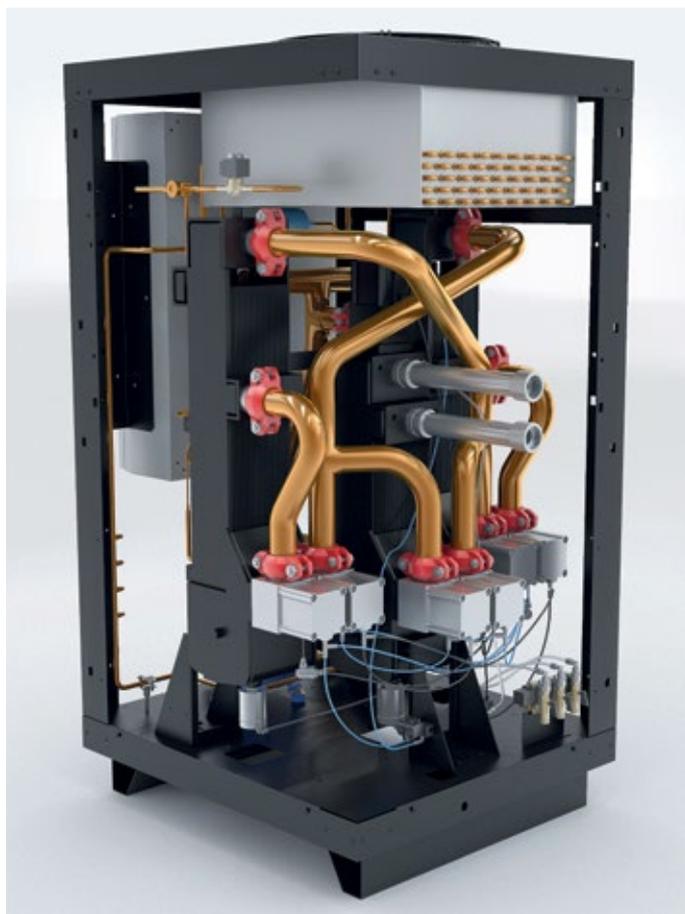
Kontakt

Fristam Pumpen Schaumburg GmbH, Stadthagen
Tel.: +49 5721 98206 16
denis.tomann@fristam.de
www.fristam.de · www.fristam-industrie.de

Ein Trockner, den es so noch nie gab

Sub-Freezing-Drucklufttrockner stellt Luft der Klasse 3 bereit

Der neue Sub-Freezing-Drucklufttrockner von Ingersoll Rand ist der weltweit erste Trockner, der einen Drucktaupunkt von $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ bei 70 % Energiekosten und einer 40 % geringeren Größe gegenüber herkömmlichen Adsorptionstrocknern bietet. Der neue Trockner ist mit öleingespritzten und ölfreien Schraubenkompressoren sowie Turbo- und Kolbenkompressoren kompatibel.



„Der Sub-Freezing-Trockner erzielt die höchste Druckluftqualität seiner Klasse, die zuvor nur mit weitaus kostspieligeren Trommel- oder Adsorptionstrocknern erreicht werden konnte. Wir haben eine neue Technologie entwickelt, mit der unsere Kunden qualitativ hochwertige Druckluft mit einem Drucktaupunkt von $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ erzielen können, und das alles dank eines regenerativen Hochleistungs-Trockners in einem effizienten und kostengünstigen Paket“, so Rolf Paeper, Vizepräsident Produktmanagement und Marketing für Drucklufttechnologien und -dienstleistungen bei Ingersoll Rand. „Dieser technologische Durchbruch ermöglicht die Erzeugung sehr trockener Druckluft ohne übermäßigen Energiebedarf oder Druckluftspülung. Unsere Kunden können so die volle Leistung ihrer Kompressoren abrufen.“

Der Sub-Freezing-Trockner erzeugt unabhängig von Veränderungen des Bedarfs oder der Umgebungstemperatur konstant Druckluft der ISO-Klasse 3 mit einem Drucktaupunkt von $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. So ist die Versorgung mit Druckluft von gleichbleibender Qualität im Betrieb gegeben.

Die Gesamtbetriebskosten des Sub-Freezing-Trockners sind niedriger als bei regenerierbaren Adsorptionstrocknern und gegenüber Trommeltrocknern sind die Wartungskosten um 80 % geringer. Anders als bei Trommel- und Adsorptionstrocknern ist kein Trockenmittel erforderlich. Damit entfällt dessen regelmäßiger Austausch und es besteht kein Bedarf für nachgelagerte Partikelfilter.

Kontakt

Ingersoll Rand

Jessica Van de Gucht

Tel.: +32 274-612 52 · Jessica.VandeGucht@irco.com · www.ingersollrand.com

robuste & leistungsstarke
Pumpen

- Fasspumpen
- Handpumpen
- Membranpumpen
- Kreiselpumpen
- Druckluftpumpen
- Exzentralschneckenpumpen
- Dickstoffdosierpumpen
- Impellerpumpen
- Abfüllanlagen

Besuchen Sie uns!

Hannovermesse
Halle 5 - Stand B46

Achema Frankfurt
Halle 8 - Stand A67

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

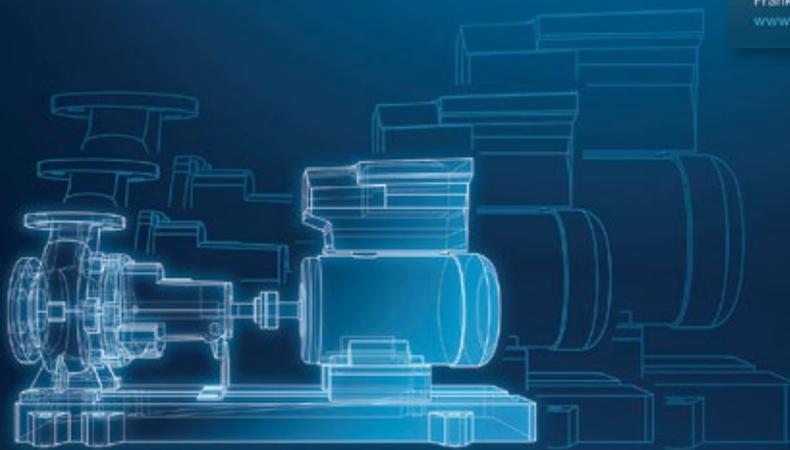
Explosionsgeschützte Membranpumpen und elektrische Universalmotoren

JESSBERGER

pumps and systems

Digitale Pumpen-Zwillinge

**Trendbericht zur Achema 2018:
Neue digitale Geschäftsmodelle
für Pumpen & Kompressoren**



Industrie 4.0 und Lösungen rund um die digitale Transformation sind derzeit die beherrschenden Themen in der Industrie. Sie stehen vielfach auch bei der Achema im Mittelpunkt wie etwa bei den Herstellern von Pumpen, Vakuumtechnik und Kompressoren. Der Wettbewerb um neue Geschäftsmodelle hat gerade erst begonnen. Dabei spielt der 3D-Druck eine besondere Rolle: Er wird den Ersatzteilmarkt revolutionieren.

Wie kann die Prozessindustrie schneller und flexibler produzieren und dabei den Wunsch nach individuelleren Produkten erfüllen? Konventionelle Mono-Anlagen sind dafür eher nicht geeignet – sie sind die Domäne der Commodity-Produktion. „Schneller, flexibler, individueller“ braucht Anlagen auf Basis modularer Konzepte. Ziel ist es, bestimmte Grundfunktionen bei solchen Anlagen immer wieder zu wiederholen, um damit die Abwicklungs- und Montagezeiten zu optimieren. Im Mittelpunkt steht die Überlegung, eine erprobte Lösung zum Standard zu erheben und zu wiederholen – sozusagen ein copy & paste mit anschließendem plug & play. Das erleichtert auch die Dokumentation für die Validierung.

Modularer Anlagenbau fordert Komponenten-Hersteller heraus

Auch die Ausrüster von Schlüsselkomponenten (z.B. Kolonnen, Pumpen, Kompressoren) arbeiten an der Entwicklung von modularen

Konzepten („Skids“) für Neuanlagen sowie Anlagenerweiterungen. Denn zukünftig wird der Planer bevorzugt in Funktionen – sprich: Modulen & Systemlösungen – denken. Sein Vorteil: Er muss dann nicht immer wieder alle Details von Komponenten wie des Pumpen- oder Vakuum- bzw. Verdichtersystems neu durchdenken. Wichtiger noch: Modularisierte Baugruppen machen es möglich, fertige und bewährte Lösungen in neuen Projekten wiederzuverwenden; das spart Zeit und Kosten. Aus einzelnen Bausteinen (Prinzip Lego) mit unterschiedlichen Funktionen lassen sich die Anlagen schnell immer wieder neu zusammenstellen, um unterschiedlichste Produktionsverfahren abzubilden.

„Modulares Equipment“ zeichnet sich unter anderem dadurch aus, dass eine bestimmte Baureihe dieselben Funktionalitäten bei verschiedenen Betriebsgrößen bietet – z.B. eine Pumpenserie des gleichen Typs, die verschiedene Volumenstrom- und Druckbereiche bietet. Eine wichtige Forderung dazu ist die Stan-

darisierung der technischen Komponenten (das erleichtert als Zusatznutzen auch die Qualifizierung und Validierung in den regulierten Industrien).

Dazu offeriert KSB das Virtual Impeller Trimming – das individuelle Anpassen der Drehzahl per Smartphone. Dabei ist, anders als bei der mechanischen Anpassung des Pumpenlaufrades, kein Eingriff in den Betriebsablauf nötig. So lässt sich bei Abweichung des tatsächlichen Q/H-Punktes von den Planwerten die Energieeffizienz schnell und wirtschaftlich optimieren oder auf eine anlagenbedingte Veränderung des Arbeitspunktes reagieren. Die Individualisierung der Pumpe kann man innerhalb der Beschaffungskette viel später nach hinten schieben. Damit einher geht natürlich auch eine Reduzierung der Varianten – das wird in Zukunft eine große Rolle bei der Pumpenauswahl spielen. Mit einer individuellen Festdrehzahl decken jetzt weniger Baugrößen den gesamten Kennfeldbereich ab, bei praktisch

◀ **Abb. 1: Individuelles Anpassen der Drehzahl per Smartphone dank virtuellem Impeller Trimming**

gleichem Wirkungsgrad und NPSH-Wert. So wird die Variantenkomplexität der Hydrauliken um mehr als 50 % reduziert, was in der Planung und Verwaltung Zeit und Kosten spart.

Zur Umsetzung modularer Funktionsblöcke sind auch mehrstufige Hochdruckpumpen (bspw. von Grundfos, Rheinhütte, Flowserve, Xylem) eine gute Wahl: Mit verschiedenen Baugrößen, Werkstoffausführungen und unterschiedlichen Anschluss- und Ausstattungsvarianten stehen dem Betreiber diverse Kombinationsmöglichkeiten zur Verfügung. Durch die Zahl der Förderstufen kann die Leistung der Pumpe flexibel an die gewählte Modulgröße angepasst werden; mit einem übersynchronen Betrieb des Motors kann der Anlagenbauer auch die Dimension der Pumpe beeinflussen (baut dann kompakter).

Die Modularisierung bietet zusammen mit einer weitgehenden Standardisierung die Chance zu einer Konfiguration einfacher Pumpenlösungen auf der Homepage des Herstellers: In ähnlicher Weise, wie der Planer bereits heute seine Pumpe per Konfigurator auslegen kann, ist dann auch der virtuelle Anstoß des realen Fertigungsprozesses möglich („Pumpe on demand“).

Pumpen & Kompressoren: App in die Cloud

Unter dem Eindruck rasant wachsender Energiekosten wird das ‚Rotating Equipment‘ immer stärker mit elektronischen Bauteilen und Sensorik ausgerüstet. Doch reicht das allein nicht aus, solche Komponenten Industrie 4.0-ready zu machen. Nach der Generierung von Daten (Big Data) muss deren Analyse und Bewertung folgen (Smart Data): Sensoren liefern Daten, Mikrochips mit hinterlegter Software interpretieren sie, Stellglieder setzen Aktionen um.

Die praktische Umsetzung von Industrie 4.0 bedeutet, dass eine Anlage nicht mehr allein vom zentralen Prozessleitsystem gesteuert wird. Die Intelligenz wandert ins Feld, wo smarte Feldgeräte spezifische Funktionalitäten ausführen, optional auch anderes technisches Equipment steuern und überwachen.

Der nächste Schritt ist dann das digitale Pendant in der Cloud. Dieser digitale Zwilling kann auch auf andere Datenquellen zugreifen oder sich mit anderen digitalen Zwillingen vernetzen, z.B. als Akteur eines cyber-physischen Systems.

Unabdingbar für die Industrie 4.0-readiness ist also die Fähigkeit zur Konnektivität und damit der Interaktivität. Der überzeugende Nutzen für den Betreiber: Eine vertiefte Transparenz und damit eine höhere Verfügbarkeit



Abb. 2: Mit der Dienstleistung Pump Operation Check und der Pumpenüberwachungseinheit PumpMeter lassen sich Lastprofile ermitteln.

der Anlagen, verbunden mit einer verbesserten Produktivität.

Dazu drei Beispiele: Mit der Dienstleistung ‚Pump Operation Check‘, die KSB als App anbietet, lassen sich mit der Pumpenüberwachungseinheit ‚PumpMeter‘ Lastprofile ermitteln, um daraus Handlungsempfehlungen zur Steigerung von Effizienz und Anlagenverfügbarkeit abzuleiten (die über das Drehzahlregelsystem ‚PumpDrive‘ umgesetzt werden).

Grundfos offeriert eine Chemicals-App: Hintergrund ist das für Kunden aus dem Bereich Wasseraufbereitung und Chemikalien-Distribution leidige Problem, dass Gebinde beim Anschluss an Dosierpumpen verwechselt werden. Die Chemicals-App stellt sicher, dass nur zuvor über die Cloud frei gegebene Gebinde von der Dosierpumpe akzeptiert werden. Mehr noch: Die App überwacht zudem den Gebinde-Füllstand und kann die Nachlieferung neuer Gebinde steuern.

Für den Einstieg in die Digitalisierung haben Boge Kompressoren und Aventics das Smart Pneumatic Grid aufgebaut. Über das Kommunikationsprotokoll OPC UA soll eine intelligente Vernetzung von Druckluftherzeugern und Druckluftverbrauchern gelingen, die Potenziale zum Überwachen, Steuern und Optimieren der gesamten Systemtopologie liefert. Das Smart Pneumatic Grid erfasst den Energiebedarf bis auf Einzelverbraucherebene und visualisiert ihn transparent, berichtet Aventics. Mit geringem Aufwand können aus diesen Informationen bedarfsgerechte Regelungen für die Boge Kom-

pressoren abgeleitet werden. Darüber hinaus zeigt das Gerät auch einen steigenden Luftverbrauch (Leckage) verbrauchergerau an.

Das Geschäftsmodell „Big Data zu Smart Data“

Smart Data bieten die Chance zu weiteren, bislang nicht verfügbaren Geschäftsmodellen: Bisher verkaufen die Hersteller faktisch Hardware, aber eigentlich die Bewegung des Mediums. Denkbar sind Konzepte, bei denen der Kunde das Fördern eines Mediums von A nach B bezahlt – also nicht mehr in die Hardware selbst investiert. Dem Hersteller fällt dann die Aufgabe zu, Förderprozesse so effizient wie möglich zu gestalten. So werden traditionelle Lösungen mit digitalem Mehrwert-Nutzen quasi veredelt.

Anbieter von Rotating Equipment werden zukünftig Produkte mit einem höheren Dienstleistungsanteil anbieten. Dazu hat KSB eine eigene Taskforce ‚Business Innovation Lab‘ gegründet: In vier Teams arbeiten dort zwischen 15 und 20 interne wie externe Mitarbeiter. Sie sollen Serviceangebote auf der Basis technischer Kundendaten entwickeln, Angebote auf Internet-Plattformen ausbauen und herausfinden, wie additive Fertigungsverfahren (3D-Druck) für Ersatzteile genutzt werden können.

Neues aus der analogen Welt

Hybrid-Technologien sind derzeit in der Automobil-Welt angesagter Hype – die Kombination aus Elektro- und Verbrennungsmotor gilt zumindest als gute Brücken-Technologie. Auch

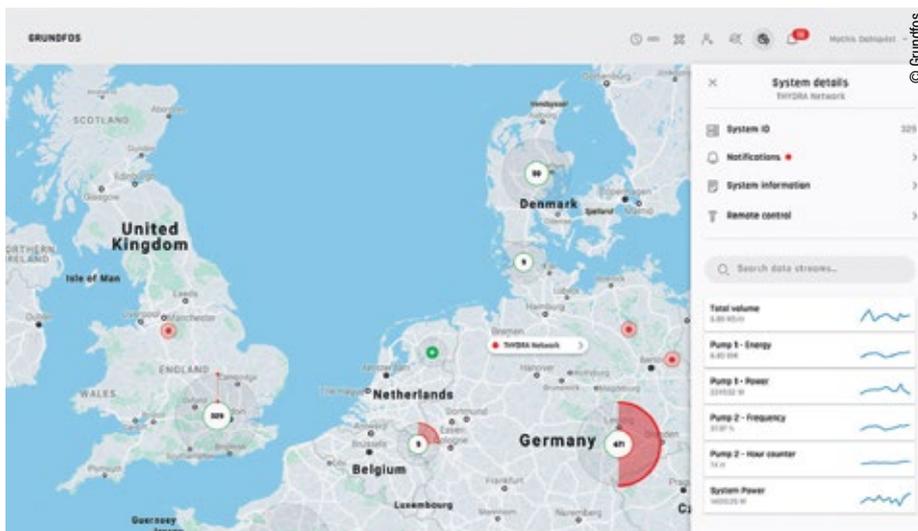


Abb 3: Die Chemicals App ist als Zusatz zur Grundfos Cloud-Onlineüberwachung von Smart Digital Dosierpumpen für OEM, Anlagbauer oder Chemielieferanten konzipiert.

bei Pumpen machen Hybrid-Lösungen nun von sich reden: Beispielsweise sind einstufige Pumpen der Baureihe TPS von GEA Hilge mit dem herkömmlichen Laufrad einer normalsaugenden Kreiselpumpe ausgestattet, unterstützend ist eine Zulaufschnecke („Inducer“) vorgeschaltet. Mit dieser Hybrid-Technik ist die Pumpe selbstansaugend und damit insbesondere für den Einsatz als CIP-Rücklaufpumpe und für das Fördern gashaltiger Medien geeignet – eine kostengünstige Alternative zu Seitenkanalpumpen.

Die Freistrom-Pumpe TEO mit Hybrid-Laufrad von Egger verbindet die Vorteile eines halboffenen Laufrads mit denen eines Turo-Freistromrads. Die Pumpe empfiehlt sich für die Förderung von Medien mit hohen Gasanteilen bis 10 % bei großem Kugeldurchgang.

Hybrid-Kompressoren kombinieren die Vorteile von Kolbenmaschinen und Membranmaschinen. Sie spielen dann ihre besonderen Stärken aus, wenn sehr hohe Drücke von 1.500 bar und mehr zur Komprimierung von technischen Gasen und Gasgemischen ohne Ölschmierung im hochverfügbaren Betrieb gefordert sind. Gleichzeitig stellen Hybrid-Kompressoren auch eine zukunftssichere Investition im Hinblick auf zu erwartende Umweltauflagen dar. Um jeweils die Stärken eines jeden Verdichtungsprinzips zu nutzen, liegt eine Kombination auf einem Maschinengehäuse nahe. Da es sich um das gleiche physikalische Verdichtungsprinzip handelt, sind die Verdichtungskonzepte thermodynamisch unkritisch kombinierbar. Auch die verfahrenstechnisch nötigen Komponenten zwischen den Stufen (wie Küh-

ler, Behälter, Abscheider) haben für beide Verdichtungsprinzipien keine unterschiedlichen Anforderungen. So ist die Nutzung von Kolbenkompressor-Stufen als Niederdruckverdichtung und von Membranstufen als Hochdruckverdichtung eine optimale Wahl, um Gase ungeschmiert auf Hochdruck zu verdichten, so Neumann & Esser (NEA Group).

Um Wärme effizient zu speichern, sollten die Temperaturen möglichst hoch sein. Bislang fehlte es an Technik, die das aushält, doch jetzt haben Forscher eine Pumpe auf der Grundlage von Keramik-Materialien entwickelt. Die nötigen Dichtungen wiederum sind aus Graphit, das ebenfalls sehr hohen Temperaturen standhält. Der Pumpen-Prototyp hat mit geschmolzenem Zinn und Temperaturen bis 1.400 °C rund 72 h funktioniert. Unterstützt wurde die Arbeit mit 3,6 Mio. USD von ARPA-E, der Forschungsstelle des US-Energieministeriums für besonders ambitionierte Projekte. Wie die Forscher in der Zeitschrift Nature schreiben, könnte die Pumpe für die Entwicklung eines zuverlässigen Speichersystems für das Stromnetz verwendet werden, das erneuerbare Quellen wie Wind und Sonne so billig und leicht verfügbar macht wie Erdgas-Kraftwerke.

Keine Frage: Die Herstellung von Pumpen für Hochtemperaturanwendungen macht eine sehr gute Abstimmung zwischen Werkstoff, Konstruktion und intelligenter Anlagentechnik notwendig. Der Einsatz lohnt sich aber: Solarenergie hat als erneuerbare und saubere Energiequelle großes Potenzial, betont auch der Pumpenhersteller Sulzer. Der weltweite Energiebedarf steigt kontinuierlich an, während herkömmliche Energiequellen knapper würden und ökologische Bedenken zunehmen.

Ressourcen-Effizienz: Retrofit macht schneller fit

Erosionskorrosion ist ein Werkstoffabtrag infolge von mechanischem Oberflächenabtrag (Erosion) und Korrosion, wobei die Korrosion durch Zerstörung von Schutzschichten als Folge der Erosion ausgelöst wird. Beim Unternehmen SIC-cast Mineralguß beschreibt man diese Erscheinung als Kombination aus einem chemischen und abrasiven Angriff durch Medien, die sowohl mit Feststoffen als auch mit Säuren bzw. Laugen belastet sind. Dazu empfiehlt der Hersteller einen Werkstoff an, der aus einer Kombination aus 82 % SiC und 18 % Epoxidharz besteht.

Dieser Werkstoff ist (fast) so hart wie Diamant, unempfindlich gegenüber Korrosion, antimagnetisch, extrem beständig gegen Abrasion sowie temperaturschock- und stoßunempfindlich. Die Bauteile werden im Mineralgussverfahren geformt und erhalten ihre Belastbarkeit durch das Heißhärten. Abschließend erfolgt die mechanische Bearbeitung der Anschlusspassungen mit Diamantwerkzeugen.

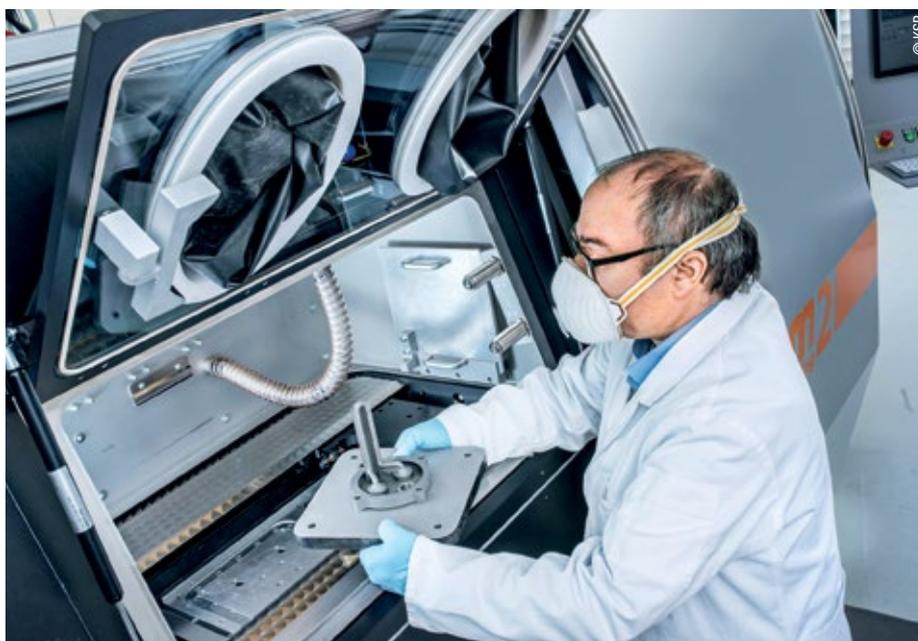


Abb 4: 3D-Druck mittels Laserschmelzen wird den Ersatzteilmarkt auch in der Pumpenbranche revolutionieren.

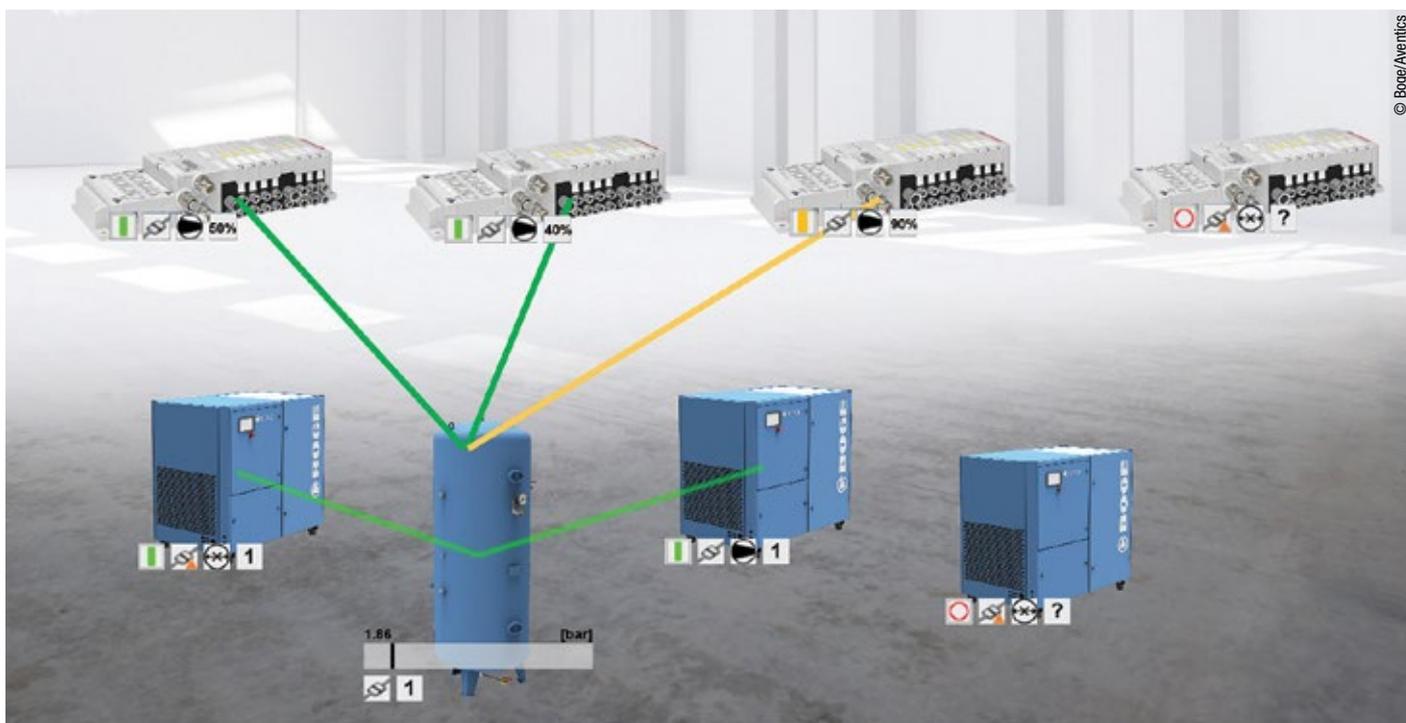


Abb. 5: Das Smart Pneumatic Grid erfasst den Energiebedarf bis auf Einzelverbraucherebene

Mit diesem Eigenschaftsprofil ist der Gusswerkstoff ein hochresistentes Material für alle medienberührten Bauteile von Pumpen (Gehäuse, Laufräder, Schleißwände und Gehäusedeckel), die bei korrosiven und abrasiven Fördermedien extremen Beanspruchungen ausgesetzt sind.

Bekannte Anwender sind Düchting Pumpen und Klaus Union. Wird der Werkstoff beim Re-engineering (Beschichtung) bspw. von Laufrädern eingesetzt, fallen nur etwa 1/3 der Neukosten an.

Wann wird der 3D-Druck den Ersatzteilmarkt revolutionieren? Das kann nicht mehr lange dauern, weil derzeit auch Metall-Drucker an Bedeutung gewinnen: Dabei schmilzt ein Laser vorgezeichnete Stellen in einer feinen Schicht aus pulverisierter Metall. Diese Stellen härten nach dem Kontakt mit dem Laser aus, darauf kommt eine weitere Schicht Metallpulver, die wieder mit dem Laser geschmolzen wird und danach aushärtet. Dieser Vorgang wiederholt sich so oft, bis die gehärteten Stellen die gewünschte Form angenommen haben.

Warum sollte es nicht möglich sein, bspw. das Laufrad einer Kreiselpumpe oder Düsen einer Kolbenpumpe auf diese Weise zu revitalisieren? Wie die 3D-Technologie weitergedacht werden kann, das zeigen die Land- und Baumaschinenhersteller Caterpillar und John Deere mit dem ‚Cloud Producing‘. Die Idee: Sie speichern die Daten der Ersatzteile in einer Datenbank, auf die jeder Befugte überall in der Welt zugreifen kann. Benötigt eine Werkstatt also irgendwo auf dem Globus ein Ersatz-

teil, kann sie die Daten herunterladen und die Komponenten vor Ort drucken.

Pumpenhersteller KSB sieht sich in Sachen 3D-Druck in einer branchenweit führenden Position und erwartet eine gewaltige Kostenersparnis, die sich derzeit aber noch nicht quantifizieren lässt. Dies sei erst möglich, wenn die Produkte entsprechend umkonstruiert seien – dann sinke der Materialverbrauch, auch seien weniger Bearbeitungsschritte nötig. Aktuell setzt das Unternehmen den 3D-Druck hauptsächlich im Forschungsstadium, zum Teil aber auch bereits in der Produktion ein. Beispielsweise dann, wenn Ersatzteile besonders schnell und in geringen Stückzahlen hergestellt werden müssen.

Der Service spielt im Maschinenbau eine immens wichtige Rolle – so ist es für viele Pumpenanbieter ein klar definiertes Ziel, den Bereich Servicedienstleistungen und Ersatzteile weiter zu verstärken. Bei großen Herstellern liegt der Aftermarket-Anteil am Gesamtumsatz inzwischen bei 30–35 %.

Safety & Security: KRITIS(ch)?

Bei aller Euphorie in Sachen ‚digitale Transformation‘: Die Security darf nicht vernachlässigt werden. Die BASF hält die Risiken durch Cyber-Kriminalität für beherrschbar: Die Anlagensteuerung sei nicht mit dem Internet verbunden. Zusammen mit Bayer, VW und der Allianz hat Ludwigshafener Chemiegigant bereits 2015 die DCISO (Deutsche Cyber-Sicherheitsorganisation) in Berlin zum Schutz vor Internet-Kriminalität gegründet. Diese bündelt Informationen, Wissen, Best Practices und operative Schlag-

kraft deutscher Top-Unternehmen und stellt sie allen Teilnehmern zur Verfügung.

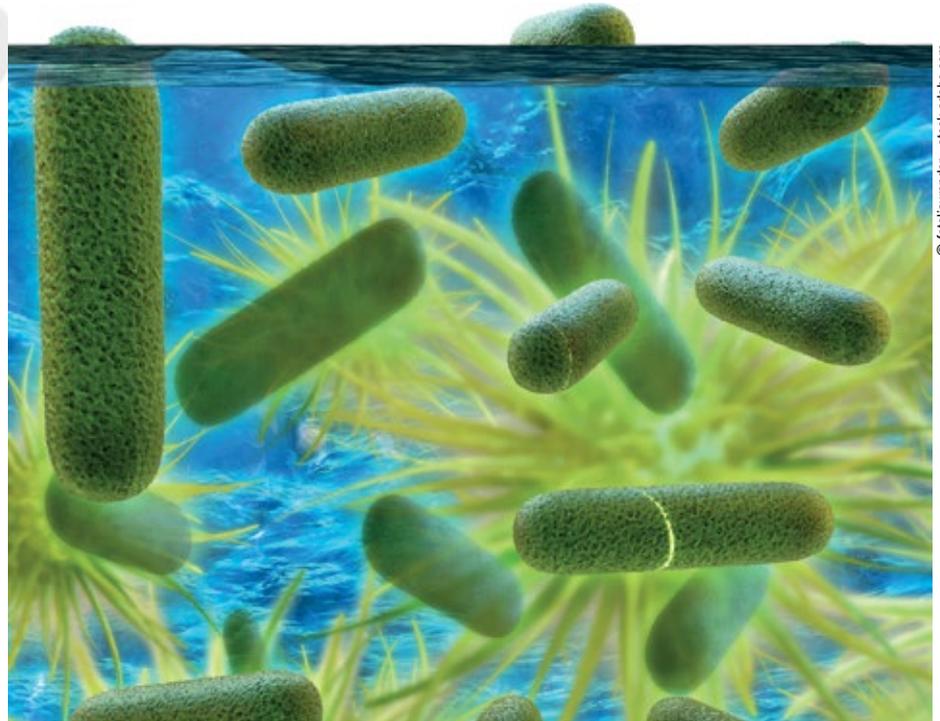
Die Namur hat das Konzept der NOA (Namur Open Architecture) vorgestellt. Diese soll den sicheren Zugriff auf Daten für Überwachungslösungen ermöglichen, ohne die Verfügbarkeit und Sicherheit des Bestands zu gefährden. Die Idee: Daten der bisherigen Kern-Automatisierungswelt durch offene Schnittstellen wie bspw. OPC UA in die Systemwelt für Monitoring- und Optimierungsaufgaben zu exportieren und dabei die Kernautomatisierung weitgehend unverändert zu belassen. Alternativ kann über einen zweiten Kommunikationskanal direkt auf die bestehenden Feldgeräte zugegriffen werden.

Fazit

In der Prozessindustrie wachsen die Anforderungen an Flexibilität, individuellere Produkte und schnellere Produkteinführungszeiten. Wie der einzelne Hersteller einer Pumpe oder der Anbieter von Vakuumtechnik bzw. von Kompressoren alle Forderungen zugleich unter einen Hut bringt, bleibt zunächst einmal ihm überlassen. Nur sollte der Lösungsansatz nicht allzu exotisch sein. Anwender in der chemischen und noch stärker in der pharmazeutischen Industrie sind bei der Auswahl zentral wichtiger Komponenten – und dazu zählen Pumpen und Kompressoren auf jeden Fall – eher konservativ. Praxisbewährte Referenzen sind ihnen wichtiger als abstrakte Möglichkeiten.



Der Betriebsingenieur ist Garant für reibungslose Arbeitsabläufe in seinem Betrieb und damit für die chemische Industrie von großer Bedeutung. Er trägt die Verantwortung für Instandhaltung und Verfügbarkeit seiner Anlage sowie für die Prozess- und Anlagensicherheit. An dieser Stelle beschreiben wir in lockerer Folge Aufgaben und Themenschwerpunkte im betrieblichen Alltag und berichten über die regelmäßigen Treffen der Regionalgruppen der Informationsplattform für Betriebsingenieure der VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (VDI-GVC).



© fotolaxrender - stock.adobe.com

Tatort Verdunstungskühlanlage

Legionellen aus Kühltürmen – die lange unterschätzte Gefahr

Die Verordnung über Verdunstungskühlanlagen, Kühltürme und Nassabscheider (42. BImSchV) ist am 20. August 2017 in Kraft getreten. Damit werden Anforderungen an Aufbau, Betrieb und Überwachung der über 30.000 Anlagen in Deutschland erstmals rechtlich festgelegt. Das betrifft auch zahlreiche Anlagen der chemischen Industrie. Bei ihrem 24. Treffen setzten sich die VDI-Betriebsingenieure der Regionalgruppe Rhein-Main-Neckar bei Evonik im Industriepark Hanau-Wolfgang intensiv mit den Hygieneanforderungen für Verdunstungskühlanlagen auseinander.

In vielen Bereichen des alltäglichen Lebens besteht ein wichtiger Zusammenhang zwischen Hygiene und Technik, der VDI blickt dazu auf eine lange Tradition zurück. So wurden bereits in den 1990er Jahren die Richtlinien VDI 6022 „Hygiene-Anforderungen an RLT-Anlagen“ und VDI 6023 „Hygiene in der Trinkwasser-Installation“ mit Förderung des Bundesministeriums für Gesundheit erarbeitet und liegen inzwischen in der vierten überarbeiteten Fassung vor. 2016 legte der VDI in seiner Agenda „Technik mit Hygienerrelevanz“ ein besonderes Augenmerk auf die Bedeutung der Verdunstungskühl-

anlagen als Verursacher der gefährlichen Legionellose und forderte u.a. eine Meldepflicht für Verdunstungskühlanlagen. Diese Forderungen und die Vorgaben der Richtlinie VDI 2047 sind inzwischen in die neue 42. BImSchV eingeflossen. Sie ist seit August 2017 in Kraft und legt erstmals die Anforderungen an Aufbau, Betrieb und Überwachung der über 30.000 Anlagen in Deutschland rechtlich fest. Dazu zählen auch eine Vielzahl von Anlagen der chemischen Industrie, sodass neue Herausforderungen auf die Betriebsingenieure zu kommen. Der VDI bietet dafür Schulungen nach VDI 2047 an.

Erschreckende Bilanz in Deutschland

Fünf Tote und 59 Schwerkranke hat der Legionellen-Ausbruch 2010 in Ulm gefordert. Beim Legionellen-Ausbruch in Warstein 2013 kam es zu einem gehäuftem Auftreten untypischer, schwerer Lungenentzündungen. Dabei wurden insgesamt 165 Erkrankungs- und Verdachtsfälle bekannt, drei Patienten starben. In zwei Ausbruchswellen in Bremen im November 2015 waren insgesamt 45 Menschen erkrankt, drei Patienten verstarben. Das ist die traurige Bilanz der großen Legionellose-Ausbrüche der letzten Jahre in Deutschland. Nach Aussagen von Prof.

Martin Exner vom Institut für Hygiene der Uni Bonn, erkranken alleine in Deutschland jährlich etwa 20.000–30.000 Menschen an einer durch Legionellen hervorgerufenen Lungenentzündung, 6 bis 7 % davon verlaufen tödlich. Die Dunkelziffer ist groß, denn die meisten Fälle werden nicht richtig diagnostiziert und nur bei gehäuftem Auftreten wie in Ulm, Warstein und Bremen werden die Ursachen korrekt identifiziert.

Historie

Legionellen wurden erstmals im Juli 1976 im Bellevue-Stratford Hotel in Philadelphia, USA entdeckt. Dort erkrankten beim Veteranenkongress der Amerikanischen Legion über 200 Menschen an der schweren Lungenentzündung. Die Krankheit forderte mehr als 30 Todesopfer und die tödlichen Bakterien bekamen ihren bis heute gültigen Namen. Damals kamen die tödlichen Bakterien aus den Duschköpfen der Hotelzimmer. Ursache können aber auch die Warmwasserversorgungen in Wohn-, Geschäfts- oder Krankenhäusern sein oder der fein versprühte Wassernebel aus sogenannten Rückkühlanlagen, die mit versprühtem Wasser die Wärme aus Gebäuden oder Fabrikhallen ableiten und so die Erreger verbreiten können. Legionellen werden gefährlich, wenn sie als Aerosole eingeatmet werden – und je nach Wetterlage können sich diese Aerosole über mehrere Kilometer hinweg ausbreiten, was die Quellensuche extrem erschwert.

Überführte Täter: Verdunstungskühlanlagen

Verdunstungskühlanlagen, wie sie in großer Zahl verwendet werden, um überschüssige Wärme aus Prozessen jeglicher Art abzuführen, sind mögliche Quellen der Legionellen-Infektionen. Nach intensiven Untersuchungen konnten in Ulm, Warstein und Bremen Verdunstungskühlanlagen als Ursachen der Legionellen-Emissionen identifiziert werden. Bei der aufwändigen Quellensuche kamen auch Hubschrauber zum Einsatz, um die zahlreichen Verdunstungskühlanlagen aus der Luft zu erfassen, denn ein Kataster, in dem diese registriert sind, existiert nicht. Die Zahl der in Deutschland installierten Anlagen ist unbekannt, doch ist davon auszugehen, dass eine große Anzahl von Anlagen aller möglichen Größen in Deutschland – gerade auch in dicht besiedelten Gebieten – betrieben werden.

Neue gesetzliche Regelungen: 42. BImSchV

Die Verordnung über Verdunstungskühlanlagen, Kühltürme und Nassabscheider (42. BImSchV) ist am 20. August 2017 in Kraft getreten. Damit werden Anforderungen an Aufbau, Betrieb und Überwachung der über 30.000 Anlagen in Deutschland erstmals rechtlich festgelegt. Das betrifft auch zahlreiche Anlagen der chemischen Industrie. Die DIHK hat dazu ein über-



Abb. 1: Unter der Leitung von Manfred Dammann, Bilfinger SE, setzten sich die VDI-Betriebsingenieure der Regionalgruppe Rhein-Main-Neckar auf ihrem 24. Treffen intensiv mit den Hygieneanforderungen für Verdunstungskühlanlagen auseinander und besichtigten auf Einladung von Jörg Reynen, Evonik Hanau, die Abwasserbehandlungsanlage im Industriepark Hanau-Wolfgang.

sichtliches Merkblatt verfasst, das u.a. folgenden Fragen beantwortet:

Welche Anlagen sind betroffen?

Verdunstungskühlanlagen werden meist als offene Rückkühlwerke von Kälte-, Klima- oder Energieerzeugungsanlagen betrieben. Sie werden sowohl in der Industrie und Energiewirtschaft als auch im Handel, der Gastronomie sowie an Hotel- oder Bürogebäuden genutzt. Betroffen sind nur Rückkühlwerke, die durch Verdunstung von Wasser Wärme an die Umgebungsluft abführen. Daneben regelt die Verordnung auch den Betrieb von Nassabscheidern, die in der Industrie zur Abluftreinigung eingesetzt werden.

Welche Anlagen sind NICHT betroffen?

Rückkühlwerke im Trockenbetrieb und weitere Systeme, von denen keine Gefahr erwartet wird, nimmt die Verordnung aus. Dazu gehören u.a.: Raumluftechnische Anlagen, die Wasser zur adiabaten Kühlung verdunsten; Anlagen in Hallen; Anlagen mit konstanter Temperatur von 60 °C oder mehr; Anlagen mit Kaltwasser-

sätzen, bei denen eine Taupunktunterschreitung möglich ist und Anlagen, in denen das Nutzwasser dauerhaft eine Salzkonzentration von mehr als 100 g Halogenide je Liter aufweist.

Ausgenommen sind weiterhin Nassabscheider, in denen das Nutzwasser dauerhaft einen pH-Wert 4 oder weniger bzw. 10 oder mehr aufweist; bei denen das Abgas für mindestens 10 Sekunden auf mindestens 72 °C erhitzt wird oder die ausschließlich mit Frischwasser im Durchlaufbetrieb betrieben werden.

Welche Pflichten gelten zukünftig?

- **Anzeige:** Die Anzeigepflicht nach § 13 gilt ab dem 19. Juli 2018. Dann müssen alle Anlagen der zuständigen Behörde innerhalb eines Monats angezeigt werden, bestehende bis 19. August 2018. Das gilt auch für die Änderung, Stilllegung von Anlagen oder bei einem Betreiberwechsel.
- **Betriebstagebuch:** In einem Betriebstagebuch sind alle wichtigen Informationen zur Anlage, die Ergebnisse der betriebsinternen und Laborprüfungen sowie ggf. ergriffene Maßnahmen (Untersuchung, Desinfektion, Repa-


Safety is for life.™

REMBE® Rush Order

Berstscheiben innerhalb von 24 Stunden

ACHEMA
Halle 9.1
Stand C4


+49 2961 7405-0



www.berstscheiben24.de



© Anlagen-Begleichen Rainer-Krösch

Abb. 2: Schadensbilder: links: zugesetzte Filter; mitte: Vereisung; rechts versottete Dosieranlage

ratur) zu dokumentieren. In der Anlage 4 der Verordnung ist eine Liste der zu dokumentierenden Inhalte aufgeführt. Das Betriebstagebuch ist 5 Jahre aufzubewahren.

- **Betriebsinterne Überprüfung des Nutzwassers:** Das Nutzwasser der Anlage muss betriebsintern alle zwei Wochen auf chemische, physikalische oder mikrobiologische Kenngrößen (z.B. Dip-Slide-Tests) untersucht werden.
- **Laboruntersuchung des Nutzwassers:** Alle drei Monate müssen akkreditierte Labore Proben des Nutzwassers entnehmen und die Parameter allgemeine Koloniezahl und Legionellen bestimmen. Wurden bisher keine Untersuchungen durchgeführt, muss dies erstmals bis zum 16. September 2017 erfolgen. Die Legionellen-Prüfung kann alle sechs Monate erfolgen, wenn die Prüfwerte (100 KBE Legionella spp. je 100 ml) in zwei Jahren hintereinander nicht überschritten wurden. Mindestens eine Untersuchung davon muss in den besonders kritischen Monaten, d.h. zwischen dem 1. Juni und dem 31. August erfolgen.
- **Ermittlung des Referenzwerts:** Der Referenzwert des Nutzwassers wird aus den ersten sechs aufeinanderfolgenden Laboruntersuchungen ermittelt.
- **Maßnahmen bei Anstieg oder Überschreiten von Prüf- und Maßnahmenwerten:** Wird bei der Laboruntersuchung ein Anstieg der Konzentration der allgemeinen Koloniezahl um den Faktor 100 zum Referenzwert festgestellt, müssen Betreiber die Ursachen ermitteln (z.B. Wasseraufbereitung kontrollieren) und ggf. Sofortmaßnahmen (bspw. Desinfektion) ergreifen. Stellt eine Untersuchung auf Legionellen Überschreitungen von Prüfwerten fest, werden Maßnahmen erst nach erneuter Laboruntersuchung notwendig. Bei Überschreiten des Maßnahmenwerts (10.000 KBE Legionella spp je 100 ml) muss dagegen sofort gehandelt werden.
- **Prüfung durch Sachverständige oder Inspektionsstelle:** Alle fünf Jahre müssen Anlagen von öffentlich bestellten Sachverständigen oder



© Evonik Technology & Infrastructure GmbH

Abb. 3: Mikroorganismen aus Wasservorlage

Inspektionsstellen des Typs A überprüft werden. Für bestehende Anlagen gelten Übergangsbestimmungen abhängig vom Alter der Anlage.

- **Wiederinbetriebnahme:** Wird eine Anlage so verändert, dass sich dies auf die Vermehrung von Legionellen auswirken kann oder der Nutzwasserkreislauf für mehr als eine Woche unterbrochen bzw. trockengelegt wird, muss sie vor Wiederinbetriebnahme von einer hygienisch fachkundigen Person (nach VDI 2047, VDI 6022 oder vergleichbar) untersucht werden. Dabei muss eine Checkliste gemäß Anlage 2 der Verordnung abgearbeitet und dokumentiert werden.

Was gilt zusätzlich?

Wird eine Anlage erstmals in Betrieb genommen oder Anlagenteile so verändert, dass dies Auswirkungen auf die Ausbreitung von Legionellen nehmen kann, sind eine Reihe zusätzlicher Vorschriften zu beachten:

- **Bauliche Anforderungen:** In den Anlagen müssen geeignete Werk- und Betriebsstoffe eingesetzt und Tropfenabscheider installiert werden und soweit wie möglich dürfen keine Totzonen entstehen. Außerdem müssen sie Vorrichtungen für Entleerung, Bioziddosierung und Probenahme besitzen. Insgesamt sollen sie dem Stand der Technik entsprechen (d.h. Verwendung fortschrittlicher Einrichtungen und Betriebsweisen, die sich in der Praxis bewährt haben). Ob diese Anforderungen erfüllt werden, sollten Unternehmen vor der Inbetriebnahme vom Hersteller oder Installateur in Erfahrung bringen.

- **Gefährdungsbeurteilung:** Vor der (Wieder-)Inbetriebnahme muss unter Beteiligung einer hygienisch fachkundigen Person eine Gefährdungsbeurteilung mit Risikoanalyse und Risikobewertung durchgeführt werden. Das Vorgehen wird in der Richtlinie VDI 2047-2 beschrieben und richtet sich nach gängigen Methoden der Gefährdungsbeurteilung (z.B. TRBS und TRGS 400).

- **Untersuchungen und Anzeige:** Vor Inbetriebnahme muss eine hygienefachliche Untersuchung (siehe oben) durchgeführt werden. Die oben beschriebenen Laboruntersuchungen und die Anzeige bei der Behörde müssen innerhalb der ersten vier Wochen nach (Wieder-)Inbetriebnahme erfolgen.

Resumee

Die Bedeutung der Verdunstungskühlanlagen als Ursache der gefährlichen Legionellose ist unbestritten. Die Erfassung der Anlagen in einem Meldekataster ist eine wichtige Maßnahme und eine angemessene Kontrolle des bestimmungsgemäßen Betriebs erforderlich. Die neuen Anforderungen an den Betrieb von Verdunstungsanlagen, insbesondere die häufigen mikrobiologischen Untersuchungen stellen die Betriebsingenieure vor Herausforderungen, die nun gemeistert werden müssen.

Die Autorin

Ljuba Woppowa, VDI-GVC

Ankündigung:

Diskutieren Sie mit uns am Freitag, 15.6.2018 von 10:00 – 12:00 Uhr im AICHEMA Discussion Corner in Halle 9.2 und informieren Sie sich über die vielfältigen Aufgaben des Betriebsingenieurs

Kontakt

Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf
 Dr. Ljuba Woppowa
 Tel.: +49 211 6214-314
 woppowa@vdi.de · www.vdi.de



Sicherheit in Industrieanlagen neu denken

Proaktive Security-Konzepte statt reaktive Cyberverteidigung



Dr. Alexander Horch,
Vice President Research,
Development & Product
Management, Hima

Die Digitalisierung bietet Anlagenbetreibern viele Chancen hinsichtlich Effizienzsteigerung, Flexibilisierung und Zukunftssicherheit. Sie bringt aber auch Bedrohungen für die Anlagensicherheit mit sich, vor allem durch die stark wachsende und immer professionellere Cyberkriminalität. Der folgende Beitrag beleuchtet, warum die Prozessindustrie beim Thema Cybersecurity vom passiven in den aktiven Verteidigungsmodus schalten muss und was sie tun muss, um die Anlagensicherheit im digitalen Zeitalter zu gewährleisten.

Ende des Jahres 2017 wurde durch den ICS Cybersecurity-Spezialisten Dragos bekannt, dass eine Sicherheitssteuerung (SIS) eines Marktbegleiters von Hima in einer Prozessanlage im Mittleren Osten mittels einer neuen Malware gezielt angegriffen und erfolgreich ge-

hackt wurde. Das Ziel der Angreifer war es offenbar, die Sicherheitsfunktionen des Systems zu deaktivieren, was aufgrund von Programmcodefehlern nicht gelang. Das SIS wurde kompromittiert und tat genau das, wofür es da ist: Es leitete den Shutdown der Anlage ein. Die

professionelle Durchführung des Angriffs verdeutlicht jedoch eindringlich, wie ernst Anlagenbetreiber das Thema Cybersecurity nehmen müssen. Die Cyberattacke stellt zugleich eine neue Dimension der Cyberbedrohung für kritische Infrastrukturen dar. Nach derzeitigem

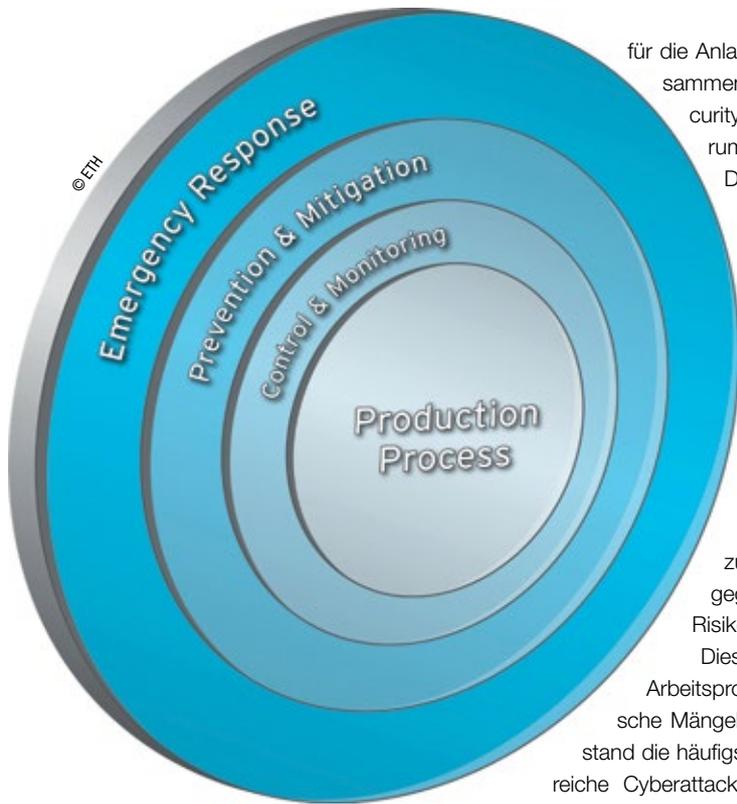


Abb. 1: Eine 100%ige Sicherheit ist eine Illusion. Arbeitsprozesse und organisatorische Mängel sind mit Abstand die häufigste Angriffsfläche bei erfolgreichen Cyberattacken.

Kenntnisstand wurde sie gezielt geplant und speziell auf das SIS des betroffenen Herstellers ausgelegt. Ein solcher Angriff auf ein SIS ist hochanspruchsvoll und nur mit signifikantem Aufwand durchzuführen. Es ist der insgesamt fünfte öffentlich bekannte ICS-Vorfall nach Stuxnet, Havex, Blackenergy2 und Crashoverride. Die Bedeutung dieses Vorfalles kann kaum hoch genug eingeschätzt werden, da hier erstmals ein Sicherheitssystem erfolgreich angegriffen worden ist, das die letzte Verteidigungslinie vor einer möglicherweise katastrophalen Auswirkung darstellt.

Ein wesentlicher Faktor begünstigte nach aktuellem Wissensstand den Angreifer: Das SIS war während des Cyberangriffs mittels eines Schlüsselschalters im Programmier-Modus belassen. In einer ordnungsgemäßen Konfiguration und dem Controller im Run-Modus, wobei Programmänderungen nicht möglich sind, hätten die Angreifer vor einer ungleich schwierigeren Herausforderung gestanden. Weitere Angriffe auf baugleiche SIS sind bisher nicht bekannt geworden.

Das Konzept von Safety verändert sich

Der Vorfall muss als Weckruf dienen, um das Bewusstsein in der Branche für das Thema Cybersecurity weiter zu schärfen. Auch wenn nur ein bestimmtes System gezielt angegriffen worden ist, stellt der Vorfall einen Wendepunkt

für die Anlagensicherheit dar. Das Zusammenspiel von Safety und Security muss zukünftig im Zentrum der Betrachtung stehen. Das in obigem Beispiel verwendete SIS unterscheidet sich in Designphilosophie und Technologie deutlich von Hima-Safety-Systemen und lässt daher keine direkte Übertragbarkeit des Cyberangriffs erwarten. Fakt ist aber: Kein SIS-Hersteller kann heute und in Zukunft eine absolut und jederzeit zuverlässig sichere Lösung gegen alle Eventualitäten und Risiken versprechen.

Dies liegt vor allem daran, weil Arbeitsprozesse und organisatorische Mängel auch heute noch mit Abstand die häufigste Angriffsfläche für erfolgreiche Cyberattacken sind (Abb. 1). Bleiben bspw. Schnittstellen an Systemen im laufenden Betrieb offen und dadurch programmierbar, wird Angreifern ein mögliches Einfallstor geöffnet. Als Konsequenz des Cyberangriffs ist Anlagenbetreibern dringend geraten, nicht nur auf cybersichere Komponenten zu setzen, sondern ein ganzheitliches Security-Konzept für die eigenen Anlagen zu definieren und gemeinsam mit Herstellern konsequent umzusetzen.

Sicherheitsgerichtete Automatisierungslösungen in Industrieanlagen müssen nicht mehr nur eine sichere Notabschaltung (ESD), sondern auch effektiven Schutz vor Cyberangriffen bieten. Hier entsteht ein Paradigmenwechsel: Bisher mussten einmal sicher ausgelegte Automatisierungen lediglich regelmäßig auf die einmal definierte Risikoreduktion überprüft werden. Zukünftig müssen Safety-Lösungen im Sinne der Security regelmäßig angepasst und erweitert werden. Dieser Paradigmenwechsel betrifft Anbieter und Betreiber sicherheitstechnischer Automatisierungskomponenten gleichermaßen.

Damit verändert sich komplett die Wahrnehmung von Safety-Lösungen: Ein zentrales Element moderner Sicherheitslösungen besteht darin, Cyberangriffe abzuwehren und damit kostspielige Shutdowns zu verhindern, sodass SIS verstärkt ein signifikanter Faktor für die Profitabilität einer Anlage werden.

Normenkonformität und Ebenentrennung als Grundlage

Es ist positiv zu bewerten, dass Unternehmen in der Prozessindustrie zunehmend die Wichtigkeit von Safety- und Security-Standards für die Sicherheit und Wirtschaftlichkeit ihrer Anlagen erkennen. Dennoch gibt es immer noch

Unternehmen, die kein komplett normenkonformes SIS im Einsatz haben. Das bedeutet: Sie gehen ein ungleich höheres Risiko für Produktionsverluste und Schäden an Mensch und Umwelt ein. Um ein Höchstmaß an Safety und Security zu erreichen, ist es für Anlagenbetreiber unter anderem von größter Bedeutung, die Forderung der Normen für funktionale Sicherheit und Automation Security (IEC 61511 und IEC 62443) nach physikalischer Trennung von Sicherheits- (SIS) und Prozessleitsystem (BPCS) umzusetzen.

Die Normenkonformität spielt eine wichtige Rolle in der Abwehr von Cyberangriffen: Sicherheits- und Prozessleitsystem gelten nur dann im Sinne der IEC 61511 als autarke Schutzebenen, wenn sie auf unterschiedlichen Plattformen, Entwicklungsgrundlagen und Philosophien basieren. Das bedeutet konkret, dass die Systemarchitektur grundsätzlich so ausgelegt sein muss, dass keine Komponente von der Prozessleitsystem-Ebene und der Safety-Ebene gleichzeitig genutzt werden darf, ohne eine detaillierte sicherheitstechnische Analyse. Ohne klare Trennung können bspw. durchgeführte Patches im Prozessleitsystem auch Funktionalitäten des darin integrierten Sicherheitssystems beeinflussen. Das kann fatal sein. Ebenso problematisch ist es, wenn durch einen erfolgreichen Cyberangriff über den Office-PC eines Mitarbeiters auf das Prozessleitsystem gleichzeitig das integrierte Sicherheitssystem und somit die funktionale Sicherheit sowie die Cybersicherheit an sich kompromittiert wird. Wie viele der oben genannten Beispiele für erfolgreiche Cyberangriffe zeigen, stellt die Verbindung zwischen der Office-IT und dem Produktionssystem immer noch eine extreme Schwachstelle dar. Ein Angriff auf ein integriertes SIS/BPCS-System ist somit deutlich einfacher als auf ein autarkes SIS.

Bei einem erfolgreichen Cyberangriff steht eine Menge auf dem Spiel: im Ernstfall kann es zu einer Störung der Anlagensicherheit mit unkalkulierbaren Folgen für die Gesundheit der Mitarbeiter, die Sachwerte des Unternehmens und die Umwelt kommen. Es gibt inzwischen erste Cybersecurity-Versicherungen, mit denen sich Unternehmen im Falle eines Hacker-Angriffs zumindest teilweise vor finanziellem Schaden absichern können. Es ist aber fraglich, ob der Versicherungsschutz des Anlagenbetreibers vollständig greift, wenn gültige Normen nicht eingehalten werden oder eklatante Security-Mängel nachgewiesen werden können. Versicherungen gegen Cybersecurity fordern klare Risikobewertungen in Anlagen anhand der geltenden Standards, andernfalls sind Versicherungen nicht möglich oder finanziell unwirtschaftlich. Der Anlagenbetrieb ist heute nur sicher, wenn Betreiber ergänzend zur funktionalen Sicherheit auch Maßnahmen zur

Cybersecurity wie die Schutzebenenentrennung systematisch einführen.

Proaktive Cybersecurity ist gefragt

Die stark wachsende und immer professioneller werdende Cyberkriminalität zwingt sowohl Hersteller von Sicherheitslösungen als auch deren Anwender in der Prozessindustrie, eine proaktive Cybersecurity-Strategie zu verfolgen und ein ganzheitliches Safety-Konzept aufzubauen. Als Anlagenbetreiber muss man im Rahmen der Risikobewertung den finanziellen Aufwand für effektive Safety- und Security-Konzepte mit den Kosten eines potentiellen Shutdowns in Relation setzen, der schnell in die Millionen gehen kann. Das in Cybersecurity investierte Geld, in der Regel nur ein Bruchteil der Shutdown-Kosten, ist kein verlorenes Geld, sondern es sichert die Produktivität und Produktivität der gesamten Anlage.

Man kann als Anwender für eine bestmögliche Verteidigung sorgen, indem man Sicherheitssysteme verwendet, die selbst nur minimale Angriffsmöglichkeiten bieten. Auf den autarken SIS von Hima läuft bspw. ein 100 % eigenes Betriebssystem, das speziell für sicherheitsgerichtete Anwendungen entwickelt wurde. Dieses umfasst alle Funktionen einer Sicherheits-SPS, verzichtet aber darüber hinaus auf weitere unnötige Funktionen. Es gibt keine Softwarekomponenten aus Softwarepaketen von Drittanbietern und keine eingebauten Backdoors. Typische Attacken auf IT-Systeme sind daher nicht erfolgreich. Die Betriebssysteme der Steuerungen werden bereits während ihrer Entwicklung auf ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber Cyberattacken getestet. Dies wird durch Security-Zertifizierung des Entwicklungsprozesses ebenso sichergestellt wie durch die für die funktionale Sicherheit notwendigen Entwicklungsprozesse (z.B. 4-Augen Prinzip).

Für Anlagenbetreiber ist es aber nicht damit getan, dass sie auf normenkonforme Hardware und Software setzen. Cybersecurity ist eine Daueraufgabe und muss schon bei der Konzeption neuer Anlagen oder vor Modernisierungsmaßnahmen gemeinsam von Anlagenbetreiber und Safety-Spezialist entwickelt werden. Für Bestandsanlagen ist mindestens eine genaue Analyse von möglichen Schwächen bei der Cybersecurity zu fordern. Neben technischen Maßnahmen müssen von den Anwendern hierbei auch organisatorische Maßnahmen ergriffen werden. Denn keine vorhandene Technologie kann einen 100 % Schutz gegen neu entstehende Angriffsmöglichkeiten bieten. Aus diesem Grund besteht ein hoher Bedarf an regelmäßiger Überprüfung interner Netzwerke und Kommunikationssysteme bspw. durch Penetration-Tests unabhängiger Stellen.

In anderen Branchen ist es heute schon üblich, dass feste Budgetgrößen für andauernde

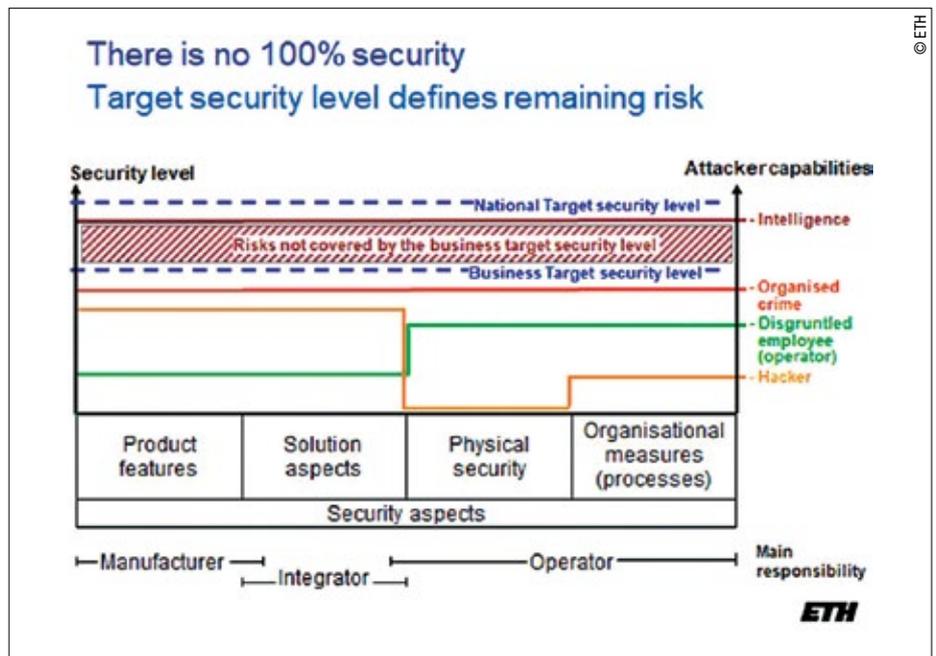


Abb. 2: Sowohl die Safety- als auch die Cybersecurity-Norm fordern getrennte Schutzebenen.

de Sicherheits-Audits veranschlagt sind. Hier werden die eigenen Maßnahmen zur Cybersecurity von externen Spezialisten in „Threat Tests“ auf Herz und Nieren geprüft, mit dem Ziel, Schwachstellen zu finden und diese dann zu beheben. Man setzt also selbst proaktiv Hacker ein, um mögliche Angriffspunkte zu finden, die andere Hacker nutzen könnten.

Ergebnisse solcher Tests sollten verwendet werden, um die Sicherheitsmaßnahmen in der gesamten Branche auf ein einheitliches und wirksames Niveau zu heben. Eine Hilfe hierzu

können Verbände und das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) leisten. Letzteres hat bereits hilfreiche Dokumentation zum Thema Cybersecurity in Industriellen Steuerungssystemen aus Sicht der Hersteller wie auch der Betreiber beschrieben.

Gute Sicherheitstechnik reicht nicht

Der „Faktor Mensch“ ist die häufigste Ursache von Cyberrisiken. Hierzu zählen nicht nur gezielte Cyberattacken, um Produktionsabläufe zu stören oder Industriegeheimnisse zu stehlen,



Abb. 3: Industrieanlagen sind heute nicht mehr autark, sondern in zunehmendem Maße mit der Außenwelt verbunden. Und was vernetzt ist, ist grundsätzlich auch von Cyberkriminellen von außen aus angreifbar.

sondern auch Störungen, die durch Unachtsamkeit entstehen können. Für sicherheitsgerichtete Systeme spielen die üblichen Regeln der Cybersecurity eine noch wichtigere Rolle, da diese die letzte Verteidigungslinie vor einer möglichen Katastrophe darstellen. Ein Schutz vor menschlichen Eingriffen – absichtlich oder unabsichtlich – ist daher besonders wichtig. Ein umfassendes Schutzkonzept beinhaltet daher bspw. besonderen Zugangsschutz, eine physische Absicherung oder Plausibilitätschecks von Änderungen. Hierbei kann und muss die Technologie die Grundlage liefern, um den Menschen zu entlasten.

Darüber hinaus ist es wichtig, dass die Möglichkeiten einer Manipulation ständig im Auge behalten und berücksichtigt werden. Hier unterscheiden sich sicherheitskritische Anwendungen ganz zentral von anderen industriellen SPS- oder Office-Anwendungen. Um Security im Bereich Safety sicherzustellen, ist eine Menge Know-how nötig. Dies ist insbesondere in kleinen Betrieben eine große Herausforderung.

Die Aufrechterhaltung und kontinuierliche Weiterentwicklung der Security für Anlagenbetreiber stellt daher oft eine kaum machbare Herausforderung dar. Es empfiehlt sich daher – ähnlich wie bei den oben genannten Threat Tests – erfahrene Safety- und Security-Experten mit ins Boot zu holen, um gemeinsam effektive Konzepte zu entwickeln und zu implementieren. Ein großes aktuelles Problem stellt das (spear-)phishing dar, also das gezielte Ausspionieren von Zugangsdaten zu geschützten Systemen. Wenn Mitarbeiterpasswörter bekannt werden, wird ein Hacker-Angriff zum Kinderspiel. Keinesfalls sollten Anlagenbetreiber ihre Mitarbeiter jedoch als das „schwächste Glied in der Kette“ der Cybersecurity ansehen. Es geht vielmehr darum, alle Mitarbeiter zu motivieren, sich mit dem Bereich IT-Security auseinanderzusetzen und Teil einer wirksamen proaktiven Cybersecurity-Strategie zu sein und nicht darum, Schuld zu delegieren.

Wenn durch die Aktion oder Nicht-Aktion eines Mitarbeiters ein Schaden entsteht,

dann ist das in erster Linie ein systemisches und kein menschliches Problem. Es ist deswegen notwendig, fehlendes technisches Wissen zu vermitteln und Mitarbeiter mit Bedrohungsszenarien, wie etwa bekannten Social-Engineering-Strategien, vertraut zu machen. Aus diesem Grund sind umfangreiche Programme zur Security-Schulung und Steigerung des Bewusstseins von Mitarbeitern ein wichtiges Maßnahmenpaket innerhalb eines proaktiven Safety-Konzepts.

Der Autor

Dr. Alexander Horch,

Vice President Research, Development & Product Management, Hima Paul Hildebrandt. GmbH

Kontakt

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

Rohrreparatur-Kits für Rohrwartung und Rohrinstandhaltung

Sich in den traditionellen Optionen der Rohrreparatur zurecht zu finden kann schwieriger sein, als die Auswahl eines Erkältungs- oder Grippemedikaments aus einer riesigen Angebotspalette. Kompakte Reparaturlösungen können eine schnelle Hilfe sein.

Peter Crossen, Vizepräsident der Innovationsplattform für Wartung und Instandhaltung sowie für Partsmaster bei NCH Europe: „Sie können sich dazu entscheiden das System nicht abzuschalten und mit dem Leck umzugehen, während Sie auf eine geplante Unterbrechung der Produktion warten. Dies erhöht selbstverständlich den laufenden Gesundheits- und Sicherheits-Managementbedarf sowie das Risiko für einen katastrophalen Totalausfall.“ Eine andere Option ist, den Betrieb sofort abzuschalten und das Rohr vollständig zu ersetzen. Diese ungeplante Ausfallzeit führt jedoch zu Produktionsverlusten und gegebenenfalls zu unzufriedenen Kunden. Rohrreparatur-Kit für den Notfall gelagert

Welcher Weg auch beschritten wird, sobald das Problem gelöst ist, ist es leicht, Bedenken über zukünftige Lecks in den Hintergrund zu rücken. Jedoch treten Lecks ohne Vorwarnungen auf und der beste Weg den Stress beim nächsten Auftreten eines Lecks gering zu halten, ist vorbereitet zu sein und ein Rohrreparatur-Kit gelagert zu haben, vergleichbar mit der Notfall-Paracetamol die man in der Schreibtischschublade aufbewahrt.

Einige auf dem Markt erhältliche Rohrreparatur-Kits sind groß und unhandlich und benötigen oft Messgeräte für das richtige Mischverhältnisse der Inhaltsstoffe oder teure Kartuschensysteme mit verschwenkbaren Einweg-Mischdüsen. Dies erschwert die



Lagerung bis zum nächsten Leck erheblich sowie die Anwendung, wenn der besagte Fall eintritt.

In solchen Situationen sind kompakte Reparaturlösungen wie NCH Europes Mega Pipe Repair HD Sortiment sehr praktisch. Epoxystick-Reparatur-Kits sind handlich sowie leicht zu transportieren und anzuwenden. Rohrreparaturbandagen oder Stretch and Seal Lösungen benötigen minimale Vorbereitung. Letztgenannte Bandagen können sogar direkt über dem Leck angebracht werden, während das Rohr weiterhin in Benutzung bleibt. Das flexible dichte Gewebe der Mega Pipe Repair HD Bandage ermöglicht das Umfassen der Konturen von Rohrbögen und

Rohrverbindungen, welches sogar die Anwendungen an komplizierten Rohrbiegungen ermöglicht. Es hat eine Betriebstemperatur von bis zu 250 °C. Dies ermöglicht eine Anwendung in einem breiten Spektrum an industriellen Anwendungen, insbesondere wenn Hitze involviert ist.

Kontakt

NCH House, UK-Bilston, West Midlands, UK
 Catriona Whitford
 Tel.: +44 1902 510254
 cat.whitford@nch.com · www.ncheurope.com/en



Anlagentechnik

Armaturen

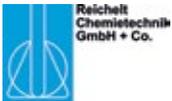


**GEMÜ Gebr. Müller
Apparatebau GmbH & Co. KG**
Fritz-Müller-Straße 6-8
D-74653 Ingelfingen
Tel.: +49 (0) 79 40 / 123 0
E-Mail: info@gemu.de
<http://www.gemu-group.com>



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 Aktiengesellschaft
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



Ventile



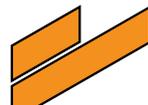
**GEMÜ Gebr. Müller
Apparatebau GmbH & Co. KG**
Fritz-Müller-Straße 6-8
D-74653 Ingelfingen
Tel.: +49 (0) 79 40 / 123 0
E-Mail: info@gemu.de
<http://www.gemu-group.com>

Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung



Ingenieurbüros

Biotechnologie



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

*Fermentation, Destillation
Evaporation, Separation
Adsorption, Chromatographie*

Lager- und Fördertechnik

Dosieranlagen

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
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
www.alino-is.de · mail@alino-is.de

Vibrationstechnik



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



Zentrifugen



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

Leitfähigkeitsmessung in Flüssigkeiten



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

Ventile



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

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

Vakuumsysteme

www.vacuum-guide.com

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

Messtechnik

Aerosol- und Partikelmesstechnik



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

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

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

Verdampfer



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

Durchflussmessung



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

Sauerstoffmessung in Flüssigkeiten



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

Thermische Verfahrenstechnik

Abluftreinigungsanlagen



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

Wärmekammern



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

Venjakob
UMWELTECHNIK
www.venjakob-umwelttechnik.de
mail@venjakob-ut.de

It's showtime!
ACHEMAREPORTER 2018 – im Einsatz.

Vom 11. bis zum 15. Juni 2018 wird das Messegelände in Frankfurt am Main wieder zum Weltforum für die Prozessindustrie. Annähernd 4.000 Aussteller stellen bei der ACHEMA 2018 ihre neuen Produkte, Lösungen und Verfahren zur Diskussion. Etwa 170.000 Messe- und Kongressbesucher werden sich aus dem überquellenden Gesamtangebot die für sie relevanten Informationen und Lösungen suchen. Eine sorgfältige Vorbereitung ist dafür unverzichtbar. Dabei helfen die beiden Messe-Vorausgaben und die ACHEMA-Hauptausgabe der CITplus. Von der ACHEMA selbst berichten unsere ACHEMAreporter (*) tagesaktuell auf www.achemareporter.de.

	ACHEMA Vorausgabe 2 CITplus 5/2018	ACHEMA Hauptausgabe CITplus 6/2018 – erhöhte Auflage	ACHEMA-Nachlese CITplus 7–8/2018
Erscheinungstermin:	02.05.2018	01.06.2018	07.08.2018
Anzeigenschluss:	13.04.2018	15.05.2018	20.07.2018
Redaktionsschluss:	28.03.2018	27.04.2018	03.07.2018

(*) Studierende der Chemischen Verfahrenstechnik, des chemischen Apparate- und Anlagenbaus, der Mess- und Regeltechnik sowie der Pharma- und der Biotechnik sind eingeladen, als ACHEMA-Reporter die interessantesten Neuheiten rund um das Messe- und Vortragsgeschehen auf der ACHEMA vorzustellen. Interessenten melden sich bitte bei: citplus@wiley.com unter dem Stichwort „ACHEMAREPORTER“.



CITplus – Das Praxismagazin für Verfahrens- und Chemieingenieure.
Besuchen Sie uns auf der ACHEMA, Halle 5.1/6.1 – Stand B8

Ihre Ansprechpartner:
Wolfgang Siess
Chefredakteur
Tel.: +49 (0) 6201 606 768
wolfgang.siess@wiley.com

Roland Thomé
Anzeigenleiter
Tel.: +49 (0) 6201 606 757
roland.thome@wiley.com

sponsored by:
BEUMERGROUP



www.achemareporter.de

WILEY-VCH



Air Products	10	Flottweg	50	LUM	17, 27	Rembe Safety + Control	5, 9, 43
Alino	49	Flowserve Flow Control	49	Lutz-Pumpen	49	Rösberg Engineering	33
AMA – Verband für Sensorik und Messtechnik	9	Fristam Pumpen Schaumburg	36	Meorga	10, 25	Seipenbusch particle engineering	50
Arbeitskreis Instandhaltung	8	GDCh – Gesellschaft Deutscher Chemiker	8, 10, 21, 7	Messe München	21	Sequip S+E	23
Baumer	31	Gemü	49, 50	MSC Management Seminar Center	8	SGVC – Schweizerische Gesellschaft der Verfahrens- und ChemieingenieurInnen	8
Beinlich Pumpen	49	GIG Karasek	50	NCH Europe	48	T.A. Cook & Partner Consultants	8
Boge	38	Goudsmit Magnetics Systems	49	Netter Vibration	49	Technische Akademie Wuppertal	8
Bürkert	30	Grundfos	38	Netzsch Pumpen & Systeme	9	U.I. Lapp	7
C.Otto Gehrckens	8	Hamilton Bonaduz	50	nsb gas processing	50	ULT	8
Comsol Multiphysics	10, 12	Haus der Technik	8	NürnbergMesse	10	VDI – Verein Deutscher Ingenieure	16, 42
Dechema	8, 13, 15, 38	Helling	49	Öko Institut	9	VDI Wissensforum	10, 8
Dekra Exam	8	Hima Paul Hildebrandt	45	Optris	8	Venjakob	50
Deutscher Email Verband	8	Hosokawa Alpine	35	Palas	50	Vogelbusch	49
Ekato Process Technologies	3	hs-Umformtechnik	49	Pepperl+Fuchs	11	Will & Hahnenstein	50
Endress+Hauser	8, 10, 24	Jessberger	37, 49	Proceng Moser	49	Witte	49
Envirotec	50	Knick Elektronische Messgeräte	Titelseite, 18	Profibus - Nutzerorganisation	8	WK Wärmetechnische Anlagen-, Kessel- und Apparatebau	50
Evonik Industries	42	KSB	38, 49	Prominent Dosiertechnik	49	ZVEI – Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie	9
Filtech Exhibitions	11			Pumpen Center Wiesbaden	49		
				RCT – Reichelt Chemietechnik Beilage, 17			

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 Steinbach
 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

Redaktionsassistentz

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

Fachbeirat

Prof. Dr. techn. Hans-Jörg Bart,
 TU Kaiserslautern
Dr. Jürgen S. Kussi,
 Bayer Technology Services, 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,
 Glaskeller, Zürich, Allschwil/CH
Dr.-Ing. Martin Schmitz-Niederau,
 Uhde, Dortmund
Dr. Hans-Erich Gasche,
 Bayer Technology Services, Leverkusen

Erscheinungsweise 2018

10 Ausgaben im Jahr
 Druckauflage 20.000
 (IVW Auflagenmeldung
 Q4 2017: 25.757 tvA)



Bezugspreise Jahres-Abonnement 2018

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 Chemieingenieurwesen
 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 2017

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 die Redaktion.

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 Redak-
 tion und mit Quellenangaben gestattet.
 Dem Verlag ist das ausschließliche, räumliche
 und inhaltlich eingeschränkte Recht eingeräumt,
 das Werk/den redaktionellen Beitrag in unver-
 änderter oder bearbeiteter Form für alle Zwecke
 beliebig oft selbst zu nutzen oder Unternehmen,
 zu denen gesellschaftsrechtliche Beteiligungen be-
 stehen, sowie Dritten zur Nutzung zu übertragen.
 Dieses Nutzungsrecht bezieht sich sowohl auf
 Print- wie elektronische Medien unter Einschluss
 des Internet wie auch auf Datenbanken/Daten-
 träger 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 1456-2597

Nichts ist spannender als Technik.



Initiative für mehr
Nachwuchs in
Naturwissenschaft und Technik

**JUGEND
FÜR TECHNIK**

 **TECHNOSEUM**
www.technoseum.de

Mehr unter
www.technoseum.de/sci-fi
Museumsstraße 1, 68165 Mannheim



TECHNOSEUM
Landesmuseum
für Technik und Arbeit
in Mannheim