

# CITplus

9

27. Jahrgang · September · 2024

Das Praxismagazin für **Verfahrens- und Chemieingenieure**

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

## Pumpen im Fokus

**Sicherheit, Energiebedarf und neue Anwendungen**

**Im CITplus-Profil**  
Neue Geschäftsführerin  
der VDI-Gesellschaft  
Verfahrenstechnik und  
Chemie-Ingenieurwesen

**S. 8**

**Sicherheitssystem für  
Magnetkupplungspumpen**  
Additiv gefertigter Spalttopf  
für ein hohes Sicherheits-  
niveau

**S. 12**

**„Nicht noch ein Wissens-  
managementsystem!“**  
Maschinendatenanalyse  
und menschliches Know-  
how verzahnen

**S. 43**

**WILEY**  **VCH**



© VTT Studio - stock.adobe.com

# Hier umsteigen auf CIT<sup>plus</sup> E-Paper



[www.chemanager-online.com/citplus/newsletter](http://www.chemanager-online.com/citplus/newsletter)



Wenn Sie auf den Bezug der gedruckten Ausgabe verzichten möchten, schreiben Sie bitte eine Nachricht an:

**WileyGIT@vuserice.de**



Im Rahmen unserer Aktion  
e-Ausgaben für Nachhaltigkeit  
**Wiley pflanzt Bäume**  
[trees.org/sponsor/wiley](http://trees.org/sponsor/wiley)

# Herrschaft der Verwaltung

Die Meldungen der Verbände der Maschinenbau- und Chemieindustrie klingen derzeit wenig optimistisch und die Zahlen belegen es. Nachdem das Jahr mit steigenden Produktionsmengen für die Chemieindustrie gut gestartet war, sind die Umsätze im Inland und in europäischen Nachbarstaaten mittlerweile deutlich zurückgegangen. Die europäische Industrie hat die Trendwende noch nicht geschafft und das hat Folgen, wie es die Antworten der aktuellen Mitglieder-Umfrage des VCI widerspiegeln. In dem Bericht heißt es „Die schlechte Ertragslage und die vorhandenen Standortprobleme führten 2023 bereits zu Investitionszurückhaltung. Dieser Trend setzt sich in 2024 fort – insbesondere was Investitionen in Deutschland angeht. 43% der Unternehmen geben an, ihre Investitionen in beiden Jahren in Deutschland zurückfahren zu wollen.“ Gleichzeitig gibt ein großer Teil der befragten Unternehmen an, die Auslandsinvestitionen auszuweiten.



**Etwina Gandert**  
Chefredakteurin

Auch der Maschinen- und Anlagenbau verzeichnet erhebliche Umsatzrückgänge und Exporteinbußen, insbesondere im europäischen Markt. Hinzukommt, dass auch China und die USA derzeit keine Wachstumsimpulse setzen. „Mit China, nun aber auch den USA fallen wichtige Wachstumstreiber für die Auslandsnachfrage weg, und zwar nicht nur für den deutschen Maschinenbau, sondern weltweit. Es fehlt aktuell schlichtweg an einem breit angelegten, industriegetriebenen globalen Aufschwung“, resümiert VDMA-Chefvolkswirt Dr. Ralph Wiechers.

Einfache Rezepte gibt es nicht, um die Weltwirtschaft wieder auf Wachstumskurs zu bringen. Aber wenigstens vor der eigenen Haustür könnten wir kehren und für die chemische Industrie besser Standortfaktoren schaffen. Der größte Störfaktor für die Geschäftstätigkeit der Unternehmen sind weiterhin die aufwendige Bürokratie, die langen Genehmigungsverfahren und die Regulierungsflut, heißt es im Umfrageergebnis des VCI. Im Schnitt wenden die Unternehmen geschätzte 5% ihres Umsatzes für die bürokratischen Erfordernisse auf.

Wörtlich bedeutet Bürokratie „Herrschaft der Verwaltung“ – zusammengesetzt aus den französischen Begriffen „bureau“ für Schreibtisch oder Arbeitszimmer und der Nachsilbe „cratie“ für Herrschaft, Gewalt, Macht. Dabei sollte die Bürokratie den Menschen dienen. Inzwischen entsteht jedoch vielfach der Eindruck, dass die Bürokratie zum Selbstzweck mutiert ist. Zu den Forderungen für bessere Standortbedingungen gehören, Bürokratie abzubauen und bürokratische Prozesse zu vereinfachen. Das bedeutet auch, den Bürgern und Unternehmen mehr Eigenverantwortung zuzutrauen und abzuverlangen – frei nach Marie von Ebner-Eschenbach (1830–1916) „Macht ist Pflicht – Freiheit ist Verantwortlichkeit“. Das eröffnet wieder Freiheitsgrade für verantwortungsvolle unternehmerische Entscheidungen, um unseren Wohlstand in Europa zu sichern.

Viele Grüße

**Etwina Gandert**  
etwina.gandert@wiley.com

Wiley Online Library



Safety is for life.™

**REMBE®**  
Druckentlastung  
und  
Explosionsschutz.



rembe.de



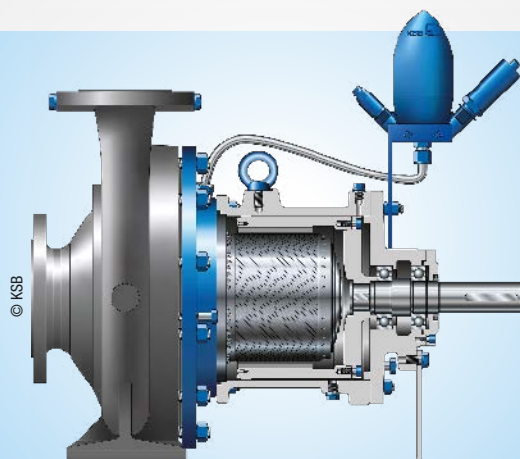
**REMBE® GmbH Safety+Control**

Gallbergweg 21  
59929 Brilon, Germany

T +49 2961 7405-0

hello@rembe.de

© REMBE® | All rights reserved



12

## Sicherheitssystem für Magnetkupplungspumpen

Additiv gefertigter Spalttopf für Magnetkupplungspumpen sorgt für hohes Sicherheitsniveau\*



Sonderteil Pharmaproduktion

23

## Pharmaproduktion

Die pharmazeutische Industrie gehört zu den Branchen, die in Deutschland investieren und neue Anlagen baut. Dabei sind hohe Anforderungen an die Produktionsprozesse wie Hygiene und Reinheit, Messtechnik und Automatisierung sowie die Einhaltung der GMP-Richtlinien Standardaufgaben. Eine immer größere Rolle spielen Möglichkeiten zu Rückverfolgbarkeit und Fälschungssicherung. Die Kombination dieser Anforderungen stellt die Pharmaindustrie vor die Herausforderung, innovative und kosteneffiziente Lösungen zu finden, die höchsten Qualitäts- und Sicherheitsstandards entsprechen. Im Sonderteil Pharmaproduktion stellen wir dafür einige Technologien vor.

### KOMPAKT

- 6 Wirtschaft und Produktion
- 9 Personalia
- 10 Forschung + Entwicklung
- 11 Termine

### IM PROFIL

- 8 Was Menschen bewegt, die etwas bewegen

Interview mit Vivien Manning, VDI

### PUMPEN | KOMPRESSOREN | DRUCKLUFTTECHNIK

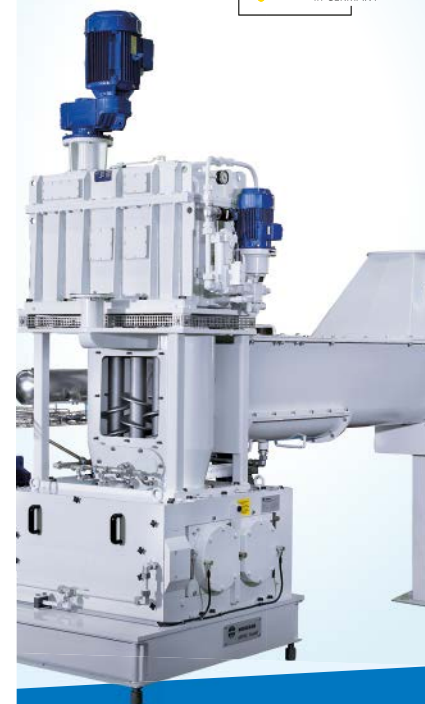
- 12 **Sicherheitssystem für Magnetkupplungspumpen**  
Additiv gefertigter Spalttopf für Magnetkupplungspumpen sorgt für hohes Sicherheitsniveau\*  
L. Buthmann, KSB
- 15 **Vergleich von Energieverbrauch und Kosten**  
Ein Online-Tool hilft bei der Pumpenauswahl
- 16 **Aufbereitung von verbrauchten ätzenden Laugen**  
Membranpumpen für die Wet Air Oxidation von giftigen, gefährlichen Industrieabwässern  
S. Walz, Lewa
- 18 **Wasserstoff, Ammoniak und zurück**  
Mit kluger Beratung zur optimalen Lösung
- 20 **Die teuerste Energieform effizient einsetzen**  
Welche Optimierungspotenziale Unternehmen bei der Druckluft haben  
M. Ruschel, MVV Enamic
- 14, 19, 22 **Produkte**  
von Aerzener, Busch, Ekato und Lutz

### SONDERTEIL PHARMAPRODUKTION

- 24 **Digitalisierung schließt Lücken im Fachkräftemangel**  
Standards für die industrielle Automatisierung einfach und modular umsetzen  
Interview mit F. Hägele, Copa-Data Deutschland
- 27 **Spritzen mit RFID-Chip**  
Tracing, tracking, and packaging in der pharmazeutischen Produktion  
E. Bauer, Bausch+Ströbel
- 28 **Zuverlässig trocknen**  
Eine abluftfreie Trocknung mit Wärmepumpe sorgt für Qualität, Effizienz und Sicherheit  
P. Schlachter, Harter



**HOSOKAWA  
ALPINE**



### 31 Richtlinien immer im Fokus

Messgeräte für hygienegerechte Anlagen und Prozesse

### 32 Von GMP, Qualitätssicherung und HMI-Systemen

Der Schlüssel zur effizienten Bedienung und Überwachung biopharmazeutischer Produktionsprozesse

Y. Klein, Pepperl+Fuchs

### 34 Risiko manuelle Kalibrierung

Höhere Sicherheit und Verfügbarkeit durch vollautomatische pH-Validierung mit Audit Trail

Dr. K. Georgy, Knick

### 30, 37 Produkte

von ABB, Bürkert, Feige, Jumo, Kambic, und Körber

**MESS-, STEUER-, REGEL-,  
AUTOMATISIERUNGS-,  
ANTRIEBSTECHNIK**

### 38 Robuste Lösungen mit Reglern ohne Hilfsenergie

Regelung und Überwachung von Temperatur, Druck, Differenzdruck und Volumenstrom

Z. Pekker, Samson

### 40 Wasserstoff im Gasnetz

Ultraschall-Durchflussmessung von Wasserstoff und wasserstoffangereichertem Erdgas

D. Heinig, Sick

## BETRIEBSTECHNIK | SICHERHEIT

### 43 „Nicht noch ein Wissensmanagementsystem!“

Wie Forschungsergebnisse aus Psychologie und Maschinenbau den Wissenstransfer revolutionieren

A. Schult, Bayer

### 46 Eine Frage der Sicherheit

Die Lagerung von Gefahrstoffen ist nicht nur ein komplexes, sondern auch ein individuelles Thema

S. Sievers, Asecos

### 45, 47, 48 Produkte

von Asahi-Kasei, Boge, Labom, Rose und Ruwac

### 49 Bezugsquellenverzeichnis

### 50 Index/Impressum

# CITplus

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

Scannen Sie den QR-Code oder klicken Sie im PDF einfach darauf.

## Wiley Online Library

### Beilagen

Bitte beachten Sie die Beilagen von RCT Reichelt Chemietechnik und Easyfairs.



### 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

» **NIEDRIGE SCHÜTTDICHTEN:**  
ERHÖHUNG DER DICHTEN DURCH  
KOMPAKTIERUNG!

» **FÜR PRODUKTE MIT EINER SCHÜTTDICHTEN VON 100 – 300 g/cm<sup>3</sup>**

» **ERHÖHUNG DER SCHÜTTDICHTEN UM DEN FAKTOR 3 BIS 5**

» **MODUL ZU MATERIALENTLÜFTUNG**

» **SPEZIELLES DESIGN DER BESCHICKUNG**

» **PRODUKTVERSUCHE IM TECHNIKUM**



## Fachmessen und Buk Masters Hackathon

Am 9. und 10. Oktober 2024 gehen in Dortmund die beiden Fachmessen Solids & Recycling-Technik wieder mit einem eindrucksvollen Gesamtprogramm an den Start. Neben der hochwertigen Ausstellung und 390 namhaften Technologieanbietern warten auf das Fachpublikum im Herbst ein innovativer Hackathon, spannende Vortragsreihen und ausgesuchte Themenrouten. Auf dem Freigelände sorgen spektakuläre Live-Explosionen mit SpitzenradSPORTler Robert Förstemann für zusätzliche Unterhaltung. Mit den Schwerpunkten Digitalisierung, künstliche Intelligenz, Nachhaltigkeit und Prozessautomatisierung setzt der Veranstalter einmal mehr auf brandheiße Themen der Branchen. Daneben veranstaltet Easyfairs vom 8. bis 10. Oktober erstmals im Rahmen der Messen den Bulk Masters Hackathon. Damit überträgt der Veranstalter die aus der IT bekannte agile Verfahrensweise auf den Bedarf der Prozess- und Recyclingindustrie. Während der beiden Veranstaltungstage erarbeiten dabei interdisziplinäre Teams, bestehend aus Studenten, Start-ups und anderen Nachwuchstalenten, mit kreativen Methoden innovative Ideen und Lösungsansätze für die brandaktuellen Fragestellungen der sogenannten Challenge-Geber. Bis zu drei Firmen haben die Möglichkeit, sich als solcher zu beteiligen und ihre Herausforderungen einzubringen. Sie profitieren von den Ergebnissen und Kontakten zu talentierten Nachwuchskräften. Eine unabhängige Jury kürt nach der Präsentation am zweiten Messetag die Gewinner und attraktive Preisgelder für die ersten drei Plätze spornen zusätzlich an. „Food goes Powder“ und „Young Professionals“ sind die diesjährigen Leitthemen des Buk Master in Dortmund.

[www.solids-recycling-technik.de](http://www.solids-recycling-technik.de) · [www.bulkmasters.de](http://www.bulkmasters.de)



Dr. Mats Gökstorp, Vorstandsvorsitzender von Sick, und Dr. Peter Selders, CEO der Endress+Hauser Gruppe.

## Sick und Endress+Hauser besiegeln strategische Partnerschaft

Das deutsche Sensorunternehmen Sick und der Schweizer Mess- und Automatisierungstechnik-Spezialist Endress+Hauser haben eine strategische Partnerschaft geschlossen. Endress+Hauser übernimmt weltweit Vertrieb und Service der Prozessanalytoren und Gas-Durchflussmessgeräte von Sick. Für deren Produktion und Weiterentwicklung wird ein Gemeinschaftsunternehmen gegründet. Ziel der Partnerschaft ist es, Kunden noch besser dabei zu unterstützen, ihre Effizienz und Nachhaltigkeit zu steigern. „Diese strategische Partnerschaft eröffnet Sick und Endress+Hauser Chancen für Wachstum und Entwicklung. Wir gehen diesen Weg, weil wir in der Zusammenarbeit und durch die Vernetzung gemeinsam in überschaubarer Zeit mehr erreichen können als jede Seite für sich allein – zum Nutzen unserer Kunden, der Mitarbeitenden und beider Unternehmen“, sagt Dr. Peter Selders, CEO der Endress+Hauser Gruppe. Dr. Mats Gökstorp, Vorstandsvorsitzender von Sick, ergänzt: „Wir wollen die nachhaltige Transformation in der Prozessindustrie vorantreiben und unsere Kunden bestmöglich dabei unterstützen, die Chancen der Dekarbonisierung zu nutzen.“ [www.endress.com](http://www.endress.com) · [www.sick.de](http://www.sick.de)

## Bilfinger mit deutlichem Wachstum im Auftragseingang

Der Industriedienstleister Bilfinger verzeichnet auch im zweiten Quartal 2024 eine gute Geschäftsentwicklung. Grundlage hierfür ist der strategische Fokus auf Effizienz und Nachhaltigkeit und die stabile bis positive Nachfrage in allen Zielmärkten. Über alle Regionen hinweg profitiert Bilfinger von einem anhaltenden Trend zum Outsourcing. In den Zahlen, die Bilfinger zum zweiten Quartal 2024 vorlegt, sind erstmals die seit dem 1. April zu Bilfinger gehörenden ehemaligen Stork-Einheiten enthalten. Bilfinger berichtet darüber hinaus organische Wachstumsraten, welche die Veränderungen auf vergleichbarer Basis, d.h. ohne Berücksichtigung von Stork und Währungseffekten, ausweisen. Der Auftragseingang nahm auf 1.509 Mio. EUR zu und liegt organisch 20 % über dem Vorjahr (Vj. 1.085 Mio. EUR). Er befindet sich damit im Rahmen der Erwartungen. Der Umsatz stieg auf 1.304 Mio. EUR (Vj. 1.120 Mio. EUR). CEO Thomas Schulz kommentiert: „Die gute Geschäftsentwicklung von Bilfinger im zweiten Quartal bestätigt unsere Strategie. Die internationale Nachfrage nach Lösungen für mehr Effizienz und Nachhaltigkeit von Industrieanlagen entwickelt sich stabil bis positiv. In einem volatilen Marktumfeld setzen die Unternehmen vermehrt auf Outsourcing, woraus sich für uns zusätzliche Chancen für nachhaltig profitables Wachstum ergeben. Die Integration der ehemaligen Stork-Einheiten haben wir erfolgreich gestartet. Wir sind auf Kurs, unsere Mittelfristziele bis 2025/2027 zu erreichen.“

[www.bilfinger.com](http://www.bilfinger.com)

## Sicheres Verfahren für den Abbau von Pharmawirkstoffen im Abwasser entwickeln

In Deutschland sind in der Humanmedizin derzeit rund 2.500 verschiedene Wirkstoffe auf dem Markt. Diese können während der Produktion in das Abwasser gelangen. Pharmazeutische Wirkstoffe (englisch: active pharmaceutical ingredients – API) reichern sich in den aquatischen Ökosystemen an. In kommunalen Kläranlagen können diese Wirkstoffe oft nicht abgebaut werden. Ein bedeutender deutscher Hersteller hatte EnviroChemie beauftragt, in einem ersten Test mögliche Verfahren zum Abbau der Arzneimittelwirkstoffe zu testen. Es konnte anhand von Abwasserproben in Labor- und Technikumsversuchen nachgewiesen werden, dass mit dem Advanced Oxidation Verfahren (AOP-Verfahren) die Wirkstoffe bis auf die Nachweisgrenze abgebaut werden können. In der Produktion des Arzneimittelherstellers werden unterschiedliche Wirkstoffe hergestellt. Um alle unterschiedlichen Produktionsschritte und Produkte zu bewerten, wurde der Wasserspezialist damit beauftragt, über einen Zeitraum von drei Monaten die anfallenden Abwässer zu untersuchen und zu behandeln. Ziel der Studie ist es zu ermitteln, wie die Wirkstoffe zuverlässig abgebaut werden und ebenso wichtig, die Toxizität der entstehenden Abbauprodukte zu bewerten. Anschließend kann anhand der Studienergebnisse eine großtechnische Anlage sicher projektiert und realisiert werden. [www.envirochemie.com](http://www.envirochemie.com)

## Trotz Produktionszuwachses sinkende Umsätze

Das erste Halbjahr 2024 verlief für die chemisch-pharmazeutische Industrie in Deutschland besser als erwartet. Die Branche steigerte ihre Produktion im ersten Halbjahr um 3 %. Damit lag sie aber immer noch rund 11 % unter dem Niveau von 2021, vor Ausbruch des Ukrainekriegs. Viele Chemieanlagen waren nicht ausgelastet. Trotz des Produktionszuwachses sank der Umsatz der Chemie- und Pharmaindustrie im ersten Halbjahr 2024 um 1 %. Daher ist die Stimmung in der Branche nach wie vor verhalten. Die leichten Anzeichen der Erholung sind kein Grund zum Jubeln. Denn wir dürfen eines nicht vergessen: Wir haben zwar die Produktion hochgefahren, unsere Anlagen laufen aber nach wie vor nicht rentabel, und das seit über zweieinhalb Jahren“, kommentiert Markus Steilemann, Präsident des Verbands der Chemischen Industrie (VCI) die konjunkturelle Lage. Nach dem starken Einbruch im Vorjahr erholte sich die Grundstoffchemie im ersten Halbjahr. Der VCI rechnet mit einer positiven Entwicklung im weiteren Jahresverlauf und prognostiziert ein Produktionsplus von 3,5 % und

ein Umsatzplus von 1,5 % für das Gesamtjahr 2024. Wesentlicher Treiber bleibt dabei das Auslandsgeschäft. Trotz dieser Prognose ist die Stimmung in der Branche weiterhin gedämpft. „Wir erwarten zwar, dass sich die Auftragslage im Jahresverlauf verbessert. Die Signale leichter Entspannung dürfen aber den Blick auf die Standortprobleme nicht verstellen: Neben fehlenden Aufträgen bereiten uns die Energiepreise und die Bürokratie die größten Sorgen“, sagt der VCI-Präsident. In der Tat sind Bürokratie und Regulierungen nicht nur ein abstraktes Hemmnis, sondern ein massiver Kostenfaktor. Im Durchschnitt wenden die Unternehmen rund 5 % ihrer Umsätze für die bürokratischen Erfordernisse auf, so das Ergebnis einer aktuellen Umfrage des VCI. Mehr als 70 % der Unternehmen sehen sich durch regulatorische Anforderungen massiv behindert. Damit bleibt die Bürokratie das größte Geschäftshemmnis. In dieser Gemengelage investieren immer weniger Chemieunternehmen am Standort Deutschland. Laut VCI-Mitgliederbefragung gingen die Investitionen der Branche in Deutschland im vergan-



Markus Steilemann,  
Covestro

genen Jahr um 2 % auf 9,2 Mrd. EUR zurück. Gleichzeitig stiegen die Investitionen im Ausland mit rund 12 Mrd. EUR gut 8 %. Zuversicht gibt hier ein Blick auf die Investitionen der Pharmaindustrie aus dem Ausland. Nach Berechnungen des Handelsblatts wurden allein im vergangenen Jahr 7 Mrd. EUR an Investitionen angekündigt, u.a. von Sanofi, GSK, Eli Lilly und Novartis. Damit wird die Pharmabranche immer wichtiger für die deutsche Wirtschaft. Im Jahr 2023 beschäftigte die deutsche Pharmaindustrie 133.000 Mitarbeitende und trug 30 Mrd. EUR direkt sowie weitere 12,4 Mrd. EUR indirekt, zur Wertschöpfung bei. [www.vci.de](http://www.vci.de)

**Lockern  
Lösen  
Entleeren  
Abreinigen**



**Findeva**<sup>®</sup>  
Quality in vibrators

**Findeva AG, Pneumatische Vibratoren für die Industrie**

Loostrasse 2, CH-8461 Oerlingen, Schweiz. Tel. +41 (0)52 305 47 57  
Mail: [info@findeva.com](mailto:info@findeva.com). Deutschland: [www.aldak.de](http://www.aldak.de). Mail: [alsbach@aldak.de](mailto:alsbach@aldak.de)

[www.findeva.com](http://www.findeva.com)

# „Was Menschen bewegt, die etwas bewegen“

Vivien Manning ist seit August 2024 Geschäftsführerin der VDI Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemie-Ingenieurwesen (GVC). Sie studierte Fertigungstechnik und war zuvor etwa 13 Jahre im Bereich der technischen Weiterbildung tätig. Als neue GVC-Geschäftsführerin will die Ingenieurin die Gesellschaft weiter voran bringen.

## Die berufliche Seite

### Wer oder was hat Sie geprägt?

Das Aufwachsen in einem Unternehmerhaushalt.

### Was lieben Sie an Ihrem Beruf?

Das ständige Dazulernen und die unendlichen kreativen Möglichkeiten des Ingenieurberufs.

### Was vermissen Sie in Ihrem Beruf?

Nichts.

### An welchen Prinzipien orientieren Sie sich?

An den Prinzipien der wertschätzenden Kommunikation nach Marshall Rosenberg.

### Welche Trends fördern Sie?

Mehr Mädchen und Frauen in MINT-Fächern.

### Welche Trends möchten Sie aufhalten?

Extreme politische Bewegungen.

### Was sind Ihre nächsten Pläne?

Erstmal Ankommen und Einarbeiten in die neue Aufgabe, dann sehen wir weiter!



Bilder © privat

## Lebenslauf Vivien Manning

- **Geburt:** 03.12.1966 in Essen
- **Eltern:** Angelika und Peter-Jürgen, selbständig
- **verheiratet mit:** Peter Titz, Vermögensberater Sparkasse Düsseldorf
- **Kinder:** Bela David, 21 Jahre, Duales Studium Mechatronik
- **Hobbies:** Yoga, Radfahren, Kochen, Lesen, Kartenspielen
- **private Engagements:** Waisen in Ruanda
- **Ausbildung:** Hotelfachfrau
- **Studium:** Maschinenbau/Fertigungstechnik, FH Düsseldorf
- **Abschlüsse:** Dipl.-Ing.
- **Ehrenämter:** Jurorin bei Jugend forscht



## Die private Seite

**Wie würden Ihre Familie/Ihre Freunde Sie charakterisieren?**

Dazu müssten Sie besser meine Freunde und Familie befragen, aber ich wage mal den Versuch: Offen, wenn es um etwas Neues und Innovatives geht. Schwierig zu überzeugen, wenn sie eine andere Meinung vertritt. Verliert das Ziel nie aus den Augen.

**Was treibt Sie an?**

Ich möchte wirksam sein und Dinge voranbringen. Dies gilt im Geschäftlichen wie im Privaten. Es ist mir wichtig, WARUM wir etwas machen. Was ist die Motivation dahinter? Damit kann man schon sehr viel bewirken und in Bewegung setzen.

**Was gibt Ihnen Kunst/Kultur?**

Ich mag besonders moderne Kunst – sie regt die Phantasie auf eine schöne Art an.

**Ihr Verhältnis zum Reisen?**

Ich liebe die Berge – das Wandern und das Radfahren. Wir haben uns im letzten Jahr ein altes Wohnmobil gekauft und sind seither viel damit unterwegs. Die Flexibilität und die Nähe zur Natur finde ich grandios! Es eröffnet uns ganz neue Möglichkeiten.

**Womit beschäftigen Sie sich in Ihrer Freizeit?**

Ich lade gerne Freunde ein und koche für sie und mit ihnen zusammen. Zudem mache ich viel Sport und bastele an unserem Wohnmobil.

**Was lesen Sie gerade?**

Romane von Martin Suter – mein absoluter Lieblingsautor.

**Ihre Lieblingsmusik?**

Hier bin ich nicht festgelegt, aber ich mag es gerne ein bisschen rockiger!

**Was wären Sie auch gern geworden?**

Als Schülerin wollte ich gerne Goldschmiedin werden.

**Was schätzen Sie an Ihren Freunden?**

Einen offenen Austausch – gerne auch zu schwierigen Themen. Zudem gemeinsame Erlebnisse mit viel Fröhlichkeit.

**Was möchten Sie in Ihrem Ruhestand machen?**

Mehr Reisen, mehr Sport und mehr mit Freunden unternehmen. Zudem möchte ich das Reisen mit gemeinnützigen Dingen und Tätigkeiten verbinden.

Wiley Online Library



**Dipl.-Ing. Vivien Manning**  
Geschäftsführerin VDI-GVC, VDI e.V.  
Tel.: +49 211 6214-314  
manning@vdi.de · www.vdi.de/gvc

## PERSONALIA

**Tom Kinzel ist neuer GDCh-Geschäftsführer  
Nuvisan ICB-Manager folgt auf Wolfram Koch**

Die Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) hat seit dem 1. August 2024 einen neuen Geschäftsführer. Der promovierte Chemiker und erfahrene Manager Tom Kinzel folgt auf Professor Wolfram Koch, der die Geschicke der GDCh knapp 22 Jahre leitete und nun in den Ruhestand eintrat.

In seiner neuen Funktion beabsichtigt Kinzel vor allem, die Leitbilder der GDCh weiter mit Leben zu füllen und das Ehrenamt zu unterstützen. „Ich habe bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern einen enormen Enthusiasmus für die Arbeit und eine starke Identifikation mit den gemeinnützigen Zielen der GDCh beobachtet. Hier, sowie in der guten finanziellen Lage liegt einer der wichtigsten Verdienste meines Vorgängers, Professor Wolfram Koch: Die GDCh ist sehr gut aufgestellt, um sich den Herausforderungen der Zukunft stellen zu können“, resümiert Kinzel. „Ich bin auch begeistert von dem hohen

Engagement, mit dem die ehrenamtlich Tätigen zum Funktionieren der GDCh beitragen.“

Für die zukünftige Ausrichtung der GDCh hat Kinzel bereits Pläne: „Die GDCh folgt vier Leitbildern, nämlich Relevanz in Gesellschaft und Politik, lebendiges Netzwerk von engagierten Mitgliedern, global führende Gesellschaft sowie die Schaffung neuer Formen der Zusammenarbeit und Kommunikation. Wir müssen prüfen, inwieweit die Angebote der GDCh für die chemische Gemeinschaft diesen Leitbildern entsprechen, wo bereits viele Fortschritte gemacht worden sind und wo wir vielleicht noch am Anfang stehen. Auch den Umgang mit den ehrenamtlichen Tätigen möchte ich genau betrachten, denn nur gemeinsam schaffen wir einen Mehrwert für die chemische Gemeinschaft. Wir wollen also weiterhin viel für die chemische Gemeinschaft und unsere Mitglieder erreichen!“

Tom Kinzel studierte in Göttingen Chemie und promovierte dort in Organischer Chemie. Nach einem Postdoc-Aufenthalt am MIT in den USA startete er 2011 seine Karriere als Laborleiter bei Bayer Pharma in Wuppertal. Nach mehreren beruflichen Stationen leitete er die Open Innovation Center China und Europa, die für Allianzen und Kooperationen mit externen Partnern zuständig sind. Im Jahr 2022 wechselte Kinzel zu Nuvisan ICB, einem Unternehmen, das im Auftrag der pharmazeutischen Industrie neue Wirkstoffe erforscht. Dort leitete er die Abteilung Services innerhalb des Bereichs Life Science Chemistry. Im Jahr 2023 schloss er außerdem ein EMBA-Studium an der HEC Paris ab.



Tom Kinzel, GDCh

www.gdch.de

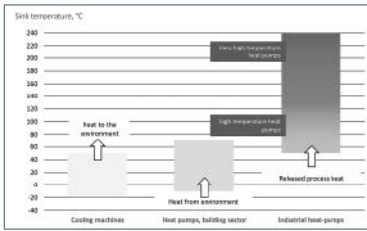
# WILEY Online Library

Aktuelle Veröffentlichungen in Chemie Ingenieur Technik 8/2024



onlinelibrary.wiley.com

## High-Temperature Heat Pumps for Industrial Use

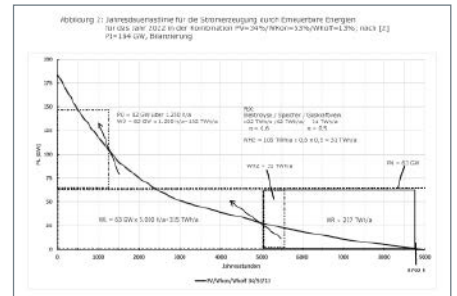


Review Article | Compared to heat pumps established in the building sector, high-temperature heat pumps (HTHPs) for industrial use still face challenges, not only from a mechanical engineering point of view but also regarding integration into existing processes. They need to supply larger amounts of heat at higher temperatures. The mere replacement of a gas boiler by an HTHP will rarely deliver an energy-efficient solution. Instead, these units must often be tailored to the application and vice versa, making specifications a complex task. This paper intends to link thermodynamic and economic basics of HTHPs to the process engineering of the actual production process. It also ventures an outlook on the economic and regulatory boundary conditions in the EU as corner stones for a sustainable investment decision.

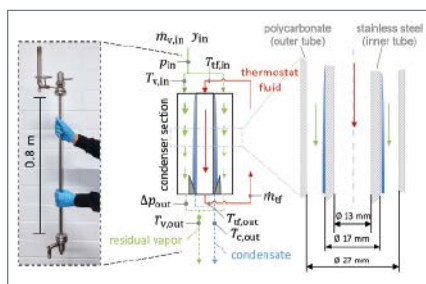
Dr. Paul-Michael Bever, Institut für Energiesysteme, OST Ostschweizer Fachhochschule, Buchs, Schweiz  
paul.bever@t-online.de, DOI: 10.1002/cite.202300241

## Von fossil zu erneuerbar: Systemwechsel im deutschen Energiesystem

Research Article | Lässt sich die Stromerzeugung in Deutschland zu fast 100 % mit erneuerbaren Energien (EE) und grünen Energieimporten sichern? Über die Jahresdauerlastlinien der Wege der Stromgewinnung mit EE zeigt der Artikel die tatsächliche Lieferkapazität der EE in Abhängigkeit von der installierten Leistung. Die zunehmende Volatilität beeinträchtigt die Effektivität der Stromerzeugung. Es gelingt nicht, die hohen Residuallasten über eine Speicherung des Überschussstromes mit Wasserstoff und Wiederverstromung sowie Importen von grünen Energieträgern auszugleichen. Ein global umsetzbares Konzept der komplementären Dekarbonisierung der Stromerzeugung aus EE und fossilen Energieträgern über Erdgaspyrolyse und stofflich-energetische Nutzung von Braunkohle wird vorgeschlagen.



Dr.-Ing. Hans-Otto Möckel, NPPC, Dresden  
hans-otto-moeckel@gmx.de, DOI: 10.1002/cite.202400020



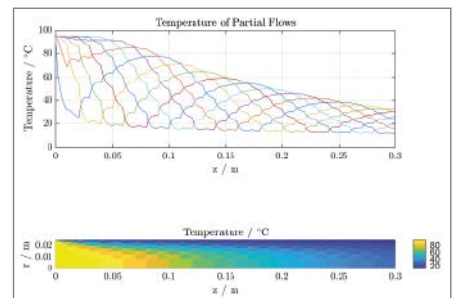
## Experimental Heat Transfer Coefficients for Zeotropic Mixture Condensation

Research Article | Legal requirements for refrigerants necessitate a continuous development of these fluids, also focusing on mixtures. In this study, mean heat transfer coefficients were determined for the condensation of two novel zeotropic mixtures, hexamethyldisiloxane (MM)/octamethyltrisiloxane and ethanol/MM, gathered for filmwise condensation on a vertical tube. Several compositions were investigated to provide a comprehensive understanding of the mixture effects. Based on the results a novel superposition approach to predict mixture condensation was developed.

Conrad Zimmermann, Leibniz University Hannover, Institute of Thermodynamics  
zimmermann@ifl.uni-hannover.de, DOI: 10.1002/cite.202300121

## Simplified Calculation of Heat Transfer Coefficients for Fluid Guiding Elements

Research Article | Fluid guiding elements (FGEs), additive manufactured inserts that enhance heat transfer, have shown the potential to reduce the size of pipe-in-pipe heat exchangers up to a factor of 20. Due to their unique design, the calculation of the geometrical parameters for a specific application remains challenging and was initially solved by computationally expensive computational fluid dynamics simulations. A new simplified approach treats the fluid and the FGE as pseudo-homogeneous to enable the fast calculation of effective heat transfer coefficients. The approach was tested with different fluids.



Linus Biffar, Karlsruhe Institute for Technology, Institute for Micro Process Engineering, Eggenstein-Leopoldshafen  
linus.biffar@kit.edu, DOI: 10.1002/cite.202300104

## September 2024

Brandschutz im Tank- und Gefahrgutlager	18. Sept.	Essen	Haus der Technik, info@hdt.de, www.hdt.de/VA24-01219
Zerkleinern und Dispergieren mit Rührwerkskugelmöhlen	23. – 25. Sept.	Braunschweig	GVT - Forschungs-Gesellschaft Verfahrens-Technik, gvt-hochschulkurse@gvt.org, www.gvt.org.de
Reaktionstechnik – Das Engineering chemischer Reaktionen	24. – 25. Sept.	online	Dechema, kurse@dechema.de, https://dechema-dfi.de/kurse.html
Fachpack	24. – 26. Sept.	Nürnberg	Nürnberg Messe, www.fachpack.de
Prognosemodelle, KI und maschinelles Lernen: Mit den richtigen Werkzeugen Prozesse beschreiben, verstehen und optimieren	24. – 27. Sept.	online	Dechema, kurse@dechema.de, https://dechema-dfi.de/kurse.html
GMP-Intensivtraining: Hintergründe und Essentials der GMP auf deutscher, europäischer und amerikanischer Ebene – mit Praxisteil	30. Sept. – 1. Okt.	Frankfurt/Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de

## Oktober 2024

Regelungstechnik – Praxis für verfahrenstechnische Prozesse	7. – 8. Okt.	online	Dechema, kurse@dechema.de, https://dechema-dfi.de/kurse.html
Prozesssicherheit: Praktische Betriebs- und Führungswerkzeuge zur Störfallvermeidung	7. – 8. Okt.	Frankfurt/Main	Dechema, kurse@dechema.de, https://dechema-dfi.de/kurse.html
Neue analytische Methoden und rechtliche Vorgaben in der Pestizidanalytik	8. Okt.	Frankfurt/Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
56. Kraftwerkstechnisches Kolloquium 2024	8. – 9. Okt.	Dresden	TU Dresden, Professur für Energieverfahrenstechnik, juliane.jentschke@tu-dresden.de
Fortgeschrittene praktische NMR-Spektroskopie für technische Beschäftigte	8. – 10. Okt.	Mainz	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
Kaltherstellung von kosmetischen und pharmazeutischen Emulsionen	9. Okt. (vormittags)	online	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
Recycling-Technik und Solids	9. – 10. Okt.	Dortmund	Easyfairs, www.solids-recycling-technik.de
Qualitätsrisikomanagement (QRMS) in der chemischen Industrie	10. Okt.	online	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
Intensivkurs Marketing für Chemiker (m/w/d)	10. – 11. Okt.	online	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
Gas Diffusion Electrodes for Water Electrolysis	16. Okt.	online	Dechema, kurse@dechema.de, https://dechema-dfi.de/kurse.html
Die Wichtigkeit von Normen für den technologischen Transfer: Wer sie gestaltet, beherrscht den Markt	21. Okt.	Frankfurt/Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
Gefahrgut & Gefahrstoff	22. – 24. Okt.	Leipzig	Leipzig Messe, www.ggs-messe.de
Korrosion der Metalle – Mechanismen und Methoden	22. – 24. Okt.	Frankfurt/Main	Dechema, kurse@dechema.de, https://dechema-dfi.de/kurse.html
Neue Maschinenverordnung – Anforderungen und Umsetzung	29. Okt.	Frankfurt-Fechenheim	VDI-Betriebsingenieure Regionalgruppe Rhein-Main-Neckar, Manfred Dammann, www.vdi.de
MSR-Spezialmesse Rhein-Ruhr	30. Okt.	Bochum	Meorga, info@meorga.de, www.meorga.de

## November 2024

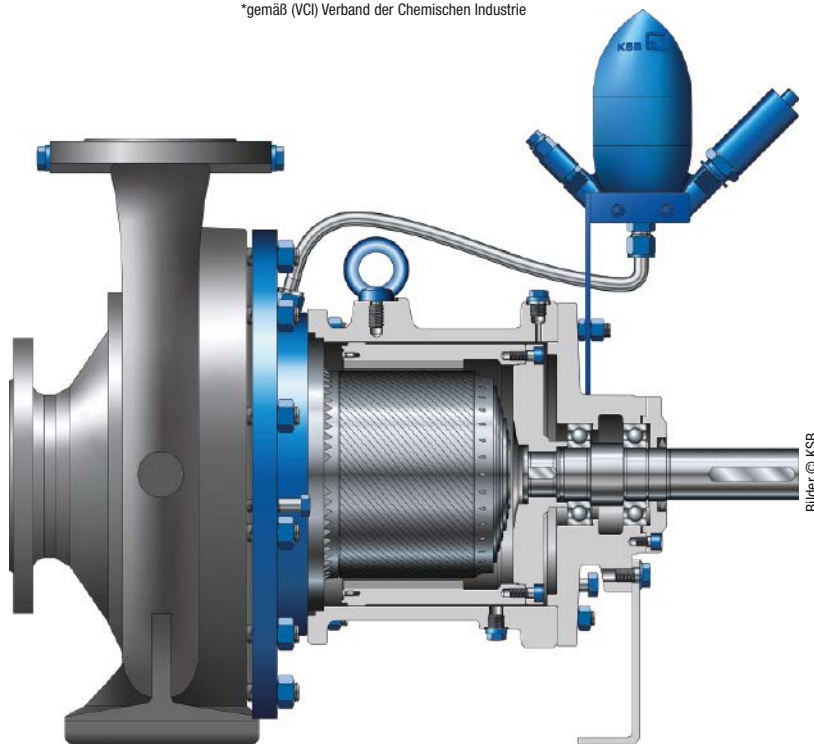
Verfahrenstechnische Anlagenplanung	4. – 5. Nov.	Frankfurt/Main	Dechema, kurse@dechema.de, https://dechema-dfi.de/kurse.html
Grundlagen der Rheologie	4. – 5. Nov.	online	Dechema, kurse@dechema.de, https://dechema-dfi.de/kurse.html
Organisation, Personal- und Projektmanagement	4. – 5. Nov.	online	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
Anlagenautomatisierung – Automatisierung verfahrenstechnischer Prozesse	5. Nov.	online	Dechema, kurse@dechema.de, https://dechema-dfi.de/kurse.html
Elektrochemie für Naturwissenschaftler, Ingenieure und Techniker	5. – 7. Nov.	Frankfurt/Main	Dechema, kurse@dechema.de, https://dechema-dfi.de/kurse.html
Applikationsbeispiel mit SPE und IO-Link	6. Nov.	online	Jumo, campus@jumo.net, www.campus.jumo.de

# Sicherheitssystem für Magnetkupplungspumpen

**Additiv gefertigter Spalttopf für Magnetkupplungspumpen sorgt für hohes Sicherheitsniveau\***

\*gemäß (VCI) Verband der Chemischen Industrie

Steigen die Anforderungen beim Transport von Flüssigkeiten an die Sicherheit, hat der Anwender in der Regel die Wahl zwischen Spaltrohrmotor- und Magnetkupplungspumpen. Beide haben ihre Vor- und Nachteile. Ein neu entwickelter Spalttopf hebt die Magnetkupplungspumpe auf ein neues Sicherheitsniveau und erleichtert die Entscheidung.



Schematischer Aufbau des Überwachungssystems MagnoProtect



## Keywords

- **Additive Fertigung**
- **Spalttopf**
- **Pumpenüberwachung**
- **Magnetkupplungspumpe**

In vielen Fällen stehen Anwender in der Prozessindustrie vor der Frage, wie sich ein Prozess sicher und effizient gestalten lässt und dieser trotzdem noch handhabbar und finanzierbar bleibt. Ohne Zweifel sind Spaltrohrpumpen sehr sicher, aber sie liegen in der Anschaffung deutlich über einer Magnetkupplungspumpe. Zudem ist im Schadensfall eine Reparatur teuer und entsprechend zeitaufwendig. Das gilt besonders dann, wenn die Wicklung betroffen ist und eine Reparatur vor Ort nicht realisierbar ist. Magnetkupplungspumpen mit nur einer statischen Barriere erfüllen dagegen bisher nicht die allerhöchsten Sicherheitsanforderungen. Aber dafür sind sie einfach in der Handhabung, können schnell repariert werden und fördern zudem effizienter. Das Sicherheitsniveau von Magnetkupplungspumpen lässt sich durch eine zweite statische Barriere in Form eines doppelwandigen Spalttopfes erhöhen. Am Markt verfügbare Lösun-

gen haben sich jedoch aufgrund der erheblichen Nachteile in Bezug auf Erwärmung, übertragbares Drehmoment und Energiekosten bisher nicht durchgesetzt.

Magnetkupplungspumpen, wie die Magnochem, bewähren sich seit vielen Jahren in der Prozessindustrie. Daher suchte KSB einen Weg, um diese auf ein neues Sicherheitsniveau zu heben. Der Fokus lag dabei auf dem Spalttopf, da die bei dem Hersteller verwendeten additiven Fertigungsverfahren hier vollkommen neue Konstruktionsmöglichkeiten eröffneten.

## Jahrzehntelange Erfahrung mit additiven Fertigungsverfahren

Der Pumpenhersteller beschäftigt sich schon seit mehr als 20 Jahren mit additiven Fertigungstechnologien. Die ersten – in der Industrie eingesetzten Bauteile entstanden bereits 2014. Bis heute ist das Unternehmen Vorreiter beim Einsatz dieser Technologie und verfügt

inzwischen über fünf SLM-Anlagen (Selective Laser Melting) für die metallbasierte additive Fertigung im Pulverbettverfahren. Bei diesem wird zunächst eine sehr dünne Schicht des Metallpulvers gleichmäßig auf eine Arbeitsplatte aufgetragen. Anschließend wird das Pulver von einem Laser aufgeschmolzen. Ist der Laser die Kontur abgefahren, senkt sich die Bauplattform und eine neue Pulverschicht wird aufgetragen und aufgeschmolzen. Dieser Prozess wiederholt sich, bis das gewünschte Bauteil erstellt wurde.

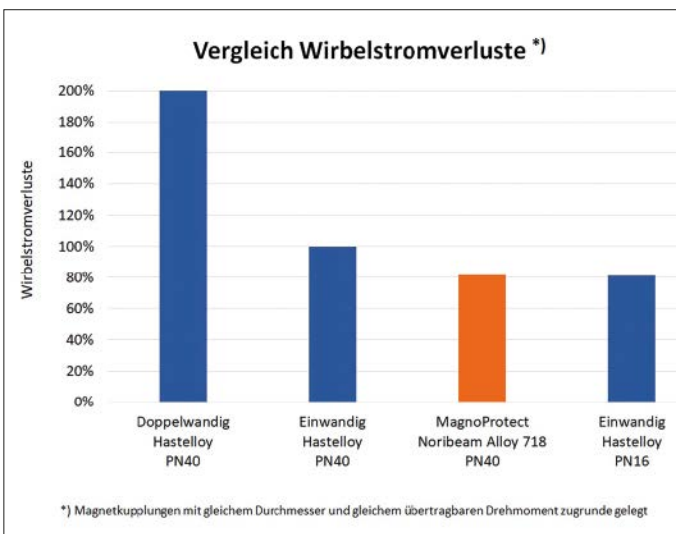
KSB ist das erste TÜV-zertifizierte Unternehmen für den Bau drucktragender, additiv gefertigter Komponenten. Ferner erhielt der Hersteller im Dezember 2023 das Zertifikat von DNV für die Herstellung von Metallteilen mit der höchsten Zertifizierungsstufe für die Teilefamilie „Laufräder“. Die Zertifizierung umfasst Maschine, Bauart, Druckparameter, Nachbearbeitung und Materialprüfung.



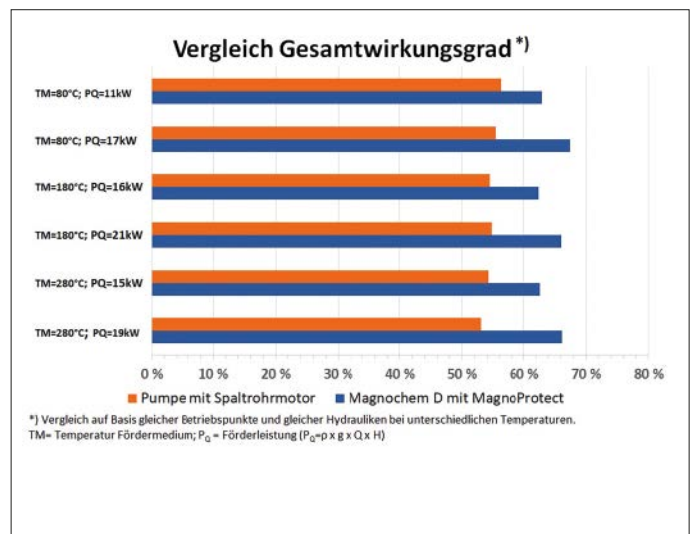
Additiv gefertigte MagnoProtect Bauteile vor der Montage



In der additiven Fertigungsstätte am KSB-Standort in Pegnitz



Wirbelströme des Überwachungsystems im Vergleich zu konventionellen Spalttopfvarianten



Wirkungsgradvergleich zwischen Magnetkupplungspumpe mit MagnoProtect und Spaltrohrmotorpumpe

## Realisierung von zwei statischen Barrieren

Die additive Fertigung bot die Chance, den Spalttopf komplett neu zu überdenken und zu konstruieren. Das Ergebnis ist das Überwachungssystem MagnoProtect, eine Variante im bewährten Magnochem-Baukasten. Mit diesem System und den damit realisierten zwei statischen Barrieren wird das Sicherheitsniveau einer Spaltrohrmotor-Pumpe erreicht und es bietet darüber hinaus interessante Möglichkeiten zur Schadensfrüherkennung.

Kern des Überwachungssystem ist ein einteiliger metallischer Spalttopf mit einer doppelwandigen Kanalstruktur. Ohne additive Fertigung wären die erforderlichen Geometrien und Wandstärken nicht herstellbar gewesen. Die Anordnung der Kanäle sorgt nicht nur für hohe Effizienz, sondern auch für eine gute Temperaturableitung und Steifigkeit. Zudem ist durch den innovativen Spalttopf eine frühzeitige Schadenserkennung möglich.

Einsatzbereiche des neuen Pumpensystems sind die chemische und petrochemische Industrie sowie die Prozesstechnik. Sie kommt immer dann zum Einsatz, wenn es um die Förderung von hochgiftigen oder wertvollen Chemikalien, Thermalölen und sonstigen Fördermedien geht. Es lässt sich selbst bei sehr hohen Temperaturen und Drücken (zwischen -90 °C und 400 °C und Drücken bis zu 40 bar) einsetzen. Zur hohen Sicherheit trägt auch bei, dass es nicht zu einer Leckagefreisetzung im Störfall kommen kann und es keine Schwachstellen wie Kabeldurchführungen gibt.

Somit stellt MagnoProtect eine Alternative zu Spaltrohrmotorpumpen dar, wenn Pumpen mit höchster Sicherheit gegen Leckage benötigt werden. Das System hat sich bereits in Feldtests in der Großchemie bewährt. Auch bei einem großen PVC-Hersteller sind mehrere Maschinen mit dem System schon im Einsatz.

## Neues Überwachungskonzept zur Schadensfrüherkennung

Ein weiterer Vorteil des neuen Systems ist, dass im Schadensfall ein Weiterbetrieb der Pumpe bis zur koordinierten Instandsetzung möglich ist. Zu verdanken ist dies der integrierten Sensorik, die den Anwender frühzeitig vor einem Ausfall warnt. Hierfür werden beim MagnoProtect die Kanäle im Spalttopf mit Standard-Drucktransmittern überwacht. So können unter anderem Korrosion, Abrasion und sogar Gleit- und Wälzlagerschäden detektiert werden. Zeigt der Drucktransmitter ein Vakuum an, ist alles in Ordnung und die Pumpe befindet sich im Normalzustand. Steigt der Druck auf die Höhe des Umgebungsdrucks an, gibt es einen Schaden an der äußeren Wand des Spalttopfes. Steigt der Druck dagegen höher als der Umgebungsdruck, liegt ein Schaden an der inneren Wand vor. Dabei werden diese Schäden bereits sehr früh in Form eines Anschleifens angezeigt, sodass genügend

Zeit – bis zu 48 Stunden – für weitere Maßnahmen bleibt. Das Prinzip ähnelt der Markierung beim Autoreifen, die so frühzeitig einen Abrieb anzeigt, dass noch etwas Zeit für den erforderlichen Reifenwechsel bleibt.

Generell ist die Pumpe unkompliziert in der Instandhaltung, dies gilt auch für die Variante mit Überwachungssystem. Dank der Standardkomponenten ist eine schnelle Reparatur möglich. Die Bauteile, die additiv gefertigt werden, können ebenfalls kurzfristig vom KSB-Standort Pegnitz zur Verfügung gestellt werden. In der Regel dauert die Rohteilfertigung weniger als zwei Tage. Zum Vergleich: Muss eine Spaltrohrmotorpumpe repariert werden, etwa wenn sie ausfällt oder kontaminiert wurde, werden drei Experten benötigt: Einen Mitarbeiter für die Mechanik, einen für die Elektrik und einen für den Explosionsschutz. Daher kann es länger dauern, bis eine solche Pumpe wieder einsatzbereit ist. Die Instandsetzung der Magnetkuppelungspumpe kann dagegen vom Mechaniker alleine durchgeführt werden.

### Vorteile im laufenden Betrieb

Das Überwachungssystem in der Ausführung PN40 ist genauso so energieeffizient wie ein einwandiger Hastelloy-Topf in der Ausführung

PN16. Dies liegt am patentierten Design, welches für hohe Steifigkeit sorgt und geringe Wirbelstromverluste verursacht.

Vor allem bei Temperaturen über 80 °C ist die Magnochem mit MagnoProtect im Vergleich zu einer Spaltrohrmotorpumpe effizienter. Dies liegt daran, dass der Wirkungsgrad einer Spaltrohrmotorpumpe ab diesen Temperaturen abnimmt. Auch bei Leistungen über 11 kW überzeugt die neue Entwicklung. Weitere Möglichkeiten zum Energiesparen ergeben sich, wenn die Pumpe mit einem Hocheffizienzmotor betrieben wird.

### Fazit und Ausblick

Einfache Handhabung und höchstes Sicherheitsniveau schließen sich heute in der Pumpentechnik nicht mehr aus. Das neue Überwachungssystem ermöglicht einen sicheren Betrieb, selbst in den anspruchsvollen Umgebungen der Prozessindustrie. Durch das eingebaute Frühwarnsystem ist die Betriebssicherheit jederzeit gewährleistet. Gleichzeitig wurde auf höchste Energieeffizienz geachtet. Der innovative Spalttopf eignet sich für alle Magnochem-Pumpen – dank eines integrierten Zwischenstücks lassen sich auch vorhandene Magnetkuppelungspumpen „aufrüsten“.



Lukas Buthmann,  
Entwicklungsingenieur, KSB

Wiley Online Library



KSB SE & Co. KGaA, Frankenthal  
Tel.: +49 6233 86-0  
info@ksb.com · www.ksb.com

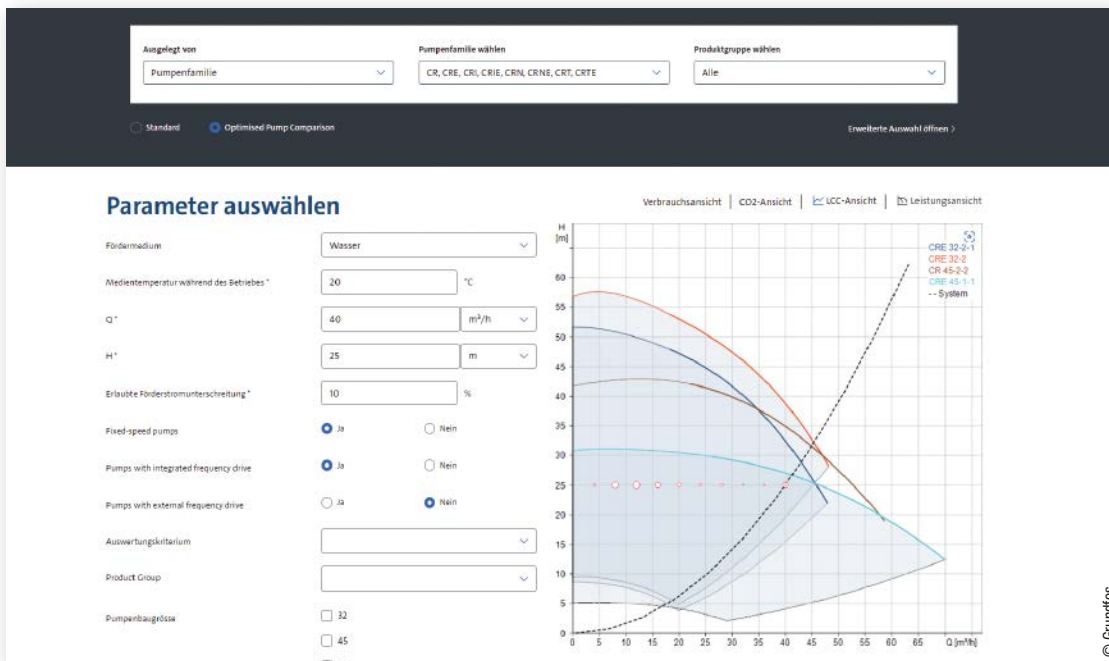
### Mobile Fasspumpe mit Akkuantrieb

In der Industrie Chemikalien und hochviskose Öle aus Kanistern, Fässern und Containern automatisch abpumpen – ohne Suche nach Steckdosen und ohne Kabel, die zur Stolperfalle werden oder einen Kurzschluss verursachen können: Die neue B3 Battery von Lutz Pumpen verspricht mobiles und sicheres Arbeiten mit aggressiven Flüssigkeiten, ohne bei der Förderleistung im Vergleich zu kabelgebundenen Varianten Abstriche machen zu müssen. Dank ihres bürstenlosen Gleichstrommotors mit einer Leistung von 320 W erreicht die Fasspumpe eine Förderleistung bis zu 180 l/min und eine Förderhöhe von 11,8 m Wassersäule. Damit ist sie für den industriellen Einsatz mit hohen Fördermengen interessant. Das rohrförmige Pumpwerk wird einfach über einen Adapter mit Schraubverschluss im Gebinde gesichert. Ein Hochleistungspropeller mit bis zu 10.000 U/min erzeugt einen Strömungskanal, die Flüssigkeit fließt durch das Pumpwerk in einen Schlauch und lässt sich mit einer Zapfpistole manuell dosieren. Ein optionaler Durchflusszähler sorgt für Präzision. Eine Akku-Ladung reicht aus, um 14-mal ein 200-l-Fass zu leeren – in rund 15 min. Bei niedrigerer Dreh-

zahl lässt sich 5,8-mal einen IBC-Behälter mit 1.000 l auspumpen – in knapp 51 min. Mit einer Lautstärke von nur 70 dB (A) arbeitet die modulare Pumpe deutlich leiser als viele herkömmliche elektrische Pumpen. Die einzelnen Komponenten – der 1,2 kg leichte Motor mit abnehmbarem Akku, das über ein Handrad anschaubare Pumpwerk, der Schlauch und die Dosierpistole – lassen sich nach dem Baukastenprinzip miteinander kombinieren, damit viele verschiedene flüssige Medien gepumpt werden können. So gibt es z.B. Pumpwerke aus Polypropylen (PP) für dünnflüssige Säuren, Natriumhydroxid und Ammoniakwasser, aus Polyvinylidenfluorid (PVDF) für konzentrierte Laugen und Säuren wie Chlorsäure und Schwefelsäure, aus Aluminium für Diesel, Heizöl und Hydrauliköl sowie aus FDA-konformem Edelstahl für Flüssigkeiten in der Lebensmittelindustrie. Die maximale Viskosität der Medien kann bei 700 mPas liegen. Gefertigt sind die Pumpwerke für den Einsatz in Kanistern, Fässer oder Containern in den gängigen Tauchtiefen 500 mm, 700 mm, 1.000 mm und 1.200 mm. Auf Wunsch werden Sonderlängen zwischen 300 mm und

3.000 mm für Sondergebilde und Pumpensümpfe gefertigt. Zudem kann der modulare Akku-Motor mit einer Exzentrerschneckenpumpe für das Fördern hochviskoser Medien kombiniert werden. Außerdem ist die Pumpe mit hybriden Misch-Pumpwerken und Restentleerungspumpwerken kombinierbar, um Flüssigkeit beim Pumpen gleichzeitig zu mischen und Fässer bis zum letzten zehntel Liter zu leeren. Für kleinere Pumpmengen sind Varianten mit einem 70-W-Motor (bis 20 l/min) bzw. einem 260-W-Motor für mittelgroße Mengen (bis 65 l/min) erhältlich. [www.lutz-pumpen.de](http://www.lutz-pumpen.de)





Das Diagramm passt sich automatisch an veränderte Parameter an.

# Vergleich von Energieverbrauch und Kosten

## Ein Online-Tool hilft bei der Pumpenauswahl



- Energiebedarf
- Betriebspunkt
- CO<sub>2</sub>-Emissionen

Die passende Pumpe für die eigene Anwendung zu finden, kann eine Herausforderung sein. Um den Auswahlprozess zu erleichtern, hat Grundfos eine neue Funktion bei der Produktauslegung eingeführt – den optimierten Pumpenvergleich (Optimised Pump Comparison).

Die neue Dimensionierungs- und Auswahlfunktion bietet einen Vergleich von Pumpen auf der Basis anwendungsspezifischer Parameter und unter Berücksichtigung der Lebenszykluskosten, des Energieverbrauchs, des Preises und der Größe. Den optimierten Pumpenvergleich finden Nutzer bei der Produktauslegung. Zunächst ist die Pumpenfamilie auszuwählen und unter den Auswahlfeldern von „Standard“ auf „Optimised Pump Comparison“ zu wechseln. Die Funktion ist aktuell für die Pumpenfamilien CM(E), CR(E), TP(E) und MT verfügbar. Nach Eingabe des gewünschten Betriebspunktes für die hydraulische Auswahl werden die verfügbaren Ergebnisse in einem Diagramm und einer Tabelle angezeigt. Jedes der gezeigten Ergebnisse ist die jeweils beste Lösung für eine der Kategorien: Niedrigste Lebenszykluskosten (LLC), niedrigster Energieverbrauch, niedrigster Preis oder kompakteste Bauform – je nachdem, worauf Sie Ihren Fokus legen möchten. Die Bewertung der besten Lösungen und die damit verbundenen Leistungswerte werden aktualisiert, wenn ein Parameter geändert

wird. Der Betriebspunkt lässt sich entweder im Eingabefeld oder im Diagramm anpassen.

### CO<sub>2</sub>-Emissionen vergleichen

Wenn primär den Energieverbrauch reduziert werden soll, liegt das Hauptaugenmerk auf dem Lastprofil. Das Lastprofil beschreibt, wie viele Stunden die Pumpen in bestimmten Betriebspunkten laufen und wird ebenfalls grafisch visualisiert. Der Energieverbrauch ist direkt mit dem Lastprofil verknüpft und hat großen Einfluss auf die Lebenszykluskosten. Durch Auswahl der LLC-Ansicht im Diagramm können Sie die Lebenszykluskosten verschiedener Pumpen vergleichen. Dieser Vergleich hilft auch, die Amortisationszeit einer E-Pumpe gegenüber einer Pumpe mit fester Drehzahl zu ermitteln. Der Schnittpunkt zweier Linien zeigt diesen Zeitpunkt. Die Ergebnisse sind auch in Bezug auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Pumpen vergleichbar. Diese Angabe ist besonders hilfreich, wenn Produktion nachhaltiger gestaltet werden soll und die Emissionswerte für Ihre Dokumentation benötigt werden.

Standardmäßig ist „Pressure Boosting“ als Lastprofil eingestellt, aber es ist leicht, zu anderen Standardlastprofilen zu wechseln. Oder Sie definieren einfach ein eigenes Lastprofil. Bei Änderung der Betriebszeiten wird der Energieverbrauch neu berechnet und die Ergebnisse werden automatisch in der Grafik und in der Vergleichstabelle aktualisiert. Um die Auswahl anzupassen und die realistischsten Lebenszykluskosten für die Anlage zu berechnen, lassen sich Energiepreis und der Zeitraum ändern.

Wiley Online Library



GRUNDFOS GmbH, Erkrath  
<https://grundfos.to/OptimisedPumpComparison>

## Keywords

- **Abwasseraufbereitung**
- **Wet Air Oxidation**
- **hermetisch dichte Pumpen**

Die katalytische Nassoxidation kann auch eingesetzt werden, um den Prozess bei niedrigerer Temperatur und geringerem Druck zu steuern oder eine kürzere Oxidationszeit zu erreichen: Der wässrige Strom wird mit einem Katalysator vermischt, bevor er dem Oxidationsprozess unterzogen wird.

# Aufbereitung von verbrauchten ätzenden Laugen

## Membranpumpen für die Wet Air Oxidation von giftigen, gefährlichen Industrieabwässern

Abwasser aus der Ethylenproduktion in der chemischen und petrochemischen Industrie sowie in Erdölraffinerien enthält gefährliche Schadstoffe wie Sulfide und Mercaptane, die herkömmlichen Aufbereitungsmethoden widerstehen. Daher nutzen Chemieunternehmen die Wet Air Oxidation (WAO), die durch hohe Temperaturen und Druck diese Verbindungen oxidiert und das Abwasser für eine biologische Aufbereitung vorbereitet. Das von der 3V Group entwickelte Verfahren TOP – Wet Air Oxidation reduziert den chemischen Sauerstoffbedarf (CSB) um bis zu 99 %.

„Bei Industrieabwässern aus petrochemischen und chemischen Anlagen ist das Abwasser mit schweren und komplexen organischen Molekülen verunreinigt. Diese sind besonders schwierig zu handhaben“, erklärt Camilla Navicello, Sales Expert von Lewa Italy. „Verbrauchte ätzende Laugen haben nicht nur einen intensiven Geruch und eine starke Färbung, sondern enthalten auch Natriumsulfide, Mercaptane, Phenole und emulgierte Kohlenwasserstoffe. Wet Air Oxidation (WAO) wird eingesetzt, um das komplexe organisch belastete Laugenwasser bei Hochdruck und hohen Temperaturen unter Zugabe von Sauerstoff effizient, umweltfreundlich und flexibel abzubauen.“ Durch dieses Verfahren können die meisten gefährlichen Schadstoffe in leichter aufbereit-

bare Stoffe abgebaut werden, wie Kohlenstoffdioxid, Wasserdampf, Sulfit und Sulfat sowie einfachere organische Formen, die in einer zweiten konventionellen Verfahrensstufe biologisch abbaubar sind.

Zu den Experten in Sachen WAO zählt die italienische 3V Gruppe mit dem Prozess TOP – Wet Air Oxidation. In einem Prozess, der einer flammenlosen Verbrennung ähnelt, ist diese Methode in der Lage, schwere und komplexe Moleküle bei hohen Temperaturen und Drücken zu oxidieren, wodurch der CSB der gefährlichen Flüssigkeit um bis zu 99 % reduziert und Geruch sowie Farbe dauerhaft entfernt werden. Das Tochterunternehmen 3V Tech, das als Prozessausrüster aktiv ist, setzt diese Methode in industriellem Maßstab um und produziert

schlüsselfertige Baukastensysteme speziell für die giftige und biologisch nicht abbaubare verbrauchte Lauge.

### Hermetisch dichte und sichere Pumpen

Um dem stark verschmutzten Wasser mit seinem intensiven Geruch standzuhalten, müssen Anlagen für TOP – Wet Air Oxidation mit einer hermetisch dichten und sicheren Pumpe ausgestattet sein. In dieser Hinsicht wandte sich 3V Tech an den Pumpenhersteller in Italien, da die Spezialisten über umfangreiche Erfahrung in dieser Art von Anwendungen verfügen. Mit dem gemeinsamen Fachwissen der Teams von Lewa Deutschland und Lewa Italy empfahlen letztere daher energieeffiziente Lewa Ecoflow-Membranpumpen für





Für die Aufbereitung des verbrauchten Laugenwassers erfordert der WAO-Prozess eine hermetisch dichte Hochdruck-Pumpentechnologie, die für gefährliche Flüssigkeiten geeignet ist und einstellbare Durchflussmengen sowie eine hohe Positioniergenauigkeit ermöglicht.

© Lewa

dieses anspruchsvolle Projekt: „Unsere Membranpumpen zeichnen sich sowohl durch das Material als auch durch das Design der patentierten Sandwich-Membran aus“, so Navicello. „Erstens besteht sie aus PTFE, das eine höhere chemische Beständigkeit aufweist als die üblicherweise verwendeten Materialien wie EPDM. Zweitens wird die Pumpe durch das zuverlässige DPS-Membranschutzsystem kontinuierlich überwacht.“ Das DPS erkennt sofort, wenn eine der Membranen beschädigt ist, während die Sandwich-Membranstruktur den gesamten Pumpenkopf auch nach einer Beschädigung hermetisch dichthält. Diese besondere Konstruktion und das spezielle Membransystem sind entscheidend, um eine Pumpe mit Eigenschaften auf dem neues-

ten Stand der Technik bereitstellen zu können, wie sie für effiziente und sichere WAO-Anlagen erforderlich ist.

Was das Material der anderen fluidberührten Komponenten der Ecoflow-Pumpen betrifft, so ist der hochwertige Edelstahl nach Standard 316/316L in der Regel gut geeignet, um Korrosion auch bei hochaggressiver verbrauchter Lauge mit Sulfidgehalt zu verhindern. Abhängig von der spezifischen Fluidkonsistenz und den Betriebstemperaturen kann es jedoch erforderlich sein, spezielle Legierungen wie Ti-Alloy oder Hastelloy zu wählen, die eine noch höhere chemische Beständigkeit aufweisen. Ex-Schutzausführungen werden je nach den Anforderungen der Sicherheitszone hergestellt. „Alle Pumpenkomponenten sind

so ausgelegt, dass sie ihre herausragenden Ansaug- und Gesamtbetriebsbedingungen über lange Zeiträume hinweg zuverlässig und wartungsarm aufrechterhalten“, fügt Navicello hinzu. „Zuverlässigkeit, Prozesssicherheit und Bedienerfreundlichkeit dieser Pumpen sind hervorragend. Das sind wesentliche Eigenschaften im Umgang mit so giftigen und geruchsintensiven Abwasserarten für ganz unterschiedliche Standorte weltweit.“

### Modularer Aufbau für Ethylen- und Raffinerieanwendungen

Durch die Zusammenarbeit mit 3V Tech und die Lieferung von Membranpumpen für die TOP – Wet Air Oxidation für Anlagen, in denen verbrauchte Laugen anfallen, hat Lewa Italy umfangreiche Erfahrungen mit verschiedenen WAO-Anwendungen gesammelt. Je nach Menge des aufzubereitenden Abwassers kommen die Pumpen in verschiedenen Ausführungen zum Einsatz, wobei sich die sehr robuste und kompakte Triplex-Pumpenserie am besten für größere Anlagen eignet. Dank ihres variablen modularen Aufbaus kann der Maschinenbauer spezifische Pumpenlösungen für WAO-Anwendungen realisieren, die alle Arten von Anforderungen erfüllen. An einigen Standorten werden sogar anspruchsvolle Dokumentationen und Pumpentests gefordert, die ebenfalls vom Pumpenhersteller bereitgestellt werden. „Obwohl Lewa Italy für das Projekt 3V Tech verantwortlich ist, möchten wir uns bei unseren Kollegen aus Deutschland für die enge Zusammenarbeit bedanken. Durch die internationale Präsenz von Lewa sind wir in der Lage, diese Art von WAO-Lösungen weltweit zu realisieren“, so Navicello abschließend.



**Sandra Walz,**  
freie Redakteurin für Lewa

Wiley Online Library



**LEWA GmbH, Leonberg**  
Tel.: +49 7152 14-0  
lewa@lewa.de · www.lewa.de



© chakawit - stock.adobe.com

# Wasserstoff, Ammoniak und zurück

## Mit kluger Beratung zur optimalen Lösung

Grüner Wasserstoff ist der Stoff für die klimaneutrale Zukunft der Industrie. Doch der Einsatz von Wasserstoff als Energieträger ist noch neu, Unternehmen stehen daher vor zahlreichen Fragen. Hier ist nicht nur verlässliche Technik, sondern auch gute Beratung gefragt.



### Keywords

- **Wasserstoff**
- **Ammoniak-Cracker**
- **Dosierpumpe**
- **Systemlösung**

Fossile Energieträger wie Kohle und Gas sind klimaschädlich und müssen ersetzt werden. Klimaneutraler Energieträger der Zukunft ist Wasserstoff – grüner Wasserstoff. Er dient als Rohstoff für industrielle Prozesse, als Energiespeicher und als Brennstoff. Das deutsche Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz rechnet für 2030 mit einem Gesamtwasserstoffbedarf von 95 bis 130 TWh. Das Potenzial ist also riesig.

Für Energieerzeuger und Gasindustrie ist grüner Wasserstoff deshalb ein wichtiges Thema. Die Arbeit mit einer neuen Technologie wirft allerdings technische Fragen auf. In dieser Situation brauchen Unternehmen Sicherheit und Beratung auf dem Weg zur individuellen Optimallösung..

### Der weite Weg zum grünen Wasserstoff

Doch zunächst zum technischen Hintergrund: Wo und wie wird grüner Wasserstoff produziert? Welche Herausforderungen gibt es

dabei? Nur wenn der Strom aus CO<sub>2</sub>-neutralen Energiequellen stammt, darf sich der produzierte Wasserstoff „grün“ nennen. Da in Europa nicht genügend Sonne und Wind verfügbar ist, um grünen Strom in ausreichender Menge zu erzeugen, wird grüner Wasserstoff zum größten Teil – das Bundeswirtschaftsministerium geht von 50 bis 70 % aus – aus sonnen- und windreichen Ländern importiert werden, meist außerhalb Europas.

Für den Transport per Schiff müsste man den gasförmigen Wasserstoff zur Verflüssigung allerdings auf -252 °C herabkühlen – ein enormer Energie- und Kostenaufwand. Deshalb wandelt man ihn zum Transport in Ammoniak (NH<sub>3</sub>) um: Ammoniak ist ungefährlicher, schon bei -33 °C flüssig und enthält etwa 1,7-mal mehr Wasserstoff pro Kubikmeter als flüssiger Wasserstoff. In Ammoniak verpackt lässt sich dieselbe Wasserstoffmenge also mit erheblich geringerem Energieaufwand transportieren.

Am Ziel gewinnt man Wasserstoff durch „Cracking“ wieder zurück: Ammoniak wird bei rund 900 °C in Wasserstoff und Stickstoff (N<sub>2</sub>) zerlegt, der frei werdende Stickstoff wird aufgefangen, der Wasserstoff bei Bedarf noch gereinigt. Obwohl auch das Cracking viel Energie benötigt, hat grüner Wasserstoff mit Ammoniak als Träger bei langen Transportstrecken unter dem Strich eine vorteilhafte CO<sub>2</sub>-Bilanz. Die ersten Cracking-Anlagen für grünen Wasserstoff gibt es bereits in Europa, eine weitere Anlage geht 2024 in Betrieb – mit Prominent-Technik und -Know-how.

### Ammoniak-Cracking unter harten Einsatzbedingungen

Die Pumpen des Heidelberger Unternehmens in der neuen Cracking-Anlage dosieren das aufzusplittende Ammoniak sowie demineralisiertes Wasser. In den Planungsgesprächen mit dem Auftraggeber wurden folgende technische Anforderungen an die Pumpen herausgearbeitet:

- Ammoniak: 300–3.000 l/h bei einem Druck von 40 bar, damit das Ammoniak flüssig bleibt,
- demineralisiertes Wasser: 60–600 l/h bei einem Druck von 35 bar,
- Auslegungs- oder Design-Temperatur -35 °C bis +85 °C,
- Einsatz im Außenbereich,
- alle Pumpen und Komponenten müssen ATEX-Anforderungen für den Explosionsschutz erfüllen,
- Ausgetretenes Ammoniak muss sich im Falle eines Membranbruchs sicher entfernen lassen.

### Robust, leistungsstark und präzise

Das Projektteam von ProMinent hat diese Anforderungen gründlich analysiert, um die beste Lösung auszuarbeiten – die Hydraulik-Membrandosierpumpe Orlita Evolution 4:

Das Leistungsspektrum dieser Baureihe ist für die anspruchsvollen Bedingungen geeignet und erfüllt die Anforderungen für die geplante Cracking-Anlage.

### Auf dieser Basis wurde eine Lösung mit Pumpen-skids entwickelt. Herzstück der Skids sind:

- 1 Orlita Evolution 4 (Simplex = Ein Dosierkopf),

- 1 Orlita Evolution 4 (Triplex = Drei Dosierköpfe), Drei Dosierköpfe für pulsationsarmen Betrieb, dadurch kleinerer Pulsationsdämpfer erforderlich,
- robuste PTFE-Membran für lange Lebensdauer,
- zuverlässige Dosierung mit einer sehr hohen Dosiergenauigkeit von besser als  $\pm 1$  %.
- Leitung zum Membranbruchsensoren mit kombiniertem Absperr- und Entlüftungsventil, damit ausgetretenes Ammoniak sicher entfernt werden kann,
- ergänzend wurde jeweils eine Austauschpumpe geliefert, die etwaige Betriebsunterbrechungen minimiert (z.B. bei Wartungsarbeiten oder Störungen).

Skids sind eine praktische Plug-and-Play-Lösung: Auf den Skid-Rahmen ist die Pumpenanlage bereits einsatzfertig montiert, sodass die Installation im Werk schnell erledigt ist. Die Skids fügen sich sofort nahtlos in die Prozesse der neuen Anlage ein.

### Mehr als gute Technik

Das Angebot des Pumpenherstellers ist ein Gesamtpaket, das über gute Technik hinausgeht.

- Projektplanung mit Rundum-Blick: Die durchdachten Lösungen fügen sich perfekt in die technische Umgebung ein. Dazu analysiert das Vertriebsteam die Spezifikationen im Kontext und betrachtet nicht nur eine isolierte Pumpenanlage. Zum Beispiel achten die Ingenieure darauf, dass alle Anschlüsse passend zur Situation vor Ort angeordnet sind.
- Die Vorschläge machen die ursprünglich geplante Anlage noch wartungsfreundlicher oder effizienter.
- Ein rechtssicherer Betrieb wird sichergestellt.

Wertvoll ist die Beratung insbesondere für Unternehmen ohne eigenes Engineering-Know-how im Haus.

Wiley Online Library



ProMinent GmbH, Heidelberg

Tel.: +49 6221 842 - 0  
www.prominent.de

## Hochleistungsgasturbine

Ekato Orion ist ein selbstansaugendes Begasungsrührorgan der neuesten Generation. Damit werden reine Gase in einem Rührbehälter, in welchem Gas-Flüssigreaktionen stattfinden, rezirkuliert. Durch dieses Prinzip wird die Produktivität und damit der Stoffübergang der Gas-Flüssigreaktion optimiert. Im Vergleich zu konventionellen Turbinen ist eine erhebliche Leistungssteigerung zu verzeichnen, die die Rentabilität der Prozessanlage signifikant erhöhen kann. Gasinduzierende Rührorgane erhöhen die Ausnutzung reiner Gase bei mehrphasigen Reaktionen vom Typ Gas-flüssig oder Gas-flüssig-fest. Durch die interne Gasrückführung ist kein externer Kreislauf erforderlich, was die Investitionskosten verringert und die Sicherheit bei gefährlichen Gasen erhöht. Die Innengeometrie der Hochleistungsturbine ist strömungsoptimiert, um den Druckverlust des rückgeführten Gases zu reduzieren und somit die Menge des recycelten Gases zu erhöhen. Die höhere Gasmenge steigert die Produktivität und erhöht damit die Ausbeute des Rührprozesses oder verringert Batch-Zeiten signifikant. Großreaktoren werden so auf ein neues Produktivitätsniveau gebracht. Die fortschrittliche Rührorgan-geometrie minimiert hydraulische Strömungsverluste für eine kos-

tengünstigste Umwandlung von Leistung in Gasdispersion. Die widerstandsfähige Konstruktion gewährleistet einen reibungslosen und wartungsfreien Betrieb bei hoher volumenspezifischer Leistungsaufnahme beim Mehrphasenmischen.

[www.ekato.com](http://www.ekato.com)



## Leichter aber genauso robust

Busch Vacuum Solutions stellt eine neue Generation der trockenen Mink MM-Klauen-Vakuumpumpen vor. Sie zeichnen sich durch minimale Betriebskosten, niedrigen Energieverbrauch und einen reduzierten CO<sub>2</sub>-Fußabdruck durch verringerten Rohmaterialbedarf aus. Die neuen Pumpen sind 15 % leichter als ihre Vorgänger, dabei aber genauso robust und bieten die gleiche Leistung. Da sich die Anschlüsse an den gleichen Stellen befinden, können die neuen Vakuumpumpen die älteren Versionen in Vakuumsystemen 1:1 ersetzen. Dank der bewährten trockenen und berührungslosen Vakuumtechnik sind sie besonders effizient und nahezu wartungsfrei. Dank ihres neu gestalteten dreiteiligen Gehäuses bieten sie zudem einen besonders einfachen Zugang für effizienten Service und schnelle Wartung. Außerdem wurde der Ablass optimiert. Ein spezielles Ölabblasswerkzeug verhindert, dass beim Ablassen Öl in das Gehäuse fließt. Während die Modelle 0182 A und 0142 A für Anwendungen im Grobvakuumbereich mit einem reduzierten Endvakuum bis zu 40 hPa (mbar) ausgelegt sind, wurden 0104 A und 0084 A für ein Vakuumniveau bis zu 60 hPa (mbar) konzipiert. Die Vakuumpumpen können mit Ansaugfilter oder Vakuumbegrenzungsventil geliefert und zur Überwachung mit dem IoT-Kit nachgerüstet werden. Für Anwendungen in feuchten Umgebungen sind die neuen Vakuumpumpen auch in Aqua-Ausführung mit korrosionsbeständiger Aqua-Beschichtung erhältlich und können mit einem speziellen Filter und einem Kondensatablass ausgestattet werden. Die neuen kompakten Vakuumpumpen können beispielsweise im medizinischen Bereich und in der Lebensmittelindustrie, beim Vakuumverpacken und zur pneumatischen Förderung sowie im Maschinenbau, in der Holzbearbeitung und in der Kunststoffindustrie eingesetzt werden.

[www.buschvacuum.com](http://www.buschvacuum.com)



# Die teuerste Energieform effizient einsetzen

Welche Optimierungspotenziale Unternehmen bei der Druckluft haben



Keywords

- Druckluftsystem
- Energieeffizienz
- Contractor

Die Hälfte der eingesetzten Energie verschwenden – undenkbar? Ganz im Gegenteil! Genau das passiert beim Einsatz von Druckluft häufig. Dabei ist Druckluft eine der teuersten Energieformen. Doch es gibt Ansatzpunkte, um den Verbrauch deutlich zu reduzieren – und damit auch die Kosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Druckluft ist für produzierende Unternehmen unverzichtbar. Ebenso zahlreich wie die Einsatzgebiete sind oft die Effizienzverluste, die auf bis zu 50 % der aufgewendeten Energie geschätzt werden. Die Ursachen können sehr unterschiedlich sein. Um sie zu erkennen und gezielt zu reduzieren, braucht es eine solide Datenbasis. Hierfür werden die Verbräuche am besten über eine Woche hinweg an typischen Produktionstagen ermittelt. So erhält man die Druckluftkennzahl des Systems, die einen ersten Eindruck zur Effizienz des Gesamtsystems gibt.

## Über sieben Fragen zum effizienten Druckluftsystem

Auf dieser Basis gelangt man über sieben Leitfragen zum umfassend optimierten Druckluftsystem:

### Ist die Druckluft wirklich überall nötig?

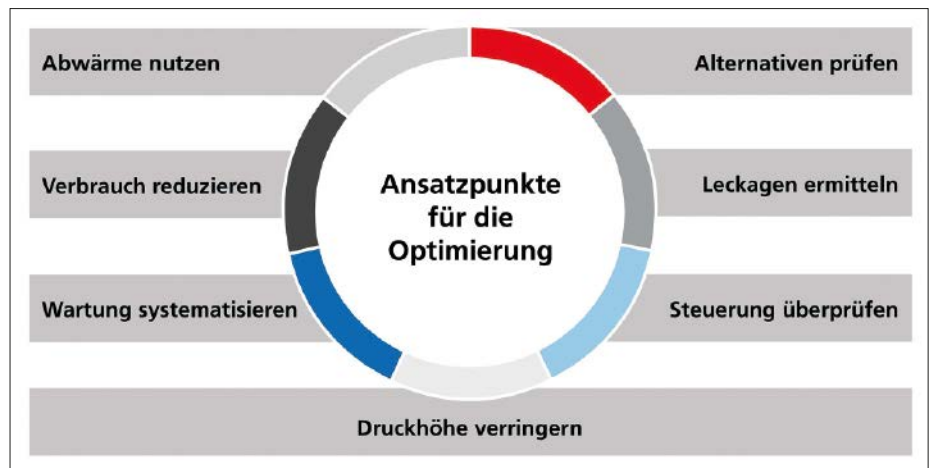
Ein Kompressor verbraucht bis zu 40-mal mehr Energie als ein Elektromotor. Deshalb lohnt es sich zu prüfen, ob anstelle von Druckluft auch ein elektrischer Antrieb eingesetzt werden kann. Beim Vergleich sollten jedoch die

zentralen Faktoren genau abgewogen werden, etwa die Rentabilität und Produktionssicherheit sowie Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekte.

### Welche Verluste entstehen durch Leckagen?

Undichte Stellen im Druckluftnetz lassen sich zwar nicht ganz vermeiden, aber erheblich reduzieren. Denn häufig bestehen Leckagen wochen- und monatelang bevor sie entdeckt werden. Das liegt auch daran, dass sie in den wenigsten Fällen zu hören sind: Nur etwa 20 bis 30 % der Leckagen fallen durch Geräusche

Druckluftsysteme bieten Potenzial zum Kostensparen – ein Contractor kann helfen, die Energieeffizienz zu steigern und Einsparungen zu generieren.



Über sieben Ansatzpunkte lässt sich ein Druckluftsystem umfassend optimieren.

### Lassen sich Steuerung und Laufzeiten optimieren?

Um das Optimierungspotenzial bestimmen zu können, muss zuerst der Status Quo der Steuerungen und Regelungen bekannt sein. Dabei sollten auch der Anteil der Leerlaufstunden pro Kompressor und die jährlichen Leerlaufkosten betrachtet werden. Damit werden Auffälligkeiten sichtbar, an denen man gezielt ansetzen kann, z.B. bei der Auslegung der Kompressoren, der Dimensionierung des Druckluftbehälters oder der Wasserkühlung. Schwankt die Auslastung über das Jahr hinweg stark, kann sich eine verbrauchsbasierte Steuerung lohnen.

### Können Druck und Qualität der Druckluft reduziert werden?

Häufig ist der Druck falsch eingestellt. Meistens hat das historische Gründe, etwa weil ein Druckluftnetz jahrelang mit demselben Druck betrieben wird, während Anlagen durch neue ersetzt wurden, die weniger Druck benötigen. Da jedes bar weniger rund 7 % Energie einspart, lohnt es sich, den Druck exakt auf die tatsächlichen Anforderungen anzupassen. Das gilt vor allem bei Betriebs- oder Einschaltdrücken von mehr als 7 bar. Bei der Umstellung empfiehlt es sich, den Druck sukzessive zu reduzieren und bei jedem Schritt zu prüfen, ob die Maschinen noch problemlos laufen.

Ähnliches gilt auch andersherum: Wenn es irgendwo einen Versorgungsengpass gibt und nicht genug Druckluft zur Verfügung steht – etwa nach einer Vergrößerung der Produktion und einer entsprechenden Netzerweiterung – wird häufig der Druck des gesamten Netzes angehoben und/oder zusätzliche Kompressoren eingesetzt. Das ist wenig energieeffizient. Denn in der Regel wird nicht im ganzen Netz derselbe Druck benötigt. Eine gezielte Druckerhöhung lässt sich mittels Nachverdichter erreichen.

Alternativ können auch mehrere Netze mit unterschiedlichen Druckstufen und -Qualitäten betrieben werden, passgenau für jeden Anwendungsfall. So sollte Förderluft über Gebläse statt Kompressoren erzeugt werden und über ein separates Niederdrucknetz zur Verfügung gestellt werden.

Die Einsparungen bei der Druckluft sollten jedoch nicht auf Kosten der Anwendungsleistung gehen. Außerdem sollten die Rohrlungsdurchmesser großzügig ausgelegt sein.

Manchmal ist auch die Qualität der Druckluft ein wichtiger Aspekt, z.B. wenn sie direkt oder indirekt mit Lebensmitteln in Kontakt kommt. Um keim- oder ölfreie Druckluft zu erhalten, muss zusätzliche Energie aufgewendet werden. Deshalb sollte aus Energieeffizienz- und Klimaschutzgründen die Druckluftqualität je nach Verfahren nur so hoch wie nötig gehalten werden.

### Was sind optimale Wartungszyklen?

Nicht oder zu spät durchgeführte Wartungen können den Energiebedarf bei der Drucklufterzeugung erhöhen. Das lässt sich vermeiden, indem man ermittelt, welche Wartungsarbeiten von der Erzeugung über die Verteilung bis zur Anwendung nötig sind. Eine Auswertung der Kompressoren nach Last- und Leerlaufstunden bringt meistens wertvolle Hinweise auf die optimalen Wartungszyklen. Auf dieser Basis lässt sich ein Wartungsplan mit entsprechenden Checklisten erstellen.

Um herauszufinden, ob ein Kompressor sogar ersetzt werden sollte, nutzt man am besten den spezifischen Stromverbrauch. Er gibt an, wie energieeffizient ein Kompressor ist. Hierfür wird zuerst ermittelt, wieviel Strom der Kompressor verbraucht. Dann wird mit Hilfe einer Durchflussmessung festgestellt, wieviel nutzbare Druckluft der Kompressor erzeugt. Daraus ergibt sich der spezifische Stromver-

auf, die restlichen 70 % sind für das menschliche Ohr nicht wahrnehmbar.

Die Verluste durch Leckagen lassen sich ermitteln, indem der Verbrauch in einer (weitgehend) produktionsfreien Zeit erfasst wird. Beträgt dieser mehr als 5 bis 10 % des Verbrauchs während der Produktionszeiten, lässt dies auf zu hohe Druckluftverluste schließen. Dann sollten an der Verdichterstation, im Netz und beim Verbraucher Leckagen gesucht und behoben werden. Am einfachsten können sie mit moderner Ultraschallmesstechnik aufgespürt werden. Damit lässt sich auch messen, wieviel Liter Druckluft pro Minute an der jeweiligen Stelle verlorengehen. Kennt man die Druckluftkosten, lässt sich anhand der Betriebszeit der Druckluftanlage hochrechnen, was eine Reparatur der Leckage an Einsparungen bringt.

Die monatliche Druckluftkennzahl zeigt Veränderungen beim Verbrauch außerdem zeitnah an. Bei Stellen, die häufig undicht sind, z.B. weil sie mechanisch stark beansprucht werden, lohnt es sich, der Ursache für die Lecks auf den Grund zu gehen und bspw. robustere Schläuche einzusetzen. Um Leckagen von vornherein zu vermeiden, hilft es auch, den Druck in bedarfsfreien Zeiten wenn möglich abzusenken oder die Kompressoren auszuschalten.

brauch für die Druckluftenergie. Durch einen Vergleich mit dem spezifischen Stromverbrauch anderer Kompressoren, den man z.B. in Datenblättern findet, lässt sich die Effizienz des jeweiligen Kompressors bewerten.

#### Kann der Verbrauch reduziert werden?

Der Druckluftverbrauch kann häufig durch Alternativen reduziert werden, die energetisch günstiger sind. Oft bringen schon einfache Maßnahmen spürbare Kostensenkungen. Vor allem Dauerbläser treiben durch ihre langen Laufzeiten den Energieverbrauch in die Höhe. Hier schafft man bspw. durch ein bedarfsgerechtes Ein- und Ausschalten mit Hilfe von Lichtschranken Abhilfe.

#### Lässt sich die Abwärme sinnvoll nutzen?

Aus 100 % Strom entstehen nur rund 5 % Energie in Form von Druckluft. Die restlichen 95 % müssen als Abwärme abgeführt werden. Lässt sich diese Abwärme nutzen, kann die Energieeffizienz deutlich steigen. Typische Beispiele hierfür sind die Warmwasserbereitung, Heizungsunterstützung oder Warmlufthei-

zungen sowie Trocknungsprozesse oder die Erwärmung von Bädern zur Reinigung von Werkstücken. Für jeden Nutzungsfall gilt es zu prüfen, ob das Temperaturniveau der Abwärme ausreicht und ob sie zeitgleich und ortsnahe zur Verfügung steht.

Betrachtet man die Wirtschaftlichkeit, sollten auch die Leerlaufstunden mit maximal 30 % der Aufnahmeleistung in die Berechnung einfließen.

#### Mehr Effizienz ohne Investitionen

Für Unternehmen, die diese Maßnahmen aufgrund fehlender personeller oder zeitlicher Ressourcen nicht durchführen können, bietet Druckluft-Contracting eine interessante Alternative. Dabei werden alle Aufgaben rund um Planung, Bau, Betrieb und Druckluftbereitstellung an einen externen Dienstleister wie MVV Enamic übertragen. Dieser Contractor übernimmt zudem das Investitions- und Betriebsrisiko. Für das beauftragende Unternehmen fallen also keine Investitionen an, trotzdem profitiert es von der erzielten Gesamtkostensenkung, die es in der Regel schon ab dem ersten Betriebsjahr gibt. Denn auch der Contractor hat

ein wirtschaftliches Interesse daran, die Energieeffizienz zu steigern und Einsparungen zu generieren. Ein weiteres Plus ist die kontinuierliche Betreuung, sodass sich das Unternehmen ganz auf seine Produktion konzentrieren kann.



**Marcel Ruschel,**  
Regionalleitung Süd im Businesskundenvertrieb der MVV Enamic

Wiley Online Library



**MVV Enamic GmbH, Mannheim**  
Tel.: +49 621 290 - 3656  
partner@mvv.de · <https://partner.mvv.de>

## Ölfreie Verdichter machen Boil-off-Gas nutzbar

Boil-off-Gas ist ein gasförmiges Nebenprodukt, das bei der Lagerung und dem Transport von verflüssigten Erdgasen (LNG) entsteht. LNG wird bei sehr niedrigen Temperaturen (typischerweise unter -162 °C) verflüssigt, um sein Volumen zu reduzieren und den Transport über große Entfernungen per Schiff oder Lkw zu erleichtern. Dabei erwärmt es sich allmählich und beginnt zu verdampfen. Das entstehende Boil-off-Gas besteht aus den ursprünglichen Bestandteilen des LNG, hauptsächlich Methan (CH<sub>4</sub>), und möglicherweise geringen Mengen anderer leichter Kohlenwasserstoffe. Bei der Nutzbarmachung des Boil-off-Gases für verschiedene Prozesse nehmen Verdichter eine zentrale Rolle ein. Neben den tiefen Temperaturen sorgt das Fördermedium CH<sub>4</sub> für Herausforderungen, da es in Verbindung mit Luft ein zündfähiges Gemisch bilden kann. Für die Handhabung und Verarbeitung von Boil-off-Gas hat die RKR Gebläse und Verdichter GmbH, eine 100-%ige Tochtergesellschaft von Aerzen, optimierte 2- und 3-stufige ölfreie Verdichter entwickelt. Die neuen BOG-Verdichter 2C G basieren auf der 2-stufigen Schraubenverdichter-Baureihe 2C. Sie erfüllen die sicher-

heitstechnischen Anforderungen nach DIN EN 1012-3 für brennbare Gase und damit auch für BOG. Ein vollkommen gasdichtes Sperrgas-system und ein mechanisch hoch belastbarer duktiler Tieftemperaturwerkstoff (Kugelgraphit-grauguss) sorgen für eine hohe Prozesssicherheit. Je nach Umgebungsbedingungen ist auch eine Ausrüstung mit ATEX-Komponenten möglich. Die Aggregate können von verschiedenen Schiffs-Klassifikationsgesellschaften zertifiziert werden, wie DNV GL, Lloyd's Register, LR und RINA. Dank angepasster Maschinenregelung erreichen sie eine hohe Effizienz. In Kombination mit maßgeschneiderten Systemen zur Wärmerückgewinnung lässt sich die Energiebilanz weiter verbessern. So kann die Kompressionswärme etwa zur Vorerwärmung des BOG genutzt werden. Die 2- und 3-stufigen Kompressoren liefern öl- und absorptionsmittelfreies Prozessgas im Druckbereich von 4 bis 17 bar (g) und sind für Volumenströme von 166 m<sup>3</sup>/h bis 9.300 m<sup>3</sup>/h ausgelegt. Je nach Anforderung und Umgebungsbedingungen kommen luft- oder wassergekühlte Ausführungen oder eine Kombination aus beidem zum Einsatz. Das modulare Konzept bietet eine hohe funk-



© Aerzener Maschinenfabrik

tionale Anpassungsfähigkeit für unterschiedliche Antriebs- und Steuerungskonzepte und eine große Flexibilität bei der Anpassung an applikationsspezifische Anforderungen und individuelle Prozessbedingungen. Ob Recovery System (Transport via Pipeline an Land zur Heizgasaufbereitung), Fuel Gas Supply System (Nutzung als Kraftstoff und Rückverflüssigung) oder Cargo Handling System (Transport, Lagerung und Umschlag von LNG an Bord des Schiffes); für die verschiedensten Prozesse, bei denen BOG anfällt und nach einer Aufbereitung wieder nutzbar gemacht werden kann, gibt es eine passende Lösung. [www.aerzen.com](http://www.aerzen.com)

# CIT plus

Das Praxismagazin für Verfahrens- und Chemieingenieure

## Pharmaproduktion

Die pharmazeutische Industrie gehört zu den Branchen, die in Deutschland investieren und neue Anlagen baut. Dabei sind hohe Anforderungen an die Produktionsprozesse wie Hygiene und Reinheit, Messtechnik und Automatisierung sowie die Einhaltung der GMP-Richtlinien Standardaufgaben. Eine immer größere Rolle spielen Möglichkeiten zu Rückverfolgbarkeit und Fälschungssicherung. Die Kombination dieser Anforderungen stellt die Pharmaindustrie vor die Herausforderung, innovative und kosteneffiziente Lösungen zu finden, die höchsten Qualitäts- und Sicherheitsstandards entsprechen. Im Sonderteil Pharmaproduktion stellen wir dafür einige Technologien vor.

### Weitere Themen:

- Standards für die industrielle Automatisierung **S. 24**
- Spritzen mit RFID-Chip **S. 27**
- Zuverlässig trocknen **S. 28**
- Richtlinien immer im Fokus **S. 31**
- GMP, Qualitätssicherung und HMI-Systeme **S. 32**
- Risiko manuelle Kalibrierung **S. 34**

# Digitalisierung schließt Lücken im Fachkräftemangel

Standards für die industrielle Automatisierung einfach und modular umsetzen



## Keywords

- *Digitalisierung*
- *Anlagenbau*
- *MTP*
- *Predictive Maintenance*

**Frank Hägele,**  
Sales Director und Prokurist,  
Copa-Data Deutschland

© Copa-Data

Der Fachkräftemangel belastet die deutsche Wirtschaft. Standardisierung kann helfen, das Fachpersonal zu entlasten und den Mangel abzufedern. Gleichzeitig gibt es noch immer viele bestehende Fertigungsanlagen – sogenannte Brownfield-Anlagen – die nicht in der digitalen Welt angekommen sind. Die Digitalisierung bildet jedoch die Grundlage für standardisierte Prozesse. Im Interview erläutert Frank Hägele, Sales Director und Prokurist, Copa-Data Deutschland wie diese Digitalisierungslücken geschlossen werden können.

## **CITplus: Ein Mangel an Fachkräften ist für manche Unternehmen mittlerweile ein Hindernis für das Unternehmenswachstum. Wie können Standardisierungen dem entgegenwirken?**

**Frank Hägele:** Fehlende Fachkräfte bremsen Unternehmen aus: Bei den einen erschwert die Herausforderung die wirtschaftliche Erholung, während die anderen angesichts großer Nachfrage Aufträge ablehnen müssen und Wachstumschancen nicht wahrnehmen können.

Hinzu kommt, dass die Kosten für Fachpersonal infolge des arbeitnehmerfreundlichen Stellenmarkts deutlich steigen. Denn gesucht werden nicht nur hoch qualifizierte Fachleute, beispielsweise für Planung, Entwicklung und

Verfahrenstechnik, sondern auch Arbeitskräfte, die projektieren, programmieren oder installieren.

Standardisierung in der Automation und Digitalisierung kann einen entscheidenden Beitrag leisten, das Fachpersonal zu entlasten und den Mangel abzufedern. Einfache Prozesse, Automatismen, Assistenzsysteme, Skaleneffekte, schnelle Roll-outs und vorausschauende Wartungen sowie einfache Skalierbarkeit durch Standards bieten Möglichkeiten, die Folgen des Fachkräftemangels im Unternehmen abzumildern.

Die positiven Auswirkungen zeigen sich auf Personalseite zunächst in geringeren Aufwänden für Schulung und Ausbildung. Langfristig

wird der Bedarf an Fachkräften mit fundierten Programmierkenntnissen und speziellem Systemwissen sinken. Zudem führt der Übergang von Individuallösungen und Eigenentwicklungen zu standardisierten Systemen dazu, dass das Wissen breiter verteilt und besser zugänglich gemacht werden kann.

## **Wo sehen Sie Potenzial in der Praxis der Pharmaindustrie, um mit mehr einheitlichen Standards Arbeitskräfte zu entlasten?**

**F. Hägele:** Standards sind das Passwort für eine deutliche Entlastung der Mitarbeitenden. Das betrifft die OT – Operation Technology – wie auch die Domäne IT – Information Technology – gleichermaßen. Kunden und Teams, die auf Off-



the-Shelf-Lösungen setzen, gewinnen deutlich an Tempo und schonen wertvolle personelle Ressourcen. Nicht die Individual- und Sonderlösung, die 100 % der Anforderungen mit viel Aufwand und Energie realisiert, ist gefragt, sondern Lösungen wie Zenon, die Off-the-shelf Performance im Engineering sichern. Damit verbunden sind nicht nur kürzere Innovations- und Produktentwicklungszeiten, sondern auch ein vereinfachtes Scale-up von der Prozess- und Verfahrensentwicklung in die Produktion. Auch der gesamte Validierungs-, Qualifizierungs- und Dokumentationsprozess verkürzt sich bei Off-the-Shelf-Lösungen signifikant.

### Welches Angebot kann Copa-Data hier konkret machen?

**F. Hägele:** Copa-Data ist ein anerkannter Kompetenzpartner in der Prozessindustrie, die einem starken globalen Wettbewerb ausgesetzt ist. Wir bieten mit Zenon eine Softwareplattform, mit der sich Standards für die industrielle Automatisierung einfach und modular realisieren lassen. Diese lässt sich in skalierbaren Modulen umsetzen, erleichtert mit einer schrittweisen Automatisierung die Prozesse und macht einen verstärkten Informationsaustausch möglich. In der chemischen und pharmazeutischen Prozesstechnik hat sich der Standard MTP (Module Type Package) mittlerweile etabliert. So sieht es auch eine aktuelle McKinsey-Umfrage unter 188 Anwendern und Anbietern von Industrieautomation: Zenon unterstützt diesen internationalen Standard der PNO – Profibus-Nutzer Organisation – und sichert seinen Kunden eine schnelle Time-to-market bei weiterhin sehr hoher Qualität.

### Eine große Herausforderung im Engineering und Anlagenbau ist die koordinierte, gewerkeübergreifende Arbeit an einem Projekt.

#### Wie lässt sich diese Herausforderung bestmöglich lösen?

**F. Hägele:** Das Arbeiten mit Standards und Informationsmodellen wie MTP erleichtert die Planung und die interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen den Lieferanten, aber auch unternehmensintern. Der Standard muss dabei so gestaltet sein, dass er Innovationen nicht einschränkt, sondern vielmehr fördert. MTP stellt dies sicher.

Best Practice ist es mittlerweile, Gesamtpakete in Module und damit in kleinere, dezentrale Aufgabenstellungen zu schneiden, die weniger hoch performante Lösungen erfordern. Dabei ist es durchaus gewünscht, über Grenzen hinauszudenken und interdisziplinär zu agieren. Herrscht in Unternehmen allerdings ein ausgeprägtes Denken in Abteilungen und Bereichen, können die Potenziale standardisierter und automatisierter Prozesse nicht voll ausgeschöpft werden.

Copa-Data betrachtet mit seinen Kunden daher nicht nur einzelne Disziplinen und Domänen wie zum Beispiel Research & Development, Produktion, Logistik, Energieerzeugung- und -verteilung, sondern das gesamte Wertschöpfungsnetzwerk. Die Chance und der Vorteil sind klar: Die Daten der unterschiedlichen Bereiche in einem gemeinsamen Datenraum korrelieren, schaffen mehr Information und damit Wissen.

### Wie wird MTP und der modulare Anlagenbau in die Software integriert und welche Vorteile bietet das für Anwender?

**F. Hägele:** MTP ist ein Garant für Tempo. Allein schnell und einfach Package Units in den POL – Process Orchestration Layer – oder das Scada-System nebst Historian und MES-Interaktion zu integrieren bietet hohe Einsparpotenziale. Dabei müssen nicht alle Module und Package Units Ready-for-MTP sein. Zenon ist in der Lage klassische Ansätze wie DCS und SCADA mit MTP durchgängig zu vereinen.

Auch für den immer wichtiger werdenden Bereich der Datenauswertung bringt MTP entscheidende (Wettbewerbs-)Vorteile. Wer Daten schnell und zuverlässig zur Verfügung gestellt bekommt, kann laufend Prozesse optimieren und damit die Effizienz steigern. MTP kann dabei unterstützen, bestimmte Daten zügig und vor allem auch kontextualisiert aus dem Prozess zu ziehen und für die Data Scientists in der Cloud zur Verfügung zu stellen. Eine eigene Spezifikation, geschweige denn Programmierung der Schnittstellen, ist nicht erforderlich, wenn dafür MTP genutzt wird.

Für die Integration in das Leitsystem stehen in der Regel zwei Optionen zur Verfügung: Zum Einen werden Schnittstellen definiert und im Anschluss programmiert, damit mit den Maschinen kommuniziert werden kann. Dieser Schritt ist aufwendig und muss immer wieder gemacht werden, wenn neue Schnittstellen nötig sind oder kleinere Anpassungen gemacht werden.

Optional bietet MTP dafür eine gute Alternative. Denn, wenn Maschinen mit MTP-Dateien ausgeliefert werden, ist dieser Schritt nicht mehr notwendig. Maschinenbetreiber können auf die vorhandenen Schnittstellen aus der MTP-Datei aufsetzen, unabhängig davon, wo sie integriert werden sollen. Der Standard bietet jedoch auch für Package Unit-Lieferanten Vorteile: Es sind keine individuellen Anpassungen mehr pro Kunde nötig. Im Vordergrund stehen die Services der jeweiligen Units und nicht die dahinterliegenden Bits und Bytes. Zusammengefasst bedeutet das: MTP ist keine Fiktion und Zukunftsmusik mehr. Namhafte Kunden setzen bereits voll auf diesen Standard und werden dank dieser Innovation kräftig beschleunigen.

### Standardisierung ist ein Baustein der Digitalisierung. Während neuen Anlagen bereits umfangreich digital geplant und automatisiert werden, sind Brownfield-Anlagen noch lückenhaft digital erfasst. Können Sie den leitenden Ingenieuren ein Angebot machen, wie sie diese Lücken effizient schließen können?

**F. Hägele:** Viele Unternehmen haben sich das Ziel gesteckt ihre bestehenden Maschinen- und Anlagen in die digitale Welt zu heben. Nur so werden Prozesse nachvollziehbar und nutzbar für intelligente IT-Systeme bis hin zu KI-Lösungen. Hierbei ist entscheidend eine Lösung wie Zenon einzusetzen, die neben aktuellen Schnittstellenstandards (OPC UA, SQL, REST, MSI und vielen mehr) auch herkömmliche, veraltete Schnittstellen auf Maschinen- und Anlagenebene ansprechen kann. Dazu zählt auch eine einfache Datenextraktion via File Share (Excel, ASCII, TXT), serielle Schnittstellen wie RS232 oder proprietäre Treiber. Die Plattform Zenon ist dank ihrer Schnittstellenvielfalt von über 300 SPS- und Feldbustreibern in der Lage einen entscheidenden Beitrag bei der Digitalisierung von Brownfield-Anlagen zu leisten.

Speziell für den MTP-Standard gibt es ebenfalls ein Angebot: Mit dem Zenon MTP-Gateway-Modul lassen sich Module mit älteren Automatisierungssystemen integrieren und mit OPC-UA-Konnektivität, der MTP-Logik sowie einer entsprechenden MTP-Datei zur Beschreibung der Eigenschaften versehen.

### Mehr Digitalisierung wird im Betrieb nicht selten als Mehraufwand empfunden? Wie überzeugen Sie Fachkräfte, dass damit letztlich ein gutes Ergebnis im Verhältnis von Aufwand und Nutzen erzielbar ist?

**F. Hägele:** Automatisierung und Digitalisierung schaffen Veränderung. Dafür gibt es mittlerweile von der Fachebene bis hin zur Geschäftsleitung immer mehr Unterstützung, häufig sogar Leidenschaft und Begeisterung. Natürlich muss sich die Investition in mehr Digitalisierung zügig amortisieren. Wie stark dann Themen wie eine schnelle Time-to-market, höhere Produktivität, mehr Flexibilität oder ein geringerer Bedarf an Fachkräften in den TCO (Total Cost of Ownership) gewichtet werden, muss sicher im Einzelfall bewertet werden.

Auch seitens der Europäischen Union bemerken wir zunehmenden Druck bei den Unternehmen, die Digitalisierung und Vernetzung voranzutreiben. Der EU Data Act trat am 11. Januar 2024 in Kraft und wird nach einer Übergangsfrist von 20 Monaten im September 2025 EU-weit direkt anwendbares Recht werden. Er schafft einen neuen Rechtsrahmen für den Umgang mit Daten und betrifft Unternehmen aller Größen. Lösungen wie Zenon können dabei helfen, diese auf Anfrage Dritter sicher und schnell zugänglich zu machen.

**Essenziell für ein durchgängige Automatisierung ist die sichere Verknüpfung von OT und IT in einem Betrieb. Welche Lösungen bietet Sie dafür an und lässt sich diese auch auf Brownfield-Anlagen mit verschiedensten Netzwerktechnologien im Feld anwenden?**

**F. Hägele:** Unternehmen sollten gemäß des Zero Trust-Sicherheitskonzepts nicht blind darauf vertrauen, dass sich Benutzer oder Geräte innerhalb ihres Netzwerks bereits als vertrauenswürdig erwiesen haben, nur weil sie sich hinter der Firewall befinden oder bestimmte Zugriffsrechte haben. Stattdessen sollten Zugriffe auf Daten und Systeme durch Mechanismen kontrolliert werden, um Sicherheit und Integrität zu gewährleisten.

Dies muss von Unternehmen beim Anlagen-aufbau und der entsprechenden Software mitgedacht werden. Zusätzliche Plugins für Schnittstellen, Security Automation Center und Out-of-the-Box-Lösungen unterstützen dabei. Statt maßgeschneiderte Sicherheitslösungen von Grund auf neu zu entwickeln, können Sicherheitsrichtlinien, Zugriffskontrollen und Überwachungssysteme durch die Anpassung von Parametern oder Konfigurationen implementiert werden. Im Gegensatz zur herkömmlichen Programmierung, bei der Entwickler Codes von Grund auf schreiben, ist parametrieren statt programmieren oft einfacher und schneller, erfordert weniger technisches Fachwissen und ermöglicht eine flexiblere Anpassung

der Software an die spezifischen Anforderungen eines Unternehmens oder Benutzers.

**Kann die Zenon Software auch bei der Instandhaltung unterstützen und damit die Arbeit der Fachkräfte erleichtern?**

**F. Hägele:** Wenn es um die Wartung geht, unterliegen Maschinen und Anlagen meistens einem festen Zyklus. Das suggeriert Zuverlässigkeit und Sicherheit. Allerdings wissen erfahrene Instandhalter: Ein fester Zyklus wird den Anforderungen im Produktionsalltag nicht wirklich gerecht. Er nimmt keine Rücksicht auf tatsächliche Beanspruchung oder Belastungen. Fixe Wartung in immer gleichen Abständen kann bedeuten, dass Bauteile viel zu häufig getauscht werden oder aber auch zu spät. Beides erhöht die Kosten. Mit Condition Monitoring oder gar Predictive Maintenance kann die Instandhaltung an den wirklichen Bedarf herangeführt werden. So sinken Kosten und die Produktion wird wesentlich smarter.

Predictive Maintenance gibt einen Ausblick in die Zukunft einer Maschine. Auf Basis von Erfahrungsdaten und Lernmodellen werden Vorhersagen getroffen, wann eine Maschine gewartet oder ein Bauteil getauscht werden muss. Vorausschauende Wartung sammelt im laufenden Betrieb kontinuierlich Daten und analysiert sie. Das System lernt so beständig dazu und ermöglicht es, Live-Daten über ein Modell zu interpretieren. So lassen sich starre War-

tungszyklen durch individuelle Termine für jede Maschine und jede Komponente ersetzen. Die Analyse und die Erstellung der Modelle kann direkt im Unternehmen „On Premise“ erfolgen oder über einen Dienst in der Cloud.

Zenon eignet sich – zum Beispiel in Verbindung mit Azure Machine Learning von Microsoft – sehr gut für ein Predictive Maintenance System. Die Softwareplattform erfasst Sensordaten in Echtzeit. Durch die Kommunikation mit cloudbasierten Anwendungen sorgt die Software für die dauerhafte Speicherung der Daten. Diese Daten werden für maschinelles Lernen benutzt.



**Das Interview führte Dr. Etwina Gandert, Chefredakteurin CITplus.**

Wiley Online Library



**COPA-DATA GmbH, Ottobrunn**  
Tel.: +49 8966 0298- 90  
sales@copadata.de · www.copadata.com



**Standards machen viele Tätigkeiten und Prozesse einfacher.**

## Keywords

- Nachverfolgbarkeit
- Qualitätskontrolle
- RFID

# Spritzen mit RFID-Chip

## Tracing, tracking, and packaging in der pharmazeutischen Produktion

B+S-Anlagen platzieren den RFID-Chip zusammen mit dem Nadelschutz. Jede Spritze hat nun ihren eigenen individuellen Code.

Wie kann die Sicherheit von Arzneimitteln noch gesteigert werden? Tracing, tracking, and packaging in der biopharmazeutischen Produktion ist ein Lösungsweg. Mit Hilfe von RFID-Sendern wird die individuelle Nachverfolgbarkeit einer jeden Spritze während des gesamten Produktionsprozesses gewährleistet.

Sicherheit ist in der Medikamentenherstellung zentral. Wenn nur minimale Unsicherheit besteht, dass mit einzelnen Spritzen einer Charge etwas nicht stimmen könnte, etwa, weil es zu Störungen bei der Abfüllung kam oder möglicherweise das falsche Etikett aufgebracht wurde, wird diese im Normalfall verworfen – zum Schutz der Patienten. Denn diese darf man unter keinen Umständen einem gesundheitlichen Risiko aussetzen. So kann es passieren, dass die komplette Produktion mehrerer Tage komplett vernichtet werden muss, selbst wenn das Problem nur einen sehr kleinen Teil dieser Charge betreffen könnte.

### Qualitätssicherung vermeidet Verluste

Beim weltweit wachsenden Bedarf nach Medikamenten ist das bedauerlich, von den Werten, die hier zum Teil unnötig vernichtet werden ganz zu schweigen. Neue Technologien helfen auch hier, diese Verluste zu minimieren. Denn wenn man weiß, welche Spritze genau zu dem Zeitpunkt abgefüllt oder etikettiert wurde, als es zu Problemen kam, kann man die betreffenden Objekte genau identifizieren und eben auch nur diese vernichten.

Möglich ist das nur, wenn jede einzelne Spritze auf ihrem Weg durch die Produktion zu jedem Zeitpunkt nachverfolgbar ist. Wann wurde sie gefüllt, wann kontrolliert oder ver-

schlossen? Um dies zu erreichen, werden Spritzen mit einem kleinen RFID-Chip ausgestattet. B+S-Anlagen platzieren diese zusammen mit dem Nadelschutz. Jede Spritze hat nun ihren eigenen individuellen Code.

Der Vorteil gegenüber den bisher gängigen QR-Codes: die Verbindung kann auch dann hergestellt werden, wenn es keine sichtbare Verbindung zum Primärpackmittel gibt. Der Chip ist allerdings nur die erste Voraussetzung. Die zweite ist das Datenhandling. Dank der B+S-Plattform Omnia können alle wichtigen Maschinendaten mit diesen Codes verknüpft werden. Diese Daten verbleiben zuerst in der Anlage, können dann aber in das Daten-system des Pharmazeuten eingespeist werden – und auch werkübergreifend zugänglich gemacht werden. Die genaue Nachverfolgung des Produktionsprozesses kann nun für jedes einzelne Objekt individuell ausgewertet werden.

### Individuelle Daten auch für den Endverbraucher zugänglich

Dies ist schon jetzt ein großer Fortschritt für den Herstellungsprozess. Doch in wenigen Jahren will man noch einen großen Schritt weiter sein. Ziel ist es, wesentliche individuelle Daten des Medikaments auch dem Endverbraucher zugänglich zu machen, in dem diese Daten in einer Cloud gespeichert werden. Am

Ende soll der Anwender, ein Arzt, die Apothekerin oder der Patient dann über den Zugriff auf diese Cloud direkt überprüfen können, ob es sich bei dem ihm vorliegenden Präparat um das Originalprodukt und nicht um eine Fälschung handelt, ob dieses unter Umständen aus einer Charge stammt, die von einem Hersteller zurückgerufen wurde oder ob die Kühlkette bei diesem speziellen Medikament unterbrochen wurde – kurz, ob das Medikament das richtige und in der Anwendung sicher ist.

An dieser übergreifenden Lösung wird bereits gearbeitet – hier sitzen die unterschiedlichsten Akteure mit am Tisch, etwa die Glashersteller, Anlagenbauer und Pharmaunternehmen. Auch Bausch+Ströbel arbeitet intensiv an dieser Zukunftslösung mit.

Edgar Bauer,  
Vertrieb, Bausch+Ströbel

Wiley Online Library



Bausch + Ströbel, Ilshofen  
Tel.: +49 7904 701 - 3447  
www.bausch-stroebel.de

# Zuverlässig trocknen

**Eine abluftfreie Trocknung mit Wärmepumpe sorgt für Qualität, Effizienz und Sicherheit**

Die Entfeuchtung von Gelee für Lutschpastillen benötigt niedrige Temperaturen und einen reproduzierbaren Prozess. Dies beinhaltet auch eine abluftfreie Trocknung ohne Filtertechnik.

Bei diversen pharmazeutischen Herstellungsprozessen geht es irgendwann um Trocknung. Das kann die Entfeuchtung von Wirkstoffen sein oder die Entfernung von Haftwasser an Oberflächen. Funktioniert diese nicht oder nicht reibungslos, bringt sie den kompletten Ablauf ins Stocken. Und natürlich spielt das Thema Abluft bei vielen Herstellern eine ebenso große Rolle. Beispiele aus der Praxis zeigen, wie eine abluftfreie Technologie hochwertige Ergebnisse erzielt und zugleich Energiekosten senkt.

Es geht um die sogenannte Kondensationstrocknung mit Wärmepumpe, die Trocknerhersteller Harter vor über 30 Jahren auf den Markt gebracht hat. Das Allgäuer Unternehmen hat diese Art der Trocknung so entwickelt, dass sie im geschlossenen Kreislauf abläuft. Mit dem abluftfreien Trocknen entfallen auf einmal Themen wie Filtertechnik und die Abhängigkeit von äußeren klimatischen Schwankungen. Produktionsumgebungen und Reinräume bleiben unbelastet. Reinhold Specht, geschäftsführender Gesellschafter bei Harter erklärt: „Das Hauptkriterium in unsere Wärmepumpentrocknung zu investieren, war immer die Tatsache, dass wir Trocknungserfolge erzielt haben, die mit herkömmlichen Verfahren offensichtlich nicht möglich sind.“



#### Keywords

- **Trocknung**
- **Prozessluft**
- **Pharmaanwendung**

## Entfeuchtung von Verpackungsoberflächen

Bei einem US-amerikanischen Pharmaunternehmen ging es um die Trocknung von Infusionsbeuteln nach dem Sterilisationsprozess, also von feuchten Oberflächen einer Verpackung. Sind die Beutel nicht vollständig trocken, können sie nicht weiterverarbeitet werden oder werden gar als undichter Ausschuss bei der Qualitätskontrolle aussortiert. Wie zu Beginn eines jeden Projektes führte der Anlagenbauer zunächst einmal Trocknungsversuche im hauseigenen Technikum durch. Hier werden Produkte getestet und mitunter auch neue Produktideen entwickelt. Bei den Tests ermittelt ein Techniker Parameter wie Zeit, Feuchte, Temperatur, Luftvolumenstrom, Luftgeschwindigkeit und die so wichtige Luftführung. Dieses Vorgehen ist eine solide und seriöse Grundlage für die Konzeption einer Trocknungslösung.

In diesem Fall war die Aufgabenstellung groß. Beutel mit unterschiedlichen Größen und Inhalten liegen nebeneinander auf Blechen, wobei jede Charge immer die gleiche Größeneinheit hat. Die Bleche sind in 21 Lagen zu Türmen aufgestapelt. Immer vier dieser Racks werden zeitgleich innerhalb von 90 min sterilisiert. Versuche gaben Aufschluss, dass die Wärmepumpentrocknung die Infusionsbeutel innerhalb der geforderten Taktzeit trocknen konnte. Je vier Racks werden heute nach der Heißwasserberieselung vollautomatisch in den Trockentunnel eingefahren und bei 70°C vollständig getrocknet. Die Nennleistung der Anlage im Produktionsprozess liegt bei 38 kW. In der technischen Umsetzung spielte

bei diesem Projekt die richtige Luftführung die wesentliche Rolle, um alle Beutel zeitgleich mit der gleichen Menge an ungesättigter Prozessluft erreichen zu können. Die Zeiten von nassen Produkten sind heute passé.

„Wir erzielen unsere Erfolge durch eine perfekte Kombination aus Luftentfeuchtung und Luftführung“, so Specht. Die hier verwendete Prozessluft ist stark entfeuchtet. Weil sie somit ungesättigt ist, nimmt sie die Feuchte der Produkte gut und auch schnell auf. Nun gilt es die ungesättigte Luft so über bzw. durch die Produkte zu führen, dass sie nicht daran vorbeiströmt, sondern die Feuchte auch tatsächlich aufnimmt. Sowohl die Aufbereitung und Führung der Luft als auch der Kondensationspro-



## VARIO-FLOW ARBEITSPLATZ

Laminar-Air-Flow-Arbeitsplätze schützen vor gefährlichen Emissionen in der Pharmazie beim Verwiegen oder der Probennahme von pulverförmigen Stoffen.

- Ausführung als Tisch oder Kabine
- Ab- oder Umluftbetrieb mit hocheffizienten Filtern
- Luftqualität nach ISO 14644-1 bis zur Klasse 5

GMP  
konform



Die Infusionsbeutel liegen dicht an dicht in 21 Lagen übereinander. Mit extrem trockener Luft und der richtigen Luftführung ist es möglich, alle Beutel gleichzeitig und vollständig zu trocknen.



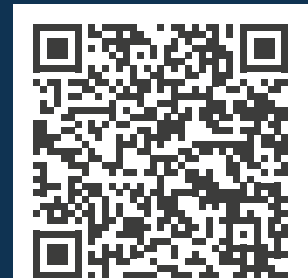
Der Trockner für die Pastillenproduktion besteht aus 11 Kammern und nimmt insgesamt 132 Palettengestelle auf. Die Nennleistung des Wärmepumpentrockner im Produktionsbetrieb liegt bei 33 kW.

zess laufen in einem geschlossenen Luftkreislauf ab. Luft und Wärme bleiben im System erhalten. Specht erläutert: „Bei diesem Projekt waren umfangreiche Versuchsreihen und viel Feinjustierung unserer Technik gefragt, um dieses gute und sichere Ergebnis zu erreichen. Unser Technikum ist unsere Ideenschmiede somit das Tor zum Erfolg.“

### Trocknung von Gelee

Ein Hersteller von Lutschpastillen hatte eine sehr zeitaufwändige und klimaabhängige Trocknung im Einsatz. Das Ausgangsprodukt – flüssiges Gelee – darf nur bei niedrigen Temperaturen entfeuchtet werden. Eine Woche Trocknungszeit, das ständige Reagie-

ren auf sich verändernde Wetterverhältnisse und ein Abluftproblem ließen den Hersteller auf die Wärmepumpentrocknung von Harter umstellen. In diesem Fall führte ein Harter-Ingenieur die Versuche mit einem Laborgerät beim Interessenten vor Ort durch, denn das gegossene Gelee konnte nicht ins Technikum transportiert werden. Zwischenzeitlich hat der Hersteller mehrere Trocknungsanlagen des Allgäuer Unternehmens im Einsatz. Das größte Projekt waren sechs baugleiche Kamertrockner. Jeder Kamertrockner hat elf Stellplätze. Insgesamt sind somit 66 Stellplätze vorhanden. Die Kammern sind je 10 m lang und 1,7 m breit. Der Prozess sieht heute folgendermaßen aus.





Bei diesen Edelstahlfässern waren ausgiebige Versuchsreihen notwendig, um eine technische Lösung für die Trocknung im Inneren zu finden.



In diesem Trockenschrank werden die Fässer innerhalb von 30 min – eine Vorgabe des Kunden – bei 70 °C getrocknet und auf 40 °C gekühlt.

Wie bisher werden Kunststofftrays mit Stärke befüllt, darin die gewünschten Formen mittels Schablone hineingestanz und dann die geleeartige Flüssigkeit eingespritzt. Die Trays werden auf spezielle Paletten gestapelt. Diese werden anschließend in die Trocknungskammern eingefahren. Jede Kammer ist für die Beschickung von 2x11 Palettengestellen ausgelegt. Es stehen jeweils zwei Palettengestelle nebeneinander, somit 22 in der gesamten Kammer, 132

insgesamt. Mitarbeiter fahren die Wagen manuell ein. Pro Charge werden maximal 2.000 kg Flüssiggelee eingebracht. Bei einer Temperatur von ca. 40 °C wird nun das Gelee auf den vom Hersteller vorgegebenen Trockenstoffgehalt entfeuchtet. Am Ende haben die Pastillen somit die exakt definierte Konsistenz, die Charge ein Restgewicht von circa 1.300 kg. Die Trocknungszeit liegt heute bei 72 Stunden. Dies bedeutet eine zeitliche Verringerung um über 57 %. Der Trockner besteht aus Edelstahl 1.4301 und entspricht GMP-Anforderungen. Die gesamte Anlage läuft im Dauerbetrieb 24/7 und hat eine Nennleistung von nur 33 kW.

### Komplexe Geometrien

Eine wieder gänzlich andere Anwendung war die Trocknung von Edelstahlfässern. In ihnen transportiert ein Hersteller betriebsintern seine pharmazeutischen Wirkstoffe. Die Fässer sind Transportgebinde, die vor ihrer Wiederverwendung eine Reinigung und folglich auch eine Trocknung benötigen. Das Pharmaunternehmen hatte hierfür eine Waschanlage mit Trockenfunktion angeschafft, die nicht hielt, was sie versprach. Wie so oft stellte dies der Betreiber erst in der realen Produktion fest. Mitarbeiter bliesen die Fässer nachträglich mit Pressluft aus, was viel Zeit und Geld kostete. „Diesem Umstand begegnen wir in unserem Alltag sehr oft“, berichtet Specht. „Viele unserer Kunden haben ein Problem mit ihrer bestehenden Trocknung, weil sie bei der Anlagenbeschaffung stillschweigend davon ausgehen, dass sie einfach funktioniert – was sie eben oft nicht tut.“

Die Vorgabe war eine klar definierte Restfeuchte seiner Gebinde innen und außen. Diese haben unterschiedliche Größen mit Volumen von 10 bis 30 l. Auch in ihren Geometrien unterscheiden sich die Fässer sehr. Während die einen konisch zulaufen, haben andere einen Falz, der für die Trocknung eine große Herausforderung darstellt. Zudem sind die Wandstärken der Fässer verschieden, was ebenso Einfluss auf die Trocknung hat. Das Kniffligste für die Trocknung jedoch war die kleine Öffnung der Fässer ins Innere. Wie sich

derlei Bedingungen in der Trocknung verhalten, testete Harter auch hier in seinem Technikum. Bei diesem Pharmazulieferer gab es sehr ausführliche Versuchsreihen mit unterschiedlichsten Parametern bis die finale Lösung einer Trocken-Kühl-Station entwickelt werden konnte.

Die Trockenkammer nimmt heute einen Trockengutträger auf. Auf diesem Träger befinden sich Fässer unterschiedlicher Größe mit der Öffnung nach unten. Die Luftführung spielt hier nun die entscheidende Rolle. Hierfür entwickelte Harter einen technischen Kniff, der aus Gründen des Know-how nicht näher erläutert wird. Diese Technik sorgt nun dafür, dass die Prozessluft in das Innere der Fässer gelangt und auch wieder abgeführt wird. So werden die Edelstahlgebinde sowohl innen wie außen durch die trockene Prozessluft entfeuchtet. Die Trocknung läuft bei 70 °C ab. Bei niedrigeren Temperaturen wäre die gesamte Prozesszeit von 30 min nicht einhaltbar gewesen. Innerhalb dieser halben Stunde findet auch der Kühlprozess bei 40 °C statt. Nach dieser Zeit sind Fässer jeder Größe und Geometrie gänzlich trocken und können wieder mit ihren Inhalten befüllt werden. „Mit uns haben Kunden eine zuverlässige Technologie nach modernsten Standards und einen zuverlässigen Entwicklungspartner an ihrer Seite“, so Specht abschließend.



**Petra Schlachter,**  
Technische Redaktion und  
Kommunikation, Harter

Wiley Online Library



**Harter GmbH, Stiefenhofen**

Tel.: +49 8383 9223 - 0

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

### Sicher und kontaktlos identifizieren

Dank einer intensivierten Partnerschaft mit einem führenden Anbieter biometrischer Wearables kann Körber, weltweit bedeutender Anbieter von Manufacturing Execution Systems (MES) in der Pharmaproduktion, sichere und kontaktlose Benutzerauthentifizierungslösungen in der pharmazeutischen Produktion bereitstellen: Die Wearable-Technologie von Nymi wird jetzt direkt über die PAS-X K.ME-IN-Standardschnittstelle ohne Drittanbietersysteme in das Fertigungssteuerungssystem PAS-X MES integriert. In Kombination mit Geräten von Partnerfirmen nutzt das System eine biometrische Authentifizierung, um den Zugang von Anwen-

dern zum MES zu vereinfachen und zu beschleunigen, ohne die in der Benutzerrechteverwaltung konfigurierten Zugriffsregeln zu beeinträchtigen. Das System integriert sich nahtlos mit dem Nymi Band, einem komfortablen und diskreten Armband, das unter Schutzkleidung getragen werden kann und jeden Benutzer anhand seines biometrischen Fingerabdrucks identifiziert. Damit entfällt die Notwendigkeit von Benutzernamen, Passwörtern oder PIN-Codes und die Anmeldezeiten werden um über 50 % reduziert – eine Lösung für eine sichere und effiziente Shopfloor-Identifikation.

[www.koerber-pharma.com](http://www.koerber-pharma.com)

# Richtlinien immer im Fokus

## Messgeräte für hygiene- gerechte Anlagen und Prozesse

Innovation und Entwicklungsgeschwindigkeit bestimmen die Produktionsabläufe in Chemie-, Pharma- und Nahrungsmittelin-  
dustrie – dabei zählen die Fertigungsbedingungen in diesen Zukunftsbranchen zu den sensibelsten überhaupt. So müssen u.a. besondere Hygieneanforderungen eingehalten werden. Strenge Richtlinien beschreiben die Anforderungen und Einsatzmöglichkeiten der Prozessinstrumentation. Partner, die die Prozesse der Anwender kennen, auf ein standardisiertes Sortiment zugreifen können und dabei mit innovativen Konzepten aufwarten, helfen, diese einzuhalten.

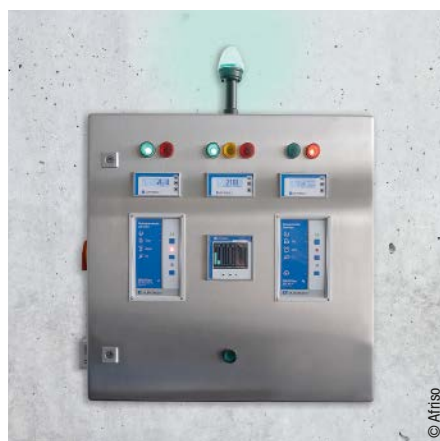
Afriso bietet ein komplettes Produktsortiment aus allen Bereichen der Druck-, Temperatur- und Füllstandmesstechnik aus einer Hand und setzt seine langjährige Erfahrung dazu ein, die Prozesse der Anwender einfacher, sicherer und wirtschaftlicher zu gestalten.

### Hygienegerechte Konstruktion

Die Palette reicht von Manometern, Druckmittlern und Druckmessumformern über eine Vielzahl an elektronischen und mechanischen Temperaturmess- und Regelgeräten bis hin zu Füllstandmessgeräten, die je nach Applikation auf unterschiedlichsten Messprinzipien beruhen. Im Wesentlichen werden die Messbereiche Druck von 0/2,5 mbar bis 0/4.000 bar, Temperatur von -50 °C bis +1.100 °C und Füllstand von 0/20 cm bis 0/250 m abgebildet. Je nach



Partner, die die Abläufe der Anwender verstehen, auf standardisierte Lösungen zurückgreifen und innovative Ansätze bieten, tragen wesentlich zur Einhaltung der Hygieneanforderungen bei.



In der Pharma- und Lebensmittelindustrie müssen strikte Hygienevorschriften eingehalten werden, die in detaillierten Richtlinien festgelegt sind.

den Erfordernissen der Anwender sind diese in puncto Messbereich, Geometrie, Form, Farbe oder Anschluss weiter spezifizierbar. Immer im Fokus für die Anpassungen dieser peripheren Anlagenkomponenten: die strengen Richtlinien wie DGRL/PED, ATEX, SIL oder Vorgaben der EHEDG, FDA und 3-A Sanitary Standards Inc., die die Anforderungen und Einsatzmöglichkeiten der Prozessinstrumentation beschreiben. So wird eine hygienegerechte Konstruktion von Maschinen und Anlagen unterstützt.

### FDA-gerechte Materialien

Die einwandfreie Einhaltung „guter Herstellungspraxis“ (GMP) wird bspw. bereits im Vorfeld durch die ständige Überprüfung der Produktionsverfahren und eine 100%ige Einzelstückprüfung sichergestellt. Die Materialien für die hygienischen Messgeräte entsprechen den FDA-Anforderungen für den Kontakt mit Lebensmitteln. Auch die Empfehlungen der EHEDG werden bereits bei der Konstruktion berücksichtigt, der Hersteller ist seit 2010 Mitglied der EHEDG.

Die Oberflächenbeschaffenheit der vom Medium berührten Teile wird standardmäßig auf den arithmetischen Mittenrauwert von  $Ra \leq 0,8 \mu m$  gebracht, optional kann diese auf  $Ra \leq 0,4 \mu m$  verbessert werden. In geschlossenen Anlagen können die Komponenten mittels CIP- oder SIP-Verfahren gereinigt werden – die einwandfreie Außenreinigungsmöglichkeit ist durch den Einsatz von robusten Edelstahlgehäusen mit Schutzart bis IP 69 erreichbar.

Neben diesem sehr umfangreichen Sortiment bietet das Unternehmen zudem die passende Versorgung und Auswertung der Messsignale. Auf Wunsch werden auch komplette Systemlösungen im Bereich der Füllstandüberwachung von kleinen bis mittleren Tankanlagen entwickelt – inklusive des kompletten Engineerings bis hin zur Herstellung der fertigen Schaltanlage.

Wiley Online Library



Afriso-Euro-Index GmbH, Güglingen  
Tel.: +49-7135-102-0  
info@afriiso.de · www.afriiso.de

# Von GMP, Qualitätssicherung und HMI-Systemen

## Der Schlüssel zur effizienten Bedienung und Überwachung biopharmazeutischer Produktionsprozesse

Die biopharmazeutische Produktion erfordert präzise kontrollierte und dokumentierte Prozesse. GMP-konforme Bedienstationen werden zur Überwachung, Steuerung und Dokumentation der Produktionsschritte eingesetzt. Diese Bedienstationen bieten flexible und sichere Lösungen für Labore, Reinräume und explosionsgefährdete Bereiche und tragen so zur Qualitätssicherung und Effizienzsteigerung der Anlagen bei.



### Keywords

- **GMP-konform**
- **Bedienstation**
- **Qualitätssicherung**

Bilder © Pepperl+Fuchs



Egal ob als Schaltschrankbau oder auf einem Standfuß – die HMIs von Pepperl+Fuchs bieten hohe Flexibilität und Zuverlässigkeit.

Die biopharmazeutische Produktion ist ein hochkomplexer Prozess, der präzise und lückenlos kontrollierte Abläufe erfordert, um sichere und wirksame Medikamente herzustellen. Von der Zellanzucht im Labor über die Fermentation in Bioreaktoren bis hin zur Formulierung des Endprodukts sind eine Reihe akribisch dokumentierter und überwachter Produktionsschritte notwendig. HMI-Systeme (Human Machine Interface oder Mensch-Maschine-Schnittstelle), wie die von Pepperl+Fuchs, spielen dabei eine entscheidende Rolle, indem sie die Überwachung und Steuerung dieser Prozesse ermöglichen. Damit tragen sie maßgeblich zur Qualitätssicherung und Effizienzsteigerung bei.

### Kontrolle und Dokumentation bei Zellanzucht und Wirkstoffentwicklung

In der Upstream-Phase der biopharmazeutischen Produktion erfolgt die Zellanzucht. Hierbei wird der Produktionsstamm angelegt und kultiviert, um spezifische Moleküle wie Hormone, Antikörper und Enzyme zu erzeugen. Ein Beispiel für einen auf diese Weise hergestellten Wirkstoff ist Semaglutid, bekannt unter den Handelsnamen Ozempic und Wegovy, sowie Tirzepatid, das unter dem Handelsnamen Mounjaro vermarktet wird. Diese Wirkstoffe ahmen das körpereigene Hormon GLP-1 (Glucagon-like Peptide-1) nach, welches das Hungergefühl unterdrückt.

Die Herstellung und Vervielfältigung dieser Wirkstoffe findet in spezialisierten Laboren statt. Dort werden Zellkulturen im kleinen Maßstab gezüchtet. Die einzelnen Arbeitsschritte werden häufig digital dokumentiert. Am Laborarbeitsplatz kann über Thin Clients auf





die Dokumentationssoftware zugegriffen werden. Diese Thin Clients sind Computer, die auf eine virtuelle Maschine zugreifen, die zentral auf einem Server läuft. Die Anzahl der virtuellen Maschinen kann zentral über den Server gesteuert werden. Das ermöglicht eine flexible Erweiterung der Laborplätze. Kommt ein neuer Arbeitsplatz hinzu, muss die Software nicht erneut auf dem Gerät installiert und konfiguriert werden, sondern kann bequem über die virtuelle Maschine genutzt werden. Die Box Thin Clients (BTCs) bieten dabei eine zuverlässige Lösung für Labore und Kontrollräume. An die BTCs (BTC22 und BTC24) können bis zu vier 4K-Bildschirme angeschlossen werden. Von Vorteil ist dabei das lüfterlose und robuste Design, mit dem die Box Thin Clients für einen zuverlässigen 24/7-Betrieb ausgelegt sind. Hilfreich bei der Installation sind diverse Montageoptionen auf und unter dem Tisch, in einer Schublade, an einer Wand, Hutschiene oder per VESA-Montage.

### Bioreaktoren im Reinraum

Die kultivierten Zellen werden in Bioreaktoren überführt, wo sie unter kontrollierten Bedingungen wachsen und das gewünschte Produkt herstellen können. Die Überwachung und Steuerung von Parametern wie pH-Wert, Temperatur und Sauerstoffgehalt ist hierbei essenziell. Die HMIs, die zu diesem Zweck in Reinräumen eingesetzt werden, müssen GMP-konform konstruiert sein. GMP (Good Manufacturing Practice oder "Gute Herstellerpraxis") beschreibt dabei Richtlinien und Vorschriften zur Sicherstellung gleichbleibender Qualität bei der Herstellung und Kontrolle der Erzeugnisse. In der Pharmaindustrie spielt GMP eine zentrale Rolle, da sie die Sicherheit, Wirksamkeit und Qualität der hergestellten Medikamente gewährleistet.

In Bezug auf HMIs umfasst GMP unter anderem die leichte Reinigbarkeit und chemische Beständigkeit der Bedienstationen. Bedienstationen wie die VisuNet GXP und VisuNet FLX Bedienstationen, erfüllen diese Anforderungen optimal. Sie bieten dank robustem Edelstahlgehäuse mit abgeschrägten, kantenfreien Designs kaum Fläche für Staub- und Ablagerungen. Zusätzlich bieten die HMIs des Herstellers eine gute Beständigkeit gegenüber den gängigen Reinigungsmitteln und verfügen darüber hinaus über antibakterielle Tastaturen.

### Bedienung und Beobachtung inklusive Explosionsschutz

Nach der Fermentation werden die gewonnenen Zellen von der Kulturflüssigkeit getrennt und aufgeschlossen, bevor sie gereinigt werden. Dies geschieht durch mechanische oder chemische Verfahren wie Zentrifugation und Filtration. Anschließend werden die Produkte durch weitere Trenn- und Reinigungsschritte



Die Bedienstationen sind modular aufgebaut und können individuell konfiguriert werden.

aufbereitet und anschließend formuliert, um die Stabilität und Wirksamkeit zu sichern. In diesen Phasen können Stäube entstehen und entzündliche Stoffe wie Alkohole zum Einsatz kommen. In solch explosiven Atmosphären ist zertifiziertes Equipment erforderlich, welches keine Zündquelle darstellen kann. Der Einsatz dieses speziellen Equipments ist für die Anlagensicherheit unabdingbar. Die vorgestellten HMI-Systeme sind für den Einsatz in ATEX-/IECEx-Zone 2/22, 1/21 und Div. 2 zertifiziert und bieten damit einen sicheren zertifizierten Explosionsschutz.

Während jeder Produktionsphase ermöglichen die HMI-Systeme eine effektive Überwachung und Steuerung der Prozesse. Diese Systeme ermöglichen den Zugriff auf Prozessleitsysteme, Manufacturing Execution Systems (MES) und ERP-Systeme, die für die Dokumentation, Kontrolle und Regelung entscheidend sind. Besonders in Reinräumen, wo höchste Reinheit unabdingbar ist, spielen diese HMIs eine zentrale Rolle. Sie bestehen aus leicht zu reinigenden, chemisch beständigen und GMP-konformen Materialien, die den strengen Anforderungen der biopharmazeutischen Produktion gerecht werden.

### Zukunftssichere HMI-Systeme

Sollte eine Standardlösung einmal nicht ausreichen, entwickeln die Experten in den Solution Engineering Centern (SEC) von Pepperl+Fuchs maßgeschneiderte Lösungen, die speziell an die Bedürfnisse von Anlagenbetreibern angepasst werden. Das Lösungsangebot umfasst neben Peripheriegeräten, wie Handlesegeräten und Tastaturen, auch verschiedene Montageoptionen, von Doppel-Monitor-System über diverse bewegliche Montagearme bis hin zu mobilen fahrbaren Lösungen.

Die eigene Firmware für Thin Clients, „VisuNet RM Shell“ übernimmt das Management der Geräte und ermöglicht den Zugriff auf die virtuellen Maschinen, z.B. über RDP oder VNC.

Durch die Begrenzung der Nutzerrechte auf ein absolut notwendiges Minimum und weitere Sicherheitsmechanismen gewährleistet die VisuNet RM Shell die Cybersicherheit der Geräte. Zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen können über die Nutzeridentifizierung mittels RFID implementiert werden.

Dank dem Zusatztool „VisuNet Control Center“ können alle Thin Clients zentral und zeitgleich verwaltet werden. Dies reduziert den Bedarf, Reinräume zu betreten und erleichtert die Skalierung der Produktionsanlagen. Kommt ein neues Gerät hinzu, kann die Konfiguration eines bestehenden Thin Clients einfach auf den neu installierten Thin Client kopiert werden.

Die Bedienstationen der VisuNet-Serien von Pepperl+Fuchs sind zudem modular aufgebaut. So können einzelne Module, wie die Computing Unit oder die Display Unit, schnell und einfach ausgetauscht werden. Diese Flexibilität in der Montage und Instandhaltung garantiert einen langfristigen Investitionsschutz und einen zuverlässigen Betrieb der Anlage.



Yannick Klein,  
Produktmanager,  
Pepperl+Fuchs

Wiley Online Library



Pepperl+Fuchs SE, Mannheim

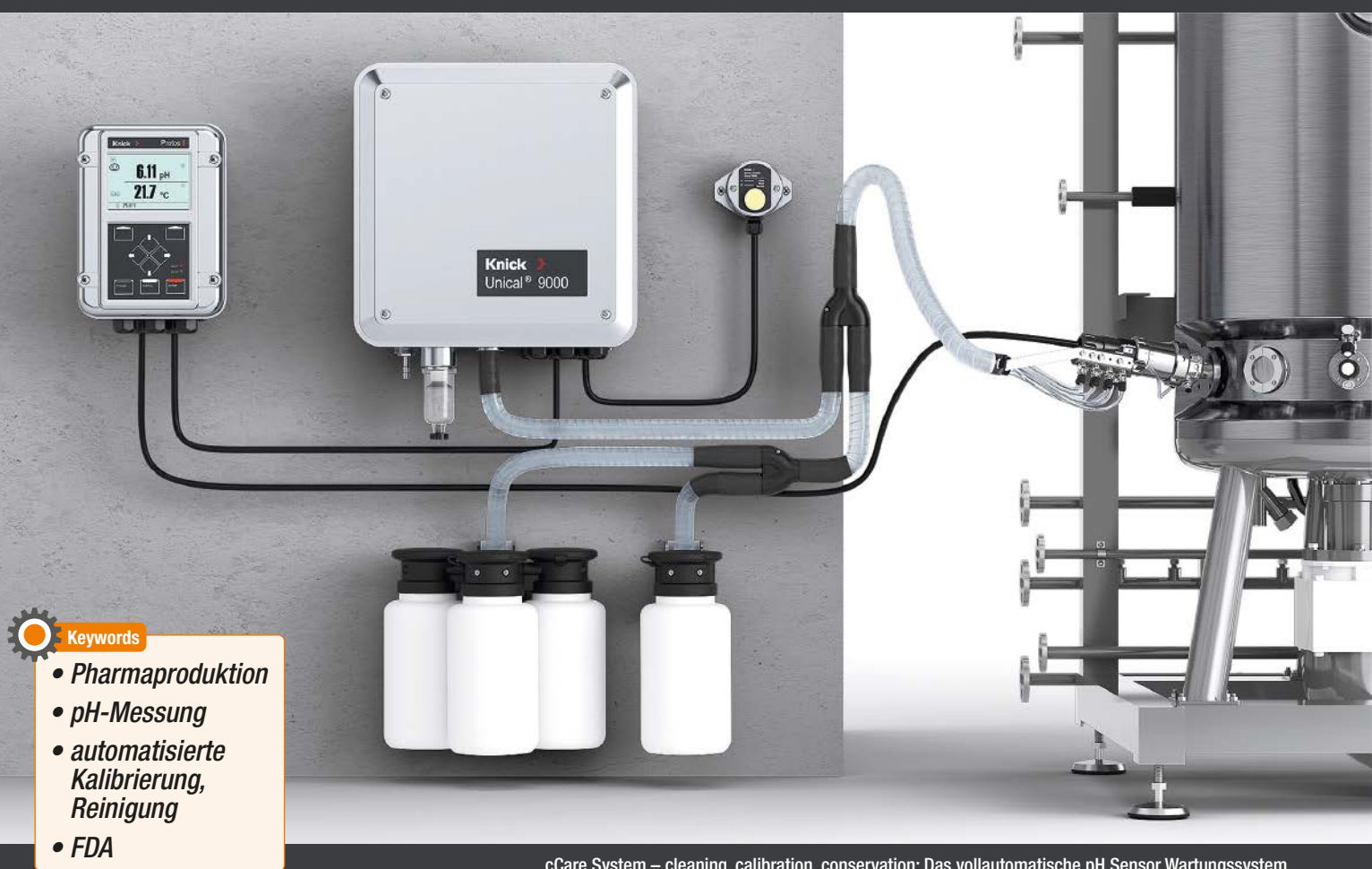
Tel.: +49 621 776-0

info@de.pepperl-fuchs.com · www.pepperl-fuchs.com

# Risiko manuelle Kalibrierung

## Höhere Sicherheit und Verfügbarkeit durch vollautomatische pH-Validierung mit Audit Trail

Kalibrierung und Verifikation von pH-Sensoren in der Biopharmaproduktion erfolgen vor bzw. nach jedem Batch. Die Kalibrierung wird dabei meist manuell ausgeführt, was durch den Aus- und Einbau der Sensoren, Kalibrierung und Dokumentation einen erheblichen Zeit- und Personalaufwand mit entsprechend langem Anlagenstillstand bewirkt. Eine Automatisierung scheiterte bisher vor allem an den hygienischen Anforderungen. Die bewährte Sensorwartungslösung cCare pHarma, wurde nun für Upstream- und Downstream-Prozesse weiterentwickelt.



### Keywords

- *Pharmaproduktion*
- *pH-Messung*
- *automatisierte Kalibrierung, Reinigung*
- *FDA*

cCare System – cleaning, calibration, conservation: Das vollautomatische pH Sensor Wartungssystem kalibriert nach festgelegten Standards und sorgt für verlässliche Messungen.

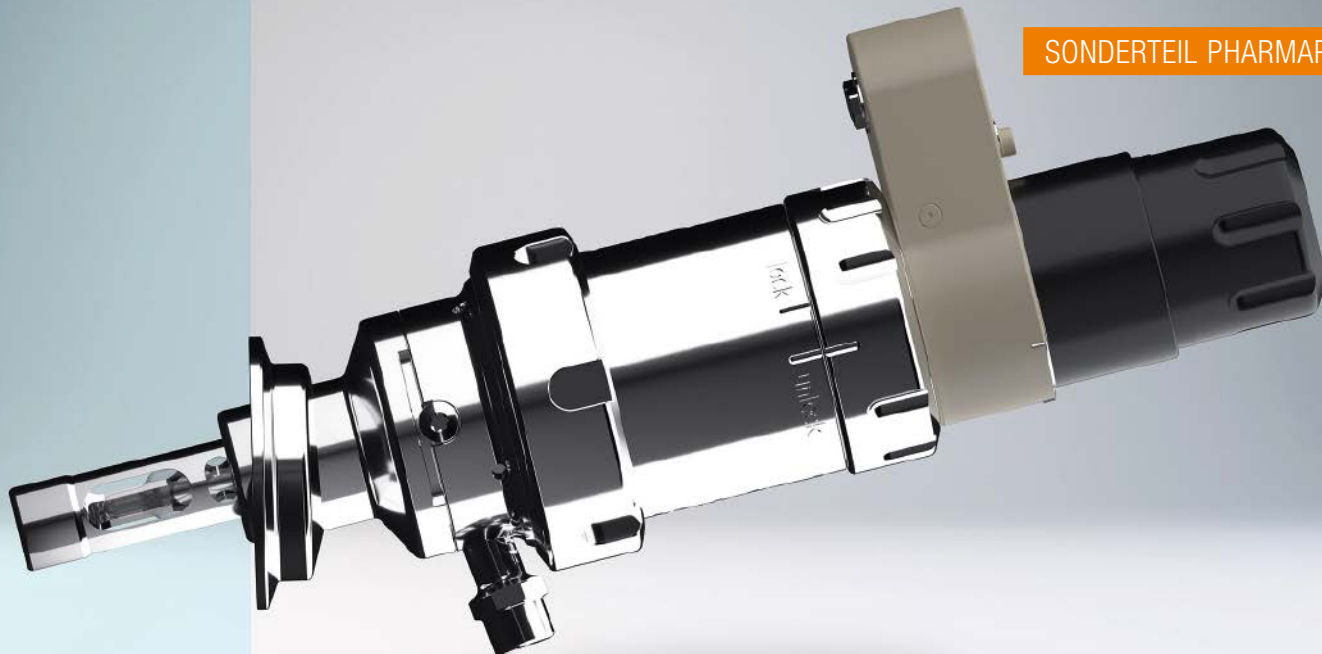
„Ist Ihnen bewusst, dass die manuelle Kalibrierung von pH-Sensoren zu den größten Risiken für Chargenverluste zählt?“. Mit dieser Frage hat die erfolgreiche Zusammenarbeit zwischen Knick und einem großen Pharmaunternehmen begonnen, die zur Weiterentwicklung des cCare Systems für die Anforderungen der Biopharmaproduktion geführt hat.

### Bedeutung der pH Genauigkeit bei Zellkulturen und Fermentationen

Der Upstream-Prozess von Zellkulturen ist komplex, teuer und langwierig. Die Parameter pH und gelöster Sauerstoff müssen streng kontrolliert und überwacht werden, damit optimale Wachstumsbedingungen für die Zellen eingehalten und maximale Produktqualität und

-quantität erzielt werden können. Während des Prozesses kann von außen nicht eingegriffen werden, da die Gefahr einer Kontamination zu groß ist und den Verlust der Charge zur Folge hätte.

Umso wichtiger ist es deshalb, dass zu jeder Zeit verlässliche pH-Werte zur Verfügung stehen. Reinigung und Kalibrierung der Sensoren



Bilder © Knick

Wechselarmatur SensoGate WA130H mit gewinkeltlem Clamp-Anschluss, um die pH-Elektrode im optimalen Winkel auch an horizontale Stutzen in den Prozess einbringen zu können.



SIP-fähige Medienzuführung an SensoGate Wechselarmatur



Volle cCare Funktionalität ist auch als mobile Messlösung z.B. für vergleichende Messungen oder temporären Einsatz verfügbar.

sind bei vielen Prozessen und Medien mehrmals am Tag erforderlich, um den Sensordrift minimieren und den gemessenen Werten vertrauen zu können.

### Manuelles kalibrieren ist Standard

Der Vorgang ist sehr zeitaufwendig, denn ein Mitarbeiter muss sich zuerst in den Reinraum

einschleusen, den Sensor ausbauen, reinigen, nacheinander in unterschiedliche Pufferlösungen halten und warten, bis der pH-Wert stabil ist. Hierbei besteht die Gefahr der mechanischen Beschädigung des Sensors sowie der Beeinflussung in Art und Weise der durchführenden Personen. Es ist z.B. entscheidend, ob der Sensor in der Pufferlösung

geschwenkt oder nur hineingestellt wird. Zum Schluss muss der Sensor wieder eingebaut und eine Reinigung, bzw. Sanitisierung der Anlage durchgeführt werden. Eine Risikoanalyse bei einem Anwender hat über 80 potenzielle Fehlerquellen bei manuellem Prozess aufgedeckt.

### Automatische und standardisierte pH-Sensor-Kalibrierung

In der Chemie- und in Lebensmittelindustrie ist cCare, das automatische Reinigungs- und Kalibriersystem von Knick, seit 2003 im Einsatz. Die Komponenten wurden seitdem im Baukastenprinzip für unterschiedlichste Anforderungen ergänzt und weiterentwickelt.

Das Sensorwartungssystem besteht aus einer Wechselarmatur, der elektropneumatischen Steuerung, die die Wechselarmatur mit Druckluft verfährt, Reinigungsflüssigkeiten und Kalibrierpuffer dosiert, sowie dem Transmitter Protos II. Der Transmitter kommuniziert nicht nur die Messwerte und Vitaldaten an das Prozessleitsystem, sondern dient auch als Bedieneinheit für die Reinigungs- und Kalibrierprogramme.

Das System führt vollautomatisch eine standardisierte Kalibrierung durch und meldet alle Werte und das Kalibrierprotokoll an das Prozessleitsystem. Damit werden alle Chargendaten ohne Risiko eines manuellen Übertragungsfehlers digital durch den Audit Trail dokumentiert. Die gesamte Sensorwartung wird ohne manuelles Eingreifen durchgeführt und kann dabei sowohl vom Prozessleitsystem der Anlage als auch vor Ort am Transmitter

ausgelöst werden. Der Sensor wird automatisch in die Kalibrierkammer der Wechselarmatur bewegt, dort gereinigt, kalibriert, saniert und danach wieder in den Prozess gebracht.

Das automatische System führt somit die Sensorjustage immer nach dem exakt gleichen Ablauf durch. Dadurch verlängert cCare nicht nur die Sensorhaltbarkeit und senkt Personalkosten, sondern stellt aufgrund der vollautomatisierten Abläufe genauere pH-Messwerte sicher, die direkten Einfluss auf die Sicherheit und Ausbeute des Biopharma-Prozesses haben. Das System ist zudem das einzige Sensor-Wartungssystem am Markt, das mit allen Komponenten für den Einsatz in Ex Zone 1 zugelassen ist.

### Wechselarmatur für hygienische Anforderungen

Mit vielen gängigen Armaturen ist es in den Batchproduktionsanlagen nicht möglich, während eines laufenden, bis zu einem Monat dauernden Prozesses, einen Sensor zu wechseln. Fällt ein Sensor während des Batches aus, besteht ein großes Risiko, den Prozess ohne redundantes Monitoring betreiben oder ihn abbrechen zu müssen.

Die Wechselarmatur SensoGate ist besonders für hygienische Anwendungen geeignet und dichtet aufgrund ihres patentierten Schleusensystems zu jeder Zeit den Prozess sicher ab, sodass ein Sensortausch ohne Prozessunterbrechung erfolgen kann.

Eine ausgeklügelte Zyklonspülung reinigt nicht nur den Sensor besonders gründlich, sondern auch die Dichtungen und die Kalibrierkammer. Entgegen den Wechselarmaturen anderer Hersteller hat die Wechselarmatur keine Toträume, die nicht durch Spülung, SIP und CIP gereinigt werden. Das hat der angesprochene Pharmakunde gemäß den entsprechenden Vorschriften validiert.

### Anpassungsfähigkeit durch Baukastenprinzip

Dank ihres modularen Aufbaus ist die Wechselarmatur für viele Prozessanschlüsse wie Ingold, Tri-Clamp, Varivent, BioControl und Kest Lock, unterschiedliche Eintauchlängen und Materialien erhältlich. Das ermöglicht eine große Anpassungsfähigkeit an fast alle Anwendungen. Dennoch kommt es vor, dass bestimmte Einbausituationen nicht mit Standardprodukten ausgestattet werden können. So gab es auch bei dem Pharmakunden den Bedarf nach einem schrägen Tri-Clamp Anschluss, um die pH-Elektrode in dem erforderlichen Winkel einbauen zu können. Ebenfalls wurde der Anschluss für die Dampfsterilisation an der Armatur als Tri-Clamp-Anschluss ausgeführt und steht nun als Armaturenoption auch anderen Anwendern zur Verfügung.

### FDA-Konformität und Sterilität

Alle medienberührenden Komponenten wurden für die Pharmavariante auf FDA-konforme Materialien umgerüstet. Es wurden alle Schläuche durch transparentes und glattes Material ersetzt. Grund hierfür war der Wunsch der Pharmakunden nach besserer Sichtbarkeit und Reinigungsfreundlichkeit. Aus gleichem Grund wurde für den Anschluss an die Armatur der neue Mediensammler entwickelt, der über einen Anschluss für Dampfsterilisation verfügt.

Der Mediensammler kann für sieben oder neun Anschlüsse gewählt werden, denn es können bei cCare pHarma bis zu sechs (statt der bisher drei) Medien sowie Luft, Wasser und Dampf für Reinigung und Kalibrierung verwendet werden.

### Audit Trail und Remote-Login

Auch für den Transmitter gibt es neue Module für die Anforderungen der Pharmaindustrie, in der alle Eingriffe am Prozess gemäß 21 CFR Part 11 der FDA erfasst und unveränderbar dokumentiert werden müssen. Jede Änderung an der Messstelle muss mit Zeitstempel und Benutzerinformationen versehen sein. Transmitter in der Produktionsanlage sind üblicherweise gesperrt und müssen durch eine Passcodeeingabe freigegeben werden. Doch wird so nicht vom Prozessleitsystem erfasst, wer welche Änderung an der Messstelle vorgenommen hat.

Mit dem Transmitter Protos II lässt sich Audit Trail über Remote-Login direkt über das kundenseitige Prozessleitsystem realisieren. Nach erfolgter Authentifizierung (z.B. über RFID) kann der Transmitter einer bestimmten Messstelle durch eine Zwei-Faktor-Authentifizierung entsperrt werden, entweder durch einen erzeugten Code, der am Transmitter eingegeben werden muss, oder durch eine personenbezogene Freigabe. Diese Messstellenfreigabe erfolgt nur mit den Rechten, die für den jeweiligen Benutzer festgelegt sind.

Die An- und Abmeldung sowie alle Änderungen am Transmitter, z.B. in der Parametrierung, Konfiguration oder Austausch eines Sensors, werden direkt erfasst und im Audit Trail automatisch dokumentiert. Diese Daten werden lückenlos, unveränderbar und zugeordnet einer jeden Messstelle direkt an das Prozessleitsystem übertragen. Derzeit erfolgt die Audit Trail Funktionalität über Profibus PA, weitere Protokolle wie Profinet (auch in der Ex-tauglichen APL-Variante) werden folgen.

### Mobile Messlösung

cCare ist ein System, das für alle Anforderungen eine Automatisierungslösung bietet. Sogar ungewöhnliche: Für einen Anwender mit dem Wunsch nach einer mobilen Messlösung hat Knick das cCare pHarma System für

Räder gebracht. Wo eine Festinstallation des Messsystems nicht benötigt wird oder nicht durchführbar ist, für temporären Einsatz, z.B. in Batch-Reaktoren ohne kontinuierlichen Betrieb, oder für vergleichende Messungen kann auch diese flexible Sonderlösung mit voller Audit Trail Funktionalität inklusive Zugangskontrolle zum Einsatz kommen.

### Ethernet-APL – zukunftsichere Kommunikation

Auf der Achema war das neue APL (Advanced Physical Layer) ein wichtiges Highlight in der Prozessindustrie. Auch das kann der Protos II über ein neues Modul, mit dem auch bestehende Messstellen zukunftsicher nachgerüstet werden können. Das Besondere ist hierbei, dass der Ex-zertifizierte 4-Leiter-Transmitter die Vitaldaten der Messstelle gemäß der Namur Open Architecture (NOA) über die 2-Draht-Technologie und Profinet an das Prozessleitsystem übermitteln kann. Verbreitet sind hier bislang Geräte mit der viel älteren und deutlich langsameren HART-Kommunikation.



**Dr. Knut Georgy,**  
Global Market Manager Process  
Analytics, Schwerpunkt Pharma-  
industrie, Knick

Wiley Online Library



**Knick elektronische Messgeräte GmbH & Co. KG,**  
Berlin  
Tel.: +49 30 80191 - 0  
info@knick.de · www.knick-international.com

## Elektrisch abfüllen

Pneumatische Antriebe gehören in der Industrie zum Standard, sie sind bewährt, günstig und verfügbar. Auch die Mechaniken von Abfüllanlagen werden klassisch mit Druckluft bewegt. Die Nachteile: Druckluftherzeugung, -verteilung und -wartung sind teuer und die Anschlüsse leckageanfällig. Feige präsentiert auf der Achema eine Alternative: den Prototyp seiner ersten vollelektrischen Fassabfüllanlage. Sie soll Anwendern aus den verschiedensten Branchen – von Chemie bis Bauindustrie, von Farb- und Lackherstellung bis Lebensmittelindustrie – eine wirtschaftlichere Abfüllung von Flüssigkeiten in Fässer ermöglichen. Anwender können in Zukunft wählen, ob sie ihre Elementra 29 vollelektrisch, vollpneumatisch oder nur in Teilen elektrisch oder pneumatisch angetrieben bestellen möchten. Der Vorteil: Bei der elektrisch angetriebenen Anlage gehören im Gegensatz zum weiterhin erhältlichen pneumatischen Antrieb die kostenintensive Druckluftherzeugung, -aufbereitung und -verteilung der Vergangenheit an. Auch das Abblasen von Druckluft durch die Ejektoren sowie eventuelle Druckluftleckagen an Dichtungen, Schläuchen oder Steckverbindern entfallen. Zudem können sich die Rüstzeiten bei Produktumstellungen durch den Einsatz elektrischer Antriebe reduzieren. Elektrische Stellantriebe benötigen sehr wenig oder keine Wartung. Trotz der meist höheren Anschaffungskosten ergeben sich doch über die gesamte Lebensdauer gerechnet in der Mehrheit der Fälle niedrigere Gesamtbetriebskosten, wenn mit elektrischen Stellantrieben gearbeitet wird. Die neue Fassabfüllanlage arbeitet daher deutlich effizienter. Sie kann sowohl hochviskose Lebensmittel wie Ketchup, Marmelade oder Fette, aber auch dünnflüssige Produkte mit der entsprechenden Füllereinheit problemlos abfüllen und verpacken. Wie alle Anlagen der Reihe ist sie standardmäßig mit einem Touchscreen und dem webbasierten Web HMI ausgestattet. Das intuitive Design des Touchscreens ermöglicht eine schnellere Orientierung und eine Smartphone-ähnliche Bedienung, z.B. mit Drop-down-Boxen und Schiebeschaltern, um etwa Sollwertvorgaben für den Feinstromwert direkt im Teilrezept „Produkt“ abzuspeichern und anzupassen. Auf diese Weise werden Produktspezifikationen und Gebindegrößen individuell berücksichtigt.

[www.feige.com](http://www.feige.com)



## Verlässliche Stabilitätsprüfungen

Für die hohen Ansprüche im Pharmabereich bietet Kambic Stabilitätstestkammern an. Jede Kammer ist präzise an allen Klimapunkten der ICH-Richtlinien (Q1A) kalibriert, um eine hohe Wiederholbarkeit der Stabilitätstests zu gewährleisten. Dank hochpräziser Temperaturstabilität und einer homogenen Temperatur- und Feuchteverteilung unter allen ICH-Klimabedingungen werden exakte Ergebnisse erzielt. Die Kammern sind in zwei verschiedenen Größen – 820 l und 1.300 l – erhältlich. Mit einem Temperaturbereich von +10 °C bis +60 °C und einer relativen Feuchte von 20 % bis 90 % erfüllen sie verschiedenste Anforderungen. Zusätzliches Zubehör wie ein GMP-Qualifizierungspaket sowie eine umfassende Softwareausstattung machen die Stabilitätstestkammern zu einer Lösung für anspruchsvolle Testanforderungen im Rahmen der Stabilitätsprüfungen von Arzneimitteln nach GMP-Richtlinien ab.

<https://kambic.com>

## Produkt und Spülmittel zuverlässig unterscheiden

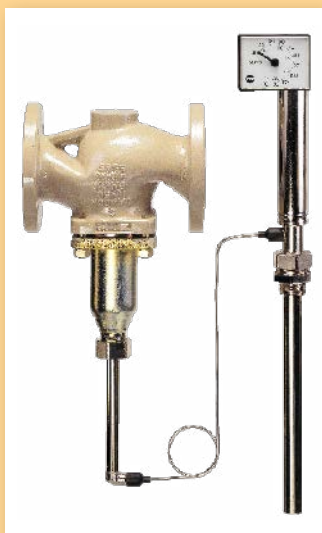
Bei der Herstellung von Kosmetika gilt es ebenso wie im Pharma-, Biotech- oder Lebensmittel-Bereich strenge Qualitäts- und Hygienrichtlinien einzuhalten. Deshalb müssen Produktionsanlagen bei Chargen- oder Produktwechsel regelmäßig gereinigt werden. Der Reinigungsprozess soll aber gleichzeitig möglichst effizient ablaufen. Der FLOWave von Bürkert kann außer Durchfluss und Temperatur weitere Messwerte wie Massendurchfluss und Dichte ermitteln sowie über den Dichtefaktor Gasblasen und Partikel erkennen. So lässt sich der Reinigungsprozess optimieren, da der Sensor zwischen Spülmedium und Produkt unterscheiden kann, was Ausschuss und Abwasserbelastung deutlich reduziert. Das Messprinzip basiert auf akustischen Oberflächenwellen (Surface Acoustic Waves, SAW) zur Inline-Durch-

flussmessung von Flüssigkeiten und kommt völlig ohne messstoffberührende Sensorelemente im Messrohr aus. Das bringt mehrere Vorteile: Keine Elemente im Messrohr bedeuten weder Leckagen noch Material-Unverträglichkeiten oder Wartungen, zudem gibt es keinen Druckabfall und die Reinigung gestaltet sich einfach. Im Prozess verhält sich der Sensor wie ein Stück Rohr. Er besteht aus hochwertigem Edelstahl und es gibt keine Toträume. Alle Hygieneanforderungen sind erfüllt, wie mehrere Zertifikate wie ASME BPE und EHEDG bestätigen. Der Messbereich beträgt bei Nennweite DN 8 bis 0,3 l/min und bei DN 80 bis 3.300 l/min. Alle gängigen Prozessanschlüsse wie Tri-Clamp, Flansch oder SMS-Verschraubung sind verfügbar.

Die Montage ist einfach: Der Ein- und Ausbau des vergleichsweise leichten Geräts sowie die Nachkalibrierung kann bequem von einer Person erledigt werden. Die Kommunikation mit der übergeordneten Steuerung ist wahlweise über Profibus DP, Profinet oder über eine analoge 4...20 mA-Schnittstelle möglich.

[www.buerkert.de](http://www.buerkert.de)





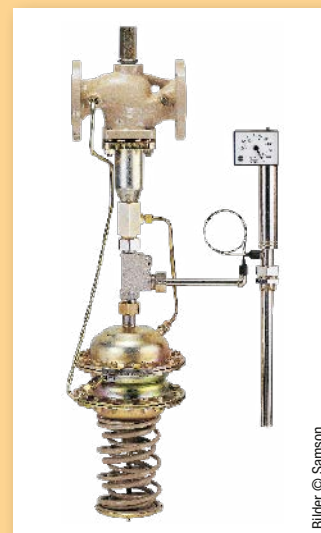
Temperaturregler



Volumenstromregler



Differenzdruckregler



kombinierter Regler

Bilder © Samson

# Robuste Lösungen mit Reglern ohne Hilfsenergie

## Regelung und Überwachung von Temperatur, Druck, Differenzdruck und Volumenstrom

Regler ohne Hilfsenergie sind die ideale Verkörperung einer robusten, sparsamen und nachhaltigen Lösung. Sie regeln Temperatur, Druck, Differenzdruck und Durchfluss, in unterschiedlichsten Anwendungen und mit größter Zuverlässigkeit. Auch eine Kombination der Parameterüberwachung ist möglich.



### Keywords

- **Regler ohne Hilfsenergie (ROH)**
- **Reglerkombination**
- **Ex-Zone**

Die zentrale Komponente des Reglers ohne Hilfsenergie (ROH) ist ein Ventil, das den Strom eines flüssigen oder gasförmigen Mediums drosselt. Das Gerät reagiert auf eine Zustandsänderung und passt automatisch die Ventilstellung an. Es braucht dafür keine Energie von außen, denn die Stellkraft kommt direkt aus dem zu regelnden Medium.

Bei der Regelung von Druck, Differenzdruck und Volumenstrom nutzt der ROH die Änderung des Mediumdrucks. Der Druck wirkt auf die Membran des Antriebs; an der Sollwertfeder, die dagegenhält, wird der Sollwert eingestellt. Je nach Anwendung öffnet oder schließt das Ventil, wenn der Sollwert über- oder unterschritten wird.

Der Temperaturregler arbeiten nach dem Prinzip der Flüssigkeitsausdehnung, mit Hilfe von Aktivkohle nach dem Adsorptionsprinzip oder nach dem Dampfdruckprinzip. Die Temperatur des Mediums erzeugt im Temperaturfühler einen spezifischen Druck, der durch ein Verbindungsrohr auf den Antrieb übertragen

wird. Mit der Temperatur ändert sich dieser Druck und versetzt so den Antrieb in Bewegung. Auch hier wird je nach Auswahl des Reglers das Ventil geöffnet oder geschlossen, wenn der eingestellte Sollwert über- oder unterschritten wird.

„Der Sollwert eines ROH wird während der Inbetriebnahme einfach mechanisch eingestellt. Danach kann man das Gerät über sehr lange Zeit sich selbst überlassen“, erklärt Wolfgang Hesse, Anwendungsexperte und ROH-Spezialist bei Samson. „Wir kennen Fälle aus der jüngsten Vergangenheit, wo anlässlich einer Generalüberholung über 50 Jahre alte funktionierende Samson-Regler entdeckt wurden. Sie hatten ihre Arbeit seit dem Einbau zuverlässig und ohne Wartung verrichtet.“

### Für Notsysteme und Ex-Zonen geeignet

Langlebigkeit und Zuverlässigkeit des ROH beruhen auf mehreren bauartbedingten Stärken. Die erste ist die direkte Rückkopplung zwischen dem Zustand des zu regelnden Medi-

ums und der Stellgröße – ein äußerst robustes Wirkprinzip. Das Medium übermittelt die für die Regelung benötigte Information an den Aktor rein physikalisch; es gibt keinen Zwischenträger und keine „Übersetzung“ in ein elektronisches oder pneumatisches Signal.

Das bedeutet natürlich auch, dass weder ein pneumatischer noch ein elektrischer Anschluss für solche Regler benötigt wird. Mit den ROH können redundante Regelungen aufgebaut werden. Die Geräte arbeiten auch bei Stromausfall ungestört weiter. Der Verzicht auf Leitungen und Kabel ermöglicht bei räumlich ausgedehnten Anlagen zudem beträchtliche Einsparungen. Nicht zuletzt ist bei ROH der Explosionsschutz gleichsam mit eingebaut. Ohne Elektrik und Elektronik gibt es keinen Zündenergie, die durch aufwendige Maßnahmen reduziert oder isoliert werden müsste. Die Armaturen können ohne Einschränkungen in allen Ex-Zonen eingesetzt werden. Als autonome Geräte bieten ROH auch einfache, kostengünstige und zuverlässige Lösungen

für Notsysteme. Das heißt, auch Sicherheitstechnik zur Überwachung von Temperatur und Druck ist im Programm.

Die ROH steigern die Anlagenverfügbarkeit und leisten zugleich auf mehreren Ebenen einen Beitrag zur Kostensenkung: bei Materialeinsatz, Installation, Wartung sowie Energieverbrauch – und damit auch zur Verkleinerung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks. „Es ist jedoch entscheidend, dass die Geräte spezifisch für die jeweilige Anwendung ausgelegt sind“, betont Wolfgang Hesse. „Und natürlich muss die Qualität der verwendeten Komponenten stimmen.“

### Kombination von Reglern

Eine ROH kann aus mehreren miteinander kombinierten Reglern bestehen. In diesen Fällen werden mehrere Ist-Werte erfasst und gleichzeitig als Regelgrößen aktiviert. Der hessische Hersteller bietet praktisch alle Kombinationsmöglichkeiten an, darunter die Verbindung von Differenzdruck- und Temperaturregler mit Volumenstrombegrenzung oder

von Temperaturregler, Sicherheitstemperaturbegrenzer und Druckbegrenzer. Bei diesen Geräten beeinflusst jeweils nur der Antrieb mit dem größten Signal die Ventilstellung. Das Zusammenführen mehrerer Regelaufgaben in einer Armatur spart Platz, Installationsaufwand und Betriebskosten.

Für einige Anwendungen kann es auch sinnvoll sein, den ROH mit einem oder mehreren Hilfssteuerventilen (Pilotventilen) zu kombinieren. Im Bypass zum Hauptventils installiert, bestimmt ein Pilotventil die Funktion des ROH und steigert die Regelgenauigkeit. Bei großen Nennweiten lässt sich damit die Dimension des Antriebs deutlich reduzieren. Wie bei den direkt gesteuerten ROH für mehrere Regelgrößen gibt es auch bei den hilfsgesteuerten ROH die Möglichkeit, mehrere Größen mit einer Armatur zu regeln. Dies wird durch den Einsatz mehrerer Pilotventile erreicht. Elektrische verstellbare Pilotventile erlauben die Netzanbindung des ROH, einschließlich der Verstellung des Sollwerts von der Leitwarte aus.

Heute verfügt Samson im weltweiten Vergleich über ein sehr umfassendes Portfolio solcher Armaturen für die Prozessindustrie, Fernwärme und Fernkälte. Es umfasst Druck-, Differenzdruck-, Volumenstrom- und Temperaturregler, sowie ROH zur Überwachung von Druck- und Temperatur, sowie kombinierte Geräte, die mehrere der genannten Funktionen vereinen.

**Zsolt Pekker,**  
freier Fachjournalist für Samson

Wiley Online Library



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

### Durchflussmesser mit Ethernet-APL-Zertifikat

Die mit Ethernet-APL-Kommunikationsschnittstellen ausgestatteten Durchflussmesser von ABB, FSS300 Swirl und SV400 Vortex, haben das Physical-Layer-Zertifikat von der FieldComm Group erhalten, einer weltweiten Organisation zur Definition globaler Standards. Bislang war die Anwendung von Ethernet in den meisten Prozessindustrien aufgrund von Sicherheitsbedenken, Kosten und begrenzter Kabellänge, die den Aufbau von Kommunikationsnetzwerken in großen Industrieanlagen erschwerten, minimal. Ethernet-APL, das neueste Mitglied in der Ethernet-Familie, bietet vollständige Ethernet- und TCP/IP-Konnektivität in gefährlichen Umgebungen, wie z.B. in chemischen Fabriken, Öl- und Gasbetrieben und Wasserstoffanlagen. Diese innovative Kommunikationstechnologie unterstützt Fertigungsunternehmen bei der Verbesserung ihrer betrieblichen Abläufe. Das Ethernet-APL-Zertifikat sichert die Produktqualität für Prozessinstrumente und eine zuverlässige Interoperabilität in industriellen Kommunikationsnetzwerken und ist damit ein Meilenstein auf dem Weg zu einer vollständig digitalisierten Instrumentierung und netzwerkzentrierten Architektur. Die neuen Durchflussmessgeräte mit integriertem Ethernet-APL bieten Möglichkeiten für eine vereinfachte Konnektivität, schnelle Erfassung und Analyse von Prozess- und Diagnosedaten im Feld. Dank des Zertifikats kann die APL-Technologie schnell auf andere, auf derselben Plattform basierende Instrumente ausgeweitet werden. Für 2025 werden insbesondere Druck- und Temperaturmessgeräte erwartet. Als globale gehören der FieldComm Group Unter-

nehmen aus der Prozessautomatisierung und der Fertigung, Universitäten und Forschungseinrichtungen an. Die FieldComm Group und ABB sind Gründungsmitglieder des APL-Projekts.

<https://new.abb.com>

### Anbindung für Sensoren

Eine präzise Regelung, effektive Automatisierung und nahtlose Datenauswertung sind die wichtigsten Herausforderungen in der Pharmaindustrie und Biotechnologie. Hinzu kommt die Einhaltung strengster hygienischer Vorschriften und internationaler Normen. Jumo bietet ein breites Portfolio an innovativen Produkten und Lösungen, um komplexe hygienische Anwendungen effizient und wirtschaftlich zu meistern. Dazu zählen hygienische Prozessanschlüsse, EHEDG-zertifizierte Lösungen, intuitiv bedienbare Automatisierungssysteme sowie eine lückenlose, sichere und ortsunabhängige Datenauswertung und -visualisierung. Zudem können Systeme passgenau auf die speziellen Bedürfnisse des Anwenders maßgeschneidert werden. Ein Beispiel aus dem Bereich der Aufbereitung von Pharmawasser ist der digiLine CR HT10, mit dem sich konduktive Leitfähigkeitssensoren an das intelligente, busfähige System digiLine anschließen lassen. Die Systemintegration kann nun auch über eine IO-Link-Schnittstelle erfolgen. Der Sensor ist fest mit dem Kopfmessumformer verbunden. Die Vorteile: Vorausschauende Wartung, flexible Anwendungsmöglichkeiten und optimale Prozessüberwachung. Ein anderes Beispiel ist der flowTrans Mag H20, der hochpräzise leitfähige Medien misst, auch tröpfchenweise. Er kann flexibel in den unterschiedlichsten Prozessen eingesetzt werden. Zusätzlich zur Durchflussmessung wird die Temperatur gemessen. Ein modernes HMI erlaubt die Konfiguration über Bluetooth und die smartConnect-App. Die Schnittstelle SPE (Single Pair Ethernet) mit PoDL (Modbus TCP, Cloud-Connector) ermöglicht eine vereinfachte Cloud-Anbindung und eine durchgängige IP-Kommunikation von der Feld- bis zur Automatisierungsebene.



[www.jumo.net](http://www.jumo.net)





## Keywords

- *Durchflussmessung*
- *Wasserstoffgasgemische*
- *eichfähig*

# Wasserstoff im Gasnetz

## Ultraschall-Durchflussmessung von Wasserstoff und wasserstoffangereichertem Erdgas

Für eine stabile und bezahlbaren Energieversorgung wird Erdgas zwar noch viele Jahre lang ein wichtiger Energieträger bleiben. Jedoch ist Wasserstoff als zusätzlicher Energieträger schon längst im Fokus, um fluktuierende, insbesondere wetterabhängige Energieerzeugung einerseits und einen saisonal schwankenden Verbrauch andererseits auszugleichen. Ultraschallgaszähler werden seit Jahrzehnten eingesetzt und sind bereits für die Messung von Erdgas mit bis zu 30 Vol% Wasserstoffgehalt zugelassen. Betreiber können so regenerativen Wasserstoff in bestehende Gasnetze einspeisen, ohne in neue Durchflusszähler investieren zu müssen.

Die Erzeugung von Wasserstoff aus erneuerbaren Energien und seine Einspeisung in bestehende Gasnetze spielen auf dem Weg zu einer CO<sub>2</sub>-neutralen Energieversorgung eine wichtige Rolle. Wasserstoff kann an Orten mit hoher Verfügbarkeit von erneuerbaren Energien erzeugt werden. Darüber hinaus kann er gespeichert und als zusätzlicher Energieträ-

ger über die bestehenden Gasnetze zum Verbraucher transportiert werden. Im bestehenden Erdgasverteilernetz kann Wasserstoff mit einem Anteil von bis zu 30 Vol% gespeichert und transportiert werden.

Die Netze für reinen Wasserstoff werden zunächst regional ausgebaut. Diese werden dann schrittweise zusammenwachsen, um

schließlich größere Netze bilden zu können. Schätzungen für ein europaweites Wasserstofftransportnetz gehen von 40.000 km aus, die bis 2040 geschaffen werden können.

### Auswirkungen auf die Gasdurchflussmessung

Aktuell gewinnt also eine zuverlässige und stabile Durchflussmessung von Erdgas mit beigemischem Wasserstoff zunehmend an Bedeutung. Die Veränderung der Gaszusammensetzung stellt neue messtechnische Herausforderungen an die verschiedenen Zählertechnologien. Denn der zugesetzte Wasserstoff beeinflusst die Eigenschaften des Erdgases: Dichte, Viskosität, Explosivität, Strömungs- und Schallgeschwindigkeiten ändern sich. Das stellt Leitungen, Kompressoren, Dichtungen, Ventile, Messtechnik usw. vor völlig neue Herausforderungen, z.B., was die Gefahr von Lecks und Explosionen oder die Ermittlung des Brennwertes betrifft.



Vor diesem Hintergrund stellen sich Gasnetzwerkbetreiber und Gasversorger die Frage, wie sich das auf die Leistung ihrer Gasdurchflusszähler auswirkt. Die Ultraschall-Durchflussmessung hat in den letzten zwei Jahrzehnten sowohl in der Erdgas- als auch in der Prozessgasindustrie einen neuen Standard in Bezug auf Zuverlässigkeit, Haltbarkeit und Messgenauigkeit gesetzt.

Durch die Beimischung von Wasserstoff zu Erdgas wird die Schallgeschwindigkeit (SOS) des Gasgemischs bereits deutlich erhöht. Bei 100 Vol.-% Wasserstoff ist sie etwa dreimal so hoch wie bei Erdgas. Das abgebildete Diagramm zeigt die SOS für Erdgas, ein Wasserstoffgemisch von 30 Vol% und reinen Wasserstoff. Daraus ergeben sich mehrere Anforderungen an die Konstruktion von Ultraschallgaszählern. Sowohl der erdgasäquivalente Messbereich als auch die geforderte Messunsicherheit müssen sichergestellt werden. Dies umfasst die Verringerung der Streuung der Messung, die Reduzierung von Querempfindlichkeiten gegenüber Druck-, Temperatur- und Medienschwankungen sowie die Reduzierung von strömungsmechanischen Einflüssen. Bei Erdgas mit Wasserstoffbeimischungen von bis zu 30 Vol% kann dieser Einfluss noch kompensiert werden.

#### Ultraschall-Durchflussmessung: Bereit auch für zukünftige Anforderungen

Für die zukünftige, eichfähige Messung von Wasserstoffbeimischungen und reinem Wasserstoff sind die gleichen Spezifikationen und Anforderungen – vor allem in Bezug auf die Messgenauigkeit – zu erwarten wie für die Messung in Erdgas. Entsprechend müssen die Ultraschallgaszähler (USM) an die neue Messaufgabe angepasst werden. Andererseits werden sich spezielle Wasserstofftransportleitungen nicht wesentlich von Erdgasleitungen unterscheiden. Die Anforderungen entsprechen in etwa denen der heutigen Erdgaszähler.

Für eine energieäquivalente Transportleistung sind entweder größere Nennweiten oder höhere Durchflussmengen in Transportsystemen erforderlich. Speziell für Wasserstoff ausgelegte USM müssen daher höhere maximale Gasgeschwindigkeiten zulassen. Da alle Anforderungen sehr gut erfüllt werden können, sind USM ideal für die eichrechtliche Durchflussmessung in zukünftigen Transport- und Verteilungsnetzen, egal ob für Wasserstoffbeimischungen oder reinen Wasserstoff.

Die Vorteile der Durchflussmessung mit USM sind:

- Großer Nennweitenbereich (DN50 bis DN1400)
- Hohe Messspanne von  $\geq 1:100$
- Verblockungsfrei, kein Druckverlust
- Keine mechanisch bewegten Teile, keine Pulsation
- Höhere Durchflussraten bei Wasserstoff
- Übertragbarkeit der Kalibrierung auf andere Medien

Neben der Klassifizierung nach dem Wasserstoffgehalt lassen sich die USM auch nach ihrer Verwendung in Prozessgasanwendungen, in Transportnetzen und in Verteilungsnetzen unterscheiden:

#### A. Prozessgasmessung

USM werden seit vielen Jahren in Prozessgasanlagen zur Messung von Gasen mit unterschiedlichen Wasserstoffanteilen eingesetzt. Sie unterscheiden sich von Standardmessgeräten, die für eichpflichtige Messungen ausgelegt sind, durch die Einschränkungen für Messungen in Gasen mit erhöhtem Wasserstoffgehalt. Dies wirkt sich auf die Einlaufbedingungen, die erreichbare Messunsicherheit und die Einschränkungen des Durchfluss- und Druckbereichs aus. Mit der Entwicklung neuer Ultraschallsensoren für den Einsatz in reinem Wasserstoff werden die bisherigen Einschränkungen gegenüber Standardzählern auch für diese Anwendungen entfallen.

#### B. Messung von wasserstoffhaltigen Gasen in Verkehrsnetzen

In Transportnetzen werden große Gasmengen in Rohrleitungen mit Nennweiten ab DN400 bei hohen Drücken transportiert. Gasdurchflusszähler der neuesten Generation wie das Flowsic600-XT können auch Gase mit Wasserstoffgehalten bis zu 30 Vol% messen und sind für die eichrechtliche Volumenmessung zugelassen. Voraussetzung dafür ist, dass die Zuverlässigkeit und Qualität der Messergebnisse durch Änderungen von Dichte, Strömungs- und Schallgeschwindigkeit nicht oder nur unwesentlich beeinflusst werden.

#### C. Messung von wasserstoffhaltigen Gasen in Verteilungsnetzen

USM in Verteilungsnetzen unterscheiden sich durch ihren Auslegungsdruck (typischerweise  $< 20$  bar) und ihre Nennweite ( $\leq$  DN150). Das Flowsic500 ist speziell für den Einsatz in der Erdgasverteilung konzipiert. Es wurde für die Messung von bis zu 30 Vol% Wasserstoff im gesamten Spezifikationsbereich qualifiziert, indem die Signalauswertung angepasst und der messbare SOS-Bereich erweitert wurde.

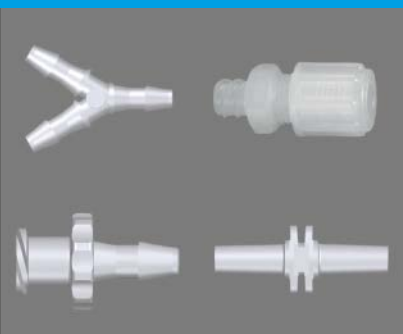
#### Gas Quality Indicator (GQI): Bestimmung des Wasserstoffgehalts

Neben den primären Messwerten und der geforderten hohen Genauigkeit bieten Ultraschallgaszähler weitere Vorteile:

Die Implementierung eines „Gasqualitätsindikators“ (GQI) in die USM bietet die Möglichkeit, Änderungen der Gaszusammensetzung über den Wert der Schallgeschwindigkeit zu erfassen. Bereits kleine Änderungen des Wasserstoffgehalts können aufgrund der extrem hohen SOS von Wasserstoff sehr genau erkannt werden. Wenn die Referenzgaszusammensetzung bzw. deren SOS (ohne Wasserstoff) bekannt ist, kann zudem der Wasserstoffgehalt sehr genau bestimmt werden. Das Gerät vergleicht den gemessenen SOS-Wert mit dem Referenz-

## Mikro-Schlauchverbinder für die Analytik und Labortechnik

[www.rct-online.de](http://www.rct-online.de)



### Mikro-Schlauchverbinder und Verschraubungen

- **Viele Ausführungen und Verbindungsmöglichkeiten**  
Luer-Lock-Adapter, Schlauchtüllen, Schlauchverschraubungen, Tri-Clamp-Verbinder, Kapillar-Verbinder, Steckverbinder
- **Gefertigt aus hochwertigen Werkstoffen**  
Fluorkunststoffe, Edelstähle, Polyolefine, Polyamide u.v.m.
- **Chemikalienresistent, temperaturbeständig und sterilisierbar**  
Mit Zulassungen nach FDA und USP Class VI



**Reichelt  
Chemietechnik  
GmbH + Co.**

Englerstraße 18  
D-69126 Heidelberg  
Tel. 0 62 21 31 25-0  
Fax 0 62 21 31 25-10  
[rct@rct-online.de](mailto:rct@rct-online.de)





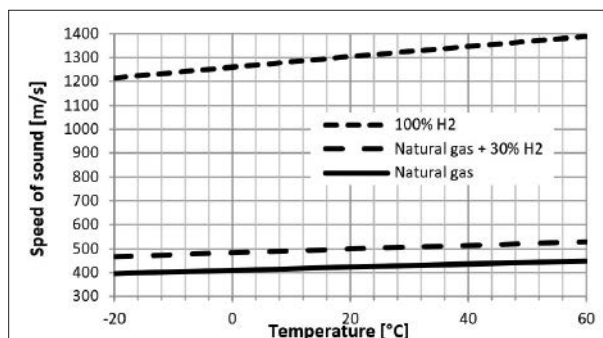
▲ Flowtec500 in der Mischstation des Avacon-Pilotprojekts „Wasserstoff im Gasnetz“.

SOS-Wert. Unter der Annahme, dass dies ausschließlich auf eine Beimischung von Wasserstoff zurückzuführen ist, kann der Wasserstoffgehalt direkt bestimmt werden. Die Annä-

herung erfolgt über eine empirische Formel, die in der Firmware des USM implementiert ist.

Das Bild Flowtec500 zeigt beispielhaft einen USM in der Mischstation des Pilotprojekts

► Schallgeschwindigkeit für ein typisches Erdgas mit einem Methan-gehalt von 90 Vol.-% und Wasserstoffbeimischungen bis zu 100 %.



„Wasserstoff im Gasnetz“ in der Region Fläming, Sachsen-Anhalt, Deutschland. Im Rahmen des Gemeinschaftsprojekts wurden dem Erdgasverteilungsnetz Wasserstoffbeimischungen von bis zu 20 Vol% zugeführt. Mit dem Zähler wird die Menge des Erdgas-Wasserstoff-Gemisches gemessen. Gleichzeitig wird mithilfe des GQI der Wasserstoffgehalt des Erdgases erfasst.

**Fazit**

Ultraschallgaszähler werden seit mehr als 20 Jahren erfolgreich zur Messung der Gasmenge in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt. Dazu gehören auch Anwendungen für Gase mit unterschiedlichen Wasserstoffgehalten. Die in diesen Applikationen eingesetzten Geräte sowie weitere aus der Sick-Flowsic-Familie sind bereits für die fiskalische Messung von Erdgasen mit einem Wasserstoffgehalt von bis zu 30 Vol% angepasst und zugelassen. Betreiber von Gasnetzen können den Trend mitgehen, regenerativ erzeugten Wasserstoff in bestehende Gasnetze einzuspeisen, zu transportieren und zu speichern – ohne zusätzliche Investition in neue Gasdurchflusszähler.

Die Diagnosemöglichkeiten der USM ermöglichen neben der Mengenummessung auch eine qualitative Bestimmung des Gases. Damit steht nicht nur eine ergänzende Analysemethode für Wasserstoff zur Verfügung. Aufwendige Analysetechniken zur Wasserstoffbestimmung wie die extraktive Gaschromatographie können in einigen Anwendungen ersetzt werden. Für bereits installierte Geräte wird eine Überprüfung des Gerätezustands empfohlen, um zu evaluieren, welche Auswirkungen die Einspeisung von bis zu 30 % Wasserstoff hat. Der Einfluss von Alterung, Einbaubedingungen oder Druckregler sollte dabei ebenfalls überprüft werden. Der Service von Sick bietet hier entsprechende Unterstützung bei der Bewertung an.

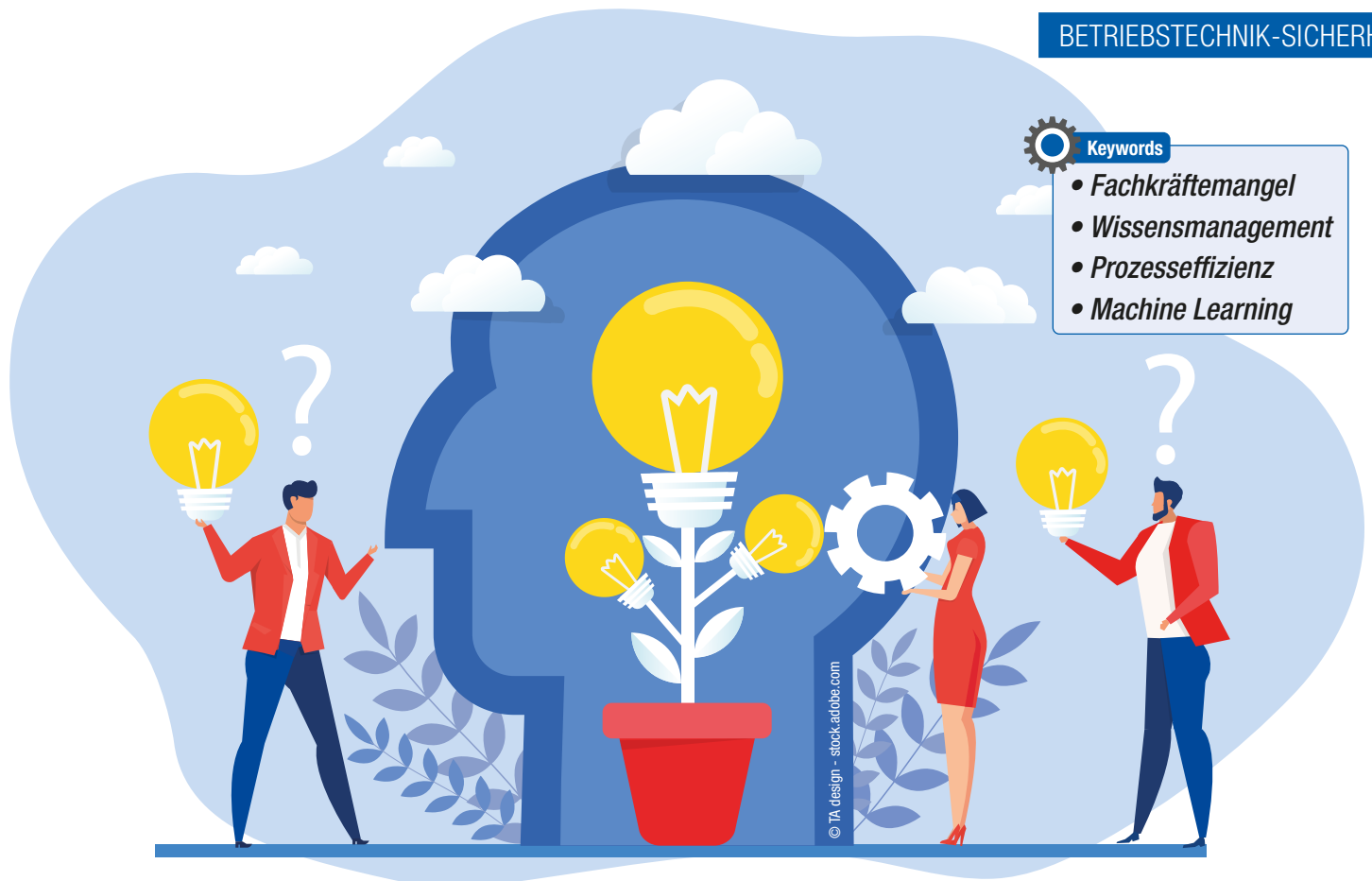


**Daniel Heinig,**  
Produktmanager, Sick

Wiley Online Library



**SICK AG, Waldkirch**  
Tel.: +49 35205 524 - 10  
flow@sick.de · www.sick.com



## Keywords

- **Fachkräftemangel**
- **Wissensmanagement**
- **Prozesseffizienz**
- **Machine Learning**

# „Nicht noch ein Wissensmanagementsystem!“

## Wie Forschungsergebnisse aus Psychologie und Maschinenbau den Wissenstransfer revolutionieren

Aufgrund fehlender Fachkräfte leiden Produktionsunternehmen unter erheblichen Produktionsverlusten und niedriger Effizienz. Obwohl Automatisierung und innovative Technologien wichtige Lösungsansätze bieten, bleibt erfahrenes Personal in Produktion und Technik unerlässlich. Die zentrale Frage ist, warum der Wissensaustausch (bspw. via Youtube und Wikipedia) im privaten Bereich so erfolgreich ist und in Produktionsbetrieben häufig scheitert. Ausgehend von Forschungsergebnissen wurde ein Softwareprodukt für ein besseres Wissensmanagement entwickelt und am Markt etabliert.

In der heutigen Zeit stehen Produktionsunternehmen vor einer Vielzahl von Herausforderungen, die durch veränderte regulatorische Anforderungen sowie gesellschaftliche Veränderungen beeinflusst werden. Diese umfassen den Einsatz nachhaltiger Materialien, die Rückverfolgbarkeit von Produkten, eine erhöhte Variantenvielfalt und kleinere Losgrößen sowie die Notwendigkeit, den Energie- und Ressourceneinsatz zu minimieren. Dies alles treibt die Entwicklung innovativer Technologien zur Effizienzsteigerung von Produktionsprozessen voran. Gleichzeitig verändern sich jedoch die Rah-

menbedingungen für das verfügbare Personal in der Produktion und Technik grundlegend. Ein akuter Fachkräftemangel, hohe Fluktuation und der demografische Wandel führen dazu, dass Unternehmen zunehmend auf weniger erfahrenes Personal zurückgreifen können.

### Folgen des Fachkräftemangels

Diese Entwicklung hat ernsthafte Auswirkungen auf die Betriebseffizienz. Störungen im Produktionsablauf werden langsamer behoben, was zu längeren Ausfallzeiten, höheren Verlustmengen und insgesamt niedrigerer Produktions-

leistung führt. Erfahrene Mitarbeitende versuchen zwar, mit ihrem Know-how auszuweichen, sind in ihrer Verfügbarkeit jedoch zunehmend begrenzt. Die traditionelle Lösung, die Automatisierung voranzutreiben, um die Abhängigkeit von erfahrenem Personal zu reduzieren, erweist sich jedoch nicht immer als wirtschaftlich oder technisch nicht realisierbar.

### Warum Wissensmanagement in der Produktion nicht funktioniert

Eine vielversprechende Alternative bietet das Konzept des Wissensmanagementsystems,

das gezielt auf die Bedürfnisse der produzierenden Industrie zugeschnitten ist. Trotz der Verfügbarkeit etablierter Werkzeuge wie Office-Produkten oder selbst entwickelter Datenbanken versagen diese Systeme in Produktionsbetrieben regelmäßig. Die Hauptgründe dafür sind die mangelnde Nutzerakzeptanz sowie die Schwierigkeiten bei der Suche nach relevanten Informationen, insbesondere in stressigen und komplexen Situationen.

Forschungsarbeiten am Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung (IVV) in Dresden haben diese Problematik seit 2015 aufgegriffen und in Zusammenarbeit mit Ingenieurpsychologen der Technischen Universität Dresden neue Ansätze entwickelt. Eine wichtige Erkenntnis war, dass herkömmliche Wissensmanagementsysteme oft an der manuellen Suche mittels Schlagwörter scheitern. Das stellt insbesondere in Produktionsumgebungen eine erhebliche Hürde dar, bedingt durch unterschiedliche Synonyme, sprachliche Nuancen, verschiedene Muttersprachen, Rechtschreibfehler und das fehlende Fachwissen über spezifische Komponenten.

**Die Lösung für mehr Nutzerakzeptanz**

Die Forschungsergebnisse führten zur Entwicklung eines neuen Systems, das proaktive Lösungsvorschläge ohne die Notwendigkeit einer schlagwortbasierten Suche bietet.

Dieses System nutzt eine Maschinendatenanbindung, bspw. mittels OPC UA, und analysiert kontinuierlich Prozessdaten in Echtzeit. Bei auftretenden Störungen vergleicht es das aktuelle Datenmuster mit historischen Mustern und sucht basierend auf maschinellem Lernen nach geeigneten Lösungen. Diese werden dem Anlagenbediener auf einem Display wie bspw. einem Monitor oder Tablet präsentiert. Im Fall einer Produktionsstörung werden demnach vollautomatisch und ohne manuelle Suche Einträge der Wissensdatenbank mit einer prozentualen Wahrscheinlichkeit vorgeschlagen.

Die Vorschläge werden durch das Personal in Produktion und Technik bestätigt, abgelehnt, ergänzt oder korrigiert. Dadurch lernt die Software kontinuierlich dazu. Die Wissensdatenbank wächst organisch und verbessert sich kontinuierlich in ihrer Fähigkeit, situationsgerechte Lösungen anzubieten.

**Beispiel aus der Praxis**

Eine Maschine zur Verpackung von Pharmazeutika stoppt mit der Fehlermeldung „Stau auf der Zuführung (Fehler: 328)“. Auf dem Tablet oder Monitor schlägt das System sofort, vollautomatisch und ohne manuelle Suche mögliche Datenbankeinträge mit Wahrscheinlichkeiten vor:

- „Zuführband verschmutzt (78 %)“
- „Nockenband verrutscht (12 %)“
- „Sensor Stauerkennung defekt (3 %)“

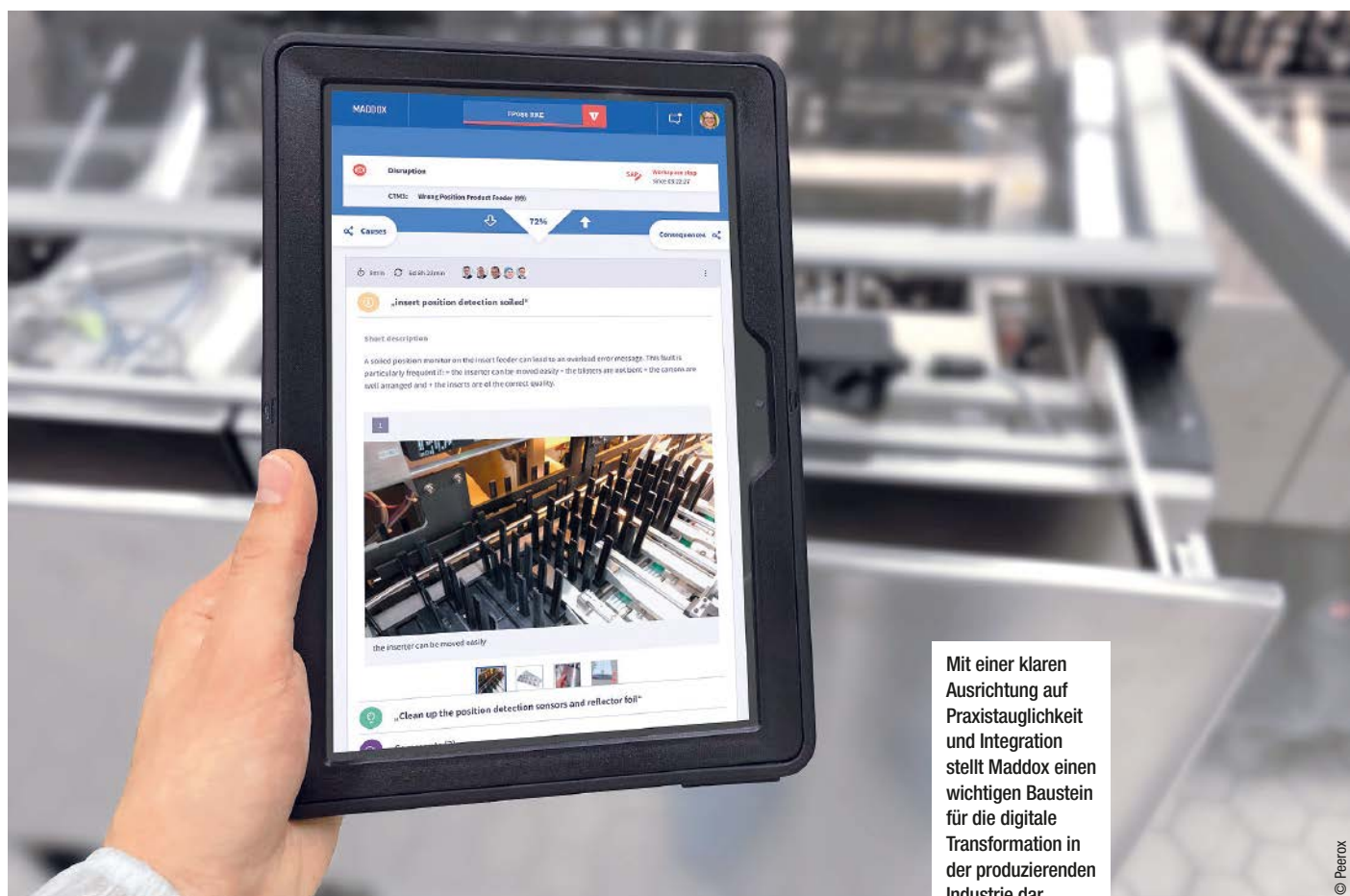
Der hilfreiche Eintrag wird vom Anlagenpersonal mit einem Klick auf einem Tablet oder Touchscreen bestätigt. Dadurch lernt das System, in dieser Situation und bei diesem Datenmuster auch zukünftig die richtigen Vorschläge zu präsentieren.

**Aus der Forschung in die Produktion**

Basierend auf diesen Forschungsergebnissen wurde 2019 die Peerox als Spin-Off des Fraunhofer IVV Dresden gegründet und das System Maddox als Bedienerassistenzsystem erfolgreich am Markt eingeführt.

Gestartet ist Maddox im Pharmaverpackungsbetrieb von Bayer in Leverkusen. Gemeinsam mit Kollegen und Kolleginnen aus Produktion und Technik wurden die unterschiedlichen Anforderungen und Wünsche in Produktfeatures umgesetzt, die Stabilität der Software stetig verbessert und ein zuverlässiges Werkzeug für den Produktionsalltag geschaffen.

Gestartet im Pharmabereich findet die Software heute breite Anwendung auch in anderen Branchen, unter anderem der Baustoff- und Lebensmittelproduktion (bspw. Rotkäppchen-Mumm Sektkellereien, Berlin-Chemie, Sachsenmilch Leppersdorf, Knauf Bauprodukte). Es unterstützt nicht nur dabei, die Produktionseffizienz zu steigern und die Einarbeitungszeiten zu verkürzen, sondern fungiert auch als digitales Schichtprotokoll. Durch die Verknüpfung von



Mit einer klaren Ausrichtung auf Praxistauglichkeit und Integration stellt Maddox einen wichtigen Baustein für die digitale Transformation in der produzierenden Industrie dar.

Fehlermeldungen aus der Maschine (Symptomen) und menschlichem Feedback (Ursachen) liefert es wertvolle Daten, um die Gesamteffektivität der Anlagen (OEE) zu berechnen und kontinuierlich die Produktion zu optimieren.

Für Unternehmen mit mehreren Produktionsstandorten bietet Maddox die Möglichkeit, Erfahrungswissen Private-Cloud-basiert über mehrere Standorte weltweit zu teilen und gemeinsam weiterzuentwickeln. Die intuitive Pflege der Wissensdatenbank mit Fotos und Videos tragen zur hohen Nutzungsakzeptanz bei, indem sie sprachliche Barrieren überwinden.

Nach mehr als vier Jahren produktivem Einsatz im Verpackungsbetrieb bei Bayer in Leverkusen ist das System mittlerweile an 15 hochkomplexen Verpackungslinien sowie fahrerlosen Transportsystemen im Einsatz. Im Fazit lässt sich festhalten, dass sich die Software als zentrales Wissensmanagement für Produktion und Technik etabliert hat. Sowohl die Ausfallzeiten der Maschinen als auch die Einarbeitungszeiten neuer Mitarbeitenden konnten deutlich reduziert werden. Nach anfänglicher Skepsis unter den Kollegen herrscht heute eine sehr hohe Bereitschaft zum Teilen von Wissen und Nutzung des Werkzeugs.

### Vom autarken Testkit zur Vollintegration

Damit Maddox nicht die nächste IT-Insellösung wird, ist es von großer Bedeutung, von Beginn an über Schnittstellen und Workflows zu sprechen. Peerox bietet mittlerweile eine Vielzahl von Schnittstellen an, um einen sinnvollen Datenaustausch zu anderen Softwareprodukten zu ermöglichen. Ziel ist, dass Mad-

dox integraler Bestandteil eines IT-Ökosystems ist und mit den generierten Daten Vorteile für verschiedenen Stakeholder liefert. Dies wurde auch bei Bayer erfolgreich umgesetzt. Mit einer entsprechenden SAP-Schnittstelle, sowie Schnittstellen zu weiteren Datenanalysewerkzeugen und -visualisierungen (bspw. Top-Störungen und OEE) ist Maddox heute zentraler Bestandteil des IT-Ökosystems des Unternehmens in Leverkusen.

Diese kundenspezifische Umsetzung ist jedoch aufwändig und erfordert eine solide Entscheidungsfindung. Für Unternehmen, welche die Software ohne großen Aufwand testen möchten, bietet der Hersteller im Rahmen eines klar definierten Pilotprojektes ein autarkes Testkit zur Miete sowie einen strukturierten Einführungsprozess über acht Wochen an. Während dieser Phase wird parallel ein Rollout-Konzept entwickelt, um nach Abschluss des Pilotprojektes eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die Implementierung zu haben. Darüber hinaus ist das Pilotprojekt darauf ausgelegt, bereits in dieser kurzen Nutzungsphase deutliche, spürbare Effizienzgewinne zu erzielen.

### Fazit

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Maddox nicht nur als effektives Werkzeug zur Steigerung der Produktionseffizienz dient, sondern auch neue Maßstäbe im Bereich des Wissensmanagements setzt. Die enge Verzahnung von Maschinendatenanalyse, menschlichem Know-how durch Algorithmen der künstlichen Intelligenz bietet Unternehmen nicht nur die Möglichkeit, aktuelle Herausforderungen zu bewältigen, sondern auch zukünftige Potenziale zu erschließen.



**Andre Schult,**  
Founder & CEO,  
Peerox



**Matthias Markus,**  
Leiter Verpackungstechnik,  
Bayer

Wiley Online Library



Peerox GmbH, Dresden

Tel.: +49 351 41 88 11 - 81  
andre.schult@peerox.de · www.peerox.de

## Membran statt Destillation

Asahi Kasei stellt ein Membransystem zur Herstellung von Wasser für Injektionszwecke (WFI, Water for Injection) vor. Es wurde als Alternative



zu den herkömmlichen Destillationsverfahren entwickelt. Ausgangspunkt waren die hauseigenen Microza-Hohlfasermembranen, die für die Wasseraufbereitung und Filtration von flüssigen Produkten genutzt werden. Die Hohlfasermembranen bieten eine hohe Filtrationsleistung und werden in vielen Bereichen wie Pharmazie, Biotechnologie, Lebensmittelverarbeitung, Umweltschutz und Wasseraufbereitung eingesetzt. Das kompakte WFI-Membransystem basiert auf dampfsterilisierbaren Ultrafiltrationsmembranen (UF) zur Wasseraufbereitung, die in der pharmazeutischen Industrie weit verbreitet sind. Da im Vergleich zu Destillationsverfahren weniger Dampf erzeugt werden muss, lassen sich die CO<sub>2</sub>-Emissio-

nen und die Kosten bei der Herstellung von WFI senken. Außerdem ist der Prozess einfacher, da keine Kühlung und Kondensation von Dampf erforderlich ist. Zudem wird eine höhere Wasserqualität erreicht: Zuvor veröffentlichte Untersuchungen mit denselben Membranen (Steam Sterilizable UF Module & System) zeigen eine Endotoxin-Entfernung von >99,999 % im Vergleich zu 99,9 % bei der Destillation. Das neue System kann Anwendern den Übergang von traditionellen Destillationsverfahren zu Membranfiltrationsverfahren erleichtern, CO<sub>2</sub>-Emissionen reduzieren und eine stabile Versorgung mit sichereren WFI für die pharmazeutische Industrie gewährleisten.

[www.asahi-kasei.com](http://www.asahi-kasei.com)

Der V-Classic-90 Multirisk ermöglicht die Lagerung verschiedener Gefahrstoffe in nur einem Schrank.



#### Keywords

- **Gefahrstofflagerung**
- **Arbeitssicherheit**
- **Gefährdungsbeurteilung**



Bilder © Asecos

# Eine Frage der Sicherheit

**Die Lagerung von Gefahrstoffen ist nicht nur ein komplexes, sondern auch ein individuelles Thema**

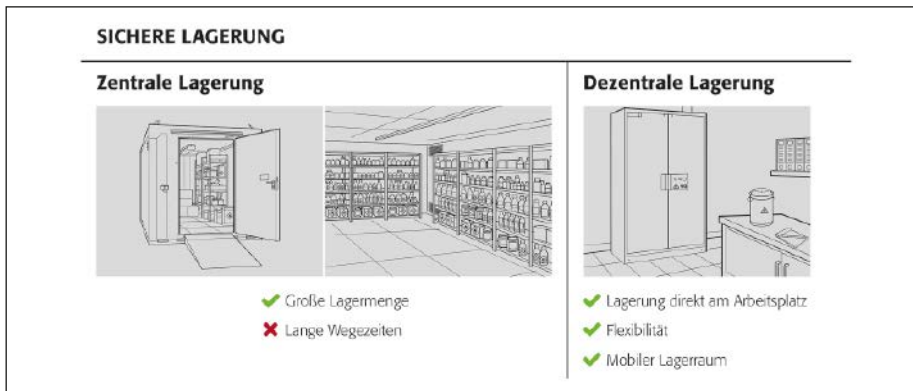
Der Umgang mit Gefahrstoffen gehört für viele Menschen zum Arbeitsalltag. Doch hier ist Vorsicht geboten, denn diese können hochentzündlich und in vielen Fällen toxisch, ätzend oder krebserregend sein. Oberstes Gebot der Betriebe sollte daher immer der Schutz der Mitarbeiter und Umwelt sein. Um die richtigen Maßnahmen zu ergreifen, Unfälle zu vermeiden und Belastungsfaktoren so gering wie möglich zu halten, gilt es, eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. Somit ist ein gesetzeskonformer Umgang mit Gefahrstoffen gewährleistet.

Die Sicherheitsmaßstäbe für den Umgang mit Gefahrstoffen sind hoch in Deutschland. Doch nicht nur diese sind entscheidend für Betriebe, sondern auch die individuellen Arbeitsprozesse: Welche Arbeitsschritte fallen an? In welcher Reihenfolge? Werden manche Stoffe besonders häufig verwendet? Welche Mengen werden gebraucht? Ändern sich die Substanzen regelmäßig? Solche und andere Fragen können, unter Rücksichtnahme der Gefährdungsbeurteilung, Einfluss auf die Lagerung haben. Von diesen Kriterien hängt außerdem ab, ob sich ein Betrieb für die zentrale (Lagerung an einem fest definierten Ort im Gebäude oder Außenbereich) oder dezentrale (Lagerung in Sicherheitsschränken direkt am Arbeitsplatz) Lagerung von Gefahrstoffen entscheidet. Beide Optionen haben ihre eige-

nen Vor- und Nachteile. Werden bspw. täglich viele unterschiedliche Stoffe in nur geringen Mengen gebraucht und die Mitarbeiter müssten die Substanzen deshalb regelmäßig von einem zentralen Lager zur Verwendungsstelle transportieren, ist womöglich eine dezentrale Lagerung direkt am Arbeitsplatz sinnvoller. Das ist aber nicht nur aufgrund der Zeitersparnis der Fall, sondern auch, weil der Transport Risiken birgt, etwa zu stolpern und dabei die Flüssigkeit zu verschütten. In die Entscheidung für eine zentrale oder dezentrale Lagerung fließen, neben den individuellen Anforderungen an den Arbeitsprozess, auch räumliche Voraussetzungen mit ein.

In Deutschland ist eine dezentrale Lagerung gängige Praxis, etwa in Typ-90-Sicherheitsschränken der Firma Asecos, hessische Exper-

tin für Gefahrstofflagerung und -handling. Die Sicherheitsschränke, die nach DIN EN 14470-1 geprüft sind (die europäische Norm regelt die baulichen Anforderungen an und die Prüfbedingungen für Sicherheitsschränke zur Lagerung brennbarer Flüssigkeiten in Arbeitsräumen), bieten eine praktikable Lösung und können auf die individuellen Arbeitsprozesse zugeschnitten werden. Die Typ-90-Bezeichnung beschreibt dabei die Feuerwiderstandsdauer: Bei einem Brand im Betrieb ist der Inhalt der Schränke für 90 Minuten vor Flammen von außen geschützt. Damit kann man einem schnellen, unkontrollierbaren Ausbreiten des Feuers vorbeugen und zugleich Mitarbeiter und Umwelt schützen. Außerdem gewinnt man im Ernstfall wertvolle Zeit für die Evakuierung des Gebäudes sowie natürlich zum Löschen des Brandes.



Typ-90-Sicherheitsschränke ermöglichen eine dezentrale Lagerung von Gefahrstoffen direkt am Arbeitsplatz.

**Wissen schützt vor Gefahren**

Um eine Gefährdung im Umgang mit Chemikalien und Lösungsmitteln besser einschätzen zu können, hilft bereits ein Blick auf die Gefahrensymbole am Behältnis oder Gebinde. Sie verschaffen einen ersten Überblick und sind auch Basis der betrieblichen Gefährdungsbeurteilung. Doch das beste Sicherheitskonzept nützt wenig, wenn im Arbeitsalltag die berühmte Betriebsblindheit zuschlägt und die Routine Risiken birgt. Betriebe und Mitarbeiter können dieser Betriebsblindheit aber gezielt entgegenwirken, indem sie bspw. regelmäßig Schulungen durchführen. Diese sensibilisieren für mögliche Gefahrenquellen und können dadurch zu einem achtsamen Handling mit Gefahrstoffen beitragen. Asecos hat 2019 die Asecos Academy ins Leben gerufen, um praxisorientiert und zielgruppengerecht fundiertes Expertenwissen in Form von Online- und Präsenzveranstaltungen zu vermitteln. Mitarbeiter und Verantwortliche können das Gelernte anschließend im Betrieb in die Praxis umsetzen. Schritt für Schritt wird so ein Mehr an Sicherheit in der Arbeitswelt gefördert.

**Sicherheit ist (auch) ein Prozess**

Ob kleine Firma oder großer Konzern – die Arbeitsprozesse unterliegen dem Wandel. Dies ist bspw. bedingt durch erweitertes technisches oder fachliches Know-how, veränderte Marktbedingungen, die Globalisierung oder eine sich wandelnde Gesetzeslage. Auch der Ausbau eines Betriebs kann einen veränderten Arbeitsprozess zur Folge haben. Damit die Mitarbeiter bei ihrer jeweiligen Tätigkeit optimal geschützt sind, müssen die Sicherheitsmaßnahmen und die Technik kontinuierlich angepasst werden. Der Vorteil der Typ-90-Sicherheitsschränke: Es gibt unterschiedliche Modelle, deren Inneneinrichtung flexibel angepasst werden kann.

Auch im Laboralltag ändert sich häufig einiges. Es wird immer öfter mit verschiedenen Gefahrstoffen in kleineren Gebinden gearbeitet. Die Anschaffung ganz unterschiedlicher Sicherheitsschränke ist aber nicht nur teuer, sondern verbraucht auch wertvollen Platz – hier kommt der Multirisik-Sicherheitsschrank ins Spiel. Dieser lässt ein platzsparendes Zusammenlagern von brennbaren Flüssigkeiten, Säure-

ren- und Laugen sowie giftigen Stoffen direkt am Arbeitsplatz zu. Möglich machen das unter anderem ein neuer Schrankaufbau und ein integriertes, effizientes Belüftungssystem.

Die Verbreitung von Lithium-Ionen-Akkus, die heutzutage als Energiequelle nicht mehr wegzudenken sind, hat in der Arbeitswelt ebenfalls vieles in Gang gesetzt und stellt neue Anforderungen an die Betriebe. Das gilt insbesondere in Bezug auf den Ladevorgang, denn dieser kann Risiken bergen. So kann beim Laden eines beschädigten Akkus ein unkontrollierbarer Brand entstehen. Um Betriebe und Mitarbeiter zu schützen, hat der Anbieter die Ion-Line entworfen, eine Typ-90-Schrankserie für das sichere Handling von Lithium-Akkus. In diesen Schränken ist nicht nur das Lagern, sondern auch das sichere Laden möglich. All das zeigt: Das Thema Sicherheit ist ein fortlaufender Prozess und muss regelmäßig neu gedacht werden.



**Sven Sievers,**  
Bereichsleiter Produktmanagement & -entwicklung, Asecos

Wiley Online Library



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

**Kompakt, hocheffizient und ölfrei**

Klein, leicht, energieeffizient und leise ist der neue Turbokompressor von Boge. Dabei kommt die gesamte Antriebsmechanik ohne Öl aus. Der T 220 ist damit eine echte Alternative zu ölfreien Schraubenkompressoren. Dabei ist er deutlich kleiner als ein ölfreier Schraubenkompressor mit der gleichen Leistung. So ist beispielsweise die Aufstellfläche nur halb so groß und das Gewicht ist um zwei Drittel geringer. Möglich wird diese Reduzierung des Bauraumes u.a. durch luftgelagerte Antriebswellen und leistungsstarke Motoren in einem ausgeklügelten Verdichtungsprozess. Dabei ist der neue Turbokompressor sehr energieeffizient und erzeugt eine Liefermenge von 35,6 m³/min bei einem Druck von 7,5 bar. Das Verdichtungsprinzip beruht auf einer dreistufigen Verdichtung, die komplett ohne Öl auskommt. Zwei Permanentmagnetmotoren treiben Titan-Impeller unterschiedlicher Größe an und sorgen für eine hohe Energiedichte. 60.000 Umdrehungen pro Minute werden ohne Einsatz eines Getriebes



© Boge

erzeugt. Da die Antriebswelle luftgelagert ist und sich selbst stabilisiert, benötigt sie weder zusätzliche Energie noch Schmierstoffe. Das unterscheidet sie von herkömmlichen Magnet- und Wälzlagern. Weil keine Schmierung für die Antriebsmechanik notwendig ist, kann auf sämtliche Bauteile eines Ölkreislaufs verzichtet werden, was wiederum Platz einspart.

Darüber hinaus steigt die Zuverlässigkeit des Systems, da weniger Komponenten verschleifen können oder gewartet werden müssen. Der neue Kompressor produziert nicht nur ölfreie Druckluft der Klasse 0, er arbeitet zudem mit einem Schalldruckpegel von 70 dB(A) auch noch sehr leise. Anwender profitieren von einem günstigen Anschaffungspreis und niedrigen Betriebskosten. Das umfassende Wartungskonzept sieht einen Wartungsvertrag für zunächst fünf Jahre vor, lässt sich mehrmals verlängern und bis zum Full Service erweitern.

[www.boge.com](http://www.boge.com)

## Prozess öffnen überflüssig

Für das Austauschen, Kalibrieren und Prüfen von Messgeräten muss bei vielen Anlagen der Prozess unterbrochen und geöffnet werden, um sowohl Messgerät als auch Prozessanschluss auszubauen. Das bedeutet nicht nur einen deutlichen Zeit- und Kostenaufwand, sondern ist auch eine potenzielle Fehler- und Gefahrenquelle. Labom bietet Lösungen an, die solche Stillstandzeiten minimieren und den Prozess optimieren. Dazu zählt die REconnect-Schnellkupplung zum einfachen und sicheren Trennen und Verbinden von Druckmittlersystemen. Zwischen Messgerät und Prozessanschluss eingebaut, erleichtert sie besonders das Handling bei der Montage von Messsystemen mit Fernleitung, bei Platzmangel und schwer zugänglichen Anlagen. Auch die Druckmittler-Prüfvorrichtung ermöglicht zukünftig eine unkomplizierte Prüfung von Druckmittlern ohne Unterbrechung oder Öffnen des Prozesses. Dabei werden Messgerät und Druckmittler mittels der Schnellkupplung voneinander getrennt, um den Druckmittler dann mit der Prüfvorrichtung zu verbinden und zu testen. Der Temperaturmessumformer GV4730 MiniTherm ist für den Einbau in ein separates Schutzrohr vorgesehen und kann optional mit dem Funktionspaket „Selbstüberwachung“ geliefert werden

– zur Temperaturmessung mit Drifterkennung, Redundanz und Ausfallwarnung. Eine weitere Lösung ist das In-Process-Kalibrierverfahren. Die jeweiligen Messgeräte sind dabei so ausgeführt, dass ein Vergleich von Messgerät und Messnormal im Prozess erfolgen kann. Das zertifizierte Messnormal wird dazu in eine spezielle Kalibrieröffnung im Gerät eingeführt. Das ermöglicht eine turnusmäßige Überwachung und Überprüfung von mehreren Messstellen, das Ausbauen der Temperatursensoren entfällt. Zur Temperaturüberwachung und Prozesssteuerung vor allem in der Steriltechnik kann eine Temperaturmessung auch über die Rohroberfläche erfolgen: durch eine einfache Clamp-on-Montage an jedes vorhandene Rohrleitungssystem – eine Unterbrechung der Rohrleitung oder eine Schweißung sind nicht erforderlich. [www.labom.com](http://www.labom.com)



Das Sauggut wird – stark kompaktiert – in einem Vliessack gesammelt.

## Industriesauger für voluminöse Sauggüter

Mit der Baureihe R 41 stellt Ruwac neue Industriesauger vor, die für das Aufsaugen von Verpackungsresten und anderen voluminösen Sauggütern wie Papier oder Zugschnittresten entwickelt wurden. Aus der Reihe der neuen „Food & Pharma“-Serie ist der Sauger auch in Edelstahlausführung lieferbar.

Beim Verpacken von Konsum- und Industriegütern entstehen vergleichsweise leichte und großvolumige Abfälle, die hauptsächlich aus Füllmaterial bestehen: Kraftpapier, Wellpappe, Kunststoffchips, Holzwolle. Für die Reinigung der entsprechenden Arbeitsbereiche bietet Ruwac jetzt eine neue Baureihe, die eigens für diese Aufgabe entwickelt wurde. Das Sauggut wird in einem Vliessack gesammelt, wobei die Saugleistung so bemessen ist, dass dessen Inhalt stark komprimiert wird. Somit kann das Volumen im Sammelbehälter optimal ausgenutzt werden.

Für den Filtersackwechsel muss der Bediener – genau wie bei einem Haushalts-Abfallbehälter – nur den Deckel anheben und den Vliessack austauschen. Ein großes Sichtfenster im Deckel erlaubt die regelmäßige Füllstandskontrolle.

Während die Verpackungsreste und anderes Sauggut im Filtersack gesammelt werden, durchströmen die Luftanteile einen Zellenfilter der Staubklasse M. Die nötige Saugleistung wird von einem hochwertigen Seitenkanalverdichter bereitgestellt, dessen Leistung und Unterdruck im Bereich von 1,5 bis 4 kW bzw. 210 bis 510 mbar entsprechend der Anwendung bzw. des Sauggutes ausgewählt wird.

Da die Baureihe R 41 zur neuen „Food & Pharma“-Reihe gehört, können die Sauger wahlweise mit einem Gehäuse aus beschichtetem Stahlblech oder aus Edelstahl geordert werden. Selbstverständlich eignen sich die Sauger aber auch für Aufgaben außerhalb der Lebensmittel- und Pharmaindustrie. Überall dort, wo größere bzw. leichte Sauggüter (Verpackungsmaterialien, Papier und Textilzuschnitte...) aufzusaugen sind, kann der Anwender mit ihrer Hilfe auf effiziente und komfortable Weise für Sauberkeit sorgen.

[www.ruwac.de](http://www.ruwac.de)



## Gehäuse für Wasserstoff- und E-Vehicle-Anwendungen

Wasserstoff ist der Energieträger der Zukunft. Für die Steuerungstechnik der Infrastruktur werden passende Gehäuse benötigt. Rose Systemtechnik bietet dafür robuste Ex-Gehäuse aus Aluminium, Stahl und Edelstahl an, die sich zur Kapselung der elektronischen Komponenten von z.B. Elektrolyseuren, Kompressoren und Kavernen eignen. Ein weiterer wichtiger Schritt auf dem Weg zur Klimaneutralität ist die Umstellung der Antriebstechnik von Nutzfahrzeugen auf Elektromotoren. Das Energiemanagement von E-Bussen und E-Baufahrzeugen übernehmen sogenannte Power Distribution Units (PDU). Auch für diese Hochvoltverteiler sind entsprechende Kapselungen im Angebot. Die Leergehäuse aus Aluminium, Edelstahl, Polyester und ABS schützen die verbaute Elektronik vor Wasser und Fremdkörpern (IP65 und höher). Die Aluminiumgehäuse verfügen darüber hinaus über einen sehr hohen EMV-Schutz und widerstehen selbst korrosiven Belastungen. Auch die Polyestergehäuse sind witterungsbeständig und zudem schwer entflammbar sowie sehr schlagfest. [www.rose-systemtechnik.com](http://www.rose-systemtechnik.com)



**Anlagentechnik**

**Armaturen**

**GEMÜ**

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

**Armaturen**

**NOGE**  
Technik

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

**Dichtungen/Pumpen**

**Reichelt Chemietechnik GmbH + Co.**

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

**Pumpen**

**KSB**

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

**Lutz** **JESCO**

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

**JESSBERGER**  
pumps and systems

**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](mailto:info@jesspumpen.de)  
[www.jesspumpen.de](http://www.jesspumpen.de)

**Pumpen, Zahnradpumpen**

**beinlich**  
pump systems

**Beinlich Pumpen GmbH**  
Gewerbstraße 29  
58285 Gevelsberg  
Tel.: 0 23 32 / 55 86 0  
Fax: 0 23 32 / 55 86 31  
[www.beinlich-pumps.com](http://www.beinlich-pumps.com)  
[info@beinlich-pumps.com](mailto:info@beinlich-pumps.com)

*Hochpräzisionsdosier-, Radialkolben- und Förderpumpen, Kundenorientierte Subsysteme*

**Rohrbogen/Rohrkupplungen**

**hs**  
Umformtechnik

**HS Umformtechnik GmbH**  
Gewerbstraße 1  
D-97947 Grünsfeld-Paimar  
Telefon (0 93 46) 92 99-0 Fax -200  
[kontakt@hs-umformtechnik.de](mailto:kontakt@hs-umformtechnik.de)  
[www.hs-umformtechnik.de](http://www.hs-umformtechnik.de)

**Ventile**

**GEMÜ**

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

**Gefahrstoffe**

**Gefahrstofflagerung**

**DENIOS**  
UMWELTSCHUTZ & SICHERHEIT

**DENIOS SE**  
Dehmer Str. 54-66  
32549 Bad Oeyenhausen  
Fachberatung: 0800 753-000-3

**Containment**

**DENIOS**  
UMWELTSCHUTZ & SICHERHEIT

**DENIOS SE**  
Dehmer Str. 54-66  
32549 Bad Oeyenhausen  
Fachberatung: 0800 753-000-3

**Ingenieurbüros**

**Biotechnologie**

**VOGELBUSCH**  
Biocommodities

**Vogelbusch Biocommodities GmbH**  
A-1051 Wien, PF 189  
Tel.: +431/54661, Fax: 5452979  
[vienna@vogelbusch.com](mailto:vienna@vogelbusch.com)  
[www.vogelbusch-biocommodities.com](http://www.vogelbusch-biocommodities.com)

*Fermentation, Destillation  
Evaporation, Separation  
Adsorption, Chromatographie*

**Mechanische Verfahrenstechnik**

**Koaleszenzabscheider**

**ALINO-IS**  
Alino Industrieservice GmbH

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

**THIELMANN**  
ENERGIETECHNIK **GTS**

**THIELMANN ENERGIETECHNIK GmbH**  
Dormannweg 48 | 34123 Kassel  
Tel.: +49 561 50785-0  
E-Mail: [info@gts-thielmann.de](mailto:info@gts-thielmann.de)  
Website: [www.gts-thielmann.de](http://www.gts-thielmann.de)

**Tröpfchenabscheider**

**ALINO-IS**  
Alino Industrieservice GmbH

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

**THIELMANN**  
ENERGIETECHNIK **GTS**

**THIELMANN ENERGIETECHNIK GmbH**  
Dormannweg 48 | 34123 Kassel  
Tel.: +49 561 50785-0  
E-Mail: [info@gts-thielmann.de](mailto:info@gts-thielmann.de)  
Website: [www.gts-thielmann.de](http://www.gts-thielmann.de)

**Vibrationstechnik**

**Findeva**  
pneumatische Vibratoren + Klopfer

**ALDAK** VIBRATIONSTECHNIK  
Redcarstr. 18 • 53842 Troisdorf  
Tel. +49 (0)2241/1696-0, Fax -16  
[info@aldak.de](mailto:info@aldak.de) • [www.aldak.de](http://www.aldak.de)

**Thermische Verfahrenstechnik**

**Abluftreinigungsanlagen**

**envirotec**

**ENVIROTEC® GmbH**  
63594 Hasselroth  
06055/88 09-0  
[info@envirotec.de](mailto:info@envirotec.de) · [www.envirotec.de](http://www.envirotec.de)

**Venjakob**  
UMWELTECHNIK  
[www.venjakob-umwelttechnik.de](http://www.venjakob-umwelttechnik.de)  
[mail@venjakob-ut.de](mailto:mail@venjakob-ut.de)

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

**Vakuumsysteme**

**www.vacuum-guide.com**  
(Ing.-Büro Pierre Strauch)  
*Vakuumpumpen und Anlagen  
Alle Hersteller und Lieferanten*

**Verdampfer**

**THIELMANN**  
ENERGIETECHNIK **GTS**

**THIELMANN ENERGIETECHNIK GmbH**  
Dormannweg 48 | 34123 Kassel  
Tel.: +49 561 50785-0  
E-Mail: [info@gts-thielmann.de](mailto:info@gts-thielmann.de)  
Website: [www.gts-thielmann.de](http://www.gts-thielmann.de)

**Wärmekammern**

**DENIOS**  
UMWELTSCHUTZ & SICHERHEIT

**DENIOS SE**  
Dehmer Str. 54-66  
32549 Bad Oeyenhausen  
Fachberatung: 0800 753-000-3

**Will & Hahnenstein GmbH**  
D-57562 Herdorf  
Tel.: 02744/9317-0 · Fax: 9317-17  
[info@will-hahnenstein.de](mailto:info@will-hahnenstein.de)  
[www.will-hahnenstein.de](http://www.will-hahnenstein.de)

WILEY



## Fünf Minuten **Kaffeepause...**

**...und dabei den wöchentlichen Newsletter von CHEManager studieren.**  
Effizienter und entspannter können sich Strategen und Entscheider der  
Chemiebranche nicht informieren!

Auf **CHEManager.com** finden Sie tagesaktuelle Nachrichten, informative Expertenartikel, exklusive Interviews und wichtige Brancheninformationen aus den Themengebieten Märkte & Unternehmen, Strategie & Management, Chemie & Life Sciences, Forschung & Innovation, Personal & Karriere, Anlagenbau, Prozesstechnik & Automatisierung, Standorte & Services, Chemiedistribution, Logistik & Supply Chain sowie Querschnittsthemen wie Digitalisierung, Nachhaltigkeit oder Klimaschutz.

**Jetzt ganz einfach kostenlos registrieren:**  
[www.chemanager-online.com/newsletter](http://www.chemanager-online.com/newsletter)



<https://bit.ly/3icWheF>

**CHEManager.com**

**CHEManager**

ABB	39	Denios	29, 49	Jessberger	49	Prominent	18
Aerzener Maschinenfabrik	22	Easyfairs Deutschland	6, 11, Beilage	Jumo	11, 39	RCT Reichelt Chemietechnik	41, 49
Afriso-Euro-Index	31	Ekato Rühr- und Mischtechnik	19	Kambic Laboratorijska	37	Beilage	
Alino	49	Endress+Hauser (Deutschland)	6	Knick Elektronische Messgeräte	34	Rembe Safety + Control	3
Asahi Kasei Europe	45	Envirochemie	6	Körber Pharma	30	Rose Systemtechnik	48
Asecos	46	Envirotec	49	KSB	12, 49	Ruwac Industriesauger	48
Bausch & Ströbel	27	Feige Filling	37	Labom Mess- und Regeltechnik	48	Samson	38
Bayer	43	Findeva	7, 49	Leipziger Messe	11	Sick	6, 40
Beinlich Pumpen	49	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)	9, 11	Lewa	16	TU Dresden	11
Bilfinger	6	GEMÜ Gebr. Müller	49	Lutz Pumpen	14, 49	Thielmann	49
Boge Kompressoren	47	Grundfos	15	Meorga	11	VDI Verein Deutscher Ingenieure (VDI)	8
Bürkert	37	Harter	28	MWV Enamic	20	Venjakob	49
Busch Vacuum Solutions	19	Haus der Technik	11	Noge Technik	49	Verband der Chemischen Industrie (VCI)	7
CiK Solutions	37	Hosokawa Alpine	5	Nürnbergmesse	11	Vogelbusch	49
Copa-Data	24	HS- Umformtechnik	49	Peerox	43	Will & Hahnenstein	49
Dechema	11	Ing.-Büro Pierre Strauch	49	Pepperl+Fuchs	32	WK Wärmetechnische Anlagen	
						Kessel- und Apparatebau	49

## Impressum

### Herausgeber

GDCh, Dechema e.V., VDI-GVC

### Verlag

Wiley-VCH GmbH  
 Boschstraße 12, 69469 Weinheim  
 Tel.: +49 6201/606-0,  
 Fax: +49 6201/606-100  
 citplus@wiley.com, www.gitverlag.com

### Geschäftsführer

Dr. Guido F. Herrmann

### Group Vice President

Harriet Jeckells

### Publishing Director

Steffen Ebert

### Produktmanager

Dr. Michael Reubold  
 Tel.: +49 6201/606-745  
 michael.reubold@wiley.com

### Chefredakteurin

Dr. Etwina Gandert  
 Tel.: +49 6201/606-768  
 etwina.gandert@wiley.com

### Redaktion

Dr. Volker Oestreich  
 voe-consulting@web.de

### Redaktionsassistentin

Bettina Wagenhals  
 Tel.: +49 6201/606-764  
 bettina.wagenhals@wiley.com

### Fachbeirat

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

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

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

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

Dr. Christian Poppe,  
 Covestro, Leverkusen

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

Prof. Dr. Roland Ulber,  
 TU Kaiserslautern

### Erscheinungsweise 2024

10 Ausgaben im Jahr  
 Druckauflage 19.500  
 IVW Auflagenmeldung: Q2 2024  
 Gesamtverbreitung 45.934  
 davon 26.759 E-Paper (tvA)

### Bezugspreise Jahres-Abo 2024

10 Ausgaben 234,40 €, 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 enthalten.  
 Anfragen und Bestellungen über den  
 Buchhandel oder direkt beim Verlag (s. o.).

### Wiley GIT Leserservice

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

Abbestellung nur bis spätestens 3 Monate  
 vor Ablauf des Kalenderjahres.

### Produktion

Wiley-VCH GmbH  
 Boschstraße 12  
 69469 Weinheim

### Bankkonto

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

### Herstellung

Jörg Stenger  
 Melanie Radtke (Anzeigen)  
 Elli Palzer (Layout/Litho)

### Anzeigen

Zurzeit gilt die Anzeigenpreisliste  
 vom 1. Oktober 2023

Stefan Schwartz  
 Tel.: +49 6201/606-491  
 ssschwartz@wiley.com

Thorsten Kritzer  
 Tel.: +49 6201/606-730  
 tkritzer@wiley.com

Hagen Reichhoff  
 Tel.: +49 6201/606-001  
 hreichhoff@wiley.com

### Sonderdrucke

Bei Interesse an Sonderdrucken  
 wenden Sie sich bitte an  
**Stefan Schwartz**,  
 ssschwartz@wiley.com

### Originalarbeiten

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

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

Unverlangt zur Rezension eingegangene Bücher  
 werden nicht zurückgesandt.

### Druck

westermann **DRUCK** | pva

Printed in Germany | ISSN 1436-2597



WILEY-VCH

WILEY



# Immer einen Schritt **voraus.**

## Know-how und News – für Forschung und Industrie.

- Die führende Fachpublikation im deutschsprachigen Raum
- für Betreiber und Nutzer von Reinräumen
- 26. Jahrgang – 5 Ausgaben pro Jahr
- 14.000 qualifizierte Leser (IVW)

### Kontakt Redaktion:

**Dr. Roy Fox**  
Tel.: +49 6201 606 714  
roy.fox@wiley.com

### Kontakte Verkauf:

**Stefan Schwartze**  
Tel.: +49 6201 606 491  
sschwartze@wiley.com

**Hagen Reichhoff**  
Tel.: +49 6201 606 001  
hreichhoff@wiley.com

### Sonderdrucke:

**Stefan Schwartze**  
Tel.: +49 6201 606 491  
sschwartze@wiley.com



<https://bit.ly/32cPmfm>

Lesen Sie die  
ReinRaumTechnik  
lieber online?

[www.chemanager-online.com/reinraumtechnik](http://www.chemanager-online.com/reinraumtechnik)

**ReinRaum  
Technik**  
STERILTECHNIK  
HYGIENE  
PRODUKTION