

# CITplus

3

27. Jahrgang · März · 2024

Das Praxismagazin für **Verfahrens- und Chemieingenieure**

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

Sonderteil Technische Sicherheit

Special Containment

## Sicherheit für Mensch, Umwelt und Anlagen Digitalisierung der Anlagensicherheit und Risikoanalyse

**Special Containment**  
Digitales Branchenevent  
und Interview; Containment  
in der Sterilherstellung  
S. 20

**Digitalisiertes Management  
der funktionalen Sicherheit**  
Potenziale des digitalen  
Sicherheitszyklus nutzen  
S. 28

**Von der Ex-Zone bis  
an den Schreibtisch**  
Mobile Device im  
Instandhaltungseinsatz  
S. 42

WILEY VCH



© VTT Studio - stockabbie.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@vuservice.de](mailto:WileyGIT@vuservice.de)



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

# Ohne Sicherheit keine Freiheit

Bereits im Jahr 1792 prägte Wilhelm von Humboldt einen Satz, der heute nicht aktueller sein könnte: „Denn ohne Sicherheit ist keine Freiheit.“ Für mich persönlich ist Freiheit einer der höchsten Werte und ich genieße mit großer Selbstverständlichkeit alle meine Freiheitsgrade von Kindheit an bis heute. Nach vielen Jahrzehnten, in denen wir in Deutschland nicht direkt vom Krieg bedroht waren, hat sich dies seit zwei Jahren deutlich verändert und die Bedrohung wird konkreter. Die Geschehnisse wie der Krieg in der Ukraine und der Tod von Alexei Anatoljewitsch Nawalny sowie die Reaktionen auf der Münchner Sicherheitskonferenz 2024 machen mehr als deutlich, dass Freiheit ohne Sicherheit nicht möglich ist.



**Etwina Gandert**  
Chefredakteurin

Das gilt in der Politik, im gesellschaftlichen Miteinander und auch im industriellen Betrieb: Sicherheit gewährleistet Gesundheit, Schutz von Mensch, Umwelt und auch von Produkten und Produktionsanlagen. Aus diesem Grund ist die Sicherheit ein so wichtiges Thema in der Prozessindustrie und damit auch in CITplus.

In dieser Ausgabe von CITplus setzen wir zwei Schwerpunkte zum Thema Sicherheit: Im Special „Containment“ (S. 18), in dem wir über die Auswirkungen von Annex 1 des EU-GMP-Leitfadens und die Sterilherstellung berichten sowie zum Online-Event „Containment in der Pharma- und Chemieindustrie“ einladen. Und im Sonderteil technische Sicherheit (S. 25), in dem es unter anderem um die geprüfte Sicherheit von kohlenstoffaserverstärkten Kunststofftanks für Wasserstoff, um das digitalisierte Management der funktionalen Sicherheit sowie um neue Regelwerke und deren Auswirkungen auf das OT-Netzwerk geht. Im Fokusbeitrag (S. 14) gibt Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schmidt, CSE – Engineering Center of Safety Excellence, einen Überblick über moderne Prozess- und Anlagensicherheit und zeigt, wie die Zukunft der Digitalisierung der Anlagensicherheit und Risikoanalyse aussehen kann.

Die strenge Regulierung der Chemie- und Pharmaindustrie ist anspruchsvoll und kostenintensiv, aber sie bedeutet Sicherheit. Die Bevölkerung kann sich darauf verlassen, dass ihre Gesundheit geschützt ist und dass eine Chemieanlage in der Nachbarschaft größtmöglich abgesichert ist – denn das Sicherheitsbewusstsein im industriellen Umfeld ist hoch. Dass Sicherheit auch unsere politische Freiheit gewährleistet, ist ein Gedanke, der im gesellschaftlichen Bewusstsein noch wachsen sollte. Denn ich wünsche mir, dass auch die nächsten Generationen in Europa in Frieden und Freiheit aufwachsen können – was leider nicht mehr selbstverständlich ist.

Was meinen Sie?

Viele Grüße

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

Anmeldung zur  
kostenfreien  
Online-Tagung  
„Batterieproduktion“



Anmeldung zur  
kostenfreien  
Online-Tagung  
„Containment in der  
Chemie- und Pharma-  
produktion“.



Safety is for life.™

**REMBE®**  
Druckentlastung  
und  
Explosions-  
schutz.



rembe.de



**REMBE® GmbH Safety+Control**  
Gallbergweg 21  
59929 Brilon, Germany  
T +49 2961 7405-0  
hello@rembe.de

© REMBE® | All rights reserved

Wiley Online Library





18

© dizzfoto 1973 - stock.adobe.com

## 18 Containment in der Pharma- und Chemieindustrie

Containment in der chemischen und pharmazeutischen Industrie dient dem Schutz von Mitarbeitern, Umwelt und Produkten und verhindert Cross-Kontamination. Welche Lösungen zum Einsatz kommen, hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie zum Beispiel der Art der hergestellten Produkte, dem Risikogehalt der verwendeten Substanzen, dem Produktionsprozess und den geltenden gesetzlichen Vorgaben.

Virtuellen Veranstaltung „Containment in der Pharma- und Chemieindustrie“ am 13. März.



[events.bizzabo.com/Containment](https://events.bizzabo.com/Containment)

## 14 Moderne Prozess- und Anlagensicherheit – Themen, Trends und Perspektiven



© Lucian Willesan - stock.adobe.com

### KOMPAKT

- 6 Wirtschaft + Produktion
- 9 Personalia
- 12 Forschung + Entwicklung
- 13 Termine

### FOKUSTHEMA ANLAGENSICHERHEIT

- 14 **Moderne Prozess- und Anlagensicherheit – Themen, Trends und Perspektiven**  
Digitalisierung der Anlagensicherheit und Risikoanalyse  
J. Schmidt, CSE Center of Safety Excellence

### SPECIAL CONTAINMENT

- 19 **Maßstäbe im Kontaminations-Monitoring in Reinräumen**  
Particle Measuring Systems als globaler Partner für die Kontrolle pharmazeutischer Kontaminationen
- 20 **Barriere Technologien und Automatisierung in der Pharmaherstellung**  
Umsetzung des Annex 1 des EU GMP Leitfadens  
E. Gandert
- 22 **Mehr Flexibilität bei Containment-Lösungen**  
Mit Weiss Technik sind Sie technologisch für eine erfolgreiche Zukunft bestens aufgestellt
- 23 **Produkte**  
von RCT Reichelt und Fette Compacting

### PRODUKTFORUM DRUCK- UND GASMESSUNG

- 24 **Produkte**  
von Flexim, Metrohm, Process-Insights und Witt

**SONDERTEIL TECHNISCHE SICHERHEIT**

- 25 Wann ist sicher wirklich sicher?**  
Technische Sicherheit in der Prozessindustrie
- 26 Zugelassen nach der Druckgeräterichtlinie**  
Kohlenstoffaserverstärkte Kunststofftanks für Wasserstoff halten dem Druck stand  
D. Kazaklis, TÜV Süd Industrie Service, Essen  
J. Kogler, TÜV Süd Landesgesellschaft Österreich
- 28 Potenziale des digitalen Sicherheitszyklus nutzen**  
Digitalisiertes Management der funktionalen Sicherheit  
P. Sieber, Hima Group  
M. Turdo, Hima Group
- 32 OT-Security beginnt mit der Anlagenplanung**  
Neue Regelwerke haben Auswirkungen auf das OT-Netzwerk  
D. Fritzsche, Indu-Sol  
N. Crocoll, Stutensee für Indu-Sol
- 34 Wenn Explosionsschutz auf Maschinensicherheit trifft**  
Sicherheitsschaltgeräte für besondere Anforderungen  
R. Lumme, Steute Technologies
- 36 Sicher ist sicher**  
SIL-qualifizierte Messgeräte sorgen für funktionale Sicherheit im Anlagenbetrieb  
C. Schweder, Labom Mess- und Regeltechnik

**MESS-, STEUER-, REGEL-, AUTOMATISIERUNGSTECHNIK**

- 38 Lastschutz für eine unterbrechungsfreie Anlagenverfügbarkeit**  
Stromverteilungssystem als Baukasten  
M. Bindner, E-T-A Elektrotechnische Apparate
- 40 Kommunikationstechnologien für Sensoren**  
Orchestrierung der Maschinendienste mit SPE, IO-Link und Sensor-to-Cloud  
M. Wiener, Jumo  
Nico Müller, Jumo
- 41 Produkt**  
von Panduit

**BETRIEBSTECHNIK | SICHERHEIT**

- 42 Sicher mit dem Smartphone unterwegs**  
Von der Ex-Zone bis an den Schreibtisch – mobile Device im Instandhaltungseinsatz  
C. Uhl, Pepperl+Fuchs

**ANLAGEN | APPARATE | KOMPONENTEN**

- 44 Kleben statt schweißen**  
Vibrationen und Kleben – passt das überhaupt zusammen?  
A. Wegmann, Netter Vibration
- 46 Geprüfte H<sub>2</sub>-Dichtungswerkstoffe**  
TPU und EPDM-Dichtungen für Wasserstoffanwendungen  
P. Lubos, Trelleborg Sealing Solutions
- 45, 48 Produkte**  
von AS Schneider, Chemvalve-Schmid, Otto Ganter, PST und ZwickRoell
- 49 Bezugsquellenverzeichnis**
- 51 Index | Impressum**

# Was lange vibriert kommt von Findeva.

Zum Beispiel der FP mit seiner unbegrenzt fein einstellbaren Amplitude und Frequenz. Lange Lebensdauer dank aus- gesuchtem Material und präziser Bearbeitung.



Linear-Vibrator FP-18-M

## Findeva AG

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

## 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 Beilage von Anton Paar, sowie von Easyfairs – Gastkarten zur Maintenance – und von Endress+Hauser.



## Shell Energy and Chemicals Park Rheinland



© Shell

### Shell investiert in Umbau des Energy and Chemicals Parks Rheinland

Shell Deutschland hat eine finale Investitionsentscheidung getroffen, um den Hydrocracker am Standort Wesseling im Energy and Chemicals Park Rheinland in eine Produktionsanlage für Grundöle der Gruppe III umzuwandeln. Diese Grundöle dienen der Herstellung hochwertiger Schmierstoffe wie Motoren- und Getriebeöle. Die Rohölverarbeitung wird am Standort Wesseling 2025 enden, aber im Werksteil Köln-Godorf weitergeführt. Huibert Vigeveno, Direktor für Downstream und erneuerbare Energien bei Shell, sagte: „Der Umbau dieser europäischen Raffinerie ist ein bedeutender Schritt, um unseren wachsenden Kundenstamm im Schmierstoffbereich mit Premium-Grundölen zu versorgen. Diese Investition ist Teil des Bestrebens von Shell, mit weniger Emissionen mehr Wert zu schaffen.“ Es wird erwartet, dass der hohe Elektrifizierungsgrad der Grundölanlage sowie die Einstellung der Verarbeitung von Rohöl zu Kraftstoffen am Standort Wesseling die CO<sub>2</sub>-Emissionen von Shell, die direkt aus dem Betrieb stammen sowie die aus der Energie, die Shell für den Betrieb einkauft (Scope 1 und Scope 2), um rund 620.000 t/a reduzieren werden. Das Ziel von Shell ist es, bis 2050 ein Energieunternehmen mit Netto-Null Emissionen zu werden. Die neue Grundölanlage soll in der zweiten Hälfte dieses Jahrzehnts in Betrieb gehen. Sie wird über eine Produktionskapazität von rund 300.000 t/a verfügen, was etwa 9 % des derzeitigen EU-Bedarfs und 40 % des deutschen Grundölbedarfs entspricht.

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

### Levaco Chemicals eröffnet neues Headquarter in Leverkusen

Der mittelständisch geführte Spezialchemikalienhersteller Levaco Chemicals feiert die Einweihung seines neuen Headquartiers im Innovationspark Leverkusen. Mit den Räumlichkeiten auf insgesamt rund 1.700 m<sup>2</sup> Bruttogeschossfläche ist ein Komplex aus ergonomisch ausgestatteten Verwaltungsbüros, einer Kantine sowie einem hochmodernen Entwicklungslabor geschaffen worden. Das Standortkonzept steht im Einklang mit den ESG-Unternehmenszielen: Um CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren, wurde das Gebäude gemäß des Energiestandards KfW 40 EE errichtet. Der Energiebedarf soll durch das neue Gebäude geringgehalten werden, dazu setzt das Unternehmen auf neueste Gebäudeanforderungen, eine Photovoltaikanlage und Lösungen für die Wärmerückgewinnung. „Wir glauben weiterhin an Deutschland als Produktions- und Innovationsstandort. Daher haben wir uns trotz der wirtschaftlich angespannten Lage dazu entschieden, uns innerhalb Deutschlands zukunftsorientiert aufzustellen und die Bedürfnisse unserer Belegschaft vor Ort sowie Energieeffizienz-Themen und auch unseren Innovationsfokus weiter gezielt in den Vordergrund zu stellen“, kommentiert Geschäftsführer Marius Mühlenberg.

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

### Münzing Chemie und Aleph Alpha entwickeln KI-basierten Chatbot

Durch die Zusammenarbeit mit Aleph Alpha sollen bedeutende Fortschritte in der Produktentwicklung erzielt werden, um innovative Lösungen schneller auf den Markt zu bringen und bestehende Produkte und Formulierungen in puncto Nachhaltigkeit zu optimieren. Bei der Entwicklung des KI-Tools wird Münzing von Adesso unterstützt. Der IT-Dienstleister aus Dortmund agiert als Implementierungspartner für Luminous, dem multimodalen KI-Sprachmodell von Aleph Alpha. Die gebündelten Ressourcen und das umfassende Know-how der Unternehmen werden genutzt, die Potenziale der KI-Technologien in vollem Umfang auszuschöpfen. „Unsere gemeinsamen Anstrengungen zielen darauf ab, die Effizienz unserer Produkte zu steigern, neue Märkte zu erschließen und unseren Kunden stets die bestmögliche Lösung zu bieten. Diese Kooperation unterstreicht unser Engagement und unseren Anspruch einer kontinuierlichen Innovation und die Positionierung als Vorreiter in der KI-Revolution“, fasst der geschäftsführende Gesellschafter Michael Münzing die Hintergründe des Projektes zusammen. Aus der im August 2023 gestarteten Kooperation ging bereits ein Prototyp des Münzing Intelligence Chatbot (MIC) hervor, welcher von der Anwendungstechnik ausgiebig getestet wird. Gemeinsam will man die Entwicklung des KI-Chatbots vorantreiben, um ihn im nächsten Schritt auch in Forschung und Entwicklung erfolgreich einzusetzen und somit noch effizienter und passgenauer auf individuelle Kundenanforderungen eingehen zu können.

[www.munzing.com/de](http://www.munzing.com/de)

<https://aleph-alpha.com/de>

### Envirochemie übernimmt DLK Technologies

Zum 12. Dezember 2023 hat die Envirochemie aus Eschenbach die DLK Technologies aus Le Locle in der Westschweiz übernommen. DLK Technologies bietet seit mehr als 30 Jahren Lösungen zur Behandlung und zum Recycling von industriellem Abwasser und Wertstoffen an. Die kompakten biologischen Anlagen des Unternehmens ergänzen das Produktportfolio der Envirochemie im Bereich kompakter, standardisierter Abwasserbehandlungsanlagen. Marc Vuilliomonet bleibt Geschäftsführer der DLK Technologies. „Die Envirochemie ist bereits seit vielen Jahren in der Westschweiz aktiv. Mit der Übernahme der DLK Technologies möchten wir die Wichtigkeit des Westschweizer Marktes unterstreichen und die Kundennähe weiter ausbauen“, erläutert Nico Siegenthaler, Geschäftsführer der Envirochemie

„Mit dem Beitritt zur Envirowater Group sind wir nun Teil des führenden Teams auf dem Schweizer Markt. So können wir unseren Kunden langfristig eine qualitativ hochwertige Betreuung gewährleisten, was mein sehnlichster Wunsch ist“, ergänzt Marc Vuilliomonet.

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



© Tobias Vollmer



# ACHEMA2024

10. bis 14. Juni 2024

## Ihr Unternehmen im Fokus der Besucher!

---

**Zeigen Sie Präsenz am Markt und wählen Sie aus unseren Angeboten die passende Werbe(platt)form für Ihr Unternehmen!**

Präsentieren Sie sich in den Printausgaben von **CHEManager**, **CITplus**, **ReinRaumTechnik** und **LVT Lebensmittel Industrie**, **online** und in unseren **Daily-Newslettern**.

Schalten Sie Ihre Anzeige übergreifend in mehreren Publikationen, verschiedenen Newslettern oder online – zum Paketpreis. Erscheinungstermine der Achema-Ausgaben sind Mai und Juni 2024.

**Optimal  
kombinierte  
Paketangebote  
auf Anfrage!**

### Fordern Sie Ihr individuelles Angebot an:



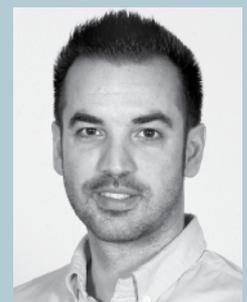
Thorsten Kritzer  
Tel.: +49 (0) 6201 606 730  
tkritzer@wiley.com



Jan Käppler  
Tel.: +49 (0) 6201 606 522  
jkaeppler@wiley.com



Hagen Reichhoff  
Tel.: +49 (0) 6201 606 001  
hreichhoff@wiley.com



Stefan Schwartze  
Tel.: +49 (0) 6201 606 491  
sschwartze@wiley.com

### Weltweit erstes Omlox-Prüflabor in Betrieb genommen



Im November 2023 ist das weltweit erste Omlox-Prüflabor an den Start gegangen. Profibus & Profinet International (PI) erteilte dem Fraunhofer-Institut in Lemgo die Zulassung als PI-Testlabor für Omlox. Damit können Hersteller von Ortungstechnologien ihre Produkte gemäß des Omlox-Standards in einem unabhängigen Prüflabor testen lassen. Auf Grundlage von positiven Testberichten erstellt das PI-Certification Office Zertifikate. Durch den Einsatz von zertifizierten Produkten in Anlagen wird ein hohes Maß an Interoperabilität erreicht. Die hersteller-unabhängige Technologie Omlox wird in ihrer Funktion und in ihren Schnittstellen durch Standards beschrieben. Damit die Komponenten (Hardware und Software) verschiedener Hersteller miteinander in einem System funktionieren, müssen die Komponenten exakt gemäß den Standards implementiert werden. Ist dies der Fall, spricht man von Konformität. Diese muss überprüft werden, um für Anwender eine hohe Systemqualität und Nutzbarkeit gewährleisten zu können. Im weltweit ersten Prüflabor für Omlox wird diese Konformität ab sofort getestet und bestätigt, damit Komponenten eine Omlox-Zertifizierung erhalten können. Omlox ermöglicht erstmals eine technologie- und herstellerunabhängige Bereitstellung von Lokalisierungsinformationen in Produktionsumgebungen. Verschiedene Lokalisierungstechnologien – wie z.B. Ultrabreitbandfunk (kurz UWB, welcher bei Lokalisierungssystemen aufgrund seiner Robustheit weit verbreitet ist), 5G, RFID, QR-Codes oder GPS – können in einem System gemeinsam und mit standardisierten Schnittstellen genutzt werden. Außerdem gewährleistet der Standard, dass sogenannte Omlox-Satelliten (Bestandteile der Lokalisierungsinfrastruktur in einem Gebäude) mit den Omlox-Tags (Geräte, die über Signale lokalisiert werden) herstellerunabhängig interagieren können. Auf Basis von Omlox-zertifizierten Produkten können Anwender damit zukunftsichere und herstellernerneutrale Ortungssysteme realisieren.

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



### 8th ECP mit erfolgreichem Neustart

Nach vier Jahren Abstinenz durch die Pandemie glückte dem 8th ECP ein erfolgreicher Neustart in Frankfurt im Haus der Dechema. Über 250 Teilnehmer in Präsenz zählte der Veranstalter und über 700 Partnering-Gespräche wurden in Präsenz und Online an drei Tagen vereinbart – zu den zwei Online-Tagen stoßen weitere 50 Teilnehmer dazu; über 40 kurze Unternehmenspräsentationen, eine Keynote, Unternehmensstände in der Ausstellung, zwei Workshops zu IP und KI, eine Panel-Diskussion zum Thema Finanzierung von Start-ups und das überaus wichtige informelle Networking in der ECP-Community rundeten einen intensiven Tag in Präsenz ab. Für alle, die den Präsenztage verpasst hatten, war im neuen hybriden Format ein Ausweichen auf den digitalen Teil des ECP vom 20. bis 21. Februar 2024 möglich. Das 9th ECP wird am 12. Februar 2025 in Frankfurt im Dechema-Haus am 25. und 26. Februar 2025 digital stattfinden.



### Process Sensing Technologies erweitert Portfolio

Process Sensing Technologies (PST) gibt den erfolgreichen Abschluss dreier strategischer Unternehmensakquisitionen bekannt: Die Unternehmen SensoScientific, Fluid Components International (FCI) und Sensore Electronic erweitern das Spektrum von Technologien und Dienstleistungen und schaffen erhebliche Synergien. Die Übernahme von SensoScientific, einem Spezialisten für IoT-basierte Umweltüberwachungslösungen, markiert einen signifikanten Schritt für PST in der Gesundheits- und Biowissenschaftsbranche. Mit der Entwicklung von drahtlosen Temperaturüberwachungssystemen, die strengen Umweltkontrollstandards entsprechen, wird SensoScientific PSTs Angebot an innovativen Überwachungsinstrumenten und cloudbasierten Technologien verstärken. Mit der Integration von FCI, einem Hersteller von thermischen Massedurchflussmessern und -schaltern, betritt PST den Sektor der Durchflussmessgeräte. FCIs Technologie, bekannt für hohe Messgenauigkeit und Zuverlässigkeit, erweitert PSTs Produktpalette und Messfähigkeiten, wodurch das Unternehmen seinen Kunden in verschiedenen anspruchsvollen Branchen wie Chemie,



Öl und Gas, Energie und mehr noch umfangreichere Lösungen anbieten kann. Die Akquisition der Sensore Electronic, einem spezialisierten Hersteller von Zirkonoxid-Sauerstoffsensoren, verstärkt PSTs Position in der Entwicklung und Herstellung von Hochleistungssensoren. Die Sensoren von Sensore, die sich durch Qualität, Genauigkeit und Zuverlässigkeit auszeichnen, ermöglichen PST den Zugang zu neuen OEM-Anwendungen und erweitern die bestehenden Fähigkeiten im Bereich der Sauerstoffmessung.

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

## Markus Rudek leitet den Evonik-Standort in Darmstadt



Mit Beginn des neuen Jahres hat Dr. Markus Rudek (57) die Leitung des Evonik-Standorts Darmstadt mit der Betriebsstätte Weiterstadt übernommen. Der erfahrene Chemiker und Ingenieur ist Nachfolger von Thomas Basten, der die Leitung des Geschäftsgebiets Technical Services übernommen hat. Markus Rudek studierte Chemie an der Technischen Universität Berlin, promovierte in Chemical Engineering an der Johns Hopkins University in Baltimore, USA, und absolvierte einen Master of Business Administration am Henley Management College in Großbritannien. Seine berufliche Laufbahn begann Rudek 1999 bei Degussa-Hüls im Bereich Verfahrenstechnik in Hanau. Im Anschluss folgten unterschiedliche Funktionen im In- und Ausland in verschiedenen Geschäftsgebieten der heutigen Evonik-Divisionen Smart Materials, Nutrition & Care und Specialty Additives mit den Schwerpunkten in Prozess- und Technologieentwicklung sowie Produktion & Technik. In seiner letzten Funktion war er Leiter Produktion & Technik im Geschäftsgebiet Interface & Performance in der Division Specialty Additives. In seiner neuen Funktion berichtet er an Dirk Opalka, Leiter Geschäftsgebiet Site Management in der Division Technology & Infrastructure.

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

## Borealis ernennt Mirjam Mayer zur Vice President Circular Economy Solutions

Borealis gibt die Ernennung von Mirjam Mayer, derzeit Vice President Polyolefin Transformation, zur Vice President Circular Economy Solutions mit Wirkung zum 1. Januar 2024 bekannt. In dieser Position wird sie die gesamte Wertschöpfungskette der Borealis Lösungen für die Kreislaufwirtschaft (Circular Economy Solutions, CES) überblicken und leiten. Mirjam Mayer kam 2020 als Director Strategy & Growth Portfolio zu Borealis, wo sie die Entwicklung und Umsetzung der Strategie der Borealis Gruppe vorantrieb und die verschiedenen Geschäftsbereiche bei der Strategie- und Geschäftsentwicklung sowie bei Wachstumsinitiativen unterstützte. Seit 2022 war sie als Vice President Polyolefins Transformation für die Entwicklung und Führung des Borealis Geschäftsportfolios Polyolefine, Circular Economy Solutions und Innovation & Technology verantwortlich. Bevor sie zu Borealis kam, sammelte sie mehrere Jahre Erfahrung als Beraterin bei McKinsey, wo sie in Deutschland, Indien, den USA und Österreich tätig war. Mayer hat einen Abschluss als Post-Doktorandin des Massachusetts Institute of Technology (MIT) in Boston, USA, und einen Dokortitel in Biochemie/Biophysik von der Max-Planck-Forschungsschule und der Technischen Universität Dresden, Deutschland.



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



© Dechema



## Tanja Franken und Lutz Ackermann für Katalyseforschung ausgezeichnet

Jun.-Prof. Dr. Tanja Franken, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, erhält den Jochen Block-Preis 2024 der Deutschen Gesellschaft für Katalyse. Die Auszeichnung ist mit 3.000 EUR dotiert und honoriert außergewöhnliche Leistungen von Nachwuchswissenschaftlern. Der Forschungsschwerpunkt von Tanja Franken liegt in der Entwicklung von höchst effizienten Katalysatoren auf der Basis von Mischmetalloxiden, wie Spinellen und Perowskiten. In ihren Ansätzen nutzt sie die kristalline Struktur dieser Mischmetalloxide aus, um höchste Dispersionen der aktiven Spezies zu generieren und aufrecht zu erhalten. Von besonderem Interesse sind dabei die Verwendung von nicht edlen Metallen, um kostengünstige Katalysatoren zu erhalten. Diese Katalysatoren werden in den verschiedensten Anwendungen wie der Abgaskatalyse, Kohlendioxid-Umwandlung zu Kraftstoffen, Selektivoxida-

tionen oder der elektrochemischen Wasserspaltung zur Gewinnung von Wasserstoff genutzt. Generell basiert der wissenschaftliche Erkenntnisgewinn auf der Erstellung von Struktur-Aktivitätsbeziehungen durch die Kombination von Katalysatorsynthese, -testung und extensiver ex- und in-situ Analyse der Materialien und bildet so die Grundlage für eine weitere verständnisbasierte Katalysatorentwicklung. Aktuell liegt vor allem die Dynamik der Mischmetalloberflächen während der Reaktion im besonderen Fokus.

Prof. Dr. Lutz Ackermann, Georg-August-Universität Göttingen, erhält die Otto Roelen-Medaille 2024. Dieser Preis ist mit 5.000 EUR dotiert und würdigt herausragende wissenschaftliche Leistungen auf dem Gebiet der Katalyse mit starker industrieller Relevanz. Die Forschungsschwerpunkte von Lutz Ackermann liegen auf der Entwicklung und Anwendung neuartiger Konzepte für eine nachhaltige Katalyse. Dabei konzentriert er sich auf Elektrokatalyse, späte Funktionalisierung und Bindungsaktivierung für eine gute molekulare Architektur mit vollständiger Selektivitätskontrolle. Um das volle Potenzial dieser Strategie zu erschließen, nutzt er hauptsächlich die 3d-Übergangsmetallkatalyse und setzt maschinelles Lernen ein, um ressourcenintensive synthetische Optimierungsprozesse zu reduzieren. Dies ermöglicht eine ressourcenschonende Diversifizierung der Zielmoleküle von kleinen Molekülen bis hin zu (Bio-)Polymeren. Die Anwendungsbereiche reichen von der pharmazeutischen und agrochemischen Industrie bis hin zur Materialwissenschaft.

Die beiden Preise werden während des 57. Jahrestreffens Deutscher Katalytiker vom 13. bis 15. März 2024 in Weimar verliehen.

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

# Batterieproduktion – Prozesstechnologien, Materialien und Anlagen

Das rasante Wachstum der Batterieproduktion und der globale Markt stellen den Batterieanlagenbau in Europa vor große Herausforderungen hinsichtlich Skalierung und Wettbewerb. CITplus, CHEManager und Wiley bringen die Experten der Wertschöpfungskette zusammen. Gemeinsam diskutieren wir über Technologien für die Batterieproduktion in Europa und erläutern industrielle Lösungsansätze, um den aktuellen Herausforderungen erfolgreich zu begegnen.

Unsere Themen reichen von der Verarbeitung der Elektrodenmaterialien bis zur Zellausbaueinrichtung, Prozesstechnik und Produktionseffizienz, Automatisierung und Digitalisierung, Batteriechemie und Rohstoffe.

**16. April  
2024**

Heute registrieren für die  
kostenfreie Online-Tagung

[events.bizzabo.com/Batterieproduktion](https://events.bizzabo.com/Batterieproduktion)





## **Prof. Dr.-Ing. Arno Kwade**

Direktor des Instituts für Partikeltechnik an der TU Braunschweig  
und Vorsitzender der Battery LabFactory Braunschweig  
*„Nachhaltige und zirkuläre Produktion von Lithium-Ionen-Batterien  
und zukünftigen Batterie-Generationen“*



## **Dr. Sarah Michaelis**

Leitung Fachabteilung Batterieproduktion, VDMA  
*„Technologietrends und Herausforderungen – Wie kann der europäische  
Batteriemaschinen- und Batterieanlagenbau profitieren?“*



## **Heiko Sievers**

Vertriebsleiter Partikel, Poren, Pulver Analyse, Anton Paar  
*„Lösungen für die Charakterisierung von Batteriematerialien“*



## **Gregor Grandl**

Senior Partner, Porsche Consulting  
*„Battery Manufacturing 2030: Collaborating at Warp Speed“*



**Anton Paar**



BATTERY  
LABFACTORY  
BRAUNSCHWEIG

**WILEY**



[onlinelibrary.wiley.com](https://onlinelibrary.wiley.com)

### Increasing the Sustainability of Pharmaceutical Grade Water Production

Review Article | Water serves for the production of pharmaceutical ingredients, intermediates and final products. Accordingly, the quality requirements are particularly high. Next to quality, sustainability of the production and climate change mitigation will play an increasingly important role. Established technologies are summarized under the aspect of their environmental impact and compared to membrane distillation as a new technology.

**Prof. Frank Rögener, Technische Hochschule Köln, Institut für Anlagen- und Verfahrenstechnik, Köln**  
frank.roegerer@th-koeln.de, DOI: 10.1002/cite.202300152

### Gewinnung von Fettsäuremethylestern aus industriellem Kaffeesatz

Research Article | Bei der industriellen Herstellung von Instant-Kaffee fällt Kaffeesatz (SCG) in großen Mengen als Reststoff an. In einem öffentlich geförderten Forschungsprojekt wurde ein Weg zur stofflichen Nutzung von SCG entwickelt. Hierbei standen zwei Intermediate im Fokus: entölter SCG und funktionalisierte Fettsäuremethylester (FAME). Es wird ein Projektteil beschrieben, in dem ein sequenzieller Prozess mit Extraktion des SCG und anschließender Umsetzung des gewonnenen Kaffeeöls zu FAME entwickelt wurde.

**Dr. Jürgen Grän-Heedfeld, Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, Oberhausen**  
juergen.graen-heedfeld@umsicht.fraunhofer.de, DOI: 10.1002/cite.202300113

### Goal-Oriented Two-Layered Kernel Models as Automated Surrogates for Surface Kinetics in Reactor Simulations

Research Article | Multi-scale modeling allows the description of real reactive systems under industrially relevant conditions. However, its application to rational catalyst and reactor design is hindered by the prohibitively high computational cost associated with the chemical kinetics on the catalyst scale. Here, the computational cost is drastically reduced by introducing goal-oriented kernel models that serve as surrogates for the chemical kinetics. It allows for automated training set design and reliable results and can be envisioned as a plug-and-play solution for accelerating reactive flow simulations with guaranteed accuracy.

**Felix Döppel, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt**  
felix.doepfel@tu-darmstadt.de, DOI: 10.1002/cite.202300178

### A Proposal for Evaluating the Economic Viability of Biorefineries against Petrochemical Benchmarks

Research Article | Usually costs of bio-based products are compared to those of their fossil counterparts, most often made from crude oil. This paper adds new insights into this kind of comparison and provides approaches as to how future innovations in biorefineries and bio-based chemicals can be compared to commercial fossil alternatives. The shift to alternative carbon sources will lead to higher costs in the short term. However, expected changes in the crude oil market and regulatory effects will cause rising costs of fossil chemicals in the near future. This work also provides strategies for implementing increased prices.

**Markus Götz, Universität Hohenheim, Konversionstechnologien Nachwachsender Rohstoffe, Stuttgart**  
markus\_goetz@uni-hohenheim.de, DOI: 10.1002/cite.202300124

## März 2024

Controlling	11. – 12. Mrz.	Frankfurt/Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
Modellierung in der chemischen Reaktionstechnik	12. Mrz.	Online	Comsol, <a href="https://bit.ly/Comsol_modellierung_reaktionstechnik">https://bit.ly/Comsol_modellierung_reaktionstechnik</a>
MainDays 2024	12. – 13. Mrz.	Berlin	TAC Insights, info@tac-insights.com, <a href="https://tacinsights.eventsair.com/maindays2024">https://tacinsights.eventsair.com/maindays2024</a>
Funktionale Sicherheit in der Prozessindustrie – Grundlagen	12. – 13. Mrz.	Frankfurt/Main	Dechema, kurse@dechema.de, <a href="https://dechema-dfi.de/kurse.html">https://dechema-dfi.de/kurse.html</a>
GLP-Intensivtraining mit QS-Übungsaufgaben: Methodvalidierung und Gerätequalifizierung unter GLP (Gute Laborpraxis) – mit Praxisteil	12. – 14. Mrz.	Frankfurt/Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
VDI-GVC Treffen der VDI-Betriebsingenieure der Regionalgruppe Nord – Anlagendokumentation vom Engineering zum Betrieb	13. Mrz.	Online	VDI, Woppowa@vdi.de, www.vdi.de/veranstaltungen
Containment in der Pharma- und Chemieindustrie	13. Mrz.	Online	Wiley-VCH (CITplus, RRT) <a href="https://events.bizzabo.com/Containment">https://events.bizzabo.com/Containment</a>
Funktionale Sicherheit in der Prozessindustrie – SIL-Berechnung leicht gemacht	14. Mrz.	Frankfurt/Main	Dechema, kurse@dechema.de, <a href="https://dechema-dfi.de/kurse.html">https://dechema-dfi.de/kurse.html</a>
Grundlagen der Chemikalien-, Pflanzenschutzmittel-, Biozid- und Pharmazeutikzulassung in der EU	15. Mrz.	Frankfurt/Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
VDI-GVC Treffen der VDI-Betriebsingenieure Westfalen – Functional Safety Management	15. Mrz.	Gladbeck	VDI, Woppowa@vdi.de, www.vdi.de/veranstaltungen
Bessere datenbasierte Entscheidungen mit Methoden zur statistischen Modellierung	19. – 21. Mrz.	Online	JMP und CHEManager, <a href="https://bit.ly/datenbasierte_Entscheidungen">https://bit.ly/datenbasierte_Entscheidungen</a>
Meorga Messe für Prozess- und Fabrikautomation	20. Mrz.	Frankfurt/Main	Meorga, info@meorga.de, www.meorga.de

## April 2024

27. Praktikerkonferenz – Pumpen in der Verfahrenstechnik, Kraftwerks- und Abwassertechnik	8. – 10. Apr.	Graz, Österreich	Prof. Dr. Jaberg & Partner, www.praktiker-konferenz.com
Umgang mit verunfallten Elektrofahrzeugen und defekten Batterien	9. Apr.	Essen/Online	Haus der Technik, info@hdt.de, www.hdt.de/seminare-workshops
Analytica 2024	9. – 12. Apr.	München	Messe München, info@messe-muenchen.de, www.analytica.de
NMR-Spektrenauswertung	9. – 30. Apr.	Online	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
Batterietagung	10. – 11. Apr.	Münster	Haus der Technik, info@hdt.de, <a href="https://battery-power.eu">https://battery-power.eu</a>
Strategisches Management	15. – 16. Apr.	Frankfurt/Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
Batterieproduktion – Prozesstechnologien, Materialien und Anlagen	16. Apr.	Online	Wiley-VCH (CITplus, RRT und CHEManager), www.batterie-produktion.com
Methodvalidierungen in der Analytischen Chemie unter Berücksichtigung verschiedener QS-Systeme	16. Apr.	Frankfurt/Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
Anwenderkurs kosmetische und pharmazeutische Emulsionen	16. – 24. Apr.	Online, 4 Vormittage	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
Qualitätsverbesserung und Kostenreduzierung durch statistische Versuchsmethodik	17. – 18. Apr.	Frankfurt/Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
Design of Experiments (DoE) Workshop	19. Apr.	Frankfurt/Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
CSE-Sicherheitstage 2024	22. – 24. April	Wangerooge	CSE, konferenz@cse-engineering.de, <a href="http://www.cse-engineering.de/cse-sicherheitstage-2024/">www.cse-engineering.de/cse-sicherheitstage-2024/</a>
Hintergründe und Essentials der GMP (Gute Herstellungspraxis) auf deutscher, europäischer und amerikanischer Ebene – mit Praxisteil	23. – 24. Apr.	Online	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
Aktualisierungskurs für Projektleiter und Beauftragte für Biologische Sicherheit	25. Apr.	Online	Dechema, kurse@dechema.de, <a href="https://dechema-dfi.de/kurse.html">https://dechema-dfi.de/kurse.html</a>
Kunststoffe in der Konstruktion	25. – 26. Apr.	Ostfildern	Techn. Akademie Esslingen, info@tae.de, www.tae.de/32633.00.048
Brände von Lithium-Ionen-Batterien in Elektrofahrzeugen kontrollieren, eindämmen und vorbeugen	25. – 26. Apr.	Essen	Haus der Technik, info@hdt.de, www.hdt.de/seminare-workshops/brandschutz



# Moderne Prozess- und Anlagensicherheit – Themen, Trends und Perspektiven

## Digitalisierung der Anlagensicherheit und Risikoanalyse

### FOKUS

Die Sicherheit von Prozessen und Anlagen rückt in den Fokus – Pandemien, Kriege und bilaterale Spannungen verschieben die strategische Ausrichtung von Unternehmen. Und der Fachkräftemangel fordert neue Wege, z.B. für Sicherheitsanalysen und Audits. Diese zeigen neue Regelwerke und Projekte, die gerade in der Entwicklung sind. Der Stand der Technik wird fortgeschrieben, u.a. mit Regelwerken wie der DIN-EN-ISO-4126-10, TRBS1115-1, NIS II, die Betreiber von Anlagen in 2024 sicherlich beschäftigen werden.



#### Keywords

- Prozessanlagensicherheit
- Druckentlastungseinrichtungen
- SIL, HAZOP
- Digitalisierung
- Künstliche Intelligenz

Die Revision der DIN-EN-ISO-4126-10:2024 zur Auslegung von Druckentlastungseinrichtungen ist überfällig gewesen. Der Teil 10 wurde seit 14 Jahren nicht überarbeitet. Jetzt ist er grundlegend geändert worden. Statt bisher rund 40 Seiten sind es nunmehr fast 80 Seiten geworden. Und noch etwas ist neu: Die Norm ist als CEN Norm harmonisiert und setzt in wesentlichen Teilen erstmals den Stand der Technik im europäischen Raum. Und ist damit verpflichtend geworden. Bereits der Titel verrät, dass jetzt nicht nur Sicherheitsventile, sondern zum ersten Mal auch Berstscheiben mit den Zu- und Abströmleitungen als Sicherheitseinrichtung für druckführende Systeme nach dieser Norm ausgelegt werden können. Und der Inhalt ist erheblich überarbeitet: Ein erweitertes Modell (HNE-CSE), was besonders bei siedenden Flüssigkeiten wesentlich andere Ergebnisse liefert, das Aufwallen in Behältern ist nicht mehr nur homogen angenommen, kryostatische Behälter werden betrachtet und eine Korrektur für die Viskosität von Flüssigkeiten ist dazu gekommen. Dies sind nur einige der Neuerungen im Regelwerk. Leider sind die Gleichungen in der Norm nicht leicht zu lösen, für viele Anwender wird dies zur „schweren Kost“. Schnell erfassen lassen sich die ganzen Neuerungen in dem Kompakt-Seminar ISO4126:2024 von CSE Engineering<sup>(1)</sup>. Das Rechenprogramm CSE-Prozar enthält bereits alle Neuerungen der Norm. Die Norm wird sicher dazu führen, dass die Auslegung vieler Sicherheitsventile und Berstscheiben überarbeitet wird.

### TRBS 1115-1 – Security jetzt auch nach BetriebsSV

Die Zeiten sind unsicherer geworden – Kriege prägen das Tagesgeschehen. Cyberphysikalische Angriffe haben massiv zugenommen. Und sie sind deutlich stärker in Richtung technischer Anlagen ausgeprägt. Leider fehlt bei Betreibern von Anlagen oft das Grundverständnis für die Bedrohungslage – wer soll eine Anlage für Biogas, Windkraft oder die Produktion schon angreifen? Das dies oft automatisch geschieht ist noch nicht angekommen. Umso wichtiger ist, dass der Gesetzgeber stufenweise die Anforderungen verschärft. Nach der KAS51 aus der Kommission für Anlagensicherheit, die dem Schutz der Öffentlichkeit (Mensch und Umwelt) dient, ist jetzt noch die TRBS 1115-1 hinzu gekommen. Streng genommen enthält sie das gleiche Anliegen, nur sollen hier die Arbeitnehmer über die Betriebssicherheitsverordnung geschützt werden. Ärgerlich ist, dass die Themen für Betreiber nicht harmonisiert sind, denn die Sicherheit sollte erhöht, die Bürokratie dagegen reduziert werden. Im Laufe dieses Jahres wird die europäische NIS II-Richtlinie in deutsches Recht umgesetzt wer-

den. Chemiebetriebe können neuerdings unter die kritische Infrastruktur fallen und haben dann erweiterte Meldepflichten. Oft sind die Themen im Bereich Schutz von Infrastruktur vor cyberphysikalischen Angriffen für Anlagenbetreiber neu und nur wenig fassbar. Sie passen nicht in die Welt der Sicherheitsanalysen aus dem Bereich Safety mit ihren regelmäßigen Auditierungen. Dabei lassen sich die Anforderungen aus allen Regelwerken gemeinsam umsetzen. Viele bereits vorhandene Dokumente können in diese Analysen eingebunden werden. Mit Hilfe von Dienstleistern ist dies meist weniger aufwendig als erwartet – allerdings sollten diese Dienstleister ein gutes Verständnis von Safety mitbringen.

### HAZOPs erweitert für den Bereich Security

Heutige, klassische Risikoanalysen (HAZOPs) sind zu stark auf den Bereich Safety beschränkt. Aufwendige Analysen in großen Teams kennzeichnen diese Prozesse. In regelmäßigen Auditierungen, z.B. alle 5 Jahre, wiederholen sich Teile des Prozesses. Nach Seveso III müssen Eingriffe Dritter berücksichtigt werden, also auch die cyberphysikalischen Angriffe. Doch wie soll das gehen? Hier trifft Verfahrenstechnik auf die IT, genauer auf die OT (Operational Technology). Die Disziplinen „ticken“ unterschiedlich und haben verschiedene, fachspezifische Vorgehensweisen. Eine neue Option ist die Erweiterung der klassischen HAZOPs um den Bereich Security. Dazu müssen jedoch für sicherheitstechnische Funktionen in den Anlagen passende Sicherheitsanforderungen definiert werden. Die SIL aus der funktionalen Sicherheit und die SLT-Level müssen harmonisiert werden. Es reicht nicht aus, die R&I Fließbilder der Anlagen durchzugehen – die Netzwerkpläne aus dem OT-Bereich werden ebenso wichtig. Die Methode „safety related Cyberphysical Safety Evaluation“ (sCSE) für HAZOPs mit allen Safety und Security Aspekten ist entwickelt. Derzeit wird versucht, die Methode teilautomatisiert umzusetzen.

### Cyberangriffe modelliert mit einem digitalen Zwilling

Was nützt der Schutz vor Cyberangriffen, wenn nicht getestet werden kann, ob er ausreicht? Jeder Betreiber von Anlagen fühlt sich unwohl bei dem Gedanken an solche Tests. Ob die Anlage danach noch wie gewohnt weiterläuft, ist nicht sicher. Doch die Maßnahmen, die notwendig sind um KAS51, TRBS1115, NIS II etc. zu erfüllen, sollten nach Ereignissen und auch in regelmäßigen Abständen einem Test unterzogen werden. Aus den Diskussionen im Industrie-Erfahrungsaustausch CeSIS entstand der Ansatz, den OT-Bereich von Anlagen zu virtualisieren und einen digitalen Zwill-

ing zu bauen. Der Aufwand ist recht groß und die Netzpläne sowie die Assets müssen digital erfasst werden. Doch die Vorteile der virtuellen Darstellung einer Anlage können enorm sein. Am CSE Center of Safety Excellence soll eine Anwendung entwickelt werden, mit der ein OT-Zwilling gebaut werden kann für Cybertests – einerseits in den Unternehmen selbst, aber auch als externe Dienstleistung.

### KI-basiertes Wissensmanagement

Wer wünscht sich nicht, dass die Anforderungen aus den Regelwerken über eine künstliche Intelligenz (KI) auf den eigenen Betrieb übertragen werden und mit einer Checkliste die Sicherheit lückenlos und vollständig umgesetzt werden kann? Es ist schwer einen Überblick über die Regelwerke und Änderungen lassen sich fast nicht mehr nachhalten. Der Stand der Technik ist in vielen Regelwerken, Richtlinien und Publikationen dezentral abgelegt und ändert sich dynamisch.

Dies Entwicklung gilt grundsätzlich für unser Wissen. Dazu ist das Wissen häufig in verschiedenen Datenbanken und Formaten (Texte, Fließbilder, Graphiken, etc.) gespeichert, oder nur implizit in den Köpfen von ExpertInnen vorhanden. Eine zeitgemäße und effektive Nutzung des gesamten Wissens ist fast nicht möglich und nur einem kleinen Kreis von AnwenderInnen vorbehalten. Wie kann Wissen gespeichert und genutzt werden, um den Transfer an die nachfolgende Generation zu gewährleisten?

Die Art der Wissensaufbereitung und -repräsentation muss grundlegend geändert werden. Dazu muss das umfangreiche Fachwissen auf Basis bestehender Fachliteratur, Regelwerke und sonstiger Dokumente automatisiert aufbereitet, abstrahiert und gespeichert werden, um es in neuen Kontexten einzusetzen und einer sehr viel breiteren Anwendergruppe nutzbar zu machen. In der Prozess- und Anlagensicherheit gibt es dazu eine Reihe von Projekten und erste Erfahrungsaustausche innerhalb der Industrie. KIBOD, ein Forschungsprojekt des CSE Center of Safety Excellence, ist ein Beispiel für diese Anwendungen.

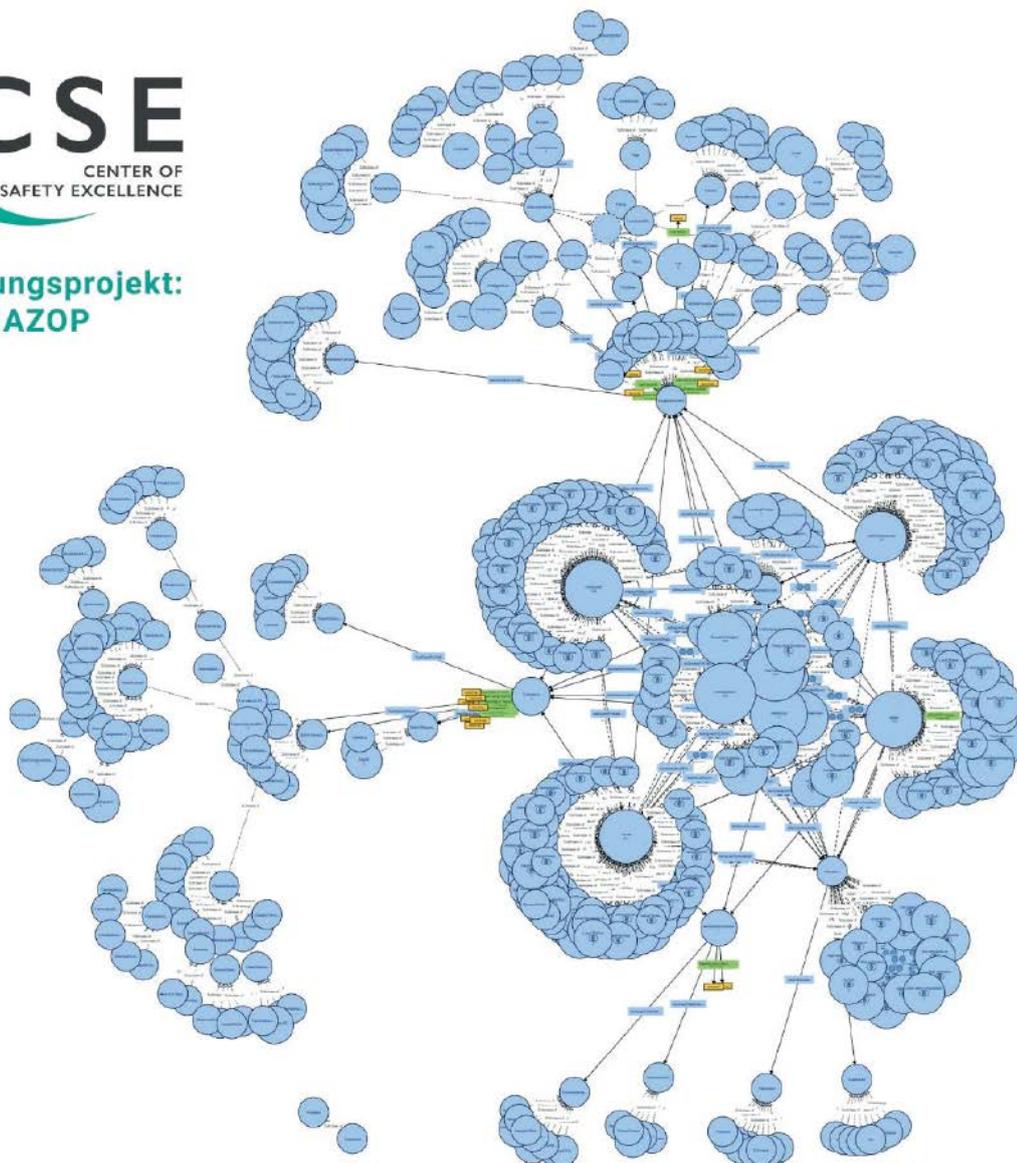
Im Gegensatz zu Natural Language Processing Systemen wie ChatGPT, die Texte probabilistisch zusammensetzen, ermöglicht es KIBOD, das Wissen semantisch zu erfassen, implizites Fachwissen zu integrieren und mit Hilfe von logischem Schließen aus der Ontologie deterministisch neue Kontexte korrekt zu bewerten.

### MetA-HAZOP – automatisierte Gefahren- und Risikoanalysen

Doch mit KI-basierten Wissensdatenbanken lässt sich noch mehr erreichen. In der Sicherheitstechnik könnten bspw. gefährliche Anla-



**Forschungsprojekt:  
MetA-HAZOP**



In MetA-HAZOP sollen Gefahren- und Auswirkungenanalysen (HAZOPs) automatisch erstellt werden. Dazu sind Wissenrepräsentationen (Ontologien) erforderlich.

© CSE

genzustände viel effizienter und vollständiger erfasst werden. Und selbst die technische Risikoanalyse könnte automatisch durchgeführt werden. Derzeit machen dies interdisziplinäre Teams mit sechs bis zehn Experten und Expertinnen unterschiedlicher Fachgebiete. Aufgrund des Umfangs und der Komplexität der technischen Anlagen dauern Risikoanalysen typischerweise mehrere Monate mit entsprechend hohen Kosten. Die Ergebnisse der Analysen hängen stark von der Erfahrung der Teilnehmer, der Moderation sowie der Kommunikationskultur ab. Künftig wird es immer weniger Experten geben, die über das notwendige Wissen verfügen. Deshalb wird in verschiedenen Projekten, z.B. an der Universität Dortmund und am CSE Center of Safety Excellence versucht, den Prozess der HAZOP zu automatisieren. Im Projekt MetA-HAZOP soll dies mit einer Ontologie, basierend auf bereits bestehenden HAZOPs, erfolgen. Es werden sehr viele HAZOP-Tabellen aus der Industrie dazu verwendet, dieses

Wissen in einer Ontologie zu repräsentieren, um daraus automatisch eine HAZOP-Tabelle für eine neue Anlage erstellen zu können. Die Umsetzbarkeit ist in einer Dissertation vom CSE Center of Safety Excellence nachlesbar<sup>[1]</sup>.

Eine große Herausforderung in MetA-HAZOP ist die Abstraktion der Informationen und Daten auf ein Minimum, das es erlaubt, eine technische Risikoanalyse zuverlässig durchzuführen, ohne für die Anwendung unbedeutende Details zu berücksichtigen. Selbst vermeintlich einfache Kontexte können zu Fehlern führen: Ist die Farbe eines Apparates relevant für die Analyse? Wenn dadurch Energie absorbiert und in den Apparat eingetragen wird, muss sie berücksichtigt werden. Allerdings reicht es, die Eigenschaft „Absorption“ zu erfassen. Teilweise werden weder die Farbe noch die Eigenschaften angegeben, weil bestimmte Apparate „immer“ mit vorgegebenen Anstrichen versehen werden, ohne dass dies dokumentiert wird (implizites Expertenwissen).

Mit MetA-HAZOP wird die technische Risikoanalyse zuverlässig und voll automatisiert möglich. Damit einher geht eine enorme Reduktion des Zeit-, Kosten- und Personalaufwands, subjektive Einschätzungen entfallen und der Einfluss von Teamzusammensetzung und sonstiger Störfaktoren ist nicht mehr relevant. Die Projekte der automatisierten HAZOP werden bereits in Erfahrungsaustauschen der Industrie wie der European Group for Advanced HAZOP Studies (EuGaH) diskutiert.

**Quantitative Risikoanalysen (QRA)  
INSPIREd**

Mit den typischen Risikomatrizen wird die Wahrscheinlichkeit für ein Ereignis längst in die deterministischen Gefahren- und Auswirkungenanalysen von Unternehmen integriert. Doch die Digitalisierung erlaubt sehr viel mehr. Spätestens mit der INSPIRE-Direktive der EU wurden Straßen, Häuser, Parks, Besiedlungsdichten, Leitungen im Boden digital erfasst und können

problemlos abgerufen werden. Es bietet sich an, diese Informationen in den Risikoanalysen zu nutzen? Besonders bei Gasleitungen, die oft vernetzt durch dicht besiedelte Gebiete führen, wäre das ein Quantensprung. Die Systeme dazu sind bereits entwickelt. Eine QRA in für technische Anlagen in dichter Besiedlung sollte zum Standard werden. Es sind weiterhin Konventionen erforderlich. Doch die Details der Analysen und damit die individuellen Maßnahmen, die zum Schutz von Menschen und Umwelt festgelegt werden können, erweitern die heutigen Sicherheitskonzepte deutlich. Auch die Öffentlichkeit könnte besser informiert werden. Die Systeme lassen sich auch für die Wartung und Instandhaltung nutzen – wie das Forschungsprojekt risked based Integrity Management (RiIM) zeigt.

**Proaktive Alarm- und Gefahrenabwehrplanung (AGAP)**

Sicherlich besteht noch Verbesserungsbedarf in der Gefahren- und Abwehrplanung. Die Chancen der Digitalisierung sind noch lange nicht genutzt. Einerseits werden in den HAZOPs alle vernünftigerweise nicht auszuschließenden Szenarien durchdacht. Jedoch werden diese Szenarien in den Gefahren- und Abwehrplänen bei den Feuerwehren im öffentlichen Bereich oft nicht hinreichend integriert. Das ist auch nicht notwendig in dünn besiedelten Gebieten. Doch bei dichter Bebauung, bspw. nahe

oder in Städten, muss dies Stand der Technik werden. Pläne zu den Anlagen, Verantwortlichkeiten und eine allgemeine Beschreibung der Szenarien sind nicht mehr zeitgemäß. Das wurde auch in der Kommission für Anlagensicherheit diskutiert. Die neuen digitalen Systeme erlauben bereits szenarienbasierte AGAPs. Im letzten Jahr wurde dazu in Kooperation mit der Berufsfeuerwehr Ludwigshafen ein neues Seminar Alarm- und Gefahrenabwehrplanung entwickelt<sup>[2]</sup>, bei dem die Methoden an Beispielen aus der Industrie gezeigt werden.

**Blick in die Zukunft – Vision**

Die Digitalisierung schreitet auch in der Prozess- und Anlagensicherheit voran. Sicherheitseinrichtungen werden intelligent und von Prozessen entkoppelt. Druckentlastung wird in Richtung Zero Emission entwickelt und die künstliche Intelligenz ermöglicht ein deutlich höheres Maß an Sicherheit. Dies zeigen die Beispiele der automatisierten HAZOPs (Meta-HAZOP), Wissensrepräsentationen wie KIBOD, aber auch die kombinierten Safety Security Analysen (sCSE) sowie die szenarienbasierten AGAPs. Selten hat es so viele Themen gegeben, die insbesondere auch junge Studierende an den Universitäten anziehen. Die Welt sicherer zu machen ist wieder en vogue und kann den Nachwuchs begeistern.

Referenzen

- [1] Berechnungsprogramm CSE-ProSAR <https://cse-prosar.de>
- [2] J. Single, „Automation of the hazard and operability method using ontology-based scenario causation models,“ Kaiserslautern, 2022.
- [3] Seminar Alarm- und Gefahrenabwehrplanung (AGAP); [https://cse-engineering.de/applied-safety/ alarm-und-gefahrenabwehrplanung-agap/](https://cse-engineering.de/applied-safety/alarm-und-gefahrenabwehrplanung-agap/)



**Prof. Dr.-Ing. Jürgen Schmidt,**  
Geschäftsführer,  
CSE Center of Safety Excellence

Wiley Online Library



**CSE Center of Safety Excellence gGmbH, Pfinztal**  
Professor Dr.-Ing. Jürgen Schmidt  
[juergen.schmidt@cse-institut.de](mailto:juergen.schmidt@cse-institut.de)  
[www.cse-institut.de](http://www.cse-institut.de) · [www.cse-engineering.de](http://www.cse-engineering.de)

DISCOVER ISPE GUIDANCE DOCUMENTS

**Shape the Future of Pharma™ with the Gold Standard in Peer-Driven Insights**

Keep up with the latest industry trends, technological advancements, and regulatory expectations. Written and reviewed by your industry peers, ISPE Guidance Documents provide best practices that help narrow the interpretation of regulatory standards and help you maintain a competitive edge in the market.

Are You Ready to Shape the Future of Pharma™?

[ISPE.org/Guidance-Documents](https://www.ispe.org/guidance-documents)

The International Society for Pharmaceutical Engineering

- Containment in der chemischen und pharmazeutischen Industrie
- Annex 1 (2022) und die Folgen
- Trends in Containment

# Containment in der Pharma- und Chemieindustrie



**Keynote Presenter Richard Denk**

*„Containment: Annex 1 und die neuen Anforderungen“*



**Benjamin Pfändler und Michael Kuhn**

*„Der neue Annex 1 und die Anforderungen an Luftströmungen und deren Visualisierung“*



**Henning Falck**

*„No way out. No way in.  
Neue, wirtschaftliche Schutzkonzepte“*



**Marianne Zick und David Green**

*„Planung einer Partikelüberwachung:  
Gedanken, die zu berücksichtigen sind“*



**Prof. Dr. Christa Schröder und  
Reinhard Schnettler**

*„Containment Wissensmanagement“*



Heute registrieren für das  
kostenfreie Webseminar

[events.bizzabo.com/Containment](https://events.bizzabo.com/Containment)

**13. März  
2024**

# Maßstäbe im Kontaminations-Monitoring in Reinräumen

## Particle Measuring Systems als globaler Partner für die Kontrolle pharmazeutischer Kontaminationen

Particle Measuring Systems (PMS) setzt Maßstäbe in Sachen Kontaminations-Monitoring in Reinräumen. Mit mehr als 60 Patenten erschaffen wir die Technologie, die es Ihnen ermöglicht, fundierte Entscheidungen zu treffen, den Prozessertrag zu verbessern und den sich ändernden gesetzlichen Anforderungen zu entsprechen.



Wir kennen die Herausforderungen, die unsere Kunden zu bewältigen haben und kümmern uns deshalb aktiv darum, bei Veränderungen in Bezug auf Branche, Fachbereich und Technologie stets auf dem Laufenden zu bleiben.

Mit mehr als 450 Mitarbeitern, über 35 Vertriebspartnern und einem lokalen Vertrieb und Kundendienst in mehr als 50 Ländern sind wir überall auf der Welt zu Hause.

### Firmengeschichte – Laser-Partikelzähler

Particle Measuring Systems ist der weltweit größte Hersteller von Laser-Partikelzählern. Wie haben wir das geschafft? Ganz einfach – wir haben Laser-Partikelzähler erfunden – ein System, das in Reinraumumgebungen exakte Daten und Ergebnisse liefert.

Seit 1972 haben wir unsere Position als führender Anbieter von Technologien in diesem Bereich ausgebaut, indem wir kontinuierlich innovative, fortschrittliche Technologien zur Detektion weiterentwickelt haben. Dabei werden regelmäßig neue Produkte in den Markt gebracht und Dienstleistungen hinzugefügt, welche sich auf aktuelle und zukünftige Herausforderungen der Branche konzentrieren.

Particle Measuring Systems wurde 1996 von Spectris akquiriert und ist eine von 13 operativen Geschäftseinheiten mit Spezialisierung

auf die Bereitstellung produktivitätssteigernder Lösungen.

Die Unternehmensprodukte und -technologien von Spectris tragen dazu bei, Produktqualität und -leistung sowie zentrale Fertigungsprozesse zu verbessern, Ausfallzeiten und Ausschuss sowie Markteinführungszeiten zu verkürzen. Der globale Kundenstamm erstreckt sich über unterschiedliche Märkte. Spectris agiert in vier Geschäftsfeldern, welche die Anwendungen und Branchen widerspiegelt, die sie bedienen: Materialanalyse, Test und Messtechnik, Inline-Instrumentierung und Industriesteuerung.

### Unternehmenskultur und -werte

Unsere Unternehmenskultur ist ebenso wichtig, wie die Technologien, die unsere Führungskräfte und Techniker entwickeln. Ganz egal, ob es um den Umgang mit unseren Kunden, unseren Mitarbeitern oder unseren Technologien geht – Particle Measuring Systems engagiert sich für herausragenden, professionellen und seriösen Service.

Unsere Unternehmenswerte von niemals endender Innovation, Stärkung der Handlungskompetenzen, absoluter Integrität, Kundenorientierung und Leistungsbereitschaft bilden die Grundlage für unser Streben nach

Exzellenz. Wir sind stolz darauf, Teil einer so bereichernden Kultur zu sein, die auf allen Ebenen und unter allen Umständen nichts weniger als ethische Verhaltensweisen und Moralvorstellungen fördert.

### Firmenphilosophie

Die Firmenphilosophie von Particle Measuring Systems besteht darin, ein differenzierter Marktführer für das Kontaminations-Monitoring zu sein, indem wir das Leistungsvermögen in der Reinraum-Herstellung durch Anwendung technologisch überlegener Lösungen, Qualitätsansprüche und Dienstleistungen, verbessern.

Sponsored by



Wiley Online Library



Particle Measuring Systems Germany GmbH,  
Darmstadt

Tel.: +49 351 8896 - 3850

pmsgermany@pmeasuring.com · <https://pmeasuring.de>

# Barriereotechnologien und Automatisierung in der Pharmaherstellung

## Umsetzung des Annex 1 des EU-GMP-Leitfadens



- Containment
- Sterilherstellung
- Annex 1



**Richard Denk, Chair COP Containment DACH ISPE und Senior Consultant Aseptic Processing & Containment, Skan**

Containment in der pharmazeutischen Industrie – Sterilherstellung – dient dem Schutz von Mitarbeitern, Umwelt und Produkten und verhindert Kreuzkontaminationen. Richard Denk, Chair COP Containment DACH ISPE und Senior Consultant Aseptic Processing & Containment bei der Skan, gibt im CITplus-Interview einen Ausblick auf seinen Vortrag im Rahmen des virtuellen ReinRaumTechnik-Events „Containment in der Pharma- und Chemieindustrie“ am 13. März.

### Welche wesentlichen Änderungen folgen aus dem Annex 1 des EU-GMP-Leitfadens?

**Richard Denk:** Als ich den ersten Entwurf des Annex 1 am 21.12. 2017 gesehen habe, war mein erster Gedanke, dass dies wesentliche Änderungen in der Sterilherstellung mit sich bringen wird. Diese Erwartung hat sich auch bis zur Publikation nicht geändert. Durch die ISPE war ich auch eingeladen an der Kommentierung der Version von 2020 teilzunehmen. Dabei wurden zu speziellen Punkten im Annex 1 Rückmeldungen aus der Industrie erwartet. Durch dieses Mitwirken über die ISPE konnten wir einige Punkte noch anpassen. Wesentliche Änderungen aus dem Annex 1 sind die geforderte Kontamination Kontroll-Strategie CCS sowie auch der Einsatz von Barriere Systemen wie RABS (Restricted Access Barrier System) oder Isolatoren, Transfersysteme, First Air, Monitoring und Automation durch robotisierte Anlagen, um nur einige zu nennen. Der Annex 1 hat einiges an neuen Anforderungen, bei denen es in etlichen Bereichen doch deutliche Anpassungen geben wird. Speziell der Bereich Barriere Systeme und Automation hat durch den neuen Annex 1 an Aufwind bekommen. Bei Barriere Systeme wurde bereits am Anfang darauf hingewiesen, dass die Systeme Ihre Vorteile haben und eine Abweichung solche einzusetzen gerechtfertigt werden muss. Das sind sehr deutliche Worte deren Umsetzung auch wir bei der Skan durch die Nachfrage von Isolatorsystemen feststellen.

Bei den Altbeständen sollte ein Gap-Analyse zum jetzigen Annex 1 durchgeführt werden und deren Umsetzung in der CCS integriert, sowie gegebenenfalls technische und organisatorische Maßnahmen implementiert werden. Bei neuen Anlagen erwartet man jedoch die exakte Umsetzung des Annex 1. Darin wird zum Beispiel gefordert, dass es zu keinem Ingress von einer niedrigeren zu einer höheren Reinraumstufe kommen soll. Daher sollte bei einer Betrachtung eines RABS-Systems das Design so gewählt werden, dass es zu keinem Öffnen der Türen während der Herstellung kommt, weil dieser Vorgang die Barriere unterbricht. Die Türen befinden sich beispielsweise in der Reinraumklasse B und der Mitarbeiter gelangt durch seinen geplanten oder ungeplanten Eingriff teilweise in den Rein-

raum A. In den letzten beiden Jahren konnte ich aktiv an vielen globalen Annex 1 Workshops zusammen mit den Behörden und vielen Teilnehmern aus der Industrie aktiv mitwirken und das Thema RABS war immer mit langen Diskussionen verbunden. Letztendlich wurde speziell von Seiten der Behörden in den USA die Erwartungen an geschlossene RABS oder Isolatoren betont. Dies führt zwangsläufig zum Einsatz von Isolatoren, da diese Technologie noch den Vorteil einer automatisierten und validierten Oberflächendeckkontamination mittels Wasserstoffperoxid hat. Zudem ist durch die Installation in Reinraumklasse C oder D – je nachdem ob es sich um einen Isolator mit kleinen Öffnungen handelt wie dies bei klassischen Fülllinien der Falls ist (Zone C) oder einen komplett geschlossenen Isolator ohne kleine Öffnungen wie zum Beispiel einen Sterilitätstest-Isolator (Zone D) handelt – auch nachhaltiger als ein RABS in der Reinraumklasse B. Nachhaltigkeit beim Einsatz von Isolatoren gehört zu den geringeren Anforderungen an die zu verwendende Reinraumkleidung,



▲ Robocell ist eine vollautomatisierte aseptische Füll-Linie mittels Robotertechnik.



E-Beam am Anfang einer aseptischen Füll-Linie ▶

### Worin liegen die größten Herausforderungen bei der technischen Umsetzung des Annex 1 in der Praxis?

**R. Denk:** Sicherlich in der Renovierung von älteren Installationen, jedoch auch bei neuen Anlagen.

## SKAN Containment Classification



Containment Pyramide

sowie die Anforderungen an das Umgebungsmonitoring um nur einige zu nennen.

Ein weiterer Punkt aus dem Annex 1 sind die Transfers in den Isolator. Die Transfers von sterilen Containern als primäres Packmittel wie Vial, Spritzen etc sowie von Verpackungen etc sollen validiert und automatisiert werden. Auch erwartet der EU-GMP-Leitfaden automatische Reinigungen und Desinfektionen beim Überschreiten von Reinraumklassen. E-Beam ist eine der wenigen Technologien, die allen Anforderungen des Annex 1 gerecht wird, um das Containment in der Zone A zu gewähren. Daher werden solche Technologien zur Oberflächensterilisation von vorsterilisierten Containern, wie Spitzen eingepackt in ein Nest mit Folien verschlossen (Tubs), enormen Aufwand erhalten.

### Welches sind die wichtigsten technischen Faktoren für das Containment in der Sterilherstellung pharmazeutischer Produkte?

**R. Denk:** Containment ist ein Wort, dass für zwei unterschiedliche Bereiche verwendet wird. Zum einen in der Steril-Herstellung als geschlossene Umgebung zum Produkt, jedoch auch bei der Herstellung von hochaktiven Substanzen. In den nächsten Jahrzehnten werden beide Bereiche eine wichtige Rolle spielen, da vermehrt neue Therapien auf den Markt kommen und beides, Produktschutz in Bezug auf Kreuzkontamination und Personenschutz, fordern. Diese neuen Therapien sind zum Beispiel Kombinationsprodukte wie ADCs Anitbody Drug Conjugates die speziell zu den gezielten Therapien von Krebs eingesetzt werden. Hier wird zum Beispiel gerade die modernste Anlage in der Welt in Pfaffenhofen an der Ilm installiert. Bei dem Projekt durfte ich von Anfang als Experte beratend wirken. Weitere neue Therapien sind mRNA. Dies kennen wir durch Covid sowie auch in der Zell- und Gentherapie, bei denen sehr häufig programmierte Viren ein-

gesetzt werden. Um zu den technischen Faktoren zu kommen, hilft der Annex 1 auch bei diesem Thema, und zwar in Bezug auf Automation mit Robotik. Vor fünf Jahren habe ich die Special Interest Group Future Robotics der ISPE DACH (Deutschland-Schweiz-Österreich) gegründet und wir veranstalten jedes Jahr ein großes Event, bei dem die besten Anwendungen mit dem Robotik Application of the Year Award ausgezeichnet werden. In diesem Jahr findet die Preisverleihung verbunden mit einem Workshop bei der Firma Roche in Kaiseraugst in der Schweiz statt. Mehr Informationen hierzu unter [www-ispe-dach.org](http://www-ispe-dach.org). Denn desto mehr automatisiert werden kann, desto weniger sind Bediener durch die Nähe zu hochaktiven Substanz gefährdet. Diese Forderung kommt auch aus dem Annex 1, jedoch um das Produkt zu schützen. Dass dies möglich ist, zeigt die gemeinsame Entwicklung der Firmen Skan und Groninger, die als erstes eine vollautomatisierte aseptische Abfüllung „Robocell“ in Isolator-Technologie entwickelt hat. Diese Entwicklung hat übrigens genau aus diesem Grunde vollautomatisiert und Annex 1 den ersten Robotic Application of the Year Award gewonnen. Ein weiterer wichtiger Faktor für Containment wird die Reinigung werden.

Das Interview führte Dr. Etwina Gandert, Chefredakteurin CITplus.

Wiley Online Library



SKAN AG, Allschwil, Schweiz  
Tel.: +41 61 485 44-44  
info@skan.ch · www.skan.com

## STAUB-ARBEITSPLÄTZE RICHTIG PLANEN

Dieses kostenlose Whitepaper enthält wichtige Hinweise zu folgenden Aufgabenstellungen:

- Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung für Arbeitsplätzen mit hoher gesundheitsgefährdender Staubexposition
- Festlegung von geeigneten Schutzmaßnahmen
- Bestimmung einer technischen Schutzmaßnahme

GRATIS  
DOWNLOAD



# Mehr Flexibilität bei Containment-Lösungen

Mit Weiss Technik sind Sie technologisch für eine erfolgreiche Zukunft bestens aufgestellt

Standardisierte Lösungen sind in der chemischen und pharmazeutischen Industrie oftmals nur bedingt geeignet, um die Arbeit mit hochaktiven Wirkstoffen effektiv und gleichzeitig wirtschaftlich abzusichern. Je nach Umgebungsbedingungen lassen sich mit Sonderapplikationen und modularen Anlagen flexiblere Lösungen für höchste Sicherheitsanforderungen umsetzen.

Weiss Pharmatechnik begann 1979 als „Start-up“ in einer Scheune in dem kleinen norddeutschen Ort Hude mit der Entwicklung von mikroprozess-gesteuerten Anlagen. Im Laufe der Jahre spezialisierte sich das Unternehmen zunehmend auf Sicherheitsarbeitsplätze, vor allem für die Pharmaindustrie. Seit 2001 gehört Weiss Pharmatechnik mit rund 100 Beschäftigten zur Unternehmensgruppe Weiss Technik und ist Teil des international agierenden Schunk-Konzerns mit weltweit mehr als 9.000 Mitarbeitern.

Der Innovationsgeist aus den Gründertagen prägt auch heute noch die Unternehmensphilosophie. Weiss Pharmatechnik ist bekannt für flexible Lösungen beim Sonderanlagenbau und speziellen Applikationen im Bereich der Sicherheitswerkbanken. So werden am Standort Oldenburg sowie in eigenen Werken in Frankreich und Rumänien u.a. Barrier-Systeme, Wiege- und Umfüllkabinen, Probenzugkabinen, Laminar-Flow-Anlagen, Sicherheitswerkbanken, Isolatoren, Reinräume, Schleusensysteme und Stabilitätsprüfsysteme nach individuellen Kundenanforderungen gefertigt.



WIBObarrier ist ein GMP-konformer Sicherheitsarbeitsplatz zum Produkt-, Personen- und Umgebungsschutz gemäß Reinraumklasse ISO 5 und ISPE-SMEPAC. Das flexible Containment-System eignet sich für das Um- und Abfüllen, Wiegen sowie den Probenzug von kritischen Substanzen bis OEB-Level 5.

© Weiss Technik

Mit der Entwicklung der einzigartigen Luftführungskonzepte WIBOjekt und WIBObarrier, der steten Weiterentwicklung der Technologien und der Expertise im Sonderanlagenbau zählt das Unternehmen zu den Marktführern.

Zum Leistungsumfang von Weiss Pharmatechnik gehört die Beratung, Entwicklung, Projektierung, Fertigung, Montage, Inbetriebnahme und Qualifizierung sowohl von Anlagen als auch von kompletten Reinräumen mit Anwender-Schulung und fachgerechtem Service. So entstehen anforderungsgerechte, individuelle Kundenlösungen aus einer Hand, die höchste Sicherheitsansprüche erfüllen und wirtschaftlich tragfähig sind. Ein flächendeckendes Service-netz in der D-A-CH-Region sorgt jederzeit für reibungslosen Betrieb.

Sponsored by



Wiley Online Library



Weiss Pharmatechnik GmbH  
Tel.: +49 441 57054-0  
info.pharma@weiss-technik.com  
www.weiss-technik.com

## WILEY

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

### Überzeugende Lösungen durch strategische Partnerschaften

Die Fachzeitschrift **ReinRaumTechnik** richtet sich an die Betreiber und Nutzer von Reinräumen in Forschung, Wissenschaft und Industrie. Im Fokus stehen neueste Entwicklungen in Reinraumbau und -planung, Lüftungstechnik, Partikelmonitoring sowie in Reinraumbekleidung und -reinigung.



**ReinRaum  
Technik**  
STERILTECHNIK  
HYGIENE  
PRODUKTION

## Elektrostatische Entladung vermeiden

RCT bietet antistatische Beutel und Folienschläuche aus Polyethylen (PE) an, wichtige Produkte für die Herstellung, Lagerung und den Transport elektronischer Bauteile. Diese

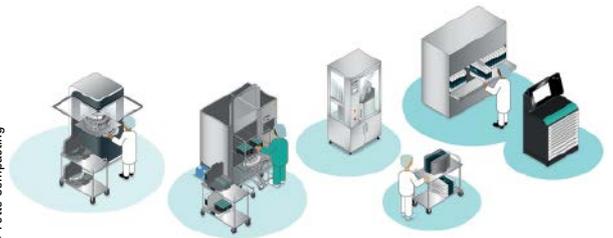
Bilder © RCT Reichelt Chemie-technik



ableitfähigen Verpackungsmaterialien helfen, elektrostatische Entladungen (ESD, „electrostatic discharge“) und somit Schäden an elektronischen Komponenten zu verhindern. Im Betrieb oder chemischen Labor kann eine elektrostatische Entladung sogar Explosionen oder Brände durch Funkenbildung verursachen. Aber bereits sehr schwache Entladungen können empfindliche elektrische Komponenten schädigen. Eine der häufigsten Ursachen ist die Kontaktaufladung. Besonders zwischen isolierenden Stoffen, wie Kunststoffen, können sich durch Reiben große Ladungsdifferenzen aufbauen, z.B. bei der Kunststoffverarbeitung, Herstellung von Verpackungsmaterialien wie Kunststofffolien oder Handhabung elektronischer Bauteile – aber auch bei der Förderung von Flüssigkeiten in aufladbaren Schläuchen. Letzteres lässt sich durch elektrisch ableitfähige, sog. antistatische Schläuche unterbinden. Für Vorgänge wie das Befüllen von Laborbehältern stehen antistatische Kanister und ableitfähige Ablasshähne zur Verfügung. Als ableitfähig bezeichnet man Materialien mit einem Oberflächenwiderstand zwischen 10<sup>5</sup> und 10<sup>9</sup> Ohm, bei kleiner als 10<sup>5</sup> Ohm gelten Materialien als elektrisch leitfähig. Antistatische Beutel und Folienschläuche für die Verpackungsindustrie schützen Waren vor Nässe und Schmutz und bieten effektiven Schutz vor elektrostatischen Entladungen. Massenkunststoffe wie PE sind Isolatoren. Ableitfähige Antistatikverpackungen lassen sich herstellen, indem das Verpackungsmaterial mit einer leitfähigen Beschichtung versehen wird, z.B. durch Auftragen leitfähiger Lösungen und Trocknung, durch Aufdampfen von Metall oder Aufbringen metallisierter Folien. Größe und Form reichen von kleinen Beuteln für mikroelektronische Bauteile, wie Platinen oder Grafikkarten, bis hin zu großen Folienschläuchen für den Transport empfindlicher elektronischer Geräte. Neben Standardfolien bietet das Unternehmen ESD-Folienbeutel sowie ESD-Folienschläuche zum Schutz elektrostatikgefährdeter Bauteile (EGB) an. Sie sind aus einem modifizierten, permanent antistatischen PE mit ca. 10<sup>4</sup> Ohm gefertigt, durchgängig leitfähig und verschweißbar. Aminfreie Folienschläuche und Folienbeutel sind transluzent und rosa eingefärbt, der für einen ESD-Grundschatz festgelegten Farbe. Dieses Verpackungsmaterial reicht in vielen Fällen bereits aus, um elektrostatisch gefährdete Leiterplatten und andere elektronische Baugruppen zuverlässig zu verpacken. Die Elektroleit-Verpackungsbeutel und -Folienschläuche sind dagegen schwarz, ihnen wurden zur Erhöhung der Leitfähigkeit Rußpartikel beige-setzt. Die schwarzen ESD-Verpackungen bieten einen noch höheren Schutz gegen elektrostatische Entladungen für besonders empfindliche Waren. Die ESD-konforme Schlauchfolie wird in Rollenkonfektionierung geliefert, kann individuell geschnitten und bei Bedarf mittels Schweißgerät versiegelt werden. [www.rct-online.de](http://www.rct-online.de)

## Tablettierwerkzeuge einfach handhaben und pflegen

© Fette Compacting



In der Produktion von Medikamenten und Nahrungsergänzungsmitteln leisten Tablettierwerkzeuge einen wesentlichen Beitrag. Um zu gewährleisten, dass sich die empfindlichen Komponenten, wie Stempel, Matrizen und Segmente, jederzeit in einem einwandfreien Zustand befinden, hat Fette Compacting zusammen mit Partnern das Handling- und Pflegesystem EasyCare entwickelt. Ein zentrales Element ist der Tri.Easy-Werkzeugkoffer, mit dem sich Tablettierwerkzeuge in einem einzigen Behälter geschützt transportieren und lagern lassen. Die Trays der Koffer passen exakt in eine vollautomatische Reinigungsanlage der Firma Aruna. Mit Reinigungs- und Korrosionsschutzmitteln von Borer Chemie werden die Werkzeuge rückstandsfrei gereinigt und anschließend mit einer Maschine von Nortec automatisch poliert. Mit diesen GMP-konformen Systemelementen wird eine Gesamtlösung für den sicheren und effizienten Umgang mit Tablettierwerkzeugen angeboten. In Ergänzung dazu ermöglicht das Toolmanagementsystem PartSite der Firma Gühring eine systemgestützte Verwaltung der Werkzeuge und Maschinenteile. Die Software liefert Informationen über den Zustand und die Verfügbarkeit der Werkzeuge und sorgt dadurch für eine verlässliche Tablettenproduktion. [www.fette-compacting.com](http://www.fette-compacting.com)

Powder-Handling und Containment-Technologie made in Switzerland



## Sicheres Handling von Gefahrstoffen

Novindustria bietet Containment-Lösungen von einfachen staubarmen Pulver-Handling-Anlagen (OEB 1) bis hin zu Abfüll- und Dosieranlagen für hoch-toxische Produkte (OEB 5 & höher).



**novindustria**

Powder Handling Technology

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



### Gasqualitätsparameter mit Ultraschall in Echtzeit

Die Diversifizierung der Bezugsquellen für Erdgas, z.B. durch den steigenden Anteil von LNG sowie durch die perspektivisch wachsende Einspeisung von erneuerbaren Gasen wie Biogas und Wasserstoff, stellt die Netzbetreiber vor große Herausforderungen. Unterschiedliche Gaszusammensetzungen bedeuten unterschiedliche Kompressibilitätsfaktoren und Energiegehalte.

Nur ein Bruchteil der Durchflussmessstellen ist vor Ort mit einem Gaschromatographen ausgerüstet, mit dem die Zusammensetzung des Gases genau analysiert werden kann. Mit dem Dynamic Gas Master (DGM) der Gasdurchflussmesserserie Fluxus G bietet Flexim nun die Möglichkeit, Parameter wie Kompressibilität, Molekulargewicht und Dichte simultan zum Durchfluss in Echtzeit zu bestimmen und somit den korrekten Normvolumenstrom auszugeben. Die Analytikfunktion des DGM beruht auf der Messung der Schallgeschwindigkeit: Dieselben außen auf dem Rohr montierten Clamp-on-Sensoren, die über die Messung der Laufzeitdifferenz zur Bestimmung des Volumenstroms genutzt werden, erfassen simultan die Schallgeschwindigkeit des innen strömenden Mediums. Diese ist eine stoffspezifische Größe. Auf der Basis von AGA 10 und GERG 2008 sowie der Auswertung der empirischen Daten aus mehreren Tausend Messstellen wurde das Gerät entwickelt, das Schallgeschwindigkeit, Druck und Temperatur mit Gasqualitätsparametern verknüpft. Versuchsreihen in unabhängigen Testlabors bestätigten dessen Leistungsfähigkeit und Genauigkeit, u.a. bei der Durchflussmessung von Erdgas-Wasserstoff-Gemischen. Das Messsystem kann ohne Zusatzrohre an jeder Stelle im Leitungssystem eingesetzt werden und eignet sich damit zur Qualitätsüberwachung des gesamten Netzes. [www.flexim.com](http://www.flexim.com)

### SF<sub>6</sub> präzise messen

Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>), ein farb- und geruchloses Gas, spielt eine entscheidende Rolle in der elektrischen Industrie. Die elektrische Isolierfähigkeit von SF<sub>6</sub> ist etwa dreimal so hoch wie die von Luft, was es zu einem erstklassigen Isolier- und Schaltgas in Mittel- und Hochspannungsanwendungen macht. In Hochspannungsanlagen und Schaltanlagen dient es dazu, Kurzschlüsse und Lichtbögen zu verhindern und die Effizienz zu steigern. Reines SF<sub>6</sub> wird als Standardfüllung in gasisolierten Schaltanlagen (GIS) verwendet. Doch im Laufe der Zeit verunreinigen sich Gasräume durch das Eindringen von Wasserdampf aufgrund von Permeation und Desorption von internen Materialien. Obwohl Wasserdampf und SF<sub>6</sub> normalerweise nicht miteinander reagieren, können sie in der Gegenwart einer Hochenergieentladung dazu führen, dass Wasserstoff und Sauerstoff aus dem Wasserdampf mit Schwefel und Fluor aus dem SF<sub>6</sub> reagieren. Dies führt zur Bildung von Zersetzungsnebenprodukten wie Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) und Fluorwasserstoff (HF), die die internen Komponenten von Gasräumen korrodieren können. Die Verwendung von SF<sub>6</sub> mit niedrigem Wasserdampfgehalt (geringe Luftfeuchtigkeit) ist entscheidend, um das Risiko der Bildung dieser korrosiven Verbindungen zu minimieren. Process Insights hat eine Technologie für die präzise Überwachung von Luftfeuchtigkeit, SF<sub>6</sub>-Reinheit und SO<sub>2</sub>-Konzentration in SF<sub>6</sub>-isolierten Schaltanlagen und anderen Hochspannungsgeräten entwickelt: Das MBW Calibration Model 973-SF<sub>6</sub> ist ein fortschrittlicher SF<sub>6</sub>-Gasanalysator, der eine hochwertige und umweltfreundliche Messlösung in einer einzigen eigenständigen Einheit bietet. Damit werden präzise Messdaten gewonnen, die einen Beitrag zur vorbeugenden Wartung von GIS-Anlagen leisten und so die Effizienz und Lebensdauer von Hochspannungsanlagen zu erhöhen und gleichzeitig die Umweltbelastung zu verringern. [www.process-insights.com](http://www.process-insights.com)



### Wasserstoffpermeation rasch und einfach bestimmen



Wasserstoff gilt als Energiespeicher der Zukunft. Er wird in Elektrolyseuren an Elektrodenoberflächen elektrochemisch generiert. Auch bei galvanischen Prozessen oder beim kathodischen Korrosionsschutz kann Wasserstoff

auf der Materialoberfläche entstehen – hier als unerwünschte Nebenreaktion. Bei den genannten Fällen können die gebildeten Wasserstoffatome in das Innere des Elektrodenmaterials eindringen und Wasserstoffversprödung verursachen. Daher ist es wichtig, die Wasserstoffpermeation in dem jeweiligen Material experimentell zu ermitteln. Metrohm bietet ein Kit zur einfachen Bestimmung der Wasserstoffpermeation von Materialien gemäß Norm ASTM G148 ein. Es besteht aus zwei Potentiostaten, einer Software und einer Devanathan-Stachurski-Zelle. Die Software enthält eine dedizierte Methode und Fit-Algorithmen, mit dem der Diffusionskoeffizient des Wasserstoffs automatisch bestimmt wird. Nach einer kurzen Messdauer mit dem einfachen und kostengünstigen Messaufbau erfolgt die automatische Auswertung und Berechnung der effektiven Diffusionskonstante des atomaren Wasserstoffs. Für hohen Probendurchsatz ist das System auch als Mehrkanalsystem erhältlich. [www.metrohm.com](http://www.metrohm.com)

### Maximaler Schutz gegen minimalen Überdruck

Mit dem neuen Sicherheitsventil Ultravent 6 sind in gasetechnischen Anlagen auch kleinste Druckanstiege ab 5 mbar kontrollierbar. Angelehnt an DIN EN ISO 4126-1 bietet die sehr kompakte Armatur von Witt eine besonders gute Abblaseleistung und ein auch im Millibar-Bereich hoch reproduzierbares Öffnungs- und Schließverhalten. Sensible Anlagen, Behälter und Produktionsprozesse sind so sicher und zuverlässig gegen Überdruck geschützt. Beispielsweise bieten die Sicherheitsventile die geforderte Präzision und Durchflusskapazität zur Absicherung von Wasserstoff-Elektrolyseuren bis 270 °C. Daneben können sie als Vakuumbrecher oder Regelventile verwendet werden. Das Modell 6 ist das bislang erste und kleinste Ventil dieser neuen Produktreihe. Weitere Modelle sollen in Kürze folgen. Das direkt wirkende, federbelastete Ventil öffnet gezielt bei Überschreiten des Öffnungsdrucks und bläst ab. Nach dem Druckausgleich schließt es automatisch. Als rein mechanische Lösung ist das Sicherheitsventil deutlich unkomplizierter, wirtschaftlicher und zuverlässiger als komplexere Kombinationen aus Drucktransmitter und Magnetventil. Der Anwender kann nun deutlich kompaktere Ventile in seinen Anlagen einsetzen, ohne Kompromisse bei Leistung und Sicherheit einzugehen. [www.wittgas.com](http://www.wittgas.com)



# CITplus

Das Praxismagazin für Verfahrens- und Chemieingenieure

## Wann ist sicher wirklich sicher?

### Technische Sicherheit in der Prozessindustrie

Die funktionale Sicherheit nimmt innerhalb der technischen Sicherheit eine herausragende Position ein. Es dürfen in der Anlage keine Fehlerzustände auftreten, die eine unverträglich hohe Gefährdung durch den Ausfall einer Sicherheitsfunktion verursachen könnten. In Bereichen wie der Maschinensicherheit wird die funktionale Sicherheit oft durch Kenngrößen wie dem Performance Level (PL) oder dem Safety Integrity Level (SIL) nachgewiesen. Um Risiken kalkulierbar zu machen, werden entsprechend SIL-qualifizierte Messgeräte und Maschinen eingesetzt. Allerdings ist inzwischen der Aufwand, um alle regulatorischen und technischen Sicherheitsanforderungen zu erfüllen sehr hoch.

Sonderteil Technische Sicherheit

### Weitere Themen

- |  |       |
|--|-------|
| ■ CFK-Behälter wasserstofftauglich machen              | S. 26 |
| ■ Potenziale des digitalen Sicherheitszyklus nutzen    | S. 28 |
| ■ OT-Security von Anfang an einplanen                  | S. 32 |
| ■ Wenn Explosionsschutz auf Maschinensicherheit trifft | S. 34 |
| ■ Sicher ist sicher                                    | S. 36 |



© wladimir1804 - stock.adobe.com

# Zugelassen nach der Druckgeräterichtlinie

## Kohlenstoffaserverstärkte Kunststofftanks für Wasserstoff halten dem Druck stand



### Keywords

- *Druckgeräterichtlinie, DGRL*
- *CFK-Behälter*
- *Wasserstoff*

Weil sie aus einem kohlenstoffaserverstärkten Kunststoff (CFK) gefertigt sind, bieten platzsparende CFK-Druckbehälter Gewichts- und Stabilitätsvorteile gegenüber Modellen aus Metall. Sie kommen auch in Anlagen zum Einsatz, die mit Wasserstoff arbeiten. Vor ihrem Einbau in stationäre Anwendungen, die in den Geltungsbereich der Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU (DGRL) fallen, müssen sie jedoch erst gemäß DGRL zugelassen werden. TÜV Süd hat hierzu ein Prüfprogramm entwickelt und bei einem Weltmarktführer für Wasserstoffspeicher erfolgreich angewendet.

Druckbehälter aus CFK sind leicht, stabil und platzsparend. Durch ihre Leichtigkeit sind die Tanks perfekt geeignet, um darin H<sub>2</sub> oder andere Gase zu transportieren oder zu lagern. Für die Speicherbehälter aus kohlenstoffaserverstärktem Kunststoff gibt es jedoch noch weitere Anwendungsgebiete: Bestehen Tankbehälter bspw. in Lkw-Zugmaschinen oder Personbussen aus CFK anstatt aus Metall,

kann das bis zu einer halben Tonne weniger Gewicht und damit einen deutlich geringeren Kraftstoffverbrauch bedeuten. Die Kosten und der Schadstoffausstoß im Lasten- und Personentransport sinken in der Folge. Ein weiterer Vorteil der kohlenstoffaserverstärkten Tanks: Da das Material stabiler ist, können sie damit mehr Gas oder Flüssigkeit speichern als Metallbehälter, die unter gleichen Gegebenheiten

kleiner ausfallen müssten. Nicht zuletzt halten CFK-Behälter 20 Jahre oder sogar länger, was sie als Investition sehr interessant macht.

### Halten kohlenstoffaserverstärkte Behälter dem Druck stand?

Zwar gilt ihr Material als stabil bei Ausdehnungen, aber diese für die Marktfähigkeit so entscheidende Frage muss nachvollziehbar und

seriös beantwortet werden. TÜV Süd hat deshalb ein Prüfprogramm speziell für Druckbehälter des Typs IV entwickelt. Diese fallen in den Geltungsbereich der DGRL. Einer der ersten Kunden, der den Prüfdienstleister in diesem Zusammenhang beauftragt hatte, ist ein global führender Hersteller von Wasserstofftanks. Das Expertenteam von TÜV Süd überprüfte im Auftrag des Unternehmens Hochdrucksysteme, die aus verschiedenen Modulen bestehen und H<sub>2</sub> transportieren sollen. Für diese Art von Prüfungen betreibt der Hersteller ein eigenes Testgelände auf europäischem Territorium. Neben der Übereinstimmung der Behälter gemäß DGRL sollen die Prüfungen sicherstellen, dass die Qualität in der Fertigung auf einem kontinuierlich hohen Niveau liegt.

**Eigenschaften von CFK und Wasserstoff beachten**

Obwohl sie viele positive Materialeigenschaften haben, gilt es einige Themen bei der Prüfung von CFK-Druckbehältern zu beachten. Eine Besonderheit ist z.B. die so genannte Wasserstoffpermeation, bei der H<sub>2</sub> nach außen dringt. Dagegen schützen soll ein Liner im Inneren der Druckbehälter, der bei falscher Handhabung allerdings schnell zerstört und damit defekt wird. Neben Betankungsvorgängen sind sehr schnelle Wechsel der Druckverhältnisse oder Temperaturen sowie Stöße schädlich für den Liner. Eine gewisse Stabilität sollte aber vorhanden sein und ist bei einer Prüfung zu testen.

Dazu hat Wasserstoff die Eigenschaft, dass das Gas in Kombination mit Sauerstoff explosive Gemische bilden kann – je nachdem wie hoch die Wasserstoffkonzentration im Gemisch ist. Das zeigt, dass die Dichtigkeit der CFK-Druckbehälter essenziell für die Sicherheit ist und der Verlust von Wasserstoff nach außen mehr als ein Umweltrisiko und einen

möglichen finanziellen Verlust darstellt. Im Rahmen der Zulassung nach DGRL 2014/68/EU werden vom Hersteller Grenzen hinsichtlich Temperaturen (TS), Druck (PS), Lastwechsel und Drucksteigerungsraten festgelegt. Durch das Prüfkonzept wird sichergestellt, dass die Behälter innerhalb dieser Grenzen dicht und stabil bleiben.

Dass kohlenstofffaserverstärkte Kunststoffe eine gute Korrosionsbeständigkeit aufweisen, ist unbestritten ein weiterer Vorteil. Da allerdings nicht nur CFK-Materialien in den Anlagen verbaut werden, müssen auch Bauteile im Umfeld der Druckbehälter auf ihre Korrosionsanfälligkeit hin überprüft werden. Besonders wichtig ist das bei Metallteilen, die mit dem Wasserstoff in Kontakt kommen, ihn leiten oder halten müssen. Dort könnte Korrosion schwerwiegende Folgen haben. Außerdem können andere Stoffe, wie sie bspw. in der Chemieindustrie zum Einsatz kommen, Korrosion begünstigen und verursachen. Gewissenhafte Risikobewertungen auf Basis der gültigen gesetzlichen Vorgaben sind für Hersteller und Betreiber deshalb unabdingbar.

**Eingehende Prüfungen nach allen relevanten Vorschriften**

Wichtig für Hersteller von Hochdruck-Behältern ist, sich über die anzuwendenden rechtlichen Standards ein klares Bild zu verschaffen. Diese können je nach Land bzw. Wirtschaftsraum variieren und erfahrene Prüfdienstleister bieten dafür wichtige Unterstützung. Ebenfalls relevant ist die Betrachtung der CFK-Druckbehälter und aller mit ihnen in Verbindung stehenden Teile und Materialien. Dazu ist es vorteilhaft, einen Dienstleister zu wählen, der umfangreiche Tests des Materials durchführen kann.

Zum Prüfverfahren von TÜV Süd gehören Berechnungen, wechselnde Belastungen

(Zyklentest) der CFK-Druckbehälter sowie Versuche, bei denen sie zum Bersten oder Brennen gebracht werden sollen. Damit lässt sich nachweisen, dass selbst anspruchsvollste Sicherheitsvorgaben eingehalten werden und ein Zertifikat auf Basis der DGRL (PED 2014/68/EU) vergeben werden kann. Für CFK-Druckbehälter in Fahrzeugen ist zusätzlich die UN-Regel Nr. 134 relevant, für mobile Tanks die TPED 2010/35/EU.



**Dimitrios Kazaklis** (SFI), Seniorexperte für Anlagensicherheit, TÜV Süd Industrie Service, Essen



**Josef Kogler**, Leiter der Prüf- und Inspektionsstellen und der Notifizierten Stellen, TÜV Süd Landesgesellschaft Österreich

Wiley Online Library

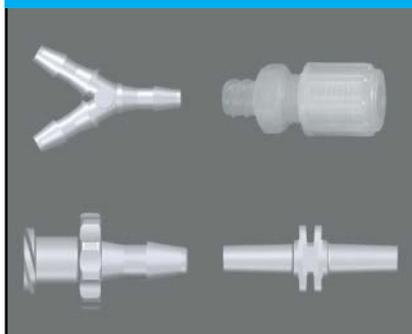


**TÜV SÜD Industrie Service GmbH, Essen**  
Niederlassung Essen, Abteilung Anlagensicherheit  
dimitrios.kazaklis@tuvsud.com  
www.tuvsud.com/de-is

**TÜV SÜD Landesgesellschaft Österreich GmbH, Kapfenberg, Österreich**  
Tel.: +43 5 0528 - 4513  
josef.kogler@tuvsud.com · www.tuvsud.com/at

**Mikro-Schlauchverbinder für die Analytik und Labortechnik**

**www.rct-online.de**



**Mikro-Schlauchverbinder und Verschraubungen**

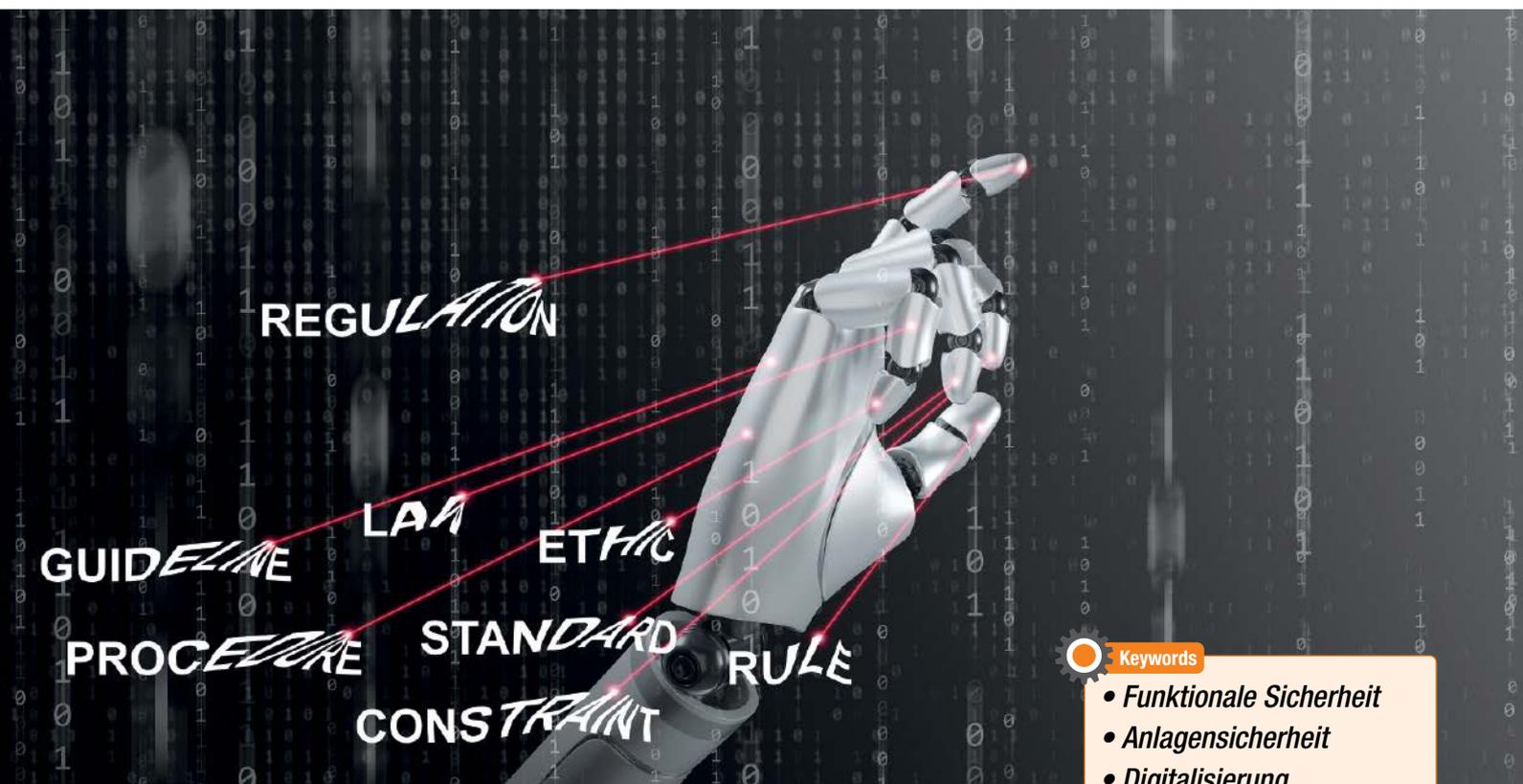
- **Viele Ausführungen und Verbindungsmöglichkeiten**  
Luer-Lock-Adapter, Schlauchtüllen, Schlauchverschraubungen, Tri-Clamp-Verbinder, Kapillar-Verbinder, Steckverbinder
- **Gefertigt aus hochwertigen Werkstoffen**  
Fluorkunststoffe, Edelmetalle, Polyolefine, Polyamide u.v.m.
- **Chemikalienresistent,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



**Richtel 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





# Potenziale des digitalen Sicherheitszyklus nutzen

## Digitalisiertes Management der funktionalen Sicherheit

Anlagenbetreiber stehen vor vielfältigen Herausforderungen wie Fachkräftemangel, Internationalisierung, Betriebserlaubnis und Druck zur Produktivitäts- und Effizienzsteigerung. Ein neuer und ganzheitlicher Ansatz zur Digitalisierung des Sicherheitslebenszyklus eröffnet jetzt neue Potenziale und hilft dabei, die Herausforderungen zu meistern.

In Unternehmen der Prozessindustrie werden die Risiken, die von einem Prozess für Mensch und Umwelt ausgehen in einer Risikobetrachtung ermittelt und das Sicherheitskonzept regelmäßig überprüft. Sicherheitseinrichtungen sorgen dafür, dass die Anlage unter allen Bedingungen in einen sicheren Zustand gebracht werden kann – man spricht hier von der funktionalen Sicherheit, sofern diese Funktionen gesteuert ablaufen. Zu den Pflichten der Betreiber von Anlagen in der Prozessindustrie gehört es sicherzustellen, dass die einschlägigen Vorschriften für den Betrieb von Sicherheitseinrichtungen jederzeit eingehalten werden. Denn die Konformität mit dem Regelwerk bildet die Voraussetzung für die Betriebsgenehmigung einer Anlage. Doch das Regelwerk ist

inzwischen enorm umfangreich und die geforderten Prozesse für Prüfung, Nachweis und Dokumentation sind komplex. Ein neuer digitaler Ansatz hilft dabei, den Aufwand für Planung, Betrieb und Lebenszyklusmanagement der Sicherheitssysteme im Rahmen zu halten.

### Traditionelle Vorgehensweise führt zu einem hohen Aufwand

Dass dies so ist, liegt an der Art und Weise, wie funktionale Sicherheit bisher gemanagt wird: Zunächst legen Experten die Standards für Abläufe, Tools und Templates fest. Eine wichtige Rolle spielt dabei auch das Trainingskonzept, mit dem das Know-how zur funktionalen Sicherheit und zu den festgelegten Standards in die Organisation getragen wird. In großen Unter-

nehmen werden diese in allen Betrieben und Werken auf der Welt möglichst gleichermaßen etabliert. Im Zuge dessen wird schließlich auch festgelegt, wer für die Umsetzung der standardisierten Abläufe im Rahmen der funktionalen Sicherheit verantwortlich ist und das Management der funktionalen Sicherheit wird von lokalen Gruppen in den Betrieben angewendet: Das beginnt bei der Risikobewertung einer Anlage über die Auslegung der Sicherheitskreise bis hin zu regelmäßigen Prüfungen und der Dokumentation. Der Informationsfluss zwischen all diesen Schritten wird in der Regel manuell organisiert.

Diese Vorgehensweise hat eine ganze Reihe an Nachteilen: Einerseits ist sie enorm aufwendig, andererseits bleibt unklar, inwieweit die festgelegten Standards und Abläufe in der Betriebs-



©OleCNX - stock.adobe.com

praxis auch tatsächlich umgesetzt werden. Weil Daten und Erfahrungen aus den Betrieben dabei manuell gesammelt werden und auch der Informationsfluss zwischen Umsetzungsteams und Experten meist nur zufällig geschieht, lassen sich die Prozesse zur funktionalen Sicherheit nur schwer pflegen und verbessern. Dadurch riskieren Betreiber latent die Konformität zu den einschlägigen Regelwerken, insbesondere den Vorgaben der IEC 61511. Und das kann gravierende Konsequenzen haben: 80 % der Ursachen für Unfälle in Betrieben der Prozessindustrie lassen sich auf menschliche Faktoren zurückführen. Um die Sicherheit in diesen Anlagen zu gewährleisten, ist es deshalb notwendig, sich auf die Supportprozesse zu fokussieren. Nur so lässt sich vermeiden, dass durch Fahrlässigkeit oder gar grobe Fahrlässigkeit Fehler entstehen, welche die Gesundheit von Menschen, die Umwelt und die Anlage beeinträchtigen können. Das Management der funktionalen Sicherheit und die Dokumentation der Maßnahmen dient nicht zuletzt auch dazu, strafrechtliche Konsequenzen für Mitarbeitende und Management zu vermeiden.

**Betriebssystem für digitales Management der funktionalen Sicherheit**

Einen Ausweg aus dem Dilemma Norm-konforme funktionale Sicherheit mit vertretbarem Aufwand zu erreichen, bietet die Digitalisierung. Die Hima SLD-Lösungen (Safety Lifecycle Digitalization) für den gesamten Sicherheitslebenszyklus kombinieren unterschiedliche Bausteine, um die Implementierung digitaler Workflows

zu ermöglichen. Dabei werden Daten aus den Produktionseinheiten gesammelt und mit den Auslegungsdaten der jeweiligen Einheit verglichen. Auf diese Weise wird die Gültigkeitsgrundlage der Betriebsgenehmigung automatisch überwacht. Dieses Vorgehen erschließt weiterführende Verbesserungspotenziale zur Steigerung der Sicherheitsperformance und der Produktivität. Dabei liefert die Digitalisierung der funktionalen Sicherheit einen Mehrwert und die Umsetzung wird als ganzheitlicher Prozess gesehen: vom Engineering über den Betrieb bis hin zu Erweiterungen und Änderungen. Digitalisierung bietet so die Chance, das Handling der Sicherheitstechnik für die Anlagenbetreiber effizienter zu gestalten und deutlich zu vereinfachen.

Im Vergleich zur oben beschriebenen traditionellen Vorgehensweise basiert der Ablauf des Managements der funktionalen Sicherheit bei Hima SLD auf einer digitalen Arbeitsumgebung, die den gesamten Lebenszyklus umfasst. Bereits die Auslegung der Sicherheitsmaßnahmen und -kreise geschieht in einem digitalen Functional Safety Workspace. Der ganzheitliche Ansatz reicht dann über eine digitale Trainingsumgebung, das Ausrollen digitalisierter Prozesse bis hin zu den verantwortlichen Personen und Gruppen in den Betrieben. Arbeitsabläufe bei regelmäßigen Aufgaben im Betrieb – bspw. Wiederholungsprüfungen – werden genauso digitalisiert, d.h. die Arbeitsschritte laufen nach dem manuellen Start der Prüfungen

gen automatisch ab und werden dokumentiert. In der digitalen Arbeitsumgebung wird völlig transparent, wer in der Organisation welche Arbeiten und Entscheidungen genehmigt, wer welche Trainings absolviert hat und wo noch Trainingsbedarf besteht. Und weil die Daten lückenlos in beiden Richtungen – von den Experten und Verantwortlichen hin zu Betriebs- und Wartungspersonal als auch zurück fließen, lassen sich diese nicht nur rechtssicher dokumentieren, sondern auch für Optimierungsprojekte nutzen. Mehrwert aus der Digitalisierung entsteht dabei in allen vier wesentlichen Bereichen:

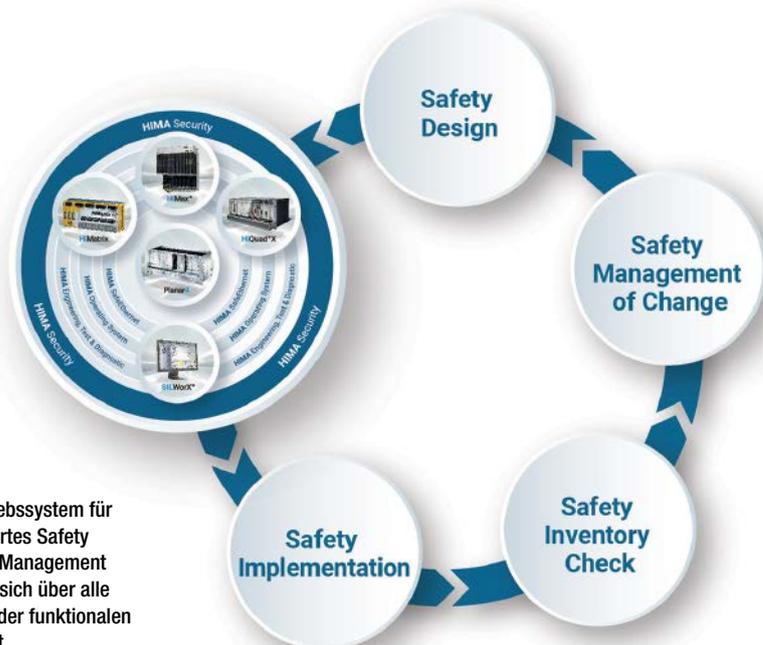
- 1. In der Kombination aus Safety und Security (Safety and Security),
- 2. einem stets regelwerkskonformen Betrieb (Enduring Compliance),
- 3. einem vereinfachten Engineering (Streamline Engineering),
- 4. einem wirksamen Änderungsmanagement (Effective Management of Change).

**Digitalisierte Prüfabläufe führen zu signifikanten Einsparungen**

Wie groß der Nutzen für den regelwerkskonformen Betrieb ist, verdeutlicht das Beispiel der wiederkehrenden Prüfung von Sicherheitseinrichtungen. Durch sie wird in der Praxis getestet, ob eine Sicherheitseinrichtung im Anforderungsfall auch tatsächlich funktioniert. Traditionell nehmen Anlagenbetreiber dafür die As Built-Dokumentation zur Hand. Aus die-

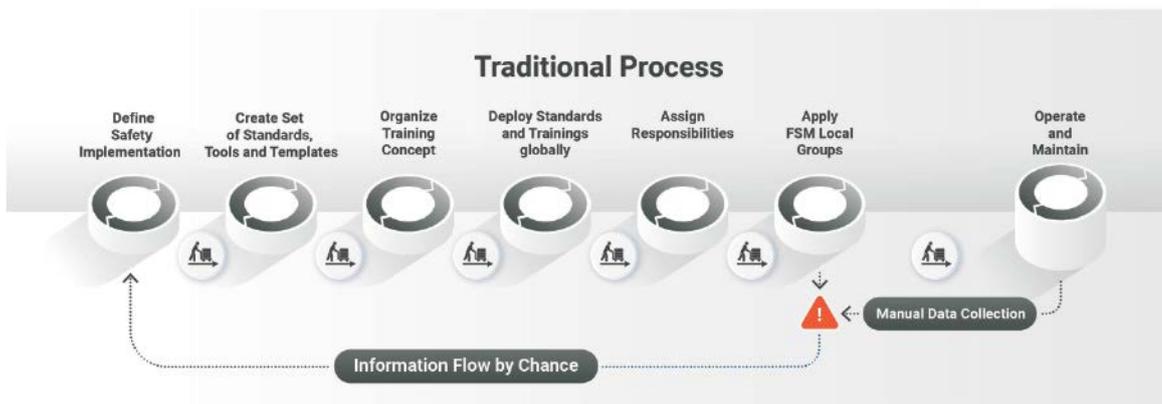
**Operating System for Digitalized Safety Lifecycle Management**

© Hima

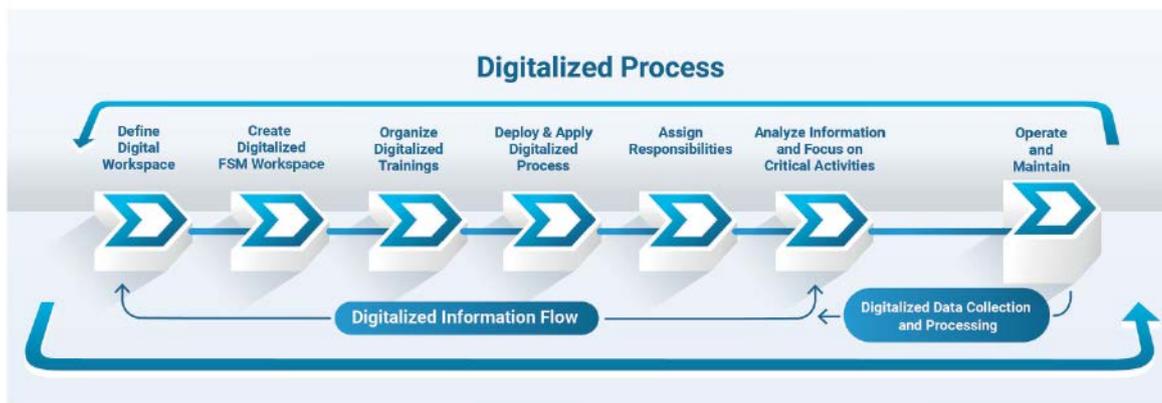


Das Betriebssystem für digitalisiertes Safety Lifecycle Management erstreckt sich über alle Facetten der funktionalen Sicherheit.

# Functional Safety Management System



Management der funktionalen Sicherheit auf traditionelle Weise (oben) und digitalisiert (unten).



© Hima

ser geht hervor, wo und welche Prüfungen durchgeführt werden müssen. Im Wartungsmanagementsystem werden dann Arbeitsaufträge erstellt, die vom Fachpersonal in der Anlage durchgeführt werden. Dabei werden bspw. Sicherheitseinrichtungen überbrückt, die Verkabelung von Messkreisen gelöst und die Funktion der Sicherheitseinrichtungen auf Niveau der Einzelkomponenten überprüft. Anlagenkomponenten wie Rohre, -verbindungen und Ventile werden auf Korrosion oder Undichtigkeiten geprüft. Für alle Vorgänge werden Testberichte erstellt und danach meist manuell von Safety-Experten bewertet und Handlungen abgeleitet. Auch hier sind die Fehlermöglichkeiten vielfältig und Informationsverluste vorprogrammiert.

Digitalisierte Abläufe bis hin zu automatischen Tests tragen nicht nur dazu bei, Fehler und Informationsverluste zu eliminieren, sondern sorgen aufgrund stringenter Abläufe für mehr Sicherheit. Darüber hinaus entfallen Eingriffe in die Verdrahtung der Anlagen, da die notwendigen Tests zum Bestandteil der SIS Funktionalität werden. Auf diese Weise kann bspw. automatisch überwacht werden, ob das zu Online-Prüfzwecken notwendige Überbrücken von Sicherheitseinrichtungen wieder rückgängig gemacht wurde. Durch die automatisierte Erfassung und Dokumentation der

Testergebnisse sinkt der Aufwand für die wiederkehrende Prüfung erheblich. Der digitale Ablauf ermöglicht zudem neue Analyse- und Optimierungsmöglichkeiten – bspw. indem Kennzahlen (sogenannte Prozess-KPIs) automatisch dargestellt werden – und stellt sicher, dass eine funktionierende Feedback-Schleife vom Betrieb zu den Sicherheitsexperten entstehen kann. In der Praxis berichten Anwender von Einsparungen von bis zu 70 %. Weil der digitalisierte Ablauf komplett nachvollziehbar ist, honorieren Versicherungen teilweise sogar das Plus an Sicherheit mit niedrigeren Versicherungsprämien.

Der nächste logische Schritt sind vollautomatische Prüfungen, wie sie sich mit dem Smart Safety Test von Hima realisieren lassen. So ist es bspw. möglich, mit regelmäßigen Teilstestprüfzyklen für Armaturen mit Sicherheitsfunktion, die einen Anlagenstillstand erfordern, deutlich zu verlängern – und weniger Stillstand bedeutet mehr Produktivität. So ist es z.B. Evonik gelungen, mit dem Smart Safety Test die Zyklen zwischen Anlagenstillständen einer Propen-Destillationsanlage von einem auf drei Jahre zu verlängern.

Die Digitalisierung hilft Anlagenplanern und -betreibern dabei, den Aufwand für Maßnahmen der funktionalen Sicherheit zu senken und gleichzeitig die Sicherheit zu erhöhen. Die Hima

Safety Lifecycle Digitalization ist eine Gesamtlösung für eine ganzheitlich digitalisierte Sicherheitsumgebung. Darüber hinaus eignet sich der modulare Ansatz für individuelle anwendungsspezifische Lösungen, um Schwachstellen zu eliminieren oder neue Möglichkeiten zu nutzen.



**Peter Sieber,**  
Vice President of  
Strategic Marketing,  
Hima Group



**Marco Turdo,**  
Global Lead Consultant  
in Digital Safety,  
Hima Group

Wiley Online Library



**HIMA Paul Hildebrandt GmbH, Brühl**  
Tel.: +49 6202 709 - 0  
info@hima.com · www.hima.de

# Take spectral analysis to new heights with KnowItAll 2024



**Powerful software. Quality data.  
Results you can rely on.**

**KnowItAll** combines all the tools and spectral databases you need for effective analysis into a **single, easy-to-use interface to make your lab its most efficient.**

Compatible with over 130 instrument formats, it streamlines your entire workflow regardless of how many techniques and instruments you use.

**WILEY**

[sciencesolutions.wiley.com](https://www.sciencesolutions.wiley.com)

# OT-Security beginnt mit der Anlagenplanung

## Neue Regelwerke haben Auswirkungen auf das OT-Netzwerk


**Keywords**

- Cybersicherheit
- OT-Ebene
- Netzwerkplanung

Für Maschinenbauer und Anlagenbetreiber wird Security ein immer wichtigeres Thema. Normen wie die IEC 62443 stellen unter anderem Anforderungen an die Systemsicherheit und Sicherheitsstufen. Ziel ist es, die Cyber-Resilience der Industrie zu stärken, gerade auch auf OT-Ebene. Denn immer öfter wird diese von Angriffen auf die IT-Ebene quasi als „Beifang“ in Mitleidenschaft gezogen. Gleichzeitig sollte sie aber auch vor direkten Angriffen, die im Produktionsumfeld stattfinden, geschützt werden.

Anlagen bestehen in der automatisierten Fertigung oder der Prozessindustrie aus zahlreichen Einzelmaschinen. Das Management initialisiert Digitalisierungsprojekte wie z.B. Prozessoptimierung, Steigerung der Prozesstransparenz, Energiemanagement usw. Dadurch wandeln sich die Anforderungen an die Netzwerkkommunikation und deren Sicherheit. Nach aktuellem Stand wird die IEC 62443, Teil 3-3 („Anforderungen an die Systemsicherheit und Sicherheitsstufen“) über den Anhang III 1.1.9 auch in die Maschinenverordnung eingehen und die Voraussetzungen für eine sichere Kommunikation schaffen. Unabhängig davon

sind schon jetzt die Verordnungen der Richtlinie hilfreiche Vorgaben, um Security in einem OT-Netzwerk zu gewährleisten. Es ist davon auszugehen, dass schon bald von Anlagenbauern und -betreibern mehr Netzwerk-Know-how gefordert wird. Oder sie holen sich, wie auch beim Maschinenbau, externe Expertise ins Haus.

### Security-Konzepte in der Anlagenplanung

OT-Security ist nichts, was man nach Fertigstellung einer Anlage einfach noch überstülpen könnte. Vielmehr betrifft das Thema die Anlage bei jeder verbauten Komponente und bis in

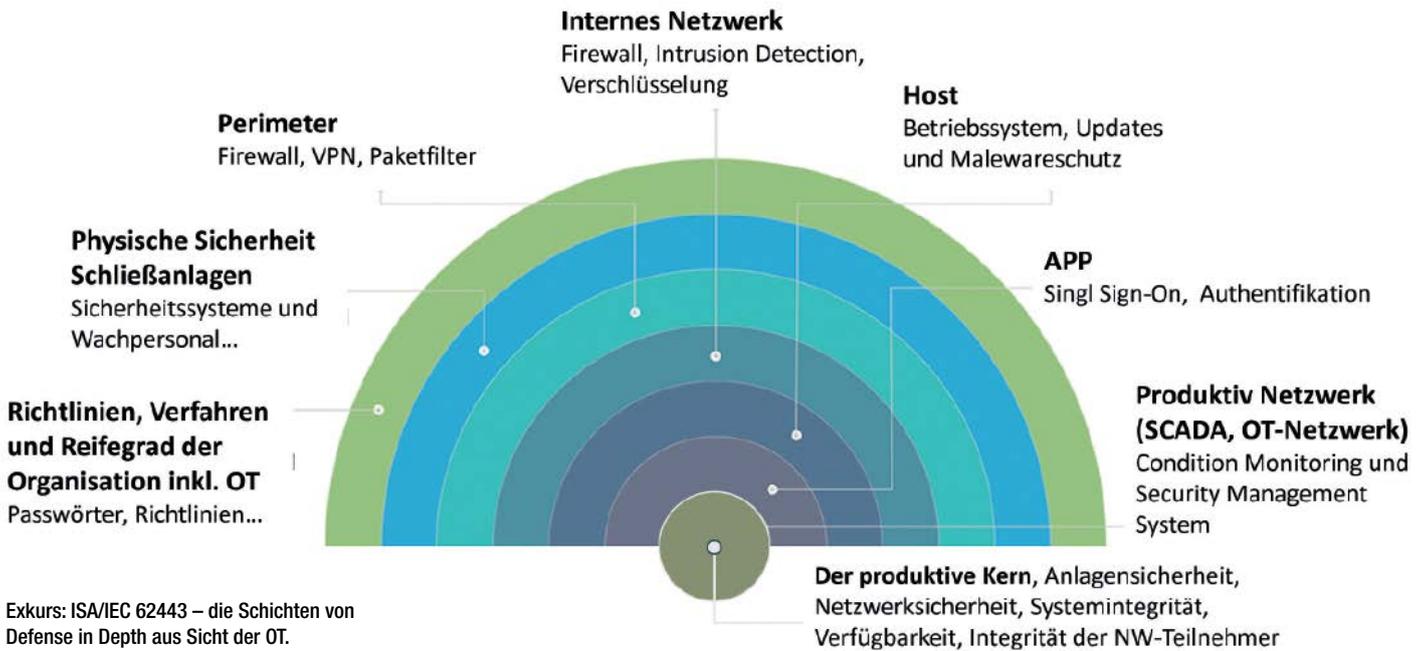
die Tiefe der physikalischen Netzwerkstruktur. Cybersecurity muss daher von Anfang an eingeplant werden. Dazu sieht die IEC 62443 verschiedene Security-Konzepte vor, die die eingesetzte Hardware und Systeme ebenso betreffen wie Prozesse im Unternehmen und den Reifegrad der Organisation, sprich das Verständnis der Mitarbeiter für die vorhandenen Prozesse und das Wissen darum, was im jeweiligen Problemfall zu tun ist.

Rogèr Costa, Leiter Marketing bei InduSol, erklärt: „Ein Netzwerk, das aus welchen Gründen auch immer nicht zuverlässig funktioniert, hat stets auch Einfluss auf die Sicherheit



Bilder © Indu-Sol

Condition Monitoring und  
Security Management System  
(CM&SM) für Anlagen und  
OT-Netzwerke mit Profinet  
und Ethernet/IP.



der gesamten Anlage. Wir können mit unseren Tools transparent machen, was im Netzwerk los ist. Gerade auch in Bezug auf Security von Netzwerken können wir Anlagenbauer und -betreiber in den Bereichen Hardware und Systeme sowie bei dem Reifegrad der Organisation über entsprechende Systemschulungen unterstützen.“

**Netzwerk im Anlagen-Lebenszyklus**

Wer OT-Security in Anlagen einplant, sollte das auch beim Netzwerk tun. Sowohl bei der Anlagenplanung als auch im späteren Betrieb sind Experten für Netzwerktechnik gefragt, welche in der Praxis nicht leicht verfügbar sind. Hier kann es sinnvoll sein, bereits ab der ersten Phase des Anlagenlebenszyklus das Thema Netzwerk an externe Dienstleister auszulagern. Das bringt den zusätzlichen Vorteil, dass es bei der Übergabe der fertiggestellten Anlage von Anlagenbauer an den Anlagenbetreiber nicht zu einem Zuständigkeitswechsel bei der Netzwerktechnik kommt.

Netzwerkexperten können bereits in der Phase der strategischen Planung beratend unterstützen. In der Phase von Umsetzung und Aufgabenstellung übernehmen sie dann die Netzwerkplanung. Bei der Einrichtung und Inbetriebnahme kümmern sie sich um die Netzwerkabnahme, im laufenden Betrieb über entsprechende Service-Level Agreements um Condition Monitoring und Predictive Maintenance. Wo es in Anlagen zum Retrofit kommt, stehen sie ebenfalls beratend zur Seite und helfen beim Netzwerkumbau.

**Tools mit integrierter Expertise**

Die Zeiten, in denen OT-Netzwerke noch vom Rest der Welt unabhängige Inseln waren, sind

weitestgehend vorüber. Zu groß die Vorteile, die sich durch konvergente Netzwerke und direkten Zugriff auf die Smart-Sensor-Daten der Maschinen und Anlagen ergeben. Zunehmend sind intern daher OT-Netzwerke mit der IT-Ebene verknüpft. Costa sagt: „Das heißt dann aber auch, dass jede Komponente, in der eine CPU verbaut ist, angreifbar ist. Damit ist das Thema OT-Security stark mit der eingesetzten Hardware verwoben. Der Clou ist, dass unsere Lösungen, die sich in den vergangenen Jahren für den zuverlässigen Betrieb von Netzwerken mit dem Schwerpunkt auf Predictive Maintenance bewährt haben, auch zur Überwachung der Netzwerksicherheit eignen. Wir sprechen daher inzwischen bei unserem System von einem CM&SM, einem Condition Monitoring & Security Management System.“

Um OT-Security zu gewährleisten, stellt die IEC 62443-3-3 verschiedene Anforderungen, die letzten Endes die Voraussetzung für das Verteidigungsprinzip „Defense in Depth“ liefern. Die Forderungen beziehen sich auf Identifizierung bzw. Authentifizierung, Nutzungskontrolle, Systemintegrität, Vertraulichkeit der Daten, eingeschränkter Datenfluss, rechtzeitige Reaktion auf Ereignisse sowie die Verfügbarkeit der Ressourcen. Jede dieser sieben Anforderungen braucht verschiedene Tools bzw. Maßnahmen, um sie zu realisieren. Die verschiedenen Lösungen von Indu-Sol können in ganz unterschiedlichen Bereichen helfen. Dazu einige Beispiele: Ein initialer Topologie-Scan zur Identifizierung bzw. Authentifizierung von OT-Netzwerken sowie ein wiederkehrender Scan lassen sich bspw. mit Condition Monitoring & Security Management System realisieren und verwalten. Die Tools der Netzwerkexperten prüfen die Datenkommunikation auf unerwünschte Verän-

derungen, setzen Verschlüsselungsmethoden zur sicheren Datenübertragung ein, segmentieren aus Sicherheitsgründen einzelne Netzwerkbereiche, sorgen für kontinuierliche Datenüberwachung und automatisierte Alarmierung oder helfen bei der Sicherung und Wiederherstellung von Gerätekonfigurationen.

„Mit den Forderungen der IEC 62443 und bald auch mit der neuen Maschinenverordnung liegt künftig ein stärkerer Schwerpunkt auf der OT-Sicherheit industrieller Kommunikationsnetze. Dafür braucht es Lösungen in Form von Komponenten, unterstützenden Systemen aber auch Fachkräfte oder Dienstleister mit dem entsprechenden Know-how“, betont Costa.



**Denise Fritzsche,**  
Marketing, Indu-Sol



**Nora Crocoll,**  
Fachjournalistin,  
Redaktionsbüro  
Stutensee für Indu-Sol

Wiley Online Library



**Indu-Sol GmbH, Schmölln**  
Tel.: +49 34491 580-0  
info@indu-sol.com · www.indu-sol.com

# Wenn Explosionsschutz auf Maschinensicherheit trifft

## Sicherheitsschaltgeräte für besondere Anforderungen

Sicherheitsschaltgeräte, die unter Ex-Schutz-Bedingungen zum Einsatz kommen, müssen gleich zwei komplexe Regelwerke erfüllen, die Explosionsschutz- und die Maschinenrichtlinie. Der Konstrukteur hat auch die Wahl zwischen verschiedenen Bauarten und Wirkprinzipien. Das gilt sowohl für Heavy-duty-Anwendungen als auch für Maschinen, die z.B. (staub)explosionsgefährdete Lebensmittel verarbeiten oder verpacken.



### Keywords

- **Schaltgeräte, Zuhaltungen**
- **Ex-Schutz**
- **funktionale Sicherheit**

Sowohl für die Maschinensicherheit als auch für den Explosionsschutz gibt es umfangreiche normative Regelwerke, die in Europa unter der Maschinenrichtlinie und der ATEX-Richtlinie gelistet sind. Darüber hinaus gibt es sowohl internationale Regelungen (z.B. IECEx) sowie – für beide Bereiche – nationale Normen und Vorschriften (UL/CSA, Inmetro, Ex CCC...).

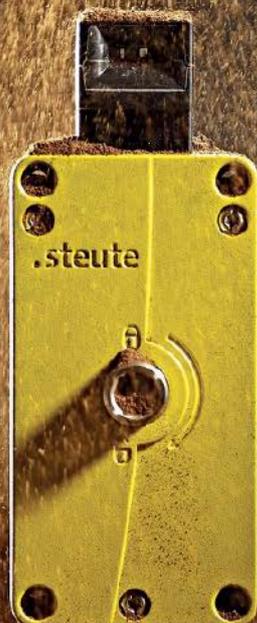
Beide Regelwerke allein sind jeweils schon anspruchsvoll genug, wie die Konstrukteure von Maschinen und Anlagen für explosionsgefährdete Bereiche wissen. Sie wissen aber

auch, dass es Schaltgeräte gibt, für die beide Regelwerke gleichermaßen gelten. Betroffen sind solche Schaltgeräte, die für die Stellungsüberwachung von Schutztüren an Maschinen in Ex-Zonen sowie für andere sicherheitsgerichtete Aufgaben wie z.B. die Not-Halt-Funktion an Förderbändern eingesetzt werden.

### Der Einsatzbereich ist vielfältig

Auch wenn es sich hier um eine Nischenanwendung im großen Markt der Industrie-Schaltgeräte handelt: Im allgemeinen Maschinenbau

gibt es doch zahlreiche Einsatzmöglichkeiten bzw. -notwendigkeiten für Ex-Sicherheitsschaltgeräte. Wenn z.B. die Stellung von Schutztüren und Wartungskappen an Verarbeitungs-, Abfüll- und Verpackungsmaschinen für pulverförmige Schüttgüter oder Lebensmittel überwacht werden sollen, gelten in aller Regel die Anforderungen des Staubexplosionsschutzes. Denn organische Stäube sind grundsätzlich brennbar und somit in Verbindung mit Luft zündfähig. Und in zahlreichen Prozessen der Chemieindustrie werden ebenfalls pulverför-



Die Ex-Sicherheitszuhaltung Ex STM 515

mige und entzündliche Stoffe (z.B. Additive, Pigmente, Pulverlacke...) oder aber entzündliche Gase gehandhabt bzw. diese Stoffe können bei der Verarbeitung freigesetzt werden.

### Programmerweiterung: Ex-Sicherheitszuhaltung

Der Produktbereich „Ex und Extreme“ von Steute ist seit Jahrzehnten in diesem (Nischen-) Markt aktiv und bietet den Herstellern von Maschinen für explosionsgefährdete Bereiche ein vielseitiges Programm an Sicherheitsschaltgeräten. Dieses Programm wird nicht nur gepflegt, sondern auch erweitert – aktuell um die Ex-Sicherheitszuhaltungen der Baureihe Ex STM 515 mit ATEX- und IECEx-Zulassung. Ihre Aufgabe besteht darin, Schutztüren und Wartungsklappen so lange verriegelt zu halten, bis gefährliche Nachlaufbewegungen an Maschinen und Anlagen zum Halt gekommen sind – in explosionsgefährdeten Bereichen und auch unter widrigen Umgebungsbedingungen.

Die neue Baureihe wurde vollständig, das heißt vom Kabelanschluss bis zum Betätiger, an ihren Aufgabenbereich angepasst. Ein robustes Aluminium-Druckgehäuse sorgt für lange Lebensdauer auch bei harter mechanischer Beanspruchung. Die Mehrfachbeschichtung des Gehäuses (Passivierung, Grundierung, Pulverbeschichtung) gewährleistet ein hohes Maß an Korrosionsschutz, dank der wirksamen Abdichtung werden die Schutzarten IP66/67 erreicht. Die elektrischen Anschlüsse befinden sich gut geschützt in einem Anschlussraum.

### Flexible Montage in den Ex-Zonen 1, 2 sowie 21, 22

Die Kombination von kompakter Bauform und einem um 4 x 90° umsetzbaren Betätigungskopf schafft die Voraussetzung für flexible Anbaumöglichkeiten in beliebiger Einbaulage. Die modulare Bauweise erlaubt die Auswahl von diversen Zusatzfunktionen. So kann sich der Anwender zwischen Ruhe- und Arbeitsstromprinzip entscheiden und als Option sowohl eine Hilfsentriegelung (von der Zugangsseite aus) als auch eine Fluchtentriegelung (aus dem Gefahrenbereich heraus) wählen.

Die neuen Sicherheitszuhaltungen der Ex STM 515-Baureihe können gemäß ATEX/IECEx-Zulassung in explosionsgefährdeten Bereichen der Zonen 1 und 2 (Gas-Ex) sowie 21 und 22 (Staub-Ex) eingesetzt werden. Typische Anwendungsbereiche, die der Anbieter bei der Entwicklung im Blick hatte, sind z. B. die Schutztüren und Wartungsklappen an Mischern und Siebmaschinen sowie an Verpackungsanlagen für pulverförmige oder staubende Güter.

### Stellungsüberwachung statt Zuhaltung

Wenn im Gefahrenbereich keine gefährlichen Nachlaufbewegungen auftreten und aus Grün-



**Sicherheit in Ex-Bereichen bietet u.a. der Ex AZ 16, ein Sicherheitsschalter mit getrenntem Betätiger und separatem Anschlussraum.**

den des Prozessschutzes auch keine Zuhaltung erforderlich ist, wird ein Sicherheitsschalter zur Stellungsüberwachung der Schutztür die erste Wahl sein. Hier bietet das Unternehmen aus Löhne u.a. die Baureihe Ex AZ 16 an. Der elektromechanischen Sicherheitsschalter mit getrenntem Betätiger, drei Kontakten und separatem Anschlussraum, kann in den Gas-Ex-Zonen 1 und 2 und Staub-Ex-Zonen 21 und 22 eingesetzt werden.

Als Alternative stehen zwei Baureihen von Ex-Positionsschaltern zur Verfügung, die auch für Anwendungen der funktionalen Sicherheit geeignet sind. Die Normschalter (EN 50047 und 50041) der Serien Ex 97 und Ex 99 können in den Gas-Ex-Zonen 1 und 2 sowie den Staub-Ex-Zonen 21 und 22 eingesetzt werden. Darüber hinaus eignen sie sich für Temperaturen bis herab zu -60 °C, was hohe Anforderungen insbesondere an die Gehäusekonstruktion und -abdichtung stellt. Mit der Baureihe Ex 98 steht zudem ein Positionsschalter mit Sicherheitsfunktion und Metallgehäuse (Aluminiumgehäuse und Edelstahldeckel) zur Auswahl.

### Berührungslos statt elektromechanisch

Als Alternative zu elektromechanischen Schaltgeräten kann der Maschinenbauer auch in Ex-Bereichen berührungslos wirkende Sicherheitssensoren einsetzen – z.B. die Baureihe Ex HS Si 4, die in Kombination mit einem Betätiger die Stellung von Schutztüren überwacht und sich u.a. durch besondere Schockfestigkeit und gute Integrationsfähigkeit in die Umgebungsstruktur einer Schutztür auszeichnet. Ebenso möglich ist der Einsatz von Sicherheitssensoren der Baureihe Ex RC Si M 30 in zylindrischer Bauform mit separatem Betätiger. Sie stehen auch in einer besonders robusten Version in Schutzart IP69K mit Edelstahlgehäuse zur Verfügung.

### Heavy-duty-Einsätze in der Fördertechnik

Ex-Sicherheitsschaltgeräte in Heavy-duty-Ausführung kommen in der Förder- und Gewinnungstechnik zum Einsatz. Hier muss das gesamte Equipment auch mechanisch robust sein und bei hoher Staubbelastung sowie in einem großen Temperaturbereich eingesetzt werden können. Diese Anforderungen erfüllen z.B. die Seilzug-Notschalter der Baureihe Ex ZS 92 S, mit denen Förderbänder über lange Strecken von maximal 2 x 100 m mit einer Not-Halt-Funktion ausgestattet werden können.

Der Überblick zeigt: Selbst bei anspruchsvollen Nischenanwendungen wie der Kombination von Gas- oder Staub-Explosionsschutz und funktionaler Sicherheit hat der Konstrukteur bzw. der Anlagenbetreiber verschiedene Optionen, wenn es um die Auswahl von Schaltgeräten geht. Und selbst wenn noch weitere Anforderungen zu erfüllen sind wie Korrosions- oder Vibrationsfestigkeit oder Schutz vor dem Eindringen von Staub und Feuchtigkeit, gibt es sicherheitsgerichtete und zugleich ex-geschützte Lösungen.



**Rainer Lumme,**  
Produktmanager Ex und  
Extreme Applications,  
Steute Technologies

Wiley Online Library



**Steute Technologies GmbH & Co KG, Löhne**  
Tel.: +49 5731 - 7450 · www.steute-controltec.com

# Sicher ist sicher

## SIL-qualifizierte Messgeräte sorgen für funktionale Sicherheit im Anlagenbetrieb

Zunehmende Anforderungen an die Sicherheit und weiter steigende Rohstoffpreise – es wird immer wichtiger, Ausfälle in der Produktion zu vermeiden. Eine Schlüsselrolle für die Anlagensicherheit spielt die eingesetzte Messtechnik: Je zuverlässiger ein Messgerät in jeder Situation ist, desto sicherer ist die gesamte Anlage. Messgeräte für Druck- und Temperaturmessung mit SIL-Qualifikation erfüllen die hohen Ansprüche an die Anlagenverfügbarkeit.



### Keywords

- **Anlagensicherheit**
- **funktionale Sicherheit, SIL**
- **Messumformer**
- **Druck-, Temperaturmesstechnik**

Um Ausfälle bei der Produktion zu vermeiden und den Anlagenbetrieb möglichst sicher für Mensch und Umwelt zu gestalten, empfiehlt sich der Einsatz SIL-qualifizierter Messgeräte. Die Abkürzung SIL steht für Safety Integrity Level, die entsprechenden Geräte werden nach den Anforderungen für die Qualifizierung von Messgeräten, dem SIL-Regelwerk DIN EN 61508, eingestuft. Diese Anforderungen erstrecken sich über den kompletten Lebenszyklus eines Gerätes – von der Entwicklung über die Produktion bis zur sorgfältigen Prüfung bei jeder Produktänderung. Dabei müssen sowohl zahlreiche organisatorische Maßnahmen als auch Kontrollmechanismen und Anforderungen an die gegebenenfalls vorhandene Software erfüllt werden. Hard- und Software müssen besonders robust gegen Ausfälle sein; die Software enthält zudem zahlreiche Überwachungsroutrinen. So wird unter anderem laufend überprüft, ob alle Programmteile aktiv sind und der Datenspeicher wird gespiegelt oder mit Checksummen versehen, um fehlerhafte Speicherstellen zu entdecken.

### Ausfallsicherheit für jede Anlage

Mit der SIL-Qualifizierung kann sich der Betreiber einer Anlage also auf eine hohe Ausfallsicherheit verlassen und hat alle für seine Sicherheitsbetrachtung notwendigen Werte zur Hand. Und die SIL-Anleitungen zu Messgeräten bein-

halten auch Informationen zur Reaktionszeit im Anforderungsfall: Jedes Messgerät und jeder Aktor braucht Zeit, um seine jeweilige Aufgabe zu erfüllen – manchmal nur Millisekunden, manchmal einige Sekunden. Der Betreiber einer Anlage muss sich dabei die Frage stellen, wieviel Zeit nach dem Ausfall eines wichtigen Systems für die Sicherheitskette bleibt, um zu reagieren sowie eine Gegenmaßnahme einzuleiten und umzusetzen.

Ein Beispiel: Die Temperaturmessung misst, dass die Heizung eines Tanks zu heiß wird. Die Steuerungseinheit erkennt die Temperaturüberschreitung und schaltet die Heizung ab. Dieser Mechanismus muss greifen, bevor eine für den Tankinhalt kritische Temperatur erreicht ist. Die Messtechnik hat in der Regel kurze Reaktionszeiten und mit dem Wert für die Reaktionszeit gemäß der SIL-Anleitung hat der Betreiber die notwendige Information zur optimalen Auslegung der Anlage.

Eine der Überwachungsroutrinen ist der sogenannte Watchdog, der „Wachhund im Messgerät“ – ein spezielles Werkzeug zur Ausfallerkennung. Der Watchdog in SIL2-Messgeräten überwacht einzelne Softwareeinheiten und zählt dabei zum Beispiel kontinuierlich von 100 auf null. Er springt im Anschluss nur dann wieder auf 100 zurück, wenn alle überwachten Teile ein „Okay“ melden. Läuft der Zähler auf null, so meldet das Messgerät den Fehler

der Steuerungseinheit – so kann etwa geprüft werden, ob alle Komponenten noch aktiv sind.

### Qualifizierung von SIL-Messgeräten

Es gibt zwei Möglichkeiten bei der Qualifizierung eines SIL-Geräts: Zum einen die Betriebsbewährung aufgrund langjähriger Erfahrung mit einer hohen Anzahl von Geräten im Feld oder zum anderen das sogenannte „SIL by Design“ über eine Failure Modes, Effects and Diagnostics Analysis (FMEA) mit bestimmten Anforderungen bei der Entwicklung der Geräte.

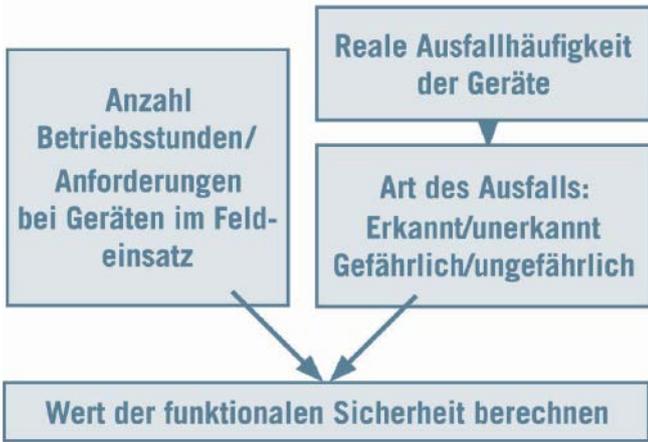
Die Qualifizierung per Betriebsbewährung beruht auf einer hohen Anzahl von Geräten im Einsatz und deren konkreten Ausfällen. In der DIN EN 1508 ist festgelegt, wie viele Betriebsstunden oder Anforderungen der Sicherheitsfunktion mindestens erreicht sein müssen, um die Voraussetzungen für Betriebsbewährung zu erfüllen. Beobachtete Fehler werden in sicher und unsicher, erkannt und unerkannt unterteilt. Diese Daten sind dann die Basis für die Berechnung der Werte der funktionalen Sicherheit.

Bei der Methode „SIL by Design“ werden per FMEA alle für die sichere Funktion relevanten Bauteile erfasst und einzeln auf ihre Auswirkung bei einem Ausfall geprüft. Zur Beurteilung der Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls eines Bauteils kann auf entsprechend veröffentlichte Erfahrungswerte oder auf Angaben



Druckmessumformer Pascal C14 mit hoher Messpräzision.

### Ermittlung der Betriebsbewährung



Die Qualifizierung per Betriebsbewährung.

der Hersteller zurückgegriffen werden. So werden dann die Werte der funktionalen Sicherheit gemäß DIN EN 61508 berechnet – z.B. der Raten der gefährlichen Ausfälle, die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls bei Anforderung oder der Anteil der sicheren Fehler.

#### SIL-Geräte regelmäßig prüfen

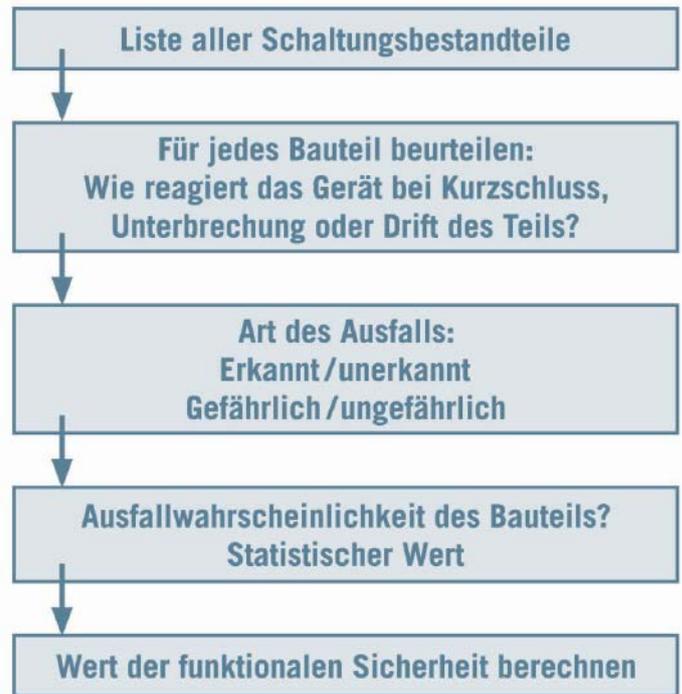
Auch im laufenden Betrieb sollten SIL-Geräte in regelmäßigen Abständen Prüfungen unterzogen werden. Die SIL-Anleitungen enthalten Vorschläge, welche Aspekte zu prüfen sind und der PTC-Wert (Proof Test Coverage-Wert) sagt dabei aus, wieviel Prozent der möglichen Fehler bei diesem Test erkannt werden. Bei einem PTC-Wert von 100% wäre das Gerät nach dem Test in Bezug auf die Ausfallraten „wie neu“. Bei niedrigeren PTC-Werten steigt die Ausfallrate. Weitere Informationen

können bei Bedarf in Namur NA106 nachgelesen werden. Abhängig davon, welche Ausfallrate der Anlagenbetreiber einhalten muss, beeinflusst der PTC-Wert also den Zeitpunkt, zu dem ein Gerät ausgetauscht werden muss.

#### SIL3 mit SIL2-qualifizierten Messgeräten

SIL-Qualifizierungen sind unterteilt in SIL1 bis SIL3, wobei SIL3 die größten Anforderungen an die Ausfallsicherheit erfüllt. Auch mit SIL2-geeigneten Messgeräten kann jedoch eine SIL3-Qualifizierung erfolgen. Um die entsprechenden Anforderungen zu erfüllen, muss eine Kette – also Messgerät, Übertragungsschicht, SPS und Prozessleitung – normalerweise aus SIL3-Geräten aufgebaut sein. Eine andere Möglichkeit ist, SIL2-Messgeräte redundant einzusetzen. Grundsätzlich betrachtet dabei der Anlagenbetreiber das Gesamtsystem und berechnet für dieses eine Ausfallwahrscheinlichkeit. Dafür notwendig sind zwei SIL2-Geräte ohne Software, z.B. ein Manometer oder ein analoges Druckmessgerät, zwei SIL2-Geräte mit SIL3-geeigneter Software oder für diverse Redundanz zwei unterschiedliche SIL2-Geräte wie etwa die Labom-Geräte Pascal CI4 und Pascal CV3.

Der Pascal CV3 ist ein Druckmessumformer mit smarten Funktionsmodulen zum Anzeigen, Schalten und Kommunizieren. Die Module können vor Ort durch einfache Plug-and-measure-Technologie – ohne Neuabgleich und ohne das Gerät aus dem Prozess zu nehmen – ausgetauscht oder ergänzt werden. Bei einer Kombination mit dem Schaltkontaktmodul kann dadurch auf eine weitere Steuerungseinheit verzichtet werden, da der Druckmessumformer direkt das Schaltsignal an den Aktor z.B. die zu stoppende Pumpe



Die FMEDA (Failure Modes Effects and Diagnostic Analysis) ist das Verfahren zur detaillierten Ermittlung von Fehlerursachen und deren Auswirkung auf ein System.

weitergeben kann. Dies ist ein Vorteil für den Anwender, denn neben den zusätzlichen Kosten unterliegen Steuerungseinheiten relativ hohen Ausfallwahrscheinlichkeiten und sind ein weiteres zu betrachtendes Glied in der Sicherheitskette. Neben dem Pascal CV3 hat der Anbieter noch eine ganze Reihe weiterer SIL-geeigneter Druck- und Temperaturmessgeräte im Portfolio – und entwickelt bei Bedarf auch individuelle Lösungen.



Druckmessumformer Pascal CV3 mit Funktionsmodulen zum Anzeigen, Schalten und Kommunizieren.



Dr. Christine Schweder, Entwicklung, Labom Mess- und Regeltechnik

Wiley Online Library



Labom Mess- und Regeltechnik GmbH, Hude  
Tel.: +49 4408 804-228  
c.schweder@labom.com · www.labom.com



Bilder © E-T-A

Power Distribution Modul (PDM) zur Montage auf der Schaltschrankrückwand.

# Lastschutz für eine unterbrechungsfreie Anlagenverfügbarkeit

## Stromverteilungssystem als Baukasten



### Keywords

- **Stromversorgung**
- **Anlagenverfügbarkeit**
- **Lastschutz**

Für die Automatisierung chemischer Prozessanlagen steigen die Anforderungen an eine zuverlässige Stromversorgung. Mit Stromverteilungsmodulen kann die Anlagenverfügbarkeit signifikant erhöht und die Anlage komfortabel überwacht werden. Ein intelligenter Lastschutz sorgt für den sicheren und unterbrechungsfreien Betrieb der Anlage.

In der Prozessautomatisierung haben zahlreiche Anlagenbauer Bedarf an kompakten und umfassenden Lösungen für die Stromverteilung von DC 24 V. Diese Lösungen müssen verschiedene Funktionen beinhalten, wie z.B. eine redundante Einspeisung, integrierte Entkopplungsdioden und einen intelligenten, selektiven Lastschutz für eine Vielzahl an Verbrauchern. Besonders wichtig ist dies, da die Verbraucher oft über lange Anschlussleitungen im Feld verteilt sind. Weitere Features wie eine Summenstrommessung mit Anzeige, eine Spannungsüberwachung der Einspeisung sowie eine Signalisierungsfunktion runden das Anforderungsprofil ab. Das Power Distribution Modul

PDM von E-T-A bietet ein Baukastensystem, das all diese Ansprüche erfüllt.

Das Stromverteilungssystem PDM (Power Distribution Modul) ist ein kompaktes System, das aus einem Alu-Blech-Grundträger für den Einsatz in 19" Racks konzipiert ist. Dort verbraucht es aufgrund der Kompaktheit lediglich 3 HE (Höheneinheiten). Es verfügt über drehbare Montageflansche, die eine flexible Installation in 19"-Gestellen (mit nach vorne gedrehtem Flansch) oder einfach an der Rückwand bzw. Montageplatte im Schaltschrank (mit nach hinten gedrehtem Flansch) ermöglichen. Im Inneren des Systems befindet sich eine Leiterplatte, auf der Stecksockel für den

Einsatz von steckbaren Schutzschaltern montiert sind. Dies ermöglicht es dem Kunden, je nach Applikation die gewünschte Anzahl von bis zu 30 Schutzschaltern zu stecken.

Neben den Stecksockeln befinden sich die Lastanschlussklemmen in Push-In-Technik ebenfalls auf der Frontseite des Stromverteilungssystems. Dies ermöglicht es dem Anwender, alle benötigten Installationsschritte von vorne zu bewerkstelligen. Die Leiterplatte ist für die effiziente Verteilung des eingespeisten Stroms auf die einzelnen Lastkreise zuständig und ermöglicht die zentrale Signalisierung aller Sicherungen und der zugehörigen Klemmen mittels Sammelsignalisierung. Zudem

bietet das System eine redundante Einspeisung für zwei unabhängige DC 24 V Spannungsquellen. Dazu stehen dem Anwender Schraubklemmen für einen Querschnitt bis 25 mm<sup>2</sup> ebenfalls auf der Vorderseite zur Verfügung. Um die entstehende Verlustleistung effektiv abzuleiten, sind auf der Rückseite des Verteilers zwei Kühlkörper angebracht. Bei Bedarf besteht die Möglichkeit, den Gesamtstrom mithilfe eines Shunts zu messen und die Messwerte über eine digitale Anzeige, die sich ebenfalls an der Vorderseite des Verteilers befindet, abzulesen.

### Selektive Absicherung der Lasten

Chemieanlagen sowie Anlagen im Bereich Pharmazie, Öl- und der Gasindustrie erstrecken sich häufig über ein großes Areal, sodass meist lange und dünne Leitungen verlegt werden. Diese weisen zu den Verbrauchern einen hohen Widerstand auf, was den Stromfluss stark begrenzt. Zum Beispiel hat eine 100 m lange Leitung mit einem Querschnitt von 1,5 mm<sup>2</sup>, die sich 50 m von der Stromquelle entfernt befindet, einen Widerstand von etwa 1,2 Ohm. Dies bedeutet, dass bei einer DC 24 V-Versorgung im Kurzschlussfall nach dem ohmschen Gesetz maximal 20 A fließen. Da die selektive Absicherung der Lasten ein absolutes Muss für die Aufrechterhaltung der Anlagenverfügbarkeit darstellt, können in diesem Fall keine normalen Schutzschalter wie z.B. thermisch-magnetische eingesetzt werden. Thermisch-magnetische Schutzschalter benötigen bei der häufig verwendeten C-Kennlinie einen etwa 15-fachen Nennstrom, um innerhalb weniger Millisekunden auszulösen. Dieser Strom kann aber nicht erreicht werden, was zur Folge hat, dass der Schutzschalter nicht auslöst.

Im Gegensatz dazu sind elektronische Schutzschalter speziell für solche Anwendungsfälle entwickelt worden. Sie sind in der Lage zu erkennen, ob es sich um einen echten Kurzschlussstrom oder einen kapazitiven Einschaltstrom handelt. Bei einem echten Kurzschlussstrom schalten sie den fehlerhaften Lastkreis sicher und präzise innerhalb von Millisekunden ab. Zudem wird er anschließend durch galvanische Trennung von der Stromversorgung abgekoppelt. Durch diese Funktionalitäten wird verhindert, dass es zu Spannungseinbrüchen im Gesamtsystem kommt. Es wird lediglich der problematische Verbraucher abgeschaltet und alles andere arbeitet weiter. Selbst bei Leitungslängen von mehreren hundert Metern stellt dies kein Problem dar.

Die integrierten Signalkontakte des Schutzschalters melden die Auslösung des Schalters über die Sammelsignalisierung an die



**Elektronischer Schutzschalter ESS30 für selektive Lastabsicherung mit galvanischer Trennung.**

entfernte Leitwarte und die Verantwortlichen können unverzüglich Maßnahmen zur Behebung des Problems einleiten. Ein weiterer Vorteil ist die Steckbarkeit der Schutzschalter. Dies ermöglicht es dem Anwender, auch im laufenden Betrieb also unter Spannung die Anlage zu erweitern. Es wird lediglich der neue Schutzschalter gesteckt und die Last angeschlossen und schon kann das neue Equipment eingesetzt werden.

### Sammelsignalisierung vermeidet Signalbrücken

Die Öffner der einzelnen Schutzschalter werden durch die Sammelsignalisierung parallelgeschaltet. Das heißt es besteht so lange keine elektrische Verbindung, wie alle Schutzschalter eingeschaltet sind. Das in der PDM verbauten Relais mit Wechselkontakten ist bei anliegender Versorgungsspannung dauerhaft angezogen. Wenn nun ein Schutzschalter aufgrund eines Problems auslöst, schließt dessen Signalkontakt und das Relais wird stromlos geschaltet und fällt daraufhin ab. Im Gegensatz zu der sonst oft eingesetzten Reihenschaltung ist es somit nicht notwendig, Signalbrücken einzusetzen.

Zusätzlich zur Überwachung der einzelnen Schutzschalter überwacht das Relais auch die

Versorgungsspannung und meldet im Falle eines Problems deren Ausfall. Dazu ist frontseitig eine rote LED angebracht. Des Weiteren wird das Vorhandensein der Spannung der beiden Einspeisungen A und B mittels grüner LED angezeigt. Die Überwachungseinheit wird durch einen darauf abgestimmten thermischen Schutzschalter abgesichert.

### Unterbrechungsfreie Anlagenverfügbarkeit

Eine dauerhafte Anlagenverfügbarkeit ist bei Chemieanlagen essenziell. Um dieser Anforderung Rechnung zu tragen, erfolgt die Versorgung redundant mittels Einspeisung A und B. Um diese zu realisieren wurde eine Entkopplungsdiode mitsamt der benötigten

Kühlkörper integriert. Im Regelbetrieb versorgt jeder der beiden Einspeisungen die angeschlossene Last mit 50 % des Laststroms. Fällt eine Stromquelle aus, springt die andere ein und versorgt die Last zu 100 %. Die PDM besitzt eine digitale Anzeige, um den Gesamtstrom anzuzeigen. Die dazu erforderliche Messung erfolgt mittels eines 80 A Messshunts. Dies erlaubt es, den Strom in einem Anzeigebereich von 0,0 bis 80,0 A anzuzeigen. Der Nutzen für den Anwender liegt darin, immer über den Lastzustand in der Anlage informiert zu sein. Auch kleine Veränderungen im Bereich von 0,1 A können damit visualisiert werden. Eine unter der Box horizontal angebrachte Kabelrangierung rundet das Gesamtsystem ab und ermöglicht es, die Kabel entweder nach links oder rechts zu führen.

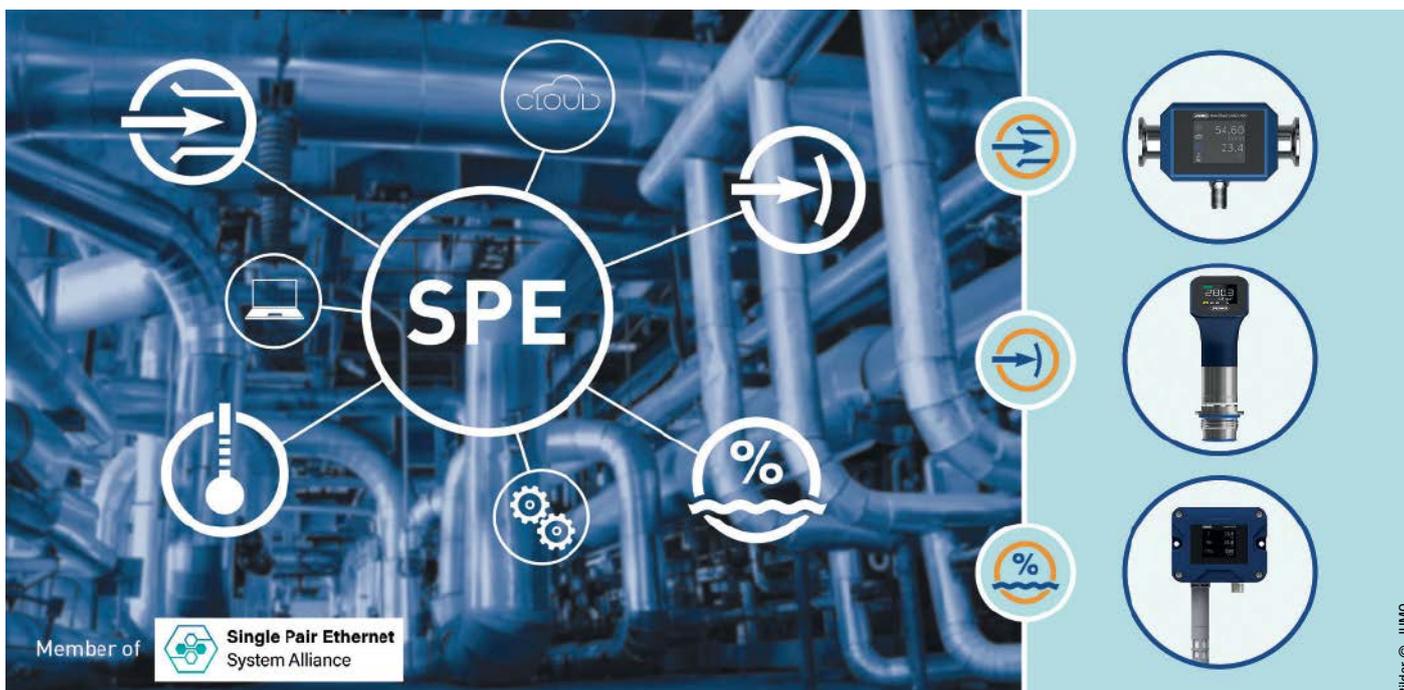


**Michael Bindner,**  
Produktmanager,  
E-T-A Elektrotechnische  
Apparate

Wiley Online Library



**E-T-A Elektrotechnische Apparate GmbH,**  
Altdorf/Nürnberg  
Tel.: +49 9187 10-0 · www.e-t-a.de



# Kommunikationstechnologien für Sensoren

## Orchestrierung der Maschinendienste mit SPE, IO-Link und Sensor-to-Cloud

### Keywords

- **SPE, IO-Link**
- **Machine-to-Machine**
- **Sensor-Kommunikation**

Die Integration und Vernetzung moderner Technologien wie Single Pair Ethernet, IO-Link und Sensor-to-Cloud-Kommunikation eröffnet neue Möglichkeiten. Die Machine-to-Machine Kommunikation als ein wesentliches Element der Industrie 4.0 gewinnt unter Kosten- und Effizienzgesichtspunkten immer mehr an Bedeutung.

Single Pair Ethernet (SPE) ist eine wegweisende Entwicklung in der Welt der industriellen Kommunikationstechnologien. Ursprünglich in der Automobilindustrie entwickelt, bietet SPE erhebliche Vorteile für die industrielle Automatisierung. Es nutzt nur ein einzelnes Adernpaar für die Datenübertragung, was eine schlankere, kostengünstigere und einfachere Infrastruktur ermöglicht, während hohe Datenübertragungsraten aufrechterhalten werden. SPE unterstützt Datenraten von bis zu 1 Gbit/s bei einer Leitungslänge von 40m und ermöglicht eine konsistente Datenübertragung bis hin zur Feldebene. Der Sensorhersteller Jumo verwendet den 10BASE-T1L Standard bei einer geringeren aber dennoch vollkommen ausreichenden Datenübertragung von 10 Mbit/s. Hierbei kann eine Leitungslänge von bis zu 1.000 m realisiert werden.

Die Vorteile von SPE umfassen Platz- und Gewichtsersparnis, einfachere Installation,

Kostenersparnis, längere Reichweite, schnellere Datenübertragung und integrierte Stromversorgung via PoDL. Diese Eigenschaften machen SPE ideal für die Vernetzung im Rahmen des Industrial Internet of Things (IIoT) und der Industrie 4.0, da es die Anforderungen an eine immer stärkere Vernetzung von Geräten und datengesteuerte Entscheidungsfindung erfüllt.

IO-Link sorgt für den nahtlosen Austausch zwischen Sensoren, Aktuatoren und dem Steuerungssystem. Als die erste standardisierte IO-Technologie für die Kommunikation mit Sensoren und Aktuatoren ermöglicht IO-Link eine bidirektionale, digitale Punkt-zu-Punkt-Industriernetzwerkprotokollierung. Die Schlüsselfunktionen von IO-Link beinhalten bidirektionale Kommunikation, Geräteparametrisierung, umfassende Diagnosefähigkeiten und Flexibilität bei der Unterstützung einer Vielzahl von intelligenten Geräten des Fuldaer Anbieters. IO-Link

spielt ebenso eine zentrale Rolle bei der Realisierung von Smart Manufacturing und der vierten industriellen Revolution, indem es eine intelligente Lösung zur Optimierung von Produktionsprozessen und zur Verbesserung der Produktionseffizienz und Arbeitssicherheit bietet.

Die Machine-to-Machine (M2M) Kommunikation ist ebenso ein wesentliches Element der Industrie 4.0. Sie bezieht sich auf den automatisierten Datenaustausch zwischen Maschinen, Anlagen und Geräten, oft über ein Netzwerk, ohne menschliche Intervention. Diese Kommunikation ermöglicht es Maschinen, Informationen auszutauschen, Aufgaben zu koordinieren und Entscheidungen zu treffen, die auf Echtzeitdaten basieren.

M2M-Kommunikation bezieht sich auf den direkten Datenaustausch zwischen Geräten, Maschinen, Sensoren und Steuerungssystemen wie dem VariTron 500. Diese Kommunikation

erfolgt in der Regel über drahtlose oder verkabelte Netzwerke und ist ein zentraler Bestandteil von Automatisierungs- und Überwachungssystemen in verschiedenen Industrien.

Das Konzept ist eng mit dem Internet der Dinge (IoT) verbunden, wobei der Schwerpunkt auf der Interaktion zwischen Maschinen liegt.

### Kommunikation über größere Entfernungen

In der M2M-Kommunikation spielen SPE und IO-Link eine entscheidende Rolle. SPE ermöglicht die schnelle und effiziente Übertragung großer Datenmengen über ein einzelnes Adernpaar, was in komplexen Automatisierungsumgebungen von großem Nutzen sein kann. Durch die Integration von SPE können Maschinen und Sensoren über größere Entfernungen kommunizieren und Daten effizienter übertragen. Die IO-Link Technologie punktet durch die Bereitstellung einer robusten und flexiblen Plattform für den Austausch von Sensordaten und Steuersignalen.

Mit seiner Fähigkeit zur bidirektionalen Kommunikation ermöglicht IO-Link detaillierte Diagnosen und Echtzeit-Feedback von Sensoren und Aktuatoren, was für die präzise Steuerung und Überwachung in M2M-Netzwerken unerlässlich ist.

M2M-Kommunikation findet in vielen Bereichen der Industrie 4.0-Anwendung, wie z.B. in der Fertigungsautomatisierung. M2M ermöglicht hier eine präzise Kontrolle und Überwachung von Fertigungsprozessen. Maschinen können Zustandsdaten austauschen und Prozesse basierend auf Echtzeitinformationen

anpassen. Ein weiterer Punkt ist die prädiktive Wartung wodurch die ständige Überwachung der Gerätezustände realisiert und vorbeugende Wartungsmaßnahmen ausgelöst werden, bevor Fehler auftreten. Energiemanagement innerhalb der M2M-Technologie kann zur Überwachung und Steuerung des Energieverbrauchs eingesetzt werden, um Effizienz zu steigern und Kosten zu senken. Die Logistik und das Supply Chain Management ermöglicht in diesem Zusammenhang eine verbesserte Nachverfolgung und Verwaltung von Lagerbeständen sowie Transportmitteln.

Die Sensor-to-Cloud-Technologien ermöglichen die direkte Übertragung von Sensordaten in die Cloud, wo diese für Analysen, Entscheidungsfindungen und Prozessverbesserungen genutzt werden können. Diese Entwicklung ist ein zentraler Bestandteil von Industrie 4.0 und des Industrial Internet of Things (IIoT). Sensor-to-Cloud bezieht sich auf die Verbindung von smarten Sensoren in industriellen Umgebungen direkt mit der Jumo-Cloud. Diese Verbindung erlaubt es, Daten von Produktionsprozessen effizient zu erfassen und in nutzbare Informationen umzuwandeln. Die Integration von SPE innerhalb dieser smarten Sensoren erweitert Sensor-to-Cloud-Lösungen und deren Möglichkeiten erheblich. SPE in Kombination mit dem im Sensor integrierten Cloud-Gateway realisiert eine robuste und effiziente Verbindung zwischen der IT und der OT-Welt. Bricht die Verbindung zum Cloud Server ab, werden Daten im smarten Sensor gepuffert und ein Alarm wird ausgelöst.

Jumo hat durch die Einführung innovativer Technologien wie Single Pair Ethernet (SPE), IO-Link und Sensor-to-Cloud Kommunikation einen bedeutenden Schritt in Richtung eines ganzheitlichen System- und Lösungsanbieters unternommen. Mit ihrer Fähigkeit, die Effizienz und Produktivität in der industriellen Automatisierung zu steigern, sind SPE, IO-Link und Sensor-to-Cloud entscheidende Elemente auf dem Weg, zukunftsfähige und integrierte Lösungen anzubieten.



**Michael Wiener,**  
Produktmanager Automatisierungssysteme, Jumo



**Nico Müller,**  
Produktmanager Software, Jumo

Wiley Online Library



**JUMO GmbH & Co. KG, Fulda**

Tel.: +49 661 6003-2346

michael.klose@jumo.net · www.jumo.de

### Effizienter IT-Schrank

Panduit hat die IT-Schrankfamilie FlexFusion um effiziente IT-Racks der Modellreihe XGL erweitert. Sie sind besonders für kostensensible Netzwerk- und Serveranwendungen ausgelegt und bieten eine umfangreiche Kapazität auch bei hoher Kabeldichte in Rechenzentren, Unternehmen und Colocations. Durch die abschließbaren Türen bringen Nutzer ihre 19"-Rack-IT-Geräte sicher unter. Die günstige thermische Luftführung ermöglicht auch einen Betrieb im Warm-/Kaltgang sowie thermisch sensible Anwendungen. Die aus geschweißtem Stahl gefertigten Schränke werden in Breiten von 600 und 800 mm, Tiefen von 1.070 und 1.200 mm sowie Höhen von 42 und 48 HE (Höheneinheiten) angeboten. Sowohl die einteilige Fronttür des Verteilerschranks als auch die zweiteilige Rücktür weisen einen Perforationsgrad von 80% auf, welcher für eine bessere Belüftung der Aktivkomponenten sorgt. Gleichzeitig ist die Tür jedoch mechanisch äußerst stabil. Sie hat einen maximalen Öffnungswinkel bis zu 170°.

Für eine einfachere Montage/Demontage sind die Seitenwände horizontal zweigeteilt. Kabeleinführungsbürsten im Dach vermindern die Luftdurchmischung. Die vordere und die hintere 19"-Ebene (Käfigmutterprofil) sind frei verschiebbar. Diese Funktion bietet eine Skalierbarkeit für zukünftige MAC (Move Access Change, deutsch in etwa: Veränderung im Netzwerk-Aufstellort, Zugriff, Ausbau). Die statische Maximallast beträgt 1.600 kg, die dynamische Maximallast (Rollast) 454 kg. Somit eignet sich die Serie auch für schwerere und hochdichte Anwendungen. Zum Zubehör zählen Nivellierfüße, Rollensätze, Anreihverbinder, PDU-Halter, ein vertikales Kabelmanagement, elektronische Türschließsysteme und Sensoren. Sämtliche Anbauteile stellen bei der Montage automatisch eine Potenzialausgleichsverbinding her, somit entfällt das lästige Zusammenstecken der Erdungsverbindungen. Das neue Verteilerschranksystem entspricht den Normen EIA-310-E, TIA/EIA-942 und UL2416.

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



# Sicher mit dem Smartphone unterwegs

## Von der Ex-Zone bis an den Schreibtisch – mobile Device im Instandhaltungseinsatz



### Keywords

- Instandhaltung
- Mobiltelefon
- Ex-geschützt

Mit der zunehmenden Automatisierung und Digitalisierung wird das Aufgabenspektrum der Beschäftigten in der Verfahrenstechnik immer komplexer und vielfältiger. Gleichzeitig gilt es Anlagenausfälle, die Kosten in Milliardenhöhe verursachen, durch vorausschauende Wartung um jeden Preis zu hindern. Dabei verraten intelligent analysierte und aggregierte Echtzeit-Anlagendaten, wann etwa ein Bauteil ausgetauscht werden muss, um die Leistungsfähigkeit der Anlage zu jedem Zeitpunkt aufrecht zu erhalten.

Um die notwendige Wartungsschritte effizient und vorausschauend durchzuführen, müssen Mobile Worker in der Prozessindustrie zu waschechten Multitaskern werden. Neben den geforderten Fachkompetenzen sind sie auch auf die passende Ausrüstung angewiesen, um ihre physischen Einsätze im Feld nahtlos mit digitalen Workflows zu verquicken. So benötigen Mobile Worker überall und jederzeit Zugriff auf Schlüsselinformationen wie Diagnosedaten, Checklisten oder Dokumentationen. Entscheidend ist dabei auch eine zuverlässige Konnektivität, um Livedaten oder bei Support-Fragen und in Notfällen die Echtzeit-Kommunikation zur Leitstelle sicherzustellen. Nicht zuletzt müssen Mitarbeitende in der Lage sein, die jüngsten Erkenntnisse aus ihren Einsätzen ohne Informationsverluste komfortabel zu dokumentieren. Denn ein lückenloses Wissensmanagement gehört zu den wichtigsten Säulen bei der Prävention von Anlagenausfällen.

### Eigensicheres Smartphone für raue Umgebungsbedingungen

In der Praxis schmälen jedoch mehrere Umstände die Flexibilität der Mobile Worker. Zum einen ist eine durchgängige Netzabdeckung nicht immer auf dem gesamten Anlagen Gelände gewährleistet. Zum anderen verlangt die raue Umgebung der Prozessindustrie den eingesetzten Mobile Devices in punkto Robust-

heit und Sicherheit einiges ab. So eignen sich für den Einsatz in Ex-Zonen nur eigensichere Geräte mit entsprechender Zertifizierung. Diese müssen so entwickelt sein, dass gängige Gefahrenquellen laut DIN EN 1127 wie Funkenschläge, Hitzeentwicklung oder das Eindringen von Staub oder Flüssigkeiten ausgeschlossen sind.

Größtmögliche Flexibilität, Robustheit und Zukunftsfähigkeit – diesen Dreiklang hat sich Pepperl+Fuchs mit den Unternehmenstöchtern Ecom Instruments und Aava Mobile auf die Fahnen geschrieben. Dieser Anspruch an eine lückenlose Digitalisierung aller Bereiche der Prozessindustrie manifestiert sich auch im jüngsten 5G-Smartphone Smart-Ex 03. Sein fortschrittliches Design hat der Rat für Formgebung beim diesjährigen German Design Award mit einer Special Mention geehrt. Der Nachfolger des bewährten Smart-Ex 02 wurde von Grund auf neu als IoT-Allrounder konzipiert, um Alleinarbeitern bei einer Vielfalt von Aufgaben zur Seite zu stehen: vom Scannen von Maschinendaten über Work Order Management bis hin zum Asset Management. Damit lassen sich zahlrei-



Bilder © Pepperl+Fuchs

Mit dem eigensicheren Smart-Ex 03 stellt Pepperl+Fuchs sein erstes 5G- und Wi-Fi-6-fähiges Smartphone vor. Für den flexiblen Einsatz in öffentlichen und privaten Netzwerken erhalten Unternehmen und Mobile Worker damit ein Smartphone, welches auch in rauen Umgebungen alle digitalen Anwendungsszenarien ermöglicht und optimiert.

che Prozesse rund um Predictive Maintenance und darüber hinaus komfortabel in Echtzeit abbilden.

Mit Android 13 verfügt das Smart-Ex 03 über ein topaktuelles Betriebssystem, das anspruchsvolle Applikationen heute und – dank Upgrade-Garantie bis mindestens Android 15 – auch in Zukunft souverän meistert. Mit dem Qualcomm Snapdragon QCS 6490 Prozessor ist das Smartphone prädestiniert für eine Vielzahl von Anwendungen wie Kommunikation, digitale Arbeitsabläufe und Auftragsmanagement, Betriebssicherheit, Scanning, Asset Management, Predictive Maintenance, Aug-

mented-Reality-Anwendungen oder IoT-Integration. Den Performance-Hunger solcher Applikationen adressiert das Smartphone für die Ex-Zone mit 8 GB RAM und 128 GB Speicher.

Das kapazitive 6-Zoll-Multitouch-Display aus robustem Gorilla-Glas sorgt mit einer Auflösung von 1.080 x 2.160 Pixeln sowie einer kontrastreichen Darstellung für bestmöglichen Lesekomfort im Indoor- ebenso wie im Outdoor-Bereich. Die integrierten Kameras liefern auch in rauer Industrieumgebung oder bei starker Sonneneinstrahlung exakte und qualitativ hochwertige Ergebnisse für eine Dokumentation ohne Missverständnisse. Auch die Bedienbarkeit des Displays mit Handschuhen sowie die programmierbaren Tasten tragen den Einsatzbedingungen in der Produktionsumgebung Rechnung. Die Kommunikation und den Transfer großer Datenmengen beschleunigt beim neuen Smartphone der Kommunikationsstandard 5G. Daneben unterstützt das Device unter anderem auch WiFi-6 und 4G/LTE, wodurch Mobile Worker in öffentlichen ebenso wie privaten Campus-Netzwerken bestens vernetzt sind. Per Push-to-Talk over Cellular (PTToC) können sie mit einem einzigen Tastendruck einen oder mehrere vordefinierte Teilnehmer erreichen, ohne eine herkömmliche Telefonverbindung aufbauen zu müssen.

### Sicherheit und Komfort in der Ex-Zone

Dank seiner robusten Konstruktion widersteht das nach ATEX und IECEx zertifizierte Smartphone nicht nur Stößen oder Stürzen. Mit Schutzgrad IP68 ist es gegen das Eindringen von Flüssigkeiten oder Staub abgedich-

tet. Dank des schmalen Schutzrahmens liegt das Smartphone gut in der Hand. Der austauschbare 4.400-mA-Akku hält einen ganzen Arbeitstag – ganz ohne „Boxenstopps“ am Ladekabel. Da Ausfälle der Smart Devices ebenso wenig gerne gesehen sind wie Anlagenausfälle, sichern ein Device Health Monitoring sowie eine Remote-Schnittstelle zur Unternehmens-IT die optimale Geräteverfügbarkeit. Anwender profitieren dabei nicht nur vom Remote Support des Anbieters, sondern auch vom weltweiten Vertriebs- und Service-Netz mit mehr als 80 eigenen Standorten, was die Verfügbarkeit von hochqualifizierten Experten jederzeit garantiert.

Über die USB-C 3.1 Schnittstelle lässt sich das Smartphone im Handumdrehen über einen Multiport-Adapter an einen Monitor, Tastatur und Maus anschließen und so nahtlos in die Büroumgebung integrieren. Und während Smart-Ex 03 seine Dienste als Desktop-PC verrichtet, wird sein Akku parallel geladen. Diese Flexibilität versetzt Anwender in die Lage, ein breites Spektrum an Szenarien mit nur einem Smart Device abzubilden – für effiziente und

schlanke digitale Workflows von der Ex-Zone bis zum Schreibtisch. So wachsen die Produktions- und Office-Umgebung zu einem vernetzten Ökosystem zusammen.



**Christian Uhl,**  
Head of Communication &  
Lead Management,  
Pepperl+Fuchs

Wiley Online Library



Pepperl+Fuchs SE, Mannheim  
Tel.: +49 621 776 - 2222 · www.pepperl-fuchs.com



Das neue 6-Zoll-Smartphone Smart-Ex 03 verfügt über ein innovatives Device Health Monitoring.

## Verwurzelt in der chemischen Industrie

Seit Beginn der Chemie in Deutschland gab es die Eigenüberwachung. Die TÜV SÜD Chemie Service GmbH ist hervorgegangen aus den Eigenüberwachungen der Chemiekonzerne Bayer, Hoechst und Dow Chemical. Unsere Sachverständigen kommen aus der Chemie und kennen Ihre Anlagen in Theorie und Praxis. Wir sprechen Ihre Sprache.

**TÜV SÜD Chemie Service GmbH**

# Kleben statt schweißen

## Vibrationen und Kleben – passt das überhaupt zusammen?



### Keywords

- **Klebertechnik**
- **Vibratoren, Klopfer**
- **Ex-Bereich**



Bilder © Netter

Die Klebekonsole ist für diverse Vibratoren und Klopfer verfügbar.

Vibratoren oder Klopfer lösen Produktstauungen und unterstützen das Entleeren von Schüttgutbehältern. Das Nachrüsten solcher Geräte ist insbesondere in explosionsgefährdeten Bereichen mit dem Einsatz von Schweißtechnik nur im Anlagenstillstand möglich. Hingegen reduziert der Einsatz von Klebertechnik die Stillstandzeit der Anlage und hat Vorteile beim Anbringen an dünnwandigen Behältern.

Vibratoren und Klopfer werden zum Lockern, Trennen, Verdichten und Sieben von Pulvern, Granulaten oder Pellets auf U-Profile, Befestigungsböcke oder Metallplatten (Anschweißplatten) montiert. Behälter und Rohre werden auf diese Weise entleert und deren Wände abgereinigt, Produktstauungen aufgelöst und Schüttgutbrücken zerstört bzw. bestenfalls von vorneherein vermieden.

Zur Gewährleistung dieser Effekte müssen bereits bei der Anlagenplanung und der folgen-

den Konstruktion geeignete Befestigungselemente berücksichtigt werden. Problematisch wird es jedoch stets in nicht seltenen Fällen, in denen nachträglich ein Bedarf an Vibrationsstechnik auftritt (neue Schüttgüter, geänderte Rezepturen o.ä.) und keine geeigneten Befestigungsmöglichkeiten an hochwertigen Anlagen (aus z.B. Edelstahl) vorgesehen wurden. Das Schweißen hingegen ist im Nachhinein keine optimale Lösung, denn einerseits kann sich dabei die Oberflächenqualität ver-

schlechtern, insbesondere bei dünnwandigen Behältern, Trichtern oder Rohren, weiterhin besteht dabei auch die Gefahr von feinen Spannungsrissen.

Seit längerem sind die Vorteile von Klebeverbindungen in der Konstruktionsplanung im Maschinenbau bekannt und werden vielseitig z.B. auch in der Pkw-Produktion genutzt: bis zu 15 l Klebstoff werden in Autos verarbeitet!

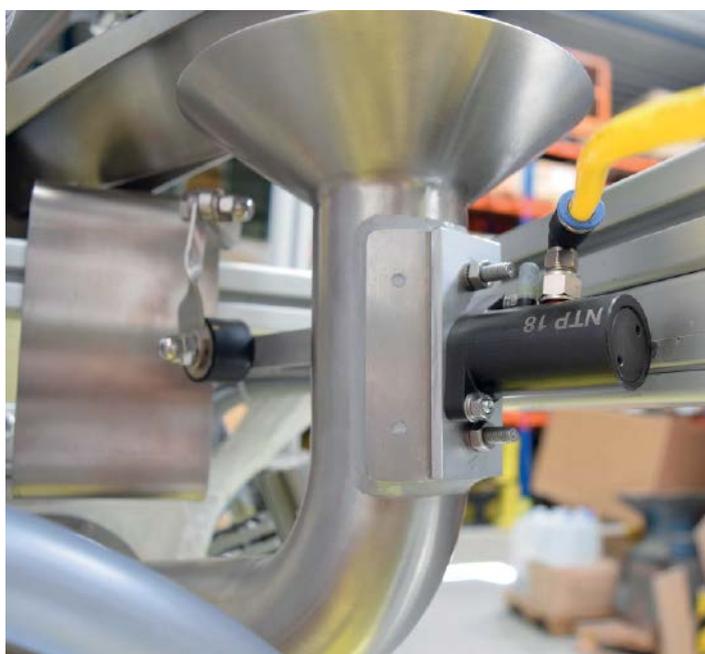
Ein Grund mehr für die Ingenieure von Netter Vibration tätig zu werden. Sie haben nach langer Forschungsarbeit in aufwendigen Teststudien eine Technik entwickelt, die mittlerweile seit vielen Jahren auf dem Markt und seither in der Befestigung von Vibratoren und Klopfern nicht mehr wegzudenken ist:

Mit der Klebekonsole des Herstellers, kurz NKK, ist nachträgliches Schweißen überflüssig, denn egal, ob am Silo, Rohr oder Trichter – mittels der NKK werden Klopfer und Vibratoren einfach, dauerhaft und schonend an der Zielkonstruktion befestigt.

### Erfahrungen mit dem Klebeverfahren

Die Vorteile des Klebeverfahrens liegen auf der Hand und die praktischen Erfahrungen der letzten Jahre überzeugen bereits Anwender in diversen Branchen. Die Klebekonsolen ermöglichen einen effizienten Energieübertrag zwischen dem Vibrator bzw. Klopfer und dem betroffenen Behälter, Silo oder Trichter.

Die Montage der NKK verläuft einfach und vergleichsweise rasch, denn die Konsole kann unkompliziert und ohne Fachpersonal mit elastischem Klebstoff befestigt werden und fun-



Besonders für Edelstahlkonstruktionen ist die Klebertechnik geeignet.

giert dann als Trägermedium von ausgewählten Klopfen bzw. Vibratoren.

Trotzdem ist diese Befestigungsart sicher, erprobt und die Montage ist sogar bei laufendem Betrieb möglich, ohne dass Produktionsabläufe länger unterbrochen werden müssen, was die Stillstandzeiten minimiert, die beim Schweißen oder Verschrauben normalerweise anfallen. Der betreffende Behälter muss vor der Anbringung der Konsole nicht entleert werden, zudem entfällt eine mögliche Beeinträchtigung des im Behälter befindlichen Materials durch die Wärmeentwicklung beim Schweißen.

Das Design der Klebekonsole gewährleistet eine gleichmäßige und effiziente Energieübertragung. Es treten keine Gefügeänderung auf und somit wird das Material der beklebten Konstruktion nicht beeinträchtigt.

Die elastische Klebeschicht garantiert eine dauerhafte Verbindung ohne Risse oder Brüche, die sich damit speziell für dünnwan-

dige Konstruktionen, Werkstoffe mit geringer Schweißneigung und gesonderte Kunststoffe eignet. Netter Vibration bietet neben serienmäßigen Konsolen auch passgenaue Typen an, die individuell konstruiert und angefertigt werden.

### Die Anwendungsgebiete

Aufgrund der zuvor beschriebenen Fakten und technischen Details eignen sich Klebprozesse mit der NKK insbesondere für spezielle Anlagen sowie Umgebungen mit Gefahrenpotenzialen. Um der Gefahr von Rissen oder Brüchen im Material, die beim Anschrauben oder Anschweißen von Vibratoren besteht, vorzubeugen, sollte das Kleben auf jeden Fall bei dünnwandigen oder vorgeschädigten Behältern, Silos und Trichtern bevorzugt angewendet werden. Eine unabdingbare Alternative bietet das Kleben im Fall von schwer bzw. nicht schweißbaren Behältern. In explosionsgefährdeten Zonen (ATEX-Bereiche) ist das Schrau-

ben und Schweißen selbstredend verboten, sodass man bei nicht mobilen Anlagen sogar auf das Kleben angewiesen ist.



Anton Wegmann,  
Technische Beratung und  
Entwicklung, Netter Vibration

Wiley Online Library



Netter GmbH, Mainz-Kastel · Tel.: +49 6134 2901 - 0  
info@nettervibration.com · www.nettervibration.com

## Lasten sicher am Haken

Um etwas anzuheben, braucht es einen Kran, Seile oder Ketten – und schließlich Anschlagpunkte an der Last selbst. Als klassische und gleichsam einfachste Anschlagpunkte gelten Ringschrauben nach DIN 580, sie werden lastseitig in vorhandene Gewinde eingedreht. Wo keine Gewinde möglich sind, werden Ringmutter nach DIN 582 analog eingesetzt. Ganter bietet diese Normen in drei Werkstoffen an: Stahl, Edelstahl A2 und A4. Das Portfolio umfasst daneben aber weit bessere und tragfähigere, werkstofflich optimierte und vor allem besser handhabbare Anschlagpunkte. Besonders hervorzuheben sind die integrierten RFID-Tags. Diese ermöglichen, den jeweiligen Anschlagpunkt bei Verschleiß- und Sicherheitsprüfungen eindeutig zu identifizieren sowie digital und ohne Systembruch zu verwalten. Ein solcher RFID-Tag befindet sich bspw. in der Ringschraube GN 581 oder Ringmutter GN 583, die auch nach dem Anschrauben um ihre vertikale Achse drehbar bleiben. Beide Optionen kennzeichnen auch den Lastbügel GN 586.1, allerdings ist hier die Lastöse zusätzlich abklappbar. Und dank seiner kugelgelagerten Ringöse bleibt der Anschlagwirbel GN 5860 selbst unter Last voll drehbar. Nicht eingeschraubt, sondern angeschweißt wird der Lastbügel GN 587.1. Er eignet sich auch für Anwendungen im Freien, weil die Auslegung des Anschweißblocks eine geschlossene und damit korrosionssichere Naht erlaubt. Der Bügel selbst kann um 180° geschwenkt werden, wobei ihn eine optional integrierte Feder in jeder Position hält. Der Anschlagpunkt GN 589 zum Anschweißen ist allseitig belastbar. Seine minimale Aufbauhöhe ist von Vorteil, wenn z.B. die maximale Hakenhöhe des Hebezeugs limitiert ist. Als praktische Alternative zu Gewinde- oder Schweißlösungen gilt die Tragbolzen-Lösung, prädestiniert z.B. für Vorrichtungen und Werkzeuge, die häufig und rasch ihre Position wechseln. GN 1130 arbeitet nach dem Kugelbolzen-Prinzip mit axialer Sicherung und lässt sich per Knopfdruck lösen. Der neue Gewindetragbolzen GN 1133 wiederum erspart das zeitintensive Ein- und Ausdrehen in lastseitig vorhandene Gewinde. Hier verriegeln nicht Kugeln, sondern Gewindegsegmente, die per Knopfdruck formschlüssig ein- und ausgefahren werden. Die Verbindung zum Anschlagmittel übernimmt der integrierte, um 180° schwenkbare Schäkkel. Auch Schäkkel sind Teil des Sortiments. Die Schäkkel GN 585 basieren auf der US-Norm RR-C-271 und zeichnen sich gegenüber der DIN-Variante durch eine deutlich höhere Belastbarkeit aus.



© Otto Ganter

www.ganternorm.com

## Kugelhahn für aggressive Medien

Aufgrund des weltweit steigenden Bedarfs hat ChemValve-Schmid die Produktion und Nennweitenverfügbarkeit des ChemBall erneut ausgebaut. Der PFA-Kugelhahn ist für den Umgang mit aggressiven Medien ausgelegt. So kommt er unter anderem in den USA bei Unternehmen der Chlor-Alkali-Industrie erfolgreich zum Einsatz. Er basiert auf der patentierten TrueFloat-Technologie, bei der ein einteiliger PFA-Mantel die bewegliche metallische Verbindung zwischen Kugeln und Welle umschließt und auf diese Weise die Vorteile von geführter und schwimmender Kugel vereint. Das Schweizer Unternehmen hat die Produktionskapazitäten verdoppelt und eine eigene Abteilung für die Kunststoffbeschichtung des Kugelhahns eröffnet. Der Kugelhahn, vorab in den ASME-Größen priorisiert, ist ab sofort in den EN-Nennweiten DN 15, 20, 25, 40, 50, 80, und 100 erhältlich. Ab dem ersten Quartal dieses Jahres gesellen sich zusätzlich die beiden Nennweiten DN 32 und 65 hinzu und ab dem zweiten Quartal werden die Größen DN 150 und 200 verfügbar sein.

www.chemvalve-schmid.com

© Chemvalve-Schmid



# Geprüfte H<sub>2</sub>-Dichtungswerkstoffe

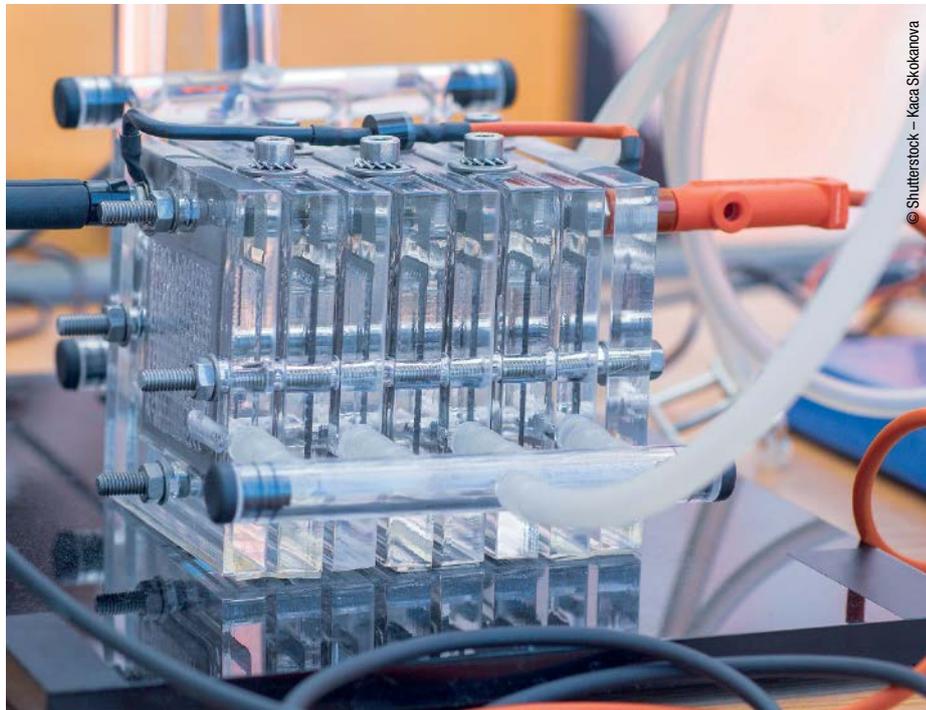
## TPU und EPDM-Dichtungen für Wasserstoffanwendungen

Die Werkstoff-Familie H<sub>2</sub>Pro ist für Dichtungsapplikationen entlang der Wasserstoffwertschöpfungskette ausgelegt. Unter den Lösungen befinden sich ein neues Ethylen-Propylen-Dien-Monomer (EPDM) für Hochdruckumgebungen in einem breiten Temperaturbereich sowie ein thermoplastisches Polyurethan (TPU) für sehr niedrige Temperaturen. Einsatzbereiche sind z.B. Ventilanwendungen, Durchflussmesser, Filter und Anschlüsse.



### Keywords

- Dichtungen
- Wasserstoff
- EPDM, TPU



Mit H<sub>2</sub>Pro bietet Trelleborg neue Werkstoffe, die den hohen Anforderungen der Wasserstoffindustrie entsprechen, z.B. einer Wasserstoffbrennstoffzelle.

Die boomende Wasserstoffindustrie benötigt hochspezialisierte Materialien und Anwendungen. Denn die Wasserstoffmoleküle sind sehr klein und tendieren zur Diffusion. Außerdem sind bei Lagerung und Transport teilweise extreme Temperaturen und Drücke zu berücksichtigen. Die H<sub>2</sub>Pro-Reihe von Trelleborg Sealing Solutions umfasst neue Lösungen für Dichtungen, die in der Produktion, dem Transport, der Speicherung und Endanwendungen von Wasserstoff eingesetzt werden. Die Werkstoffe sind grundsätzlich für anspruchsvolle Umgebungen ausgelegt und ausgiebig getestet. Sie widerstehen nicht nur hohen Drücken und extrem niedrigen Temperaturen, sondern auch der Permeation, sodass sie einer schnellen Dekompression des Gases standhalten.

### Neues EPDM und TPU zum Abdichten gegen Wasserstoff

Das Portfolio umfasst zwei neue Werkstoffe: Darunter H<sub>2</sub>Pro EBT25, welches ein neues EPDM für Hochdruckumgebungen in einem breiten Temperaturbereich ist, sowie mit Zurcon H<sub>2</sub>Pro ZLT ein TPU, das bei extrem niedrigen Temperaturen seine Funktion behält. James Simpson, Global Segment Director Energy bei

Trelleborg Sealing Solutions, erklärt: „Wasserstoff spielt eine zunehmend wichtige Rolle bei der Transformation zu einer kohlenstoffneutralen Welt. Wir benötigen ihn zukünftig sowohl als Kraftstoff als auch als Speichermedium für überschüssige Energie aus erneuerbaren Quellen. Aufgrund seiner inhärenten Eigenschaften ist Wasserstoff schwer abzudichten. Das wachsende Werkstoffsortiment bietet zuverlässige Dichtungslösungen für eine breite Palette von Anwendungen, darunter Pumpen, Ventile, Anschlüsse und zahlreiche andere Geräte in der Wasserstoffversorgungskette.“

### Permeation und Leckagen sicher vermeiden

Zu den besonderen Herausforderungen bei der Abdichtung von Wasserstoff gehören Permeation und Leckage, da Wasserstoffatome die kleinsten Atome überhaupt sind. Besonders zu berücksichtigen ist auch eine schnelle Gaskompression (Rapid Gas Decompression, RGD). Dabei wird der Wasserstoff in einem Hochdrucksystem von einer Dichtung absorbiert. Lässt der Druck im System plötzlich nach, kann sich das in der Dichtung eingeschlossene Gas schlagartig ausdehnen, was

dazu führen kann, dass die Dichtung Blasen wirft und reißt. Dichtungen für Wasserstoff führende Systeme müssen so härtesten Bedingungen standhalten, einschließlich hoher Drücke von bis zu von bis zu 1.000 bar. Etwa in Hochdruckventilen und bei sehr niedrigen Temperaturen bis zu -250 °C. Dies ist z.B. bei der Lagerung und dem Transport von flüssigem Wasserstoff der Fall.

### Nach Industriestandards geprüft

Philipp Hirstein, R&D Engineer bei Trelleborg Sealing Solutions, kennt die Details: „Da die Abdichtung von Wasserstoff so besonders anspruchsvoll ist, entwickeln wir Werkstoffe und anwendungsspezifische Lösungen, um alle Unternehmen unterstützen zu können, die mit Wasserstoff umgehen. Darunter Branchen wie Energieerzeugung, Luft- und Raumfahrt, die Automobilindustrie und chemische Prozessindustrie. Als global führendes Unternehmen für individuelle Polymer- und Elastomerlösungen sind wir ideal aufgestellt, um bevorzugter Dichtungspartner für Wasserstoff zu sein. Vor allem das Testing liegt uns am Herzen – mit unserem neuen Wasserstoff-Testzentrum in Fort Wayne, Indiana, erweitern wir aktuell sogar

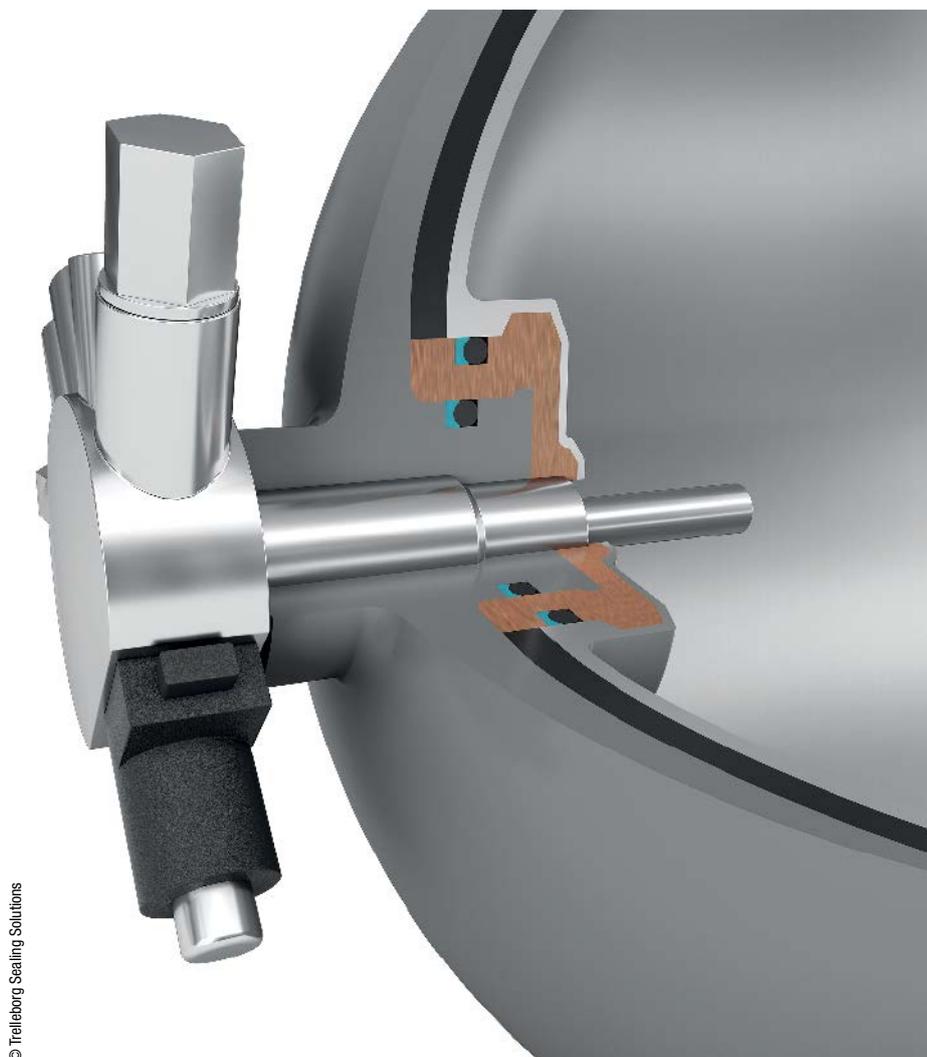
unsere Prüfkapazitäten. Das Labor soll noch im ersten Quartal 2024 fertiggestellt sein.“

Alle Werkstoffe der Serie wurden auf hervorragende anwendungsspezifische Verschleiß- und Extrusionseigenschaften ausgelegt und nach relevanten Industriestandards in einer Reihe für Wasserstoffumgebungen typischen Bedingungen validiert. Trelleborg verfügt über R&D-Zentren, um die Werkstoffe auf Sauerstoff- und Ozonalterung, Wasserstoffkompatibilität, Leckage, Permeation und die Fähigkeit, RGD zu widerstehen, zu prüfen. Die Überprüfung auf die Einhaltung der relevanten internationalen Normen ist dabei stets fester Bestandteil.

### Die neuen Typen im Einzelnen

Das TPU weist eine im Vergleich zu Elastomeren niedrige Permeabilität auf und bietet eine hervorragende RGD-Beständigkeit. Es kann in einem weiten Temperaturbereich sicher eingesetzt werden und weist insbesondere hervorragende Tieftemperatureigenschaften auf. Der Werkstoff ist mit der Verordnung (EG) 79/2009, SAE J2600 und ANSI CHMC 2 konform. Der Kunststoff eignet sich zur Herstellung von O-Ringen für statische Dichtungen an Ventilen, Filtern, Zapfpistolen, Pumpen, Anschlüssen und Fittings sowie für Nutringe in statischen und dynamischen Anwendungen wie Ventilschäfte, Stellantriebe und Regler.

Der EPDM-Werkstoff ist ebenfalls widerstandsfähig gegen RGD und zeichnet sich auch durch eine geringe Permeabilität sowie einen weiten Betriebstemperaturbereich aus. Darüber hinaus bietet er eine Härte von 85 Shore A und



© Trelleborg Sealing Solutions

**Dichtungen in der Wasserstoffindustrie, wie für diesen Wasserstofftank, müssen auf hohe Drücke und niedrige Temperaturen ausgelegt sein.**

hervorragende Extrusionsbeständigkeit. Der Werkstoff entspricht den Verordnungen (EG) 79/2009, SAE J2600 und ANSI CHMC 2 und wird zur Herstellung von O-Ringen in statischen Dichtungen an Ventilen, Filtern, Betankungsdüsen, Pumpen, Anschlüssen und Fittings sowie für kundenspezifische Formteile verwendet.

Neben den beiden Verbundwerkstoffen bietet die Produktfamilie eine Bandbreite an weiteren Werkstoffen in verschiedensten Formen und Dichtungsprofilen. Darunter Turcon, ein Polytetrafluorethylen (PTFE) und ein thermoplastisches Compound zur Verwendung als Varilip-Rotationsdichtung und Variseal-Rotations- und Stangendichtung, V-Stack-Dichtungen für den Einsatz in statischen und dynamischen Anwendungen mit kryogen komprimiertem Wasserstoff und flüssigem Wasserstoff (LH<sub>2</sub>), FKM-Dichtungen, EPDM-Mischungen mit geringerer Härte und Silikonmischungen für Anwendungen mit niedrigerem Druck, Metalldichtungen für statische LH<sub>2</sub>-Anwendungen und verschleißfeste Verbundstofflager und Kolbenringe für Kompressoren.



**Einspritzdüse mit H<sub>2</sub>Pro-Dichtung für die Wasserstoffindustrie.**

© Trelleborg Sealing Solutions



**Philipp Lubos,**  
PR-Berater, für  
Trelleborg Sealing Solutions

Wiley Online Library



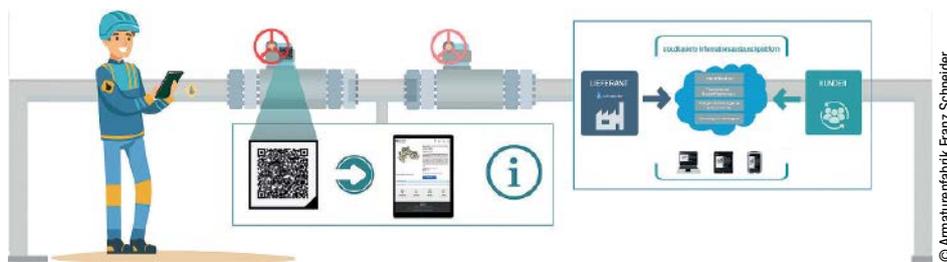
**Trelleborg Sealing Solutions Germany GmbH,**  
Stuttgart-Vaihingen  
Tel.: +49 711 78 64-780 · [www.trelleborg.com](http://www.trelleborg.com)

## Das Datenchaos beseitigen

1.000 Seiten Dokumentation – keine Seltenheit bei Komponenten für die Prozessindustrie. Ein riesiger Informationsberg, vor dem Anlagenbetreiber und Instandhalter stehen. Informationen im richtigen Moment zu finden, ist dank Suchmaschinen und der Volltextsuche in vielen Programmen inzwischen Alltag. Diese Arbeitserleichterung setzt sich auch in der Prozessindustrie immer stärker durch.

Was früher bei einer umfangreichen Produktdokumentation zur manuellen Herkulesaufgabe wurde, löst die Norm VDI 2770 elegant. Sie legt fest, in welcher Form digitale Herstellerinformationen in der chemischen Prozessindustrie vorliegen müssen, damit Betreiber und Instandhalter strukturiert darauf zugreifen können. Die standardisierten Daten geben nicht nur Auskunft über die Identifikation, technischen Merkmale und tätigkeitsspezifischen Unterlagen, sondern beinhalten z.B. auch die durchaus umfangreichen Zertifikatsunterlagen. Dokumentencontainer vereinfachen den Workflow aller Beteiligten: Sie strukturieren die Informationen und stellen neben den Originaldaten menschenlesbare PDFs für Wartungspersonal, Bediener und Anlagenbauer sowie maschinenlesbare XML-Dateien für die einfache Integration in Fremdsoftware bereit. AS-Schneider setzt auf diese Norm, um Ordnung ins Chaos zu bringen: Der Armaturenhersteller stellt ab sofort seine Produktinformationen in VDI 2770 konformen Datenpaketen zur Verfügung. Verantwortliche, wie Anlagenplaner und -bauer, Instandhaltungspersonal oder Supply Chain Manager, profitieren von einem zeitsparenden und effizienten Zugriff auf alle relevanten Unterlagen in der Cloud. Einheitliche Strukturen und Terminologien tragen dazu bei, dass sie die Informationen einfach interpretieren können. Das definierte Format erleichtert daneben die Aktualisierung und Pflege der Daten, der einheitliche Datenpool verbessert die Planung von Instandhaltungsarbeiten und unterstützt bei der Fehleranalyse. Durch die schnelle Verfügbarkeit relevanter Informationen können fundiertere Entscheidungen getroffen werden, was die Sicherheit erheblich erhöht.

[www.as-schneider.com](http://www.as-schneider.com)



© Armaturenfabrik Franz Schneider

## Spurenfeuchte präzise messen



© Process Sensing Technologies PST

Die Messung des ultra-niedrigen Spurenfeuchtegehaltes ist essenziell für eine effiziente NGL-Fraktionierung und LNG-Verflüssigung. Eine präzise Analyse erhöht die Prozesseffizienz und senkt die Betriebskosten durch eine reduzierte Korrosionsbildung in Leitungen und Anlagen. Mit dem neuen QMA601-LR stellt Process Sensing Technologies PST (früher Michell Instruments) einen Analysator vor, der auf der Schwingquarz-Technologie (Quartz Crystal Microbalance) basiert und für ultra-niedrige Spurenfeuchtemessungen optimiert wurde. Der Analysator erfüllt die Standards ATEX, IECEx und cQPSus und verfügt über ein kontrastreiches LCD-Display, auf dem Messdaten klar und verständlich aufbereitet werden. Dank Echtzeit-Trenddiagramm und Alarmindikatoren nach NAMUR 102 lässt sich der Prozessstatus jederzeit auf einen Blick erkennen. Ein leistungsfähiges Interface mit kapazitivem Touchpad macht die Bedienung, Datenaufzeichnung und Konfiguration benutzerfreundlich. Das zuverlässige Gerät verfügt über eine untere Nachweisgrenze von 0,02 ppmV und einen Messbereich von 0,02 bis 100 ppmV bei besonders hoher Messgenauigkeit. Es wurde speziell für eine einfache Wartung vor Ort konzipiert und lässt sich durch einen vollständigen Modulaustausch bei Bedarf schnell ersetzen. Die Integration eines automatischen Verifizierungssystems sorgt für rückverfolgbare und verlässliche Messergebnisse. Der kompakte Feuchteanalysator unterstützt eine effizientere Trocknerumschaltung, was zu weiteren Einsparungen bei den Betriebskosten führt.

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

## Realistische Wasserstoffprüfungen

Als sauberer und nachhaltiger Energieträger wird Wasserstoff immer wichtiger. Eine zuverlässige Überprüfung und Zertifizierung von Komponenten und Materialien, die für Wasserstoffprodukte und -anwendungen erforderlich sind, ist daher unerlässlich. Um verlässliche Aussagen über die Materialeigenschaften treffen zu können, müssen die Werkstoffe unter möglichst realen Anwendungsbedingungen geprüft werden. Bei Wasserstoffprüfungen ergeben sich daraus zahlreiche Herausforderung, die aus der hohen Durchdringungsfähigkeit, der Wasserstoffversprödung und der hohen Reaktivität – um nur einige zu nennen – entstehen. Um die Materialeigenschaften von Metallen, Elastomerwerkstoffen und anderen Kunststoffen unter realen Anwendungsbedingungen zu charakterisieren, setzt der Prüflabor-Dienstleister Scioflex Hydrogen auf Prüfmaschinen von ZwickRoell.



© ZwickRoell

Für vielfältige kraft- und dehnungsgeregelte Zeitstandermüdungsversuche auch unter Wechsellast – u.a. zur Bestimmung der Wasserstoffversprödung und zur Hohlprobenprüfung – sind das die Zeitstandprüfmaschine Kappa 100 SS-CF sowie die servohydraulische Prüfmaschine HA100 mit 400 bar-Autoklav. Damit führt das Unternehmen Materialcharakterisierungen im Bereich der Wasserstofftechnologien für Neu- und Serienprodukte sowie spezielle Problemstellungen durch. Im Bereich Metalle zählen dazu Hohlprobenprüfungen, Zugversuche und Ermüdungsversuche an Gewindeproben sowie bruchmechanische Untersuchungen an CT-Proben von 1/2". Zu den Prüfungen an Kunststoffen gehören Zugversuche, dynamisch-mechanische Charakterisierungen, Ermüdungsversuche und verschiedene bruchmechanische Untersuchungen. Beide Maschinen können über eine weite Bandbreite an Frequenz und Last eingesetzt werden und ergänzen sich in puncto Prüfgeschwindigkeit von „langsam“ (Kappa 100 SS-CF) zu „schnell“ (HA100). Mit den beiden Lösungen kann im Bereich niedriger Dehnraten gearbeitet werden, um Slow Strain Rate Tests (SSRT) zu ermöglichen sowie bruchmechanische oder Ermüdungsexperimente bis zu einer Frequenz von 20 Hz zu implementieren. Darüber hinaus lassen sich dank verschiedener Kraftsensoren unterschiedliche Lastbereiche bis 100 kN abdecken und optional eine Temperierkammer für Messungen im Bereich -40 °C bis 100 °C implementieren.

[www.zwickroell.com](http://www.zwickroell.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

**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



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



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



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

### Pumpen



## JESSBERGER GMBH

Jaegerweg 5 · 85521 Ottobrunn  
Tel. +49 (0) 89-6 66 63 34 00  
Fax +49 (0) 89-6 66 63 34 11  
[info@jesspumpen.de](mailto:info@jesspumpen.de)  
[www.jesspumpen.de](http://www.jesspumpen.de)

### Pumpen, Zahnradpumpen



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

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

### Rohrbogen/Rohrkupplungen



**HS Umformtechnik GmbH**  
Gewerbestraße 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)

### Strömungssimulationen

**PROCENG**  
MOSER

Ihr Spezialist für  
Strömungssimulationen  
in der Verfahrenstechnik.  
[www.proceng.ch](http://www.proceng.ch)

### 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>

### Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung



Spöckerdamm 2  
25436 Heidgraben  
Tel. +49(0)4122 922-0  
[info@helling.de](mailto:info@helling.de)  
[www.helling.de](http://www.helling.de)

### Gefahrstoffe

### Gefahrstofflagerung



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

### Containment



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

### Ingenieurbüros

### Biotechnologie



Spöckerdamm 2  
25436 Heidgraben  
Tel. +49(0)4122 922-0  
[info@helling.de](mailto:info@helling.de)  
[www.helling.de](http://www.helling.de)

## Lager- und Fördertechnik

### Dosieranlagen

**ProMinent Dosiertechnik GmbH**  
Im Schuhmachergewann 5-11  
D-69123 Heidelberg  
Tel.: 06221/842-0, Fax: -617  
[info@prominent.de](mailto:info@prominent.de)  
[www.prominent.de](http://www.prominent.de)

## 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)

### Magnetfilter & Metallsuchgeräte



**THIELMANN ENERGIE TECHNIK 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 ENERGIE TECHNIK 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 + Klopfert

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

Messtechnik

Aerosol- und  
Partikelmesstechnik



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

Thermische  
Verfahrenstechnik

Abluftreinigungsanlagen

**envirotec**

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

**Venjakob**

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

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

Vakuumsysteme

[www.vacuum-guide.com](http://www.vacuum-guide.com)

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

Verdampfer



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

**THIELMANN**  
ENERGIETECHNIK **GTS**

**THIELMANN ENERGIETECHNIK GmbH**  
Dormannweg 48 | 34123 Kassel  
Tel.: +49 561 50785-0  
E-Mail: info@gts-thielmann.de  
Website: 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  
www.will-hahnenstein.de

# Nachhaltigkeit Kreislaufwirtschaft Digitalisierung

## ACHEMAreporter 2024 – im Einsatz.

Vom 10. bis 14. Juni 2024 wird das Messegelände in Frankfurt am Main wieder zum Weltforum für die Prozessindustrie. Die Transformation in der Prozessindustrie zu einer klimaneutralen und ressourcenschonenden Produktion sowie die Digitalisierung auf allen Ebenen sind große Herausforderungen, die es zu bewältigen gilt. Dafür stellen über 2.000 Aussteller bei der ACHEMA 2024 ihre neuen Produkte, Lösungen und Verfahren zur Diskussion.

**Wir suchen ACHEMAreporter**, die die technischen Lösungen und Trends aufgreifen und von der ACHEMA berichten. Als ACHEMAreporter eingeladen sind Studierende der chemischen Verfahrenstechnik, des chemischen Apparate- und Anlagenbaus, der Mess- und Regeltechnik sowie der Pharma- und der Biotechnik. Auch bewerben können sich fachjournalistisch Interessierte mit einer technischen Vorbildung. Die Berichte publizieren wir auf dem Zielgruppenportal [www.chemanager-online.com](http://www.chemanager-online.com) sowie in den tagesaktuellen Newslettern.

**Interessenten melden sich bitte bei:**  
[citplus@wiley.com](mailto:citplus@wiley.com) unter dem Stichwort „ACHEMAreporter“.

**Ihre Ansprechpartner:**  
**Etwina Gandert**  
Chefredakteurin  
+49 (0) 6201 606 768  
egandert@wiley.com  
50 | CITplus 1-2 · 2024

**Bettina Wagenhals**  
Assistenz  
+49 (0) 6201 606 764  
bwagenhals@wiley.com



ACHEMA2024

Besuchen Sie uns  
auf der ACHEMA  
Foyer 4.1, Stand A31

CITplus

CHEManager

WILEY VCH

Alino	49	Gemü	49, 50	Netter Vibration	44, 49	Shell	6
Anton Paar	Beilage	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)	13	Noge	49	Skand	20
Armaturenfabrik Franz Schneider	48	GIG Karasek	50	Novindustria	23	Steute Technologies	34
BCNP Consultants	7	Goudsmit Magnetics Systems	49	NSB Gas Processing	50	TAC Insights	13
Beinlich Pumpen	49	Haus der Technik	13	Otto Ganter	45	Techn. Akademie Esslingen	13
Borealis	9	Helling	49	Palas	50	Thielmann Energietechnik	49, 50
Chem-Valve-Schmid	45	Hima Paul Hildebrandt	28	Panduit	41	Trelleborg Sealing Solutions	46
Comsol Multiphysics	13	HS Umformtechnik	49	Particle Measuring Systems (PMS)	19	TÜV Süd	27, 43
CSE - Engineering Center of Safety Excellence	13, 14	Indu-Sol	32	Pepperl+Fuchs	42	Vega Grieshaber	4. US
Dechema	9, 13	Ing.-Büro Pierre Strauch	50	Proceng Moser	49	Venjakob	50
Denios	21, 50	Jessberger	49	Process Insights	24	Verein Deutscher Ingenieure (VDI)	13
Easyfairs	Beilage	Jumo	40	Process Sensing Technologies (PST)	48	Vogelbusch	49
Endress+Hauser (Deutschland)	Beilage	KSB	49	Prof. Dr. Jaberg & Partner	13	Weiss Pharmatechnik	22
Envirochemie	6	Labom Mess- und Regeltechnik	36	Profibus-Nutzerorganisation	7	Will & Hahnenstein	50
Envirotec	50	Levaco Chemicals	6	Prominent Dosiertechnik	49	Witt Gasetechnik	24
E-T-A Elektrotechnische Apparate	38	Lutz-Pumpen	49	Pumpen Center Wiesbaden	49	WK Wärmetechnische Anlagen-, Kessel- und Apparatebau	50
Evonik	9	Meorga	13	RCT Reichelt Chemietechnik	23, 27, 49, Beilage	Zwickroell	48
Fette Compacting	23	Messe München	13	Rembe Safety + Control	3		
Findeva	5, 49	Metrohm	24	SAS Institute	13		
Flexim	24	Münzing Chemie	6	Seipenbusch Particle Engineering	50		

## Impressum

### Herausgeber

GDCh, Dechema e. V., VDI-GVC

### Verlag

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

### Geschäftsführer

Sabine Haag  
 Dr. Guido F. Herrmann

### Group Vice President

Harriet Jeckells

### Publishing Director

Steffen Ebert

### Produktmanager

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

### Chefredakteurin

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

### Redaktion

Dr. Volker Oestreich  
 voe-consulting@web.de

### Redaktionsassistentz

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

### Fachbeirat

Dr. Hans-Erich Gasche,  
 Bayer, Leverkusen  
 Prof. Dr. Thomas Hirth,  
 Karlsruhe Institute of Technology (KIT),  
 Karlsruhe

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

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

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

Dr. Christian Poppe,  
 Covestro, Leverkusen

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

Prof. Dr. Roland Ulber,  
 TU Kaiserslautern

### Erscheinungsweise 2024

10 Ausgaben im Jahr  
 Druckauflage 20.000  
 (IVW Auflagenmeldung:  
 Q4 19.927 tvA)

### Bezugspreise Jahres-Abonnement 2024

10 Ausgaben 254,40 €, zzgl. MwSt.  
 Schüler und Studenten erhalten  
 unter Vorlage einer gültigen  
 Bescheinigung 50% Rabatt.  
 Im Beitrag für die Mitgliedschaft bei der  
 VDI-Gesellschaft für Chemieingenieur-  
 wesen und Verfahrenstechnik (GVC) ist  
 der Bezug der Mitgliederzeitschrift  
 CITplus enthalten.  
 CITplus ist für Abonnenten der Chemie  
 Ingenieur Technik im Bezugspreis enthal-  
 ten. Anfragen und Bestellungen über den  
 Buchhandel oder direkt beim Verlag (s.o.).

### Wiley GIT Leserservice

65341 Eltville  
 Tel.: +49 6123 9238 246  
 Fax: +49 6123 9238 244  
 E-Mail: WileyGIT@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 (Litho)  
 Daniela Glomb (Layout)

### Anzeigen

Zurzeit gilt die Anzeigenpreisliste  
 vom 1. Oktober 2023

Stefan Schwartze  
 Tel.: 06201/606-491  
 sswartz@wiley.com

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

Hagen Reichhoff  
 Tel.: 06201/606-001  
 hreichhoff@wiley.com

### Sonderdrucke

Bei Interesse an Sonderdrucken,  
 wenden Sie sich bitte an  
 Stefan Schwartze,  
 sswartz@wiley.com

### Originalarbeiten

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

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

Unverlangt zur Rezension eingegangene Bücher  
 werden nicht zurückgesandt.

### Druck

westermann DRUCK | pva  
 Printed in Germany | ISSN 1436-2597



# WILEY-VCH



**SEIN HAUPTJOB:  
PROZESSSICHERHEIT.  
THE 6X<sup>®</sup>. VON VEGA.**

Prozesssicherheit funktioniert nur richtig, wenn man kontinuierlich die Füllstände überwacht und gleichzeitig volle Cybersecurity bietet. Deshalb behält der Radarsensor VEGAPULS 6X beides im Blick – kontinuierlich und zertifiziert.

**VEGA. HOME OF VALUES.**

[www.vega.com/radar](http://www.vega.com/radar)

**VEGA**