

**SIL**

### Sicherheit in der chemischen Industrie Wie SIL-Anforderungen erfüllt werden können

**Austausch unter Experten**  
Vorschau auf das 15. Jahrestreffen der VDI-GVC-Betriebsingenieure  
**S. 8**

**75 Jahre NAMUR**  
Von der Normenarbeits-zur Interessengemein-schaft der Prozessindustrie  
**S. 19**

**Über den Tellerrand hinaus**  
IGR-Erfahrungsaustausch Technik 2024 bringt Fachleute zusammen  
**S. 37**

chemanager.com/reinraumtechnik

lvt-web.de



chemanager.com/citplus



# Top-Titel

## für die Chemie-, Pharma- und Lebens- mittelindustrie

### CHEManager

Die führende Branchenzeitung für die Märkte der Chemie und Life Sciences

### LVT LEBENSMITTEL Industrie

Die Zeitschrift für Fach- und Führungskräfte der Lebensmittel- und Getränkeindustrie

### CITplus

Das Praxismagazin für Verfahrens- und Chemieingenieure

### ReinRaumTechnik

Die führende Fachpublikation für Betreiber und Nutzer von Reinräumen

#### Ihre Ansprechpartner:

##### Redaktion

**Michael Reubold**  
Leitung/Chefredakteur CHEManager  
Tel.: +49 (0) 6201 606 745  
michael.reubold@wiley.com

##### Ralf Kempf

stellv. Chefredakteur CHEManager  
Tel.: +49 (0) 6201 606 755  
ralf.kempf@wiley.com

##### Etwina Gandert

Chefredakteurin CITplus  
Tel.: +49 (0) 6201 606 768  
etwina.gandert@wiley.com

##### Jürgen Kreuzig

Chefredakteur LVT  
Tel.: +49 (0) 6201 606 729  
juergen.kreuzig@wiley.com

##### Roy Fox

Chefredakteur ReinRaumTechnik  
Tel.: +49 (0) 6201 606 714  
roy.fox@wiley.com

##### Mediaberatung

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

##### Hagen Reichhoff

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

##### Stefan Schwartz

Tel.: +49 (0) 6201 606 491  
sschwartz@wiley.com

##### Florian Högn

Tel.: +49 (0) 6201 606 522  
fhogn@wiley.com

# Vom Provisorium zum Erfolgsmodell

Fast jeder Ingenieur hat das schon erlebt: Mann oder Frau entwirft ein Provisorium, das sich als Dauerlösung entpuppt. Der gemeine Ingenieur bastelt eben nicht nur gern beruflich, sondern auch privat. So manche improvisierte Lösung erweist sich als sehr erfolgreich und darf sich dauerhaft bewähren.

Ein sehr bekanntes und bewährtes Provisorium ist das Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland. Es wurde 1949 eingeführt und war in der unmittelbaren Nachkriegszeit nach dem Zweiten Weltkrieg nicht als endgültige Verfassung für ein vereintes Deutschland gedacht. So sollte es als Übergangslösung für den westlichen Teil Deutschlands dienen, bis eine Wiedervereinigung des Landes möglich wäre. Doch nach dem Beitritt der DDR zur Bundesrepublik war der Wunsch nach politischer Stabilität groß. Und da sich das Grundgesetz seit seiner Verabschiedung 1949 als sehr stabil, flexibel und effektiv erwiesen hatte, bestand der breite politische Konsens in Ost und West, das Grundgesetz auf das wiedervereinigte Deutschland auszudehnen ohne einen Verfassungsprozess einzuleiten. Seit 1949 garantiert das Grundgesetz zentrale Rechte und Freiheiten, die die Grundlage für das moderne demokratische Leben in Deutschland bilden, wie die Menschenwürde, die Meinungsfreiheit, die Gleichberechtigung und die Versammlungsfreiheit. Dabei lässt es sich an gesellschaftliche und politische Veränderungen anpassen – seit seiner Einführung wurde es mehrfach angepasst, um auf neue Herausforderungen und Entwicklungen zu reagieren, ohne dabei seine Kernelemente – wie die unveränderlichen Grundrechte im Artikel 1 bis 19 – zu beeinträchtigen. Ich würde sagen, ein sehr erfolgreiches Provisorium und das seit 75 Jahren.

Nicht als Provisorium, aber ebenso seit 75 Jahren bewährt, angepasst und weiterentwickelt hat sich die NAMUR: Von der Normenarbeitsgemeinschaft zur Interessengemeinschaft, wie der historische Rückblick von Dr. Volker Oestreich in CITplus ab Seite 20 titelt. Der CITplus-Autor gibt einen umfassenden Überblick in die Entwicklung des Vereins und dessen Motivation, nicht nur die Interessen der Messgerätenutzer bei den Herstellern zu adressieren, sondern auch von wirtschaftlichen Vorteilen beim Geräteeinkauf zu profitieren. Mit Volker Oestreich hat sich die Berichterstattung über die NAMUR in CHEManager und CITplus seit 2006 verstetigt. Den ersten Bericht verfasste Dr. Stefan Stieler über den Nutzen der Prozessanalysetechnik, gefolgt vom Portrait des langjährigen NAMUR-Geschäftsführer Dr. Hasso Drahten in CITplus 4/2006.

Heute gratulieren wir der NAMUR zum 75-jährigen Bestehen!

Über diese zwei Jubiläen hinaus, nehmen wir in dieser Ausgabe das Thema SIL – in der Titelstory von Vega ab S. 16 –, Anlagensicherheit und der Cyber Resilience Act (S. 30), Automatisierung mit Ethernet-APL (ab S. 25), die Digitalisierung im Anlagenbau (ab S. 46) und die Kosten-Nutzen-Bilanz beim modularen Anlagenbau (S. 14) in den Fokus. Außerdem geben wir einen ausführlichen Ausblick auf das 15. Jahrestreffen der VDI-GVC-Betriebsingenieure am 29. November in Frankfurt, auf das ich mich schon jetzt sehr freue. Kurz zuvor findet in Neuss die 87. NAMUR Hauptsitzung statt, auf der es um „Boundless Automation – Automatisierungsarchitektur der nächsten Generation“ gehen wird. Ich hoffe, wir sehen uns – in Frankfurt und/oder Neuss!

Bis dahin wünsche ich Ihnen eine interessante Lektüre und sende herzliche Grüße.

**Etwina Gandert**

etwina.gandert@wiley.com



**Etwina Gandert**  
Chefredakteurin



Wiley Online Library

WILEY-VCH



© Ivan - stock.adobe.com

Der monatliche  
**Themen-  
Newsletter**  
für die Prozess-  
industrie.

**CITplus**  
**IN SIGHT**

Einmal monatlich zu einem aktuellen Thema für die Ingenieure der prozess- und verfahrenstechnischen Industrien – aus der Praxis für die Praxis – im digitalen Format.

**Registrieren  
Sie sich hier:**



chemanager-online.com/  
citplus/newsletter



# Sicherheit in der chemischen Industrie

## Wie SIL-Anforderungen erfüllt werden können

In der chemischen Industrie ist Sicherheit das oberste Gebot. Dafür sorgen unter anderem Sicherheitseinrichtungen, die den individuellen Sicherheitsanforderungen (SIL) entsprechen. Dieser Artikel beleuchtet die Prinzipien der funktionalen Sicherheit, beschreibt typische Anwendungen und erläutert die Anforderungen an die Implementierung und Wartung bis hin zur Cybersicherheit von Sicherheitseinrichtungen.

VEGA Grieshaber KG, Schiltach  
Tel.: +49 7836 - 500 · www.vega.vom

© Vega Grieshaber

## KOMPAKT

- 6 **Wirtschaft + Produktion**
- 8 **Vom Austausch unter Experten profitieren**  
Vorschau auf das 15. Jahrestreffen der Betriebsingenieure VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen  
V. Manning, VDI-GVC
- 8 **Personalia**
- 12 **Forschung + Entwicklung**
- 13 **Termine**

## FOKUS

- 14 **Cost Engineering für modulare Anlagen**  
Flexibler planen, flexibler bewerten  
Dr. M. Eckrich, BASF

## TITELSTORY

- 16 **Sicherheit in der chemischen Industrie**  
Wie SIL-Anforderungen erfüllt werden können  
C. Bopp, Außendienst Vega Grieshaber

## SONDERTEIL AUTOMATISIERUNG

- 19 **Automatisierung liegt immer im Trend**
- 20 **Von der Normenarbeits-zur Interessengemeinschaft**  
Die „NAMUR – Interessengemeinschaft Automatisierungstechnik der Prozessindustrie“ feiert ihren 75. Geburtstag  
V. Oestreich, CITplus
- 25 **Ethernet-APL – bereit für den praktischen Einsatz**  
Der nächste Schritt zur Vernetzung in der Prozessindustrie  
A. Fritsch, R. Stahl
- 28 **Feldgeräte vorausschauend im Blick**  
Engineering, Installation und Wartung mit Ethernet-APL-Technik  
A. Hennecke, Pepperl+Fuchs
- 30 **Kein Produkt mehr ohne Cybersecurity**  
Der Cyber Resilience Act macht Cybersecurity für Hersteller zur Pflicht – und hilft damit auch Betreibern  
Dr. S. Fluchs, Admeritia
- 27 **Produkt**  
von Vega



© Alina - stock.adobe.com

# Automatisierung liegt immer im Trend

## MESS-, STEUER-, REGEL-, AUTOMATISIERUNGS-, ANTRIEBSTECHNIK

- 34 Innovationskraft und Digitalisierung als Basis für nachhaltigen Erfolg**  
Mit Investitionen in Forschung und einer starken Innovationskultur zukunftsweisende Entwicklungen in der Prozessmesstechnik vorantreiben  
Dr. E. Gandert, Chefredakteurin CITplus
- 37 Über den Tellerrand hinaus**  
IGR-Erfahrungsaustausch Technik 2024 bringt Fachleute zusammen  
Dr. E. Gandert, Chefredakteurin CITplus
- 40 Reinstwasser als Schlüssel für effiziente Elektrolyse und PtX-Verfahren**  
Effiziente Speicherung von erneuerbarer Energie zur CO<sub>2</sub>-Reduktion in der Energiewirtschaft  
C. Lenz, EnviroFalk
- 36 Produkt**  
von PST

## ANLAGEN | APPARATE | KOMPONENTEN

- 44 Thermoplastische Werkstoffe in der Wasserstoffproduktion**  
Erhöhte Lebensdauer und größerer Wirkungsgrad durch chemische Beständigkeit und geringe Leach-Out Werte  
C. Ardjomandi, GF Piping Systems
- 43 Produkte**  
von Ganter, Steute und Wika

## SPECIAL DIGITALER ANLAGENBAU

- 46 Vom Reißbrett in die Cloud**  
Vernetzte Zusammenarbeit für eine effiziente Anlagenplanung und einen sicheren Anlagenbetrieb  
A. Zapounidis, Aveva
- 48 Fokus auf das Fundament**  
Was bei Projektplanung, Konstruktion, Fertigung, Montage und Logistik für Bühnenkonstruktionen zu beachten ist  
C. Schreiner, Journalistin für Müller & Sohn
- 52 Effizienter Anlagenbau mit KI**  
3D-Modellierung und künstliche Intelligenz zur Automatisierung des Entwurfs von Bau- und Architekturstrukturen  
J. Miller, Bentley Systems
- 50, 51, 53 Produkte**  
von Baumüller, Panduit, Pilz, PNO, Thiedig und Turck

## PUMPEN | KOMPRESSOREN | DRUCKLUFTTECHNIK

- 54 Risikoreduktion in Ex-Umgebungen**  
Sichere Pumpenüberwachung bewahrt Geschäftsführung vor dem Gefährnis  
M. Garbsch, Jumo
- 56 In der Kombi liegt die Sicherheit**  
Kombination der Vorteile von Exzentrerschneckenpumpen und Magnetkupplungen  
R. Willis, Netzsch Pumpen
- 55, 57 Produkte**  
von ABB, Ege, KNF und Sero
- 58 Bezugsquellenverzeichnis**
- 59 Index/Impressum**

# NETZSCH

Proven Excellence.

## Ihr globaler Partner für komplexes Fluidhandling



### So fördern Sie mit höchster Prozesssicherheit

Sichere und zugleich kostengünstige Förderung gefährlicher Medien. Die NEMO® MY bietet Ihnen folgende Vorteile:

- ✓ Hermetisch dicht
- ✓ Ideal für viskose Medien
- ✓ Wartungsfreundlich
- ✓ Verfügbar für Anwendungen, die ATEX erfordern
- ✓ Keine externen Dienstleistungen, Druckluft oder Dichtungsflüssigkeit erforderlich

### Partnerschaft hört bei uns nicht mit dem Kauf auf

Wir unterstützen Sie von der Beratung, Wartung bis hin zur Instandsetzung und Modernisierung Ihrer Pumpe.



## 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 RCT Reichelt Chemietechnik.



### Willkommen im Wissenszeitalter

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

WILEY VCH



Jetzt unsere Experten kontaktieren:



NETZSCH Pumpen & Systeme GmbH  
www.pumps-systems.netzsch.com



Ralf Rohmann und Stephan Eirich, Geschäftsführung Eirich

### Eirich investiert in neue Produktionshalle

Der Experte für Misch- und Aufbereitungstechnologie Eirich erweitert seine Produktionskapazitäten, um den steigenden Anforderungen in den Zielbranchen Chemie (z.B. hocheffiziente Produktion von Li-Ionen-Batteriezellen), Lebensmitteltechnologie, Generika/Pharmazie und kosmetische Produkte gerecht zu werden. Das Segment „Edelstahl“ erfordert angepasste Fertigungsschritte, Bearbeitungsmethoden und höhere Qualitätsstandards. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, segmentiert Eirich die Produktion: In separaten Arbeitsbereichen werden neue Produkte unter veränderten Rahmenbedingungen hergestellt und montiert. Daher wird für diese Produktion eine eigene Fertigungshalle eingerichtet. Die neuen Mischer- und Anlagenkonzepte von Eirich richten sich an Unternehmen, die in Reinraum-Umgebungen produzieren. Durch die Segmentierung der Fertigung in abgetrennte Arbeitsbereiche gewährleistet der Anlagenbauer eine sichere Qualität und erfüllt die höchsten internationalen Standards. „Eirich hat über die Jahre immer wieder ein gutes Gespür für die Markt-Notwendigkeit, aber auch Innovationsoptionen gehabt. Unsere neue Produktionshalle in Hardheim ist mehr als nur eine Erweiterung unserer Kapazitäten. Sie ist ein klares Bekenntnis zu unserer langfristigen Strategie, innovative Verfahrenstechnologien zu entwickeln und dabei die Attraktivität und Wettbewerbsfähigkeit des Standorts Deutschland zu sichern“, betont Ralf Rohmann, geschäftsführender Gesellschafter bei Eirich. Mit dem Bau dieser neuen Produktionshalle stärkt das Unternehmen nicht nur den deutschen Standort, sondern setzt auch ein klares Signal für die Zukunft der gesamten Eirich-Gruppe. „Hardheim ist und wird weiterhin das technologische Zentrum von Eirich sein. Hier werden High-Tech-Produkte gefertigt und alle notwendigen Fertigungsbereiche vom Rohmaterial bis zur Endmontage arbeiten nah beieinander. Internationale Kunden erhalten einen optimalen Einblick in die Produkt-Entstehungsprozesse und können authentisch am Entwicklungszentrum der Gruppe hochtechnologische Maschinen und Anlagen entstehen sehen“, erläutert Stephan Eirich, Geschäftsführer Eirich. [www.eirich.de](http://www.eirich.de)

### Call for Papers – Partec 2025

Partec ist einer der größten und bekanntesten internationalen Kongresse, wenn es um Partikeltechnologie und Schüttgüter geht. Er findet parallel zur Messe Powtech vom 23. Bis 25. September 2025 in Nürnberg statt. Unter dem Motto „Partikel stärken die Zukunft: Innovationen für unsere globale Welt“ sind alle Experten aus den genannten Bereichen aufgerufen, einen Vortrag auf dem Kongress zu halten und Projekt- und Forschungsergebnisse sowie innovative Produktneuerungen vorzustellen. Reichen Sie Ihren Vorschlag noch bis zum 10. Januar 2025 ein und werden Sie Teil der Community! Der Programmausschuss unter Leitung von Prof. Lutz Mädler freut sich auf Ihre Einreichung. [www.partec.info/en/participation/submission](http://www.partec.info/en/participation/submission)

### EDL erhält Auftrag für Anlage zur Phosphorrückgewinnung aus Klärschlammasche

Die EDL Anlagenbau Gesellschaft hat den Auftrag über Projektmanagement und Engineering für eine Phosphorrückgewinnungsanlage von der Phosphorgewinnung Schkopau (PGS) erhalten. Die PGS mit Sitz in Gelsenkirchen ist ein Joint Venture der schwedischen Innovationsfirma EasyMining und des deutschen Infrastrukturunternehmens Gelsenwasser. Das Unternehmen plant die Errichtung der weltweit ersten Anlage zur Phosphorrückgewinnung nach dem neuartigen Ash2Phos-Verfahren, welches von EasyMining entwickelt wurde. Die Anlage soll in Schkopau (Sachsen-Anhalt) errichtet werden und 2027 den Betrieb aufnehmen. Gemäß Klärschlammverordnung wird es ab 2029 in Deutschland verpflichtend sein, das im Klärschlamm enthaltene Phosphor zu recyceln. Die PGS nimmt mit diesem Vorhaben eine Vorreiterrolle ein und Dr. Christian Kabbe, Geschäftsführer von PGS, betont: „Wenn wir es mit der Schaffung einer nachhaltigeren Gesellschaft ernst meinen, müssen wir die Ressourcen, die wir bereits produziert haben, immer wieder nutzen. Wir sind daher sehr stolz darauf, die erste Anlage zur Phosphorrückgewinnung auf der Grundlage unserer Ash2Phos-Technologie zu bauen.“ EDL übernimmt bei diesem innovativen Projekt sowohl die Rolle des Owner's Engineer als auch umfangreiche Projektmanagement-, Engineering- und Bau- sowie Montageüberwachungsleistungen des Gesamtvorhabens.

[www.edl.poerner.de](http://www.edl.poerner.de) | [www.gelsenwasser.de](http://www.gelsenwasser.de)

### International Battery Production Conference in Braunschweig

Vom 27. bis 29. November 2024 findet die Veranstaltung „IBPC – International Battery Production Conference“, organisiert durch die Battery LabFactory der TU Braunschweig, im Steigenberger Parkhotel in Braunschweig statt. Ziel der Konferenz ist die Schaffung einer technisch-wissenschaftlichen Plattform auf hohem Niveau, auf der sich ca. 300 Fachleute aus der Industrie, Wissenschaftler/innen und akademische Mitarbeiter/innen über neue Erkenntnisse zur Batterieproduktion austauschen können. Außerdem sollen das Verständnis für die bestehende Praxis gefördert werden und gleichzeitig eine Vergleichsbasis mit neuen Entwicklungen geschaffen werden. Die siebte Ausgabe der Konferenz bietet Einblicke in aktuelle Entwicklungen, Trends und Forschungsergebnisse im Bereich der intelligenten Elektrodenherstellung und Zellproduktion von klassischen Lithium-Ionen-Batterien und Next-Generation-Batterien, der Trockenbeschichtung, dem (sicheren) Zelldesign, der Zellperformance sowie der Batteriesicherheit, der nachhaltigen Produktion, Recycling und Kreislaufwirtschaft und dem Batteriefabrikdesign mit den dazugehörigen Supply Chains. Neben dem dreitägigen Konferenzprogramm mit acht Keynotes bzw. Plenarvorträgen, ca. 60 Präsentationen und 100 Postern bieten zwei Seminare zur „Automatisierten Elektroden- und Zellproduktion“ und der „Zirkulären Batterieproduktion“ die Möglichkeit, tiefgehende Erkenntnisse aus der Wissenschaft und der Industrie durch ausgewiesene Experten zu erfahren. Die Kooperation mit dem VDMA Batterieproduktion und die ausgewählte Anzahl an Sponsoren mit Fachexpertise und innovativen Ansätzen im Bereich der Batterieproduktion und -analyse ermöglicht es, die hohe Qualität der Konferenz sicherzustellen. Weitere Infos (wie das Konferenzprogramm und Inhalt der Seminare) können Sie der Homepage entnehmen. <https://battery-production-conference.de>

## PAT und Sicherheitslösungen tragen das Prozessautomationsgeschäft

Die globalen Auftragseingänge bei den Mitgliedsunternehmen des ZVEI-Fachbereichs Messtechnik und Prozessautomatisierung bewegten sich im Zeitraum von Januar bis August 2024 in Summe etwa auf Vorjahresniveau. „Die globalen Trends Elektrifizierung, Digitalisierung und Automatisierung sowie Energieeffizienz und Nachhaltigkeit bleiben auch weiterhin maßgebliche Faktoren und Treiber für das Wirtschaftsgeschehen“, so Axel Lorenz, Vorsitzender des Fachbereichs Messtechnik und Prozessautomatisierung. Das stabile Bild in der Prozessautomation wird unter anderem durch Produktgruppen wie Prozessanalysetechnik und Sicherheitslösungen getragen. Insbesondere der verstärkte Einsatz von KI-Lösungen, die für industrielle Anwendung immer öfter mit dem Engineering-Know-how der Automatisierungsunternehmen verknüpft werden, spielen eine zunehmend wichtige Rolle und werde der Branche in Zukunft wieder Auftrieb geben. Das Europa- und insbesondere das Deutschlandgeschäft zeigte sich zuletzt eher schwach. Das Geschäft im Inland bewegte sich sogar negativ auf mittlerem einstelligem Niveau. Grund dafür ist unter anderem die erkennbare Investitionszurückhaltung in der deutschen Chemieindustrie. Als schwächste Branche ist Zellstoff und Papier hervorzuheben, Zuwächse konnten hingegen in der Pharmaindustrie sowie in den Sektoren Öl, Gas, Wasserstoff, Wasser und Abwasser erzielt werden. Global gesehen ergibt sich ein leicht positives Bild. Mit Blick auf die Regionen kommen weiterhin leicht positive Signale aus dem US-amerikanischen Markt. Auch der asiatische Markt entwickelt sich insgesamt leicht positiv, wobei insbesondere Middle East und Indien herausstechen. Das Geschäft mit China hingegen schwächelt auf gleichbleibendem bis leicht negativem Niveau.

[www.zvei.org](http://www.zvei.org)



## Pepperl+Fuchs wird Partner der ctrIX World von Bosch Rexroth

Pepperl+Fuchs beteiligt sich an der Partnerwelt ctrIX World von Bosch Rexroth. Das Partnernetzwerk erweitert das Lösungsangebot rund um den Automatisierungsbaukasten ctrIX Automation um Hardware, die mit dem Linux-basierten Betriebssystem ctrIX OS kompatibel ist. Das Mannheimer Unternehmen setzt seit jeher auf offene Systeme und standardisierte Schnittstellen. „Zukunftssichere Automation kann nur gelingen, wenn man sich noch mehr als bisher von proprietären Herstellerstandards verabschiedet und die Hürden zwischen Systemebenen beseitigt“, betont Sebastian Stöber, Vice President Business Unit Systems bei Pepperl+Fuchs. „Im Rahmen unserer langjährigen Zusammenarbeit mit Bosch Rexroth begrüßen wir das offene Architekturkonzept von ctrIX OS und freuen uns, diese vielversprechende Initiative mit unseren Produkten und Lösungen zu unterstützen.“ ctrIX OS ist ein echtzeitfähiges, Linux-basiertes Betriebssystem von Bosch Rexroth, das von der Feldebene über Edge-Devices bis hin zur Cloud einsetzbar ist.

[www.pepperl-fuchs.com](http://www.pepperl-fuchs.com)



## Mobil, flexibel, ergonomisch: Die neuen Akku-Kanisterpumpen von Lutz

- für die saubere Entleerung von Kanistern & kleinen Fässern
- verschiedene Längen verfügbar: 440 mm, 500 mm, 700 mm
- flexibles Schlauchset mit Kugelhahn
- einfacher und schneller Einsatz ohne Energiequelle möglich

[www.lutz-pumpen.de](http://www.lutz-pumpen.de)  
[www.lutz-jesco.com](http://www.lutz-jesco.com)

safety is our concern



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

# Vom Austausch unter Experten profitieren

Vorschau auf das 15. Jahrestreffen der Betriebsingenieure VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen



## Keywords

- **VDI Betriebsingenieure**
- **Digitalisierung und KI**
- **Cybersicherheit**
- **Maschinenverordnung**

Im Fokus des 15. Jahrestreffens der Betriebsingenieure und Betriebsingenieurinnen der VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (VDI-GVC) stehen die Themen Digitalisierung und KI sowie Cybersicherheit. Mit ihren Kompetenzen leisten sie entscheidende Beiträge, Anlagen höchst effizient zu betreiben und Prozesse optimal zu fahren. Die Veranstaltung am 29. November bietet die Möglichkeit zum direkten und persönlichen Austausch mit Experten.

Viele Dinge des täglichen Bedarfs werden in prozesstechnischen Anlagen hergestellt. Damit diese auch langfristig am Standort Deutschland wirtschaftlich produzieren zu können, sind sichere und robuste Prozesse, ein hoher Grad an Digitalisierung und Automatisierung sowie hochqualifiziertes Personal notwendig. An dieser Stelle werden die allgegenwärtigen Herausforderungen deutlich, mit denen sich die gesamte Branche und die Ingenieure tagtäglich auseinandersetzen.

## Digitalisierung und KI als Schlüssel zur Standortsicherung

Hochautomatisierte Verfahren sind ein Schlüssel moderner Produktion. Aufgrund verschiedener Faktoren sind in den vergangenen 20 Jahren viele Produktionslinien in andere Länder verlagert worden. Das hat häufig andere und neue Probleme mit sich gebracht. Lieferketten funktionieren nicht mehr stabil, die Qualität der Produkte leidet, um nur zwei Auswirkungen zu nennen.

Hier haben wir alle dazu lernen dürfen und die Produktionsstrategien wurden in Teilen überdacht. Um dies nachhaltig und langfristig für den Standort Deutschland nutzen zu können, ist ein hohes Maß an Automatisierung und Digitalisierung obligatorisch. Moderne Methoden und Tools wie KI finden den Einzug in den Arbeitsalltag der Ingenieurinnen und Ingenieure in der Prozessindustrie.

Um diese gezielt und vor allem wertschöpfend einsetzen zu können ist hochqualifiziertes Personal an den Schnittstellen im Betrieb notwendig. Nur so kann ein effizienter und weitgehend reibungsloser Betrieb der Anlagen sichergestellt werden. Betriebsingenieurinnen und -ingenieure leisten damit einen wesentlichen Beitrag zur Standortsicherung Deutschland.

Beim Jahrestreffen der VDI-Betriebsingenieure tauschen sie sich in diesem Jahr zum 15. Mal zu den aktuellen und relevanten Themen rund um den Betrieb verfahrenstechnischer Anlagen aus. Neben dem Thema Digitalisierung und Automatisierung gibt es in

diesem Jahr unter anderem Beiträge zur neuen Maschinenverordnung, zur Cybersicherheit im Anlagenbetrieb und zur Energieeffizienz.



**Vivien Manning,**

Geschäftsführerin der VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen

Wiley Online Library



**VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (GVC), Düsseldorf**

Vivien Manning  
Tel.: +49 211 6214-314  
manning@vdi.de  
www.vdi.de/gvc

## Regionale Ansprechpartner der VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (VDI-GVC)

### Bayerisches Chemiedreieck:

Michael Wastlhuber, Alzchem, Trostberg;  
Andreas Beyer, OMV Deutschland Operations, Burghausen

### Mitteldeutschland:

Arne Wasner, Schirm, Schönebeck;  
Karsten Litzendorf, Ingenieurbüro Litzendorf, Merseburg

### Nord:

Sven Reher, Ingredion Germany, Hamburg;

Kai Rohwedder, Sasol Germany, Brunsbüttel

### Rhein-Main-Neckar:

Manfred Dammann, Bilfinger, Mannheim;  
Stefan Klein, Bayer, Frankfurt

### Rhein-Ruhr:

Christian Poppe, Covestro Deutschland, Uerdingen;

Robert Meiers, Covestro Deutschland, Dormagen

### Westfalen:

Andreas Wolff, Evonik Industries, Marl;  
Stefan Hacker, Ineos Phenol, Gladbeck

## Big-Data-Optimierung der Instandhaltungsstrategie aus SAP mithilfe eines KI-Entscheidungssystems

In den vergangenen Jahren haben wir SAP-Instandhaltungsdaten aus verschiedensten Anlagen, Werken, Standorten und Unternehmen der chemischen Industrie analysiert. Wir fanden auf empirischem Weg wiederkehrende statistische Verteilungen der Gesamtkosten in ihrer Abhängigkeit von der Instandhaltungsstrategie. Wir entwickelten und trainierten für die mathematische Auswertung, die Optimierung und die Ableitung der Maßnahmen ein KI-Entscheidungssystem, das beide, menschliche Fachexpertise wie auch statistische Datenanalysen, in eine Entscheidungsmaschine überführt, betriebswirtschaftliche Routinen der Anlagenwirtschaft in Teilen automatisiert und Vorschläge für menschliche Entscheider erarbeitet.

Dabei wird die individuelle Instandhaltungsstrategie für jeden Technischen Platz einer Anlage oder des Standorts ermittelt, in ihrer Wirkung überwacht und iterativ optimiert. Die Summe aller dieser Einzelstrategien ist die Gesamtstrategie der Anlage. Als Instandhaltungsstrategie definieren wir das Kostenverhältnis von präventiven zu korrekativen Maßnahmen. Die Basis sind die Daten aus den SAP-Instandhaltungsmanagement-Systemen der Betreiber, die sowohl einzeln ausgewertet als auch in einem Benchmarking mit einem Metadatensatz verglichen wurden. Die Resultate sind signifikante Einsparungen und Reduktion der Ausfallhäufigkeit sowie Vorschläge für die Budgetzuweisung in der jeweils nächsten Periode.



**Markus Ahorner,**  
Geschäftsführung,  
Ahorner & Innovators, Essen,  
markus.ahorner@ahorner-  
innovators.com

## Nutzen des EU Digital Product Passport für den Betreiber

- Vergleich Digitaler Zwilling und EU Digital Product Passport (DPP)
- Implementierung des DPP mit der Digital Data Chain und der Asset Administration Shell
- Einsatz der Digital Data Chain in der Praxis



**Attila Kun,**  
Global Product Manager  
Digital Data Chain, BASF,  
Ludwigshafen

## Die neue Maschinenverordnung (EU) 2023/1230 und ihre Anforderungen

Die Maschinenverordnung (EU) 2023/1230 (MVO) hat die aktuelle Maschinenrichtlinie (Richtlinie 2006/42/EG) mit dem Ziel ersetzt, die Rechtssicherheit zu erhöhen, indem verbindlichere Anforderungen an die Gestaltung, den Bau und die Inbetriebnahme von Maschinen und zugehörigen Produkten festlegt werden. Sie trat am 19. Juli 2023 in Kraft und ersetzt nach 42 Monaten Übergangsfrist ab dem 20. Januar 2027 die bisherige Maschinenrichtlinie. Die neue MVO berücksichtigt Punkte wie Digitalisierung, Künstliche Intelligenz und Cybersicherheit, aber auch autonome Maschinen sowie über QR-Codes zugängliche Online-Betriebsanleitungen. Durch die Aufnahme der „wesentlichen Veränderung“ wird die Rechtssicherheit

für Betreiber erhöht. Wenn Betreiber, Händler oder Käufer „wesentliche Veränderungen“ vornehmen, wie Umbauten oder das Implementieren einer neuen Software, werden sie rechtlich zu Herstellern. Sie sind dann beispielsweise verpflichtet, die Konformität und die Risiken der Maschine neu zu bewerten. Die Konformitätserklärung muss beschreiben, welche Änderungen vorgenommen wurden.

Insgesamt trägt die MVO mit der Einführung verbindlicher Standards dazu bei, das Sicherheitsniveau signifikant zu steigern und EU-weit zu vereinheitlichen.



**Max Teller-Weyers,**  
Fachkoordinator und Gruppenleiter für Anlagensicherheit, Fördertechnik und Maschinenüberwachung bei TÜV Süd Chemie Service, Leverkusen,  
max.teller-weyers@tvsud.com

## Composite-Systeme für Rohrreparatur

Korrosionsschäden an kritischen Pipelines, Rohrleitungen und Anlagenkomponenten stellen ein erhebliches Risiko für die Betriebssicherheit dar. Diese Schäden können zu ungeplanten Stillständen durch Leckagen führen und verursachen somit enorme Kosten für die Betreiber.

Eine innovative Lösung bietet das Unternehmen Henkel mit seinem Loctite PipeRepair System. Es ist nach strengen Standards von TÜV Rheinland, DNV und Lloyd's Register zur strukturellen Verstärkung zugelassen. Ein herausragendes Merkmal des Systems ist die Möglichkeit, Reparaturen im laufenden Betrieb durchzuführen, was die Notwendigkeit von Stillständen ausschließt.

Das PipeRepair System bietet eine zugelassene Laufzeit von 20 Jahren und stellt damit eine langfristige und zuverlässige Alternative zu herkömmlichen Instandsetzungsverfahren dar. Diese Lösung ermöglicht es Betreibern, die Integrität ihrer Anlagen zu gewährleisten und gleichzeitig die Betriebskosten zu senken. Durch die Anwendung des Systems können Betreiber nicht nur die Lebensdauer ihrer Rohrleitungen und Komponenten verlängern, sondern auch die Sicherheit und Effizienz ihrer Anlagen verbessern. Dies macht das System zu einer sinnvollen Zukunftsinvestition in der industriellen Instandhaltung.



**Christian Warga,**  
Account Sales Engineer,  
Henkel, Düsseldorf

## Alternative Strom- und Dampferzeugung in einem industriellen GuD-Kraftwerk

Am Beispiel eines Industriekraftwerkes soll die Funktion eines Gas- und Dampfturbinenkraftwerkes vorgestellt werden – und zwar so, dass auch Nicht-Kraftwerksexperten es verstehen. Am Ende kochen wir auch nur mit Wasser – zwar hochkomplex, die Grundlagen sind aber einfach erklärt. „Normale“ Kraftwerke haben vor allem die Aufgabe Strom zu erzeugen. Im Unterschied dazu ist bei unseren Industriekraftwerken das Hauptprodukt der erzeugte Dampf selbst, der als Prozesswärme für die Chemieanlagen zur Verfügung gestellt wird.

In den Produktionsanlagen, in Lagertanks sowie bei der Schiffsbe- und entladung fallen brennbare Prozessgase an, die zusätzlich zu Erdgas zur Dampferzeugung eingesetzt werden. Auch LPG als Flüssiggas steht als Energieträger zur Verfügung. Abgerundet werden soll dieser Vortrag mit ein paar Gedanken zur Fragestellung, ob wir im Chemiapark Marl nicht jetzt schon ganz auf Erdgas als fossilem Energieträger verzichten können – warum nicht eine Wärmepumpe oder grüner Wasserstoff? Wo stehen wir da heute und wo wollen wir hin? Ein kleiner Blick in die Glaskugel.



**Bernd Sittig,**  
Leitung Kraftwerke Product Line  
North, Energy & Utilities, Evonik,  
bernd.sittig@evonik.com

## Cyber-Sicherheit ist Bestandteil in der Anlagenprüfung

Insbesondere durch den zunehmenden Digitalisierungs- und Vernetzungsgrad müssen auch Cyberbedrohungen innerhalb der Anlagenprüfung berücksichtigt werden. Die Betreiber sind durch TRBS 1115 Teil 1 verpflichtet mögliche Gefährdungen durch Cyberbedrohungen in der GBU zu dokumentieren und gegebenenfalls entsprechende Maßnahmen zu ergreifen. Ziel ist es, eine Kompromittierung von Sicherheitseinrichtungen der Anlage, von denen eine Gefährdung von Beschäftigten oder anderen Personen im Gefahrenbereich verursacht werden können, zu verhindern.

Die zugelassenen Überwachungsstellen müssen diese Beurteilung von Cyberbedrohungen – im Rahmen der Anlagenprüfungen von überwachungsbedürftigen Anlagen – überprüfen. Der Prüfumfang umfasst dabei im Wesentlichen alle sicherheitsrelevanten digitalen MSR-Einrichtungen der funktionalen Sicherheit innerhalb der überwachungsbedürftigen Anlage. Eine Erweiterung von betroffenen MSR-Einrichtungen kann sich aber durch die Gefährdungsbeurteilung des Betreibers ergeben.



**Klaus Michael Fischer,**  
Innovationsmanager &  
Stellv. ZÜS-Leiter, TÜV  
Technische Überwachung  
Hessen, Frankfurt am  
Main, klausmichael.  
fischer@tuevhessen.de

## Zertifikatelehrgang Betriebsingenieure

Im Zertifikatelehrgang Betriebsingenieur VDI wurden inzwischen knapp 100 Teilnehmende ausgebildet, um dem Generationenwechsel und dem damit verbundenen Nachwuchsmangel und Know-how-Verlust entgegenzuwirken. Alle Informationen zu dieser innovativen Weiterbildung für die Prozessindustrie finden Sie auf der Homepage des VDI Wissensforums: <https://www.vdi-wissensforum.de/lehrgaenge/betriebsingenieur-vdi/>

## Elektrischer Olefin-Cracker

- Reduction of CO<sub>2</sub> emissions on the way to net zero in the chemical industry
- The world's first demonstration plant for large-scale electrically heated steam cracking furnaces
- Direct and indirect heating concepts



Prof. Dr. rer. nat.  
**Jürgen Dahlhaus**,  
Institut für thermische  
Verfahrenstechnik  
KIT, Karlsruhe

## Industrial Data Science

Um die Jahre 2012 – 2015, begannen viele Unternehmen die ersten Experimente im Bereich Data Science. Dabei handelte es sich um die Nutzbarmachung von Big-Data und um den Einsatz von statistischem Lernen, um Mehrwert aus Daten zu generieren. Seither hat sich die Technologie und auch die Methodik weiterentwickelt und das Potenzial steht mittlerweile außer Frage, sodass derzeit zusätzlich der strategische Einsatz und somit die Systematisierung von Mehrwerten diskutiert wird. Bei der konkreten Durchführung von Projekten stellt sich jedoch die Frage, ob diese überhaupt auf die entwickelte Strategie einzahlen. Das Bindeglied zwischen Strategie und operativer Tätigkeit ist die Taktik, welche durch ein effizientes Vorgehensmodell bei der Realisation von Use Cases repräsentiert wird. Dabei gilt das Prinzip „So

einfach wie möglich, so komplex wie nötig“, um sicherzustellen, dass wirtschaftliche Lösungen geschaffen werden. Zusätzlich wird das Risiko von Change Prozesses in Verbindung mit Unwägbarkeiten, verursacht durch die stochastische Natur von Daten der realen Welt, minimiert. Anhand mehrerer Beispiele, wie Stand-Alone-Analysen, digitaler Zwillinge von Kühltürmen, oder der Entwicklung intelligenter Algorithmen zur Steuerung eines Kraftwerks wird Schritt für Schritt gezeigt, wie datengetriebene, nachhaltige Lösungen entstehen können



**Frank Mollard**,  
Chief Data Scientist & Data  
Engineer | Corporate AI Officer,  
Infraseriv Höchst



## Fonds der chemischen Industrie verleiht Branchenliteraturpreis

Vom Phänomen zur Wissenschaft. Diesen Weg der Chemie beschreiben die emeritierten Professoren Dr. Günter Klar, Hamburg, und Dr. Armin Reller, Winterthur, Schweiz, in ihrem Buch „Das Werden der Chemie“. Darin veranschaulichen die Autoren die Entwicklung der Chemie von ihren frühesten Anfängen bis zur modernen Naturwissenschaft. Für dieses herausragende Werk verleiht ihnen der Fonds der Chemischen Industrie (FCI) den dies-jährigen Literaturpreis, der mit 10.000 EUR dotiert ist. „Wer glaubt, Chemie-Lehrbücher müssen langweilig sein, dürfte sich wundern. Das ‚Werden der Chemie‘ beeindruckt vor allem durch die Fähigkeit, vielfältige Phänomene aus Natur und Alltag in einer allgemein verständlichen Sprache zu erklären. So werden Basis-konzepte der Chemie auf eine sympathische und zugängliche Weise vermittelt, die das Interesse an der Chemie und den Naturwissenschaften weckt“, begründet FCI-Geschäftsführerin Ulrike Zimmer die Vergabe des Preises. „Mit spannenden chemischen Fakten, die neugierig machen, spricht das Buch jeden, der sich für die Chemie interessiert, aber auch die Fachwelt an. Es trägt so wesentlich zu einem positiven Bild der Chemie in der Gesellschaft bei“, sagt Zimmer. Das umfangreiche Werk sei außerordentlich ansprechend illustriert – mit ungewöhnlichen Fotos, einprägsamen Formeln und Schemazeichnungen, die das Lesen zu einem Vergnügen machten. Günter Klar sagt: „Unsere ursprüngliche Intention war, die Grundvorlesung ‚Einführung in die Chemie‘ so zu gestalten, dass nicht so sehr die Stoffchemie, sondern vielmehr die Phänomene und daraus abgeleitete Konzepte der Chemie im Vordergrund stehen sollten.“ Armin Reller fügt hinzu: „Die Idee hat uns nicht mehr losgelassen und über die letzten 25 Jahre mit Unterbrechungen hat sich daraus dann unser Buch in der heutigen Form entwickelt.“ Das Buch ist bei Wiley-VCH erschienen, ISBN: 978-3-527-35254-8.

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



**Jürgen Nowicki**,  
CEO Linde Engineering,  
bleibt Vorsitzender der  
Arbeitsgemeinschaft  
Großanlagenbau.

## VDMA Großanlagenbau wählt neuen Vorstand

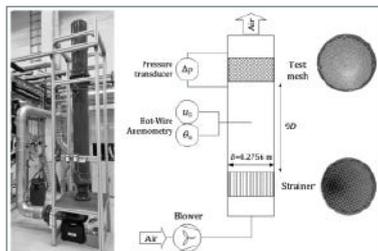
Die VDMA Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau (AGAB) hat einen neuen Vorstand. Anlässlich der Mitgliederversammlung am 30. September in Darmstadt wurde Jürgen Nowicki, CEO Linde Engineering, erneut zum Vorsitzenden gewählt. Er übt dieses Ehrenamt seit 2016 aus. Zu seinen Stellvertretern wurden Hannes Storch, Managing Director Outotec und Martin Oetjen, COO MAN Energy Solutions gewählt. Die beiden Manager werden den Vorsitzenden unterstützen und die Interessen des Großanlagenbaus gegenüber Verantwortlichen aus Wirtschaft, Politik und Presse gemeinsam vertreten. Insgesamt setzt sich der Vorstand des VDMA Großanlagenbaus für die Wahlperiode 2024 – 2026 wie folgt zusammen: Jörg Engemann, CAC Engineering, Chemnitz, CEO; Lucretia Löscher, Thyssenkrupp Uhde, Dortmund, COO & Member of the Executive Board; Helmut Maschke, Air Liquide Global Management Services, Frankfurt, Executive Director, Strategic Account Management; Jürgen Nowicki, Linde, Pullach, CEO Linde Engineering & Executive Vice President; Martin Oetjen, MAN Energy Solutions, Augsburg, COO & Member of the Executive Board; Karl Purkarthofer, Primetals Technologies Austria, Linz, CEO; Michael Rzepczyk, SMS group, Mönchengladbach, COO & Member of the Management Board; Günther Schnell, Friedrich Kocks, Hilden, Managing Director Sales & Marketing; Hussein Shoukry, Siemens Energy Austria, Wien, Senior Vice President & Global Head of Project Entity and Competence Hubs; Hannes Storch, Outotec, Oberursel, Vice President Metals and Chemicals Processing Metso Outotec & Managing Director.

[www.vdma.org](http://www.vdma.org)



onlinelibrary.wiley.com

### Prediction of Dry Pressure Drop in Knitted-Wire Mesh Demisters



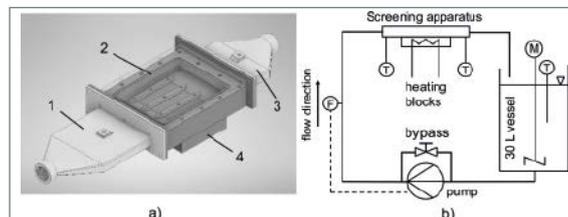
Research Article | The removal of unwanted droplets in thermal separation units is often accomplished using knitted wire meshes. Alongside the separation efficiency, the pressure drop plays a crucial role for the design of these demisters. Based on experimental analyses of porosity and dry pressure drop over a wide range of wire mesh parameters and intake gas velocities as well as further data from the literature, an empirical correlation was developed. It enables prediction of the pressure drop with a mean deviation of  $\pm 20\%$ .

Alexander Döb, Institute of Fluid Dynamics, Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf, Dresden  
a.doess@hzdr.de, DOI: 10.1002/cite.202300206

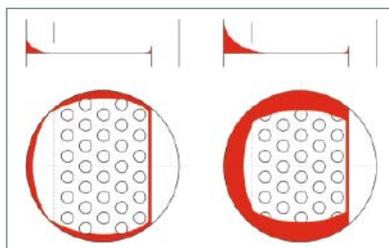
### A Screening Apparatus for Comparing the Fouling Resistance

Research Article | Fouling is a challenge in many processes, especially in heat exchangers and evaporators. Even though many treatments have been developed to mitigate fouling on metallic surfaces, no standardized method exists to compare equipment based on its antifouling performance. In this work, a screening apparatus is presented, which allows to compare samples of treated metallic surfaces based on thermal fouling resistance. A parameter screening and a ranking of three differently treated metallic surfaces using two model substances are demonstrated.

Dr.-Ing. Katharina Jasch, Institute for Chemical and Thermal Process Engineering,  
Technische Universität Braunschweig  
k.jasch@tu-braunschweig.de, DOI: 10.1002/cite.202300210



### Fluiddynamik von Kolonneneinbauten unter Berücksichtigung von Fouling



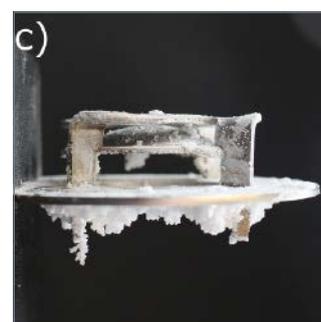
Essay | Die fluiddynamische Berechnung von Kolonneneinbauten ist entscheidend für deren Auslegung. Die verschiedenen Foulingeffekte (durch Kristallisation, Partikel, chemische Reaktion) beeinflussen die Fluiddynamik von Kolonnen auf unterschiedliche Weise (Kapazität, Trennleistung). Aktuelle Berechnungsmodelle basieren jedoch auf sauberen Systemen ohne Fouling. Durch die richtige Berücksichtigung der durch Fouling veränderten geometrischen Parameter können die klassischen Modelle verwendet werden, um den Zustand von Einbauten in ihrer zeitlichen Entwicklung zu berechnen.

Dr.-Ing. Volker Engel, WelChem GmbH, Eichenau  
volker.engel@welchem.com, DOI: 10.1002/cite.202300130

### Crystallization Fouling on Column Internals in a Screening Test Rig

Research Article | Fouling on column internals leads to many malfunctions in chemical processes. Yet, only a few systematic studies exist on the fouling of column internals. A new screening test rig is presented for the rapid and easy characterization of a wide range of internals with respect to their fouling tolerance. A countercurrent of saturated NaCl/water solution and air was used to force crystallization fouling. Photographs helped to identify the initial points of fouling on two random packings and provided insights into the growth of deposits. A comparison of five different trays showed that trays with larger curtain area exhibit greater fouling tolerance.

Korbinian Inderwies, Technical University of Munich, Garching  
korbinian.inderwies@tum.de, DOI: 10.1002/cite.202300219



## November 2024

Filtech	12. – 14. Nov.	Köln	Kölnmesse, <a href="http://www.filtech.de">www.filtech.de</a>
SPS Smart Production Solutions	12. – 14. Nov.	Nürnberg	Messe Frankfurt/Mesago, <a href="http://www.sps.de">www.sps.de</a>
Störungsbedingte Stoff- und Energiefreisetzungen (Anerkannt als Weiterbildungskurs für Störfallbeauftragte im Sinne der 5. BImSchV)	13. – 14. Nov.	Frankfurt/Main	Dechema, <a href="mailto:kurse@dechema.de">kurse@dechema.de</a> , <a href="https://dechema-dfi.de/kurse.html">https://dechema-dfi.de/kurse.html</a>
Scale-up – Maßstabsvergrößerung verfahrenstechnischer Prozesse	18. – 19. Nov.	online	Dechema, <a href="mailto:kurse@dechema.de">kurse@dechema.de</a> , <a href="https://dechema-dfi.de/kurse.html">https://dechema-dfi.de/kurse.html</a>
Grundlagen Pumpentechnik	18. – 19. Nov.	Frankfurt/Main	VDI Wissensforum, <a href="http://www.vdi-wissensforum.de">www.vdi-wissensforum.de</a> , Veranstaltungsnummer: 05SE007
Destillation	20. – 22. Nov.	Garching	GVT - Forschungs-Gesellschaft Verfahrens-Technik, <a href="mailto:gvt-hochschulkurse@gvt.org">gvt-hochschulkurse@gvt.org</a> , <a href="http://www.gvt.org.de">www.gvt.org.de</a>
NAMUR Hauptsitzung	21. – 22. Nov.	Neuss	NAMUR, Leverkusen, <a href="mailto:office@namur.de">office@namur.de</a> , <a href="http://www.namur.de">www.namur.de</a>
Aktuelle Trends der molekularbiologischen Lebensmittelanalytik	21. – 22. Nov.	Freiburg oder online	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), <a href="mailto:fb@gdch.de">fb@gdch.de</a> , <a href="http://www.gdch.de">www.gdch.de</a>
Grundkurs Gentechnikrecht (Staatlich anerkannte Fortbildungsveranstaltung für Projektleiter und BBS gemäß § 28 (5) GenTSV)	25. – 26. Nov.	online	Dechema, <a href="mailto:kurse@dechema.de">kurse@dechema.de</a> , <a href="https://dechema-dfi.de/kurse.html">https://dechema-dfi.de/kurse.html</a>
Training zum IO-Link Safety Certified Designer	26. – 28. Nov.	Karlsruhe	Profibus, <a href="http://www.io-link.com">www.io-link.com</a>
Zielgerichtete Bioprozessentwicklung	26. – 27. Nov.	online	Dechema, <a href="mailto:kurse@dechema.de">kurse@dechema.de</a> , <a href="https://dechema-dfi.de/kurse.html">https://dechema-dfi.de/kurse.html</a>
Entwicklung von Tensidprodukten für Haut und Haar, Anwenderkurs	27. Nov.	Frankfurt/Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), <a href="mailto:fb@gdch.de">fb@gdch.de</a> , <a href="http://www.gdch.de">www.gdch.de</a>
International Battery Production Conference	27. – 29. Nov.	Braunschweig	Battery LabFactory Braunschweig, TU Braunschweig, <a href="https://battery-production-conference.de/">https://battery-production-conference.de/</a> <a href="mailto:info@battery-production-conference.de">info@battery-production-conference.de</a>
Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen	28. Nov.	Frankfurt/Main	Dechema, <a href="mailto:kurse@dechema.de">kurse@dechema.de</a> , <a href="https://dechema-dfi.de/kurse.html">https://dechema-dfi.de/kurse.html</a>
Einführung in die Betriebswirtschaftslehre für Chemiker (m/w/d)	28. – 29. Nov.	Münster	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), <a href="mailto:fb@gdch.de">fb@gdch.de</a> , <a href="http://www.gdch.de">www.gdch.de</a>
Berechnung von Rohrsysteme	28. – 29. Nov.	Düsseldorf	VDI Wissensforum, <a href="http://www.vdi-wissensforum.de">www.vdi-wissensforum.de</a> , Veranstaltungsnummer: 05SE012
Qualitätsmanagement im analytischen Labor	28. – 29. Nov.	Frankfurt/Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), <a href="mailto:fb@gdch.de">fb@gdch.de</a> , <a href="http://www.gdch.de">www.gdch.de</a>
15. Jahrestreffen der Betriebsingenieure 2024	29. Nov.	Frankfurt/Main	VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen, Dr. Ljuba Woppowa; Dipl.-Ing. Vivien Manning, <a href="http://www.vdi.de/gvc">www.vdi.de/gvc</a>

## Dezember 2024

Funktionale Sicherheit in der Verfahrensindustrie – Die VDI/VDE 2180	3. – 4. Dez.	online	VDI Wissensforum, <a href="http://www.vdi-wissensforum.de">www.vdi-wissensforum.de</a> , Veranstaltungsnummer: 05SE016
Valve World Expo	3. – 5. Dez.	Düsseldorf	Easyfairs, <a href="http://www.valveworldexpo.de">www.valveworldexpo.de</a>
Aktualisierungskurs für Projektleiter und Beauftragte für Biologische Sicherheit (Fortbildungsveranstaltung zur Aktualisierung der Sachkunde nach § 28 GenTSV)	5. Dez.	online	Dechema, <a href="mailto:kurse@dechema.de">kurse@dechema.de</a> , <a href="https://dechema-dfi.de/kurse.html">https://dechema-dfi.de/kurse.html</a>
HAZOP (PAAG) und LOPA – Methoden der Gefährdungs- und Risikoanalyse	5. – 6. Dez.	online	VDI Wissensforum, <a href="http://www.vdi-wissensforum.de">www.vdi-wissensforum.de</a> , Veranstaltungsnummer: 05SE043

### Ressourceneffizienzpotenziale in der Produktion – interaktives Workshopformat des VDI ZRE

Die Digitalisierung der Industrie und die wachsende Bedeutung eines klimaverträglichen Wirtschaftens stellen kleine und mittlere Unternehmen (KMU) vor Chancen und Herausforderungen zugleich. Als Beitrag zu einer langfristigen Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit von KMU im verarbeitenden Gewerbe hat das VDI Zentrum Ressourceneffizienz (VDI ZRE) das Workshopformat „Ressourcensprint 4.0“ entwickelt.

Das praxisorientierte Format bietet Unternehmen eine strukturierte Vorgehensweise, um in kurzer Zeit konkrete Maßnahmen zur Einsparung von Ressourcen zu identifizieren und passende digitale Lösungsansätze zu entwickeln. Für interessierte KMU besteht zudem die Möglichkeit, kostenfreie Unterstützung bei der Umsetzung des Workshopformats durch Experten des VDI ZRE zu erhalten. Im Rahmen eines eintägigen

Unternehmensbesuchs führen Fachleute des VDI ZRE vor Ort durch den Workshop und entwickeln gemeinsam mit den Mitarbeitenden erste Lösungsansätze. Die persönliche Begleitung stellt dabei sicher, dass die erarbeiteten Ergebnisse individuell genutzt werden können, um eine integrierte Betrachtung von Ressourceneffizienz und Digitalisierung nachhaltig zu etablieren. [www.ressource-deutschland.de](http://www.ressource-deutschland.de)

# Cost Engineering für modulare Anlagen

## Flexibler planen, flexibler bewerten



Modularer, flexibler Aufbau am Beispiel einer MF-Anlage im Miniplant-Maßstab

**FOKUS**

Wie teuer ist Flexibilität? Was ist eine schnelle Projektabwicklung wert? Diese Fragen spielen bei der Entscheidung, ob eine Anlage konventionell (stick-built) aufgebaut, modular vorgefertigt oder aus flexiblen Modulen zusammengestellt werden soll, eine wesentliche Rolle. Gleichzeitig erschweren sie die Bewertung der verschiedenen Konzepte und den Vergleich. Doch das Cost Engineering bietet gute Methoden für diese Fragestellungen.

Je größer, desto besser, und ausgelegt für eine Laufzeit von mehreren Jahrzehnten – was lange Zeit als Faustregel für wirtschaftliche Investitionsentscheidungen gelten konnte, hat heute an Bedeutung verloren. Für schnelle Produktwechsel, dezentral verfügbare Rohstoffe oder kleinere Produktionsvolumina ist die World-Scale-Anlage nicht geeignet. Flexible und modulare Systeme werden immer wichtiger. Doch wie entscheidet man, in welchem Anlagenkonzept die Investition am besten angelegt ist?

„Die Fortschritte im modularen Anlagenbau führen zunehmend zur Frage, welchen Einfluss dieser auf die Investitionskosten hat“, so Werner Pehlke, Vorsitzender der Dechema/VDI-Fachgruppe Cost Engineering. Dieser Aufgabe haben sich Experten der Dechema/VDI-Fachgruppen Modulare Anlagen und Cost Engineering gestellt und ein Papier veröffentlicht, das die zu evaluierenden Faktoren und geeignete Bewertungsmodelle unter die Lupe nimmt.

### Stick-built, modular vorgefertigt oder flexibel

Die verfügbaren Anlagenkonzepte lassen sich im Wesentlichen nach drei Typen unterscheiden:

- Konventionelle Anlagen werden an Ort und Stelle Stück für Stück aufgebaut (stick-built). Dafür ist eine große und komplexe Baustelle notwendig, an der von den Anschlüssen an die Infrastruktur über Gebäude bis zur Messtechnik alles nach und nach erstellt wird.
- Bei der modular vorgefertigten Anlage werden einzelne Bausteine abseits des finalen Standorts zusammengebaut. Die Größen können von Containerformat bis hin zu Mega-Modulen reichen. Diese werden dann zum Betriebsort transportiert; dieser Transport limitiert gleichzeitig die Größe der Module. Vor Ort werden die Module zusammengestellt und verbunden sowie an die Infrastruktur angeschlossen.



**Keywords**

- **Modularer Anlagenbau**
- **Engineering**
- **MTP**

- Modulare, flexible Anlagen bestehen aus einzelnen Bausteinen, die jeweils eine bestimmte Prozessfunktionalität abbilden und sich problemlos zusammenstellen und verknüpfen lassen. Dafür sorgen ausgearbeitete Spezifikationen z.B. für Modular Type Packages (MTPs), die genau beschreiben, was im einzelnen Modul enthalten und wie die Schnittstellen beschaffen sein müssen. Die flexiblen Module lassen sich ohne großen Aufwand austauschen oder neu kombinieren, um z.B. andere Produkte herzustellen.

Diese drei Konzepte bringen Vor- und Nachteile mit sich: Modular vorgefertigte Anlagen können bspw. Unterschiede bei Arbeitskosten in der Montage in unterschiedlichen Regionen nutzen, indem möglichst viele Arbeitsschritte an einem Standort mit geringeren Lohnkosten erbracht werden. Allerdings limitieren Transport

und Handling je nach Entfernung und Gegebenheiten an der Baustelle die Einsatzmöglichkeiten. „Während das Gelände noch vorbereitet wird und die Genehmigungsschritte noch laufen, können beim Modulfertiger bereits die Stahlstruktur aufgebaut, Maschinen und Apparate verrohrt und instrumentiert werden. Das führt zu Zeiteinsparungen, die bei manchen Projekten bares Geld ausmachen“, so Pehlke weiter. Modular flexible Anlagen spielen ihre Vorteile vor allem dann aus, wenn viele schnelle Produktwechsel anstehen, sind aber in der Regel in der Skalierung limitiert. Konventionelle Anlagen sind wenig flexibel, können aber vergleichsweise einfach auf eine Produktion und ein Produktionsvolumen optimiert werden. Eine Investitionsrechnung muss solche Faktoren in Bezug auf den geplanten Einsatz in Betracht ziehen und gegeneinander abwägen.

**Bewertung „weicher“ Faktoren**

Als Grundlage dafür dienen die sechs Dimensionen Markt, Technische Machbarkeit, Capex, Opex, Zeitplan und Risiko. Markt umfasst Faktoren wie Dauer des Produktlebenszyklus, Stabilität des Marktes oder die erwarteten Wachstumsraten. Aber auch die Time-to-Market und die Möglichkeit zu einem besseren IP-Schutz bei der Vorfertigung in geschützten Umgebungen spielen eine Rolle.

Technische Machbarkeit bezieht sich nicht nur auf die Anlage selbst, sondern auch auf die physische Umgebung: Wie viel Platz ist vorhanden, um eine Baustelleninfrastruktur einzurichten? Wie sehen Zufahrtswege und Logistik aus? Das reicht bis hin zu Fragen der Arbeitssicherheit und ist sehr individuell vom jeweiligen Standort abhängig.

Das Capex bezieht sich ebenfalls nicht nur auf die Anlage selbst, sondern auch auf die Gegebenheiten beim Bau: So kann es deutlich günstiger sein, wenn eine Anlage, die für einen Standort auf See vorgesehen ist, zunächst an Land möglichst weitgehend aufgebaut wird. Aber auch Möglichkeiten der Standardisierung können einen Einfluss auf das Capex haben.

Unterschiede im Opex ergeben sich in der Regel aus Inbetriebnahme und Wartung, aber auch aus der Effizienz einer Anlage, da die drei Typen unterschiedlich stark auf einen Prozess optimiert werden können.

Der Zeitplan für Design und Erstellung der Anlage kann je nach Konzept erhebliche Abweichungen haben. Das gilt nicht nur für die reine Bauzeit, sondern auch für die Meilensteinplanung und die Möglichkeiten zu Anpassungen während der Design- und Aufbauphase.

Risiken sind über die gesamte Anlagenlebensdauer zu berücksichtigen. Dazu gehören auch Marktrisiken wie ein Auslaufen von Produkten und Lock-in-Effekte bei wenig flexiblen Anlagen.

**Investitionsentscheidungen neu denken**

Auch die Entscheidungsprozesse für Investitionen unterscheiden sich. Modular flexible Anlagen eignen sich besonders für künftige Änderungen des Prozesses. Statische Methoden gelangen bei der Berücksichtigung von in der Zukunft liegenden Unsicherheiten nur bedingt zu guten Ergebnissen. Stattdessen helfen hier probabilistische Bewertungsmethoden weiter. Doch auch sie erfassen qualitative Unterscheidungskriterien wie Unsicherheit oder Flexibilität nicht oder nur unzureichend. „Um Faktoren wie Flexibilität angemessen zu berücksichtigen, muss

man sich von den herkömmlichen Bewertungsmodellen lösen und Investitionsentscheidungen neu denken“, so Frank Stenger, Vorsitzender der Dechema/VDI-Fachgruppe Modulare Anlagen.

In den letzten Jahren hat sich die Realloptionsanalyse (Real Options Analysis) als Werkzeug etabliert, das Entscheidungsoptionen über den gesamten Lebenszyklus einer Anlage hinaus mitberücksichtigen kann. Alternativ bieten sich Scoring-Modelle an, bei denen sich Parameter je nach Einsatzzweck und -ort einer Anlage gewichten lassen. „Wir zeigen in dem Papier an mehreren praktischen Beispielen, wie stark die Resultate abweichen können, wenn der Fokus unterschiedlich gesetzt wird. Deshalb empfiehlt es sich, mehrere unterschiedliche Methoden zu kombinieren“, so Stenger.

Die vielen neuen Möglichkeiten, die modulare Anlagenkonzepte eröffnen, machen Entscheidungen nicht leichter. Doch mit den innovativen Entwicklungen lassen sich Projekte umsetzen, die in der „klassischen“ Welt nicht denkbar gewesen wären. Es lohnt sich deshalb, Aufmerksamkeit und Zeit in ein angemessenes Cost Engineering zu investieren und Konzepte zu entwickeln, mit denen sich die Anforderungen von Markt, Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit bestmöglich erfüllen lassen.

**Dr. Markus Eckrich,**

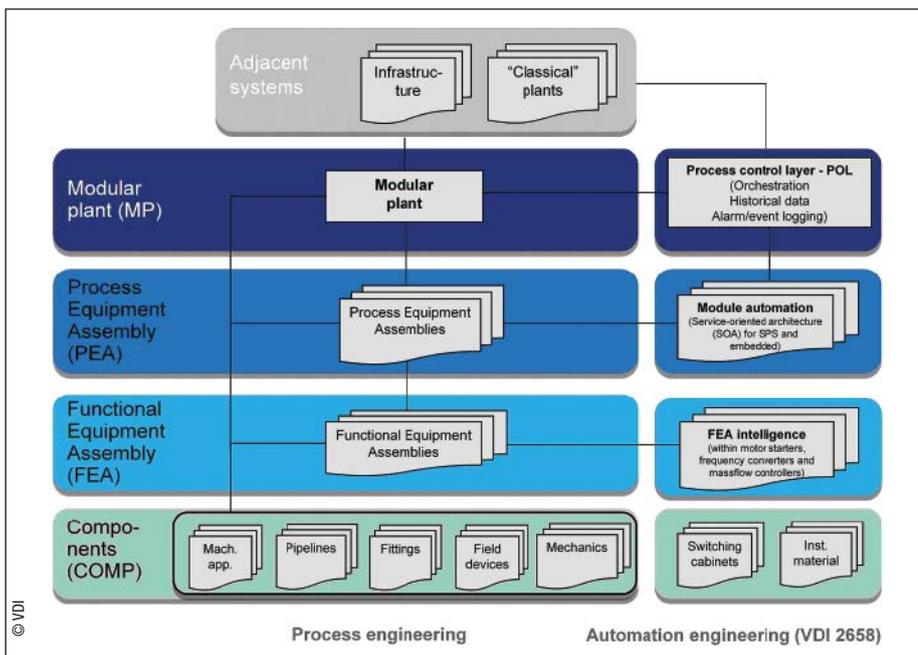
BASF, Mitglied der Dechema/VDI-Fachgruppe Cost Engineering

**Werner Pehlke,**

BASF, Vorsitzender der Dechema/VDI-Fachgruppe Cost Engineering

**Dr.-Ing. Frank Stenger,**

Evonik Operations, Vorsitzender der Dechema/VDI-Fachgruppe Modulare Anlagen



Download des Statuspapier: (englischsprachig) [https://dechema.de/Cost\\_Engineering\\_for\\_Modular\\_Plants](https://dechema.de/Cost_Engineering_for_Modular_Plants)

Wiley Online Library



DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V., Frankfurt am Main  
 Tel.: +49 69 7564 - 0  
 info@dechema.de  
 www.dechema.de

Anlagenstruktur einer modularen, flexiblen Anlage und Elemente des modularen Konzepts

**Keywords**

- Funktionale Sicherheit, SIL
- Cybersecurity
- Füllstandmessung
- Radarsensor

Bilder © Vega Grieshaber

Alle Bestandteile der Sicherheitskette – also auch die Vega-Feldgeräte für Füllstand-, Grenzstand- und Druckmessung – müssen die Vorgaben für die Anlage erfüllen.

# Sicherheit in der chemischen Industrie

## Wie SIL-Anforderungen erfüllt werden können

In der chemischen Industrie ist Sicherheit das oberste Gebot. Dafür sorgen unter anderem Sicherheitseinrichtungen, die den individuellen Sicherheitsanforderungen (SIL) entsprechen. Dieser Artikel beleuchtet die Prinzipien der funktionalen Sicherheit, beschreibt typische Anwendungen und erläutert die Anforderungen an die Implementierung und Wartung bis hin zur Cybersicherheit von Sicherheitseinrichtungen.

Als Teilbereich der Anlagensicherheit zielt die funktionale Sicherheit darauf ab, durch eine strukturierte Vorgehensweise Gefährdungen zu identifizieren und wirksame Maßnahmen zur Risikominimierung zu ergreifen. Dies geschieht häufig durch Sicherheitssysteme auf Basis der Prozessautomatisierung – man spricht hier auch von Sicherheitseinrichtungen oder „Safety Instrumented Systems“ (SIS).

Die international gültigen Normen IEC 61508 (Basisnorm zur funktionalen Sicherheit) und

IEC 61511 (Sektornorm für Anwendungen in der Prozessindustrie), aber auch die Richtlinie VDI/VDE 2180 sind hier von zentraler Bedeutung: Sie beschreiben detailliert, wie Sicherheitssysteme zu planen, zu bauen, zu installieren, zu betreiben und zu warten sind. Vier Schritte sind dabei wesentlich:

- 1. Risikobewertung
- 2. Festlegung von Maßnahmen
- 3. Einsatz geeigneter Arbeitsmittel
- 4. wiederkehrende Prüfung

### Risikobeurteilung und Sicherheits-Integritätslevel SIL

Ausgangspunkt ist die Risikobeurteilung (HAZOP-Analyse). Hierfür hat sich insbesondere in der Chemie der Risikograph bewährt: Mit ihm werden das mögliche Schadensausmaß, das von leichten, reversiblen Verletzungen (S1) bis zu katastrophalen Auswirkungen mit vielen Toten (S4) reicht, die Häufigkeit und Dauer des Aufenthalts von Personen im Gefahrenbereich sowie die Möglichkeiten zur Schadensvermei-



Um Risiken zu minimieren und den Schutz von Mensch und Umwelt zu schützen, ist die Umsetzung von SIL-Standards in der chemischen Industrie entscheidend.

dung bewertet. In Kombination mit der Eintrittswahrscheinlichkeit liefert der Risikograph schließlich den Sicherheitsintegritätslevel SIL.

Der SIL beschreibt, wie aufwändig die einzelnen Maßnahmen sein müssen, um die von einer Anlage ausgehenden Risiken auf ein akzeptables Restrisiko zu reduzieren. Je höher der SIL, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein Fehler in der Sicherheitseinrichtung dazu führt, dass diese nicht funktioniert, wenn sie benötigt wird. So liegt die Ausfallwahrscheinlichkeit einer SIL 2 Sicherheitseinrichtung bei 0,01, d.h. die Sicherheitsfunktion darf rechnerisch weniger als einmal in 100 Jahren oder einmal in 100 bis 1.000 Anforderungen ausfallen. Bei SIL 3 liegt dieser Wert bei über 1.143 Jahren oder einem Ausfall bei 1.000 bis 10.000 Anforderungen.

In der Chemie sind SIL zwischen 1 und 3 üblich, wobei versucht wird, die aufwendige SIL 3-Absicherung durch verfahrenstechnische Maßnahmen im Vorfeld zu vermeiden. Ein typisches Beispiel für eine SIL-3-Anforderung sind Gasbrenner: Wenn ein Brenner nicht zündet oder die Flamme erlischt, könnte sich unverbranntes Gas in der Brennkammer ansammeln und explodieren. Die Risikobeurteilung führt hier in der Regel dazu, dass die Sicherheitsfunktionen und -systeme, die zur Beherr-

schung solcher Risiken eingesetzt werden, SIL 3 erfüllen müssen. Typische SIL 2-Anwendungen sind z.B. die Füllstandsüberwachung von Chemikaliertanks.

### SIL von Komponenten und Sicherheitskreisen

Sicherheitseinrichtungen bestehen in der Regel aus drei Komponenten: Der Sensorik, die z.B. Temperatur, Druck oder Füllstand misst, einer Steuerung und der Aktorik, z.B. einer Armatur, die eine Leitung verschließt. Obwohl für jede Komponente einer Sicherheitseinrichtung in der Regel Geräte mit dem entsprechenden SIL am Markt verfügbar sind, sollten Planer und Betreiber daraus nicht den Schluss ziehen, dass die ausschließliche Verwendung von bspw. SIL-2-Geräten automatisch zu einer SIL-2-Sicherheitseinrichtung führt.

Ob eine Sicherheitseinrichtung insgesamt den geforderten SIL erreicht, muss im Einzelfall nachgewiesen werden – entweder durch Betriebsbewährung oder durch rechnerischen Nachweis. Letzterer erfolgt auf Basis der Angaben in den Herstellererklärungen bzw. Gerätezertifikaten. Auch ein Gerät mit einer Herstellererklärung oder einem Gerätezertifikat sollte einer nachträglichen, in der Regel verkürzten Betriebsbewährung unterzogen werden.

Ob eine Sicherheitseinrichtung funktioniert, wenn sie benötigt wird, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Im Allgemeinen unterscheidet man zwischen systematischen Fehlern und zufälligen Fehlern. Zu den systematischen Fehlern gehört z.B. eine falsche Materialauswahl: So können korrosive Stoffe die Funktion eines Sensors oder Aktors beeinträchtigen. Systematische Fehler können durch sorgfältige Planung, systematisches Qualitätsmanagement und technische Maßnahmen vermieden werden. Zufällige Fehler lassen sich damit jedoch nicht verhindern. Um diese beherrschbar zu machen, wird aus Gerätekenngößen wie Ausfallrate (PFD, PFH) etc. die Ausfallwahrscheinlichkeit durch zufällige Fehler berechnet. Ergibt diese Berechnung für ein Gerät oder eine gesamte Sicherheitseinrichtung (Loop) einen niedrigeren SIL als die Risikobetrachtung erfordert, sind weitere Maßnahmen wie z.B. Redundanz oder der Einsatz von Komponenten mit höherem SIL erforderlich.

### Regelmäßige Prüfungen sichern den SIL

Mit der richtigen Auswahl und Auslegung einer Sicherheitseinrichtung ist es jedoch nicht getan. Denn im Betrieb treten Alterungsprozesse auf, die zu einer Erhöhung der Ausfallwahrscheinlichkeit (Probability of Failure on



Erfüllt neben zahlreichen weiteren Geräten von Vega die strengen Sicherheitsvorgaben nach der zugehörigen Normenreihe für funktionale Sicherheit: der Radarfüllstandsensor Vegapuls 6X in unterschiedlichen Ausführungen.

Demand, PFD) führen. In der Folge wird der geforderte SIL irgendwann nicht mehr erreicht. Regelmäßige Prüfungen helfen, Fehler aufzudecken und die Ausfallwahrscheinlichkeit wieder zu reduzieren. Dies hat jedoch seinen Preis: Je häufiger geprüft wird, desto geringer ist die Verfügbarkeit der Anlage. Da sich Anlagenbetreiber möglichst lange Revisionszyklen wünschen, wurden in den letzten Jahren Konzepte entwickelt, um die oft starren Prüfzyklen zu verlängern. Denn in der Praxis werden Sicherheitseinrichtungen meist jährlich oder in noch kürzeren Abständen geprüft. Die Anwendervereinigung Namur, in der viele Betreiber von Chemieanlagen organisiert sind, hat im Arbeitsblatt NA 106 „Flexible Prüfung von Feldgeräten in PLT-Sicherheitseinrichtungen“ beschrieben, wie durch Redundanz, Gerätediagnose oder Einzelprüfung der Komponenten einer SIS die Prüfzyklen flexibilisiert werden können.

### Gleiche Geräte für SIL- und Nicht-SIL-Anwendungen

Geräte mit SIL-Zertifikat werden von Anlagenbauern und Betreibern längst nicht mehr ausschließlich für Anwendungen in sicherheitsgerichteten Anlagen spezifiziert. SIL wurde in den letzten Jahren häufig auch als Qualitätsmerkmal vermarktet. Aber nicht nur: Dass immer mehr Betreiber Geräte mit SIL-Zertifikat fordern, hat auch handfeste Gründe – dazu gehört die einfachere Lagerhaltung, wenn bspw. Füllstandmessgeräte sowohl in Regelkreisen als auch in Sicherheitseinrichtungen eingesetzt werden können. Außerdem vermeiden Betreiber so, dass versehentlich Geräte ohne SIL-Zertifikat oder nicht betriebsbewährte Geräte in Sicherheitseinrichtungen eingesetzt werden.

Vega hat auch deshalb die neuesten Radarsensoren Vegapuls 6X zur Füllstandmessung komplett auf Basis der IEC 61508 entwickelt: Im Betrieb sorgen zahlreiche Diagnosefunktionen kontinuierlich dafür, dass gefährliche

Fehler frühzeitig erkannt werden. Bei einem Gerätefehler geht der Sensor automatisch in den sicheren Zustand über. Die für Flüssigkeiten und Schüttgüter gleichermaßen geeigneten Geräte sind bis SIL 2 geeignet und können redundant aufgebaut sogar bis SIL 3 eingesetzt werden. Auch über die Betriebsphase haben die Entwickler intensiv nachgedacht. So wird bspw. am Ende der Inbetriebnahme oder der Wiederholungsprüfung ein Dokument erstellt, das die Durchführung bestätigt und alle geprüften Punkte auflistet. Die Dokumentation der Prüfungen ist wichtig, um im Bedarfsfall gegenüber Aufsichtsbehörden die ordnungsgemäße Inbetriebnahme bzw. Prüfung nachweisen zu können. Mit Radarsensoren von Vega stehen diese Informationen auf Knopfdruck zur Verfügung: Auf Wunsch des Betreibers werden diese Nachweise auch mit einem myVega-Account synchronisiert und dort gespeichert.

Bei der SIL-Ausführung des Vegapuls 6X kann die Zusatzdiagnose über die Bedienung deaktiviert werden. Damit verhält sich der Sensor bei Bedarf ohne Einschränkungen wie ein Standardgerät. Dies hilft Betreibern, die eingesetzten Geräte zu standardisieren und ein und dasselbe Radargerät sowohl in Sicherheitseinrichtungen als auch für normale Betriebsmessungen einzusetzen. Dies vereinfacht die Lagerhaltung und reduziert die Komplexität in den Anlagen.

### Sicherheit für die Sicherheit

Neben den oben beschriebenen systematischen und zufälligen Fehlern gewinnt die Sicherheit vor Cyber-Angriffen in verfahrenstechnischen Anlagen immer mehr an Bedeutung. Dies gilt auch für Sicherheitseinrichtungen der funktionalen Sicherheit – denn ohne Security gibt es keine Safety. Nicht zuletzt der 2017 bekannt gewordene gezielte Angriff auf die Safety-Systeme einer petrochemischen Anlage in Saudi-Arabien („TRISIS“) hat das Bewusstsein für dieses Thema geschärft. Auch

bei der Entwicklung des Vegapuls 6X haben die Softwareingenieure daher größten Wert auf Cybersecurity gelegt. Die Geräte sind konform zum wichtigen Standard IEC 62443-4-2 und erfüllen die strengen Anforderungen an sichere Kommunikation und Zugriffskontrolle.

### Fazit

Die Umsetzung von SIL-Standards in der chemischen Industrie ist entscheidend, um Risiken zu minimieren und Mensch und Umwelt zu schützen. Durch eine strukturierte Vorgehensweise und den Einsatz zertifizierter Sicherheitseinrichtungen können Anlagenbetreiber das Restrisiko deutlich reduzieren. Gleichzeitig sind regelmäßige Prüfungen und die Berücksichtigung von Cybersecurity-Aspekten unerlässlich, um die Funktionalität und Sicherheit der Systeme langfristig zu gewährleisten. Geräte, die von Anfang an nach den Vorgaben der IEC 61508 (Funktionale Sicherheit) sowie der IEC 62443 (Cybersecurity) entwickelt wurden, helfen Betreibern, nicht nur die Anlagenrisiken sicher zu beherrschen, sondern auch ruhig schlafen zu können.



**Carsten Bopp,**  
Außendienst Vega Grieshaber

Wiley Online Library



**VEGA Grieshaber KG, Schiltach**  
Tel.: +49 7836 - 500  
www.vega.com

# CIT plus

Das Praxismagazin für Verfahrens- und Chemieingenieure



## Automatisierung liegt immer im Trend

Nicht nur das Grundgesetz und die NATO feiern in diesem Jahr das 75-jährige Jubiläum, sondern auch die NAMUR. Die Normenarbeitsgemeinschaft hat sich zur Interessenvertretung der Anwender in der Prozessindustrie entwickelt und ist unverzichtbar für die Fortentwicklung in der Prozessautomatisierungsbranche. Denn die Automatisierung hat in der Prozessindustrie ihren festen Platz, weil Effizienzsteigerung immer im Trend liegen – auch wenn derzeit Investitionen eher verhalten getätigt werden. Im Sonderteil Automatisierung lesen Sie einen historischen Rückblick auf die NAMUR und einen Ausblick auf die Potenziale, die in Ethernet-APL liegen.

### Weitere Themen:

- Die „NAMUR feiert ihren 75. Geburtstag S. 20
- Vorschau auf die SPS S. 24
- Ethernet-APL –  
bereit für den praktischen Einsatz S. 25
- Feldgeräte vorausschauend im Blick S. 28
- Kein Produkt mehr ohne Cybersecurity S. 30

**75**  
YEARS  
OF EXCELLENCE



© NAMUR

Die „NAMUR – Interessengemeinschaft Automatisierungstechnik der Prozessindustrie“ wird 75 Jahre alt. Sichere Produktionsprozesse durch Automatisierungskompetenz unter Berücksichtigung von Umweltschutz und Gesundheit ist eines ihrer wichtigen Ziele.



#### Keywords

- **NAMUR**
- **Automatisierung**
- **Prozessindustrie**

# Von der Normenarbeits- zur Interessengemeinschaft

## Die „NAMUR – Interessengemeinschaft Automatisierungstechnik der Prozessindustrie“ feiert ihren 75. Geburtstag

Bundesrepublik und Grundgesetz, NATO und NAMUR und der Autor dieses Artikels haben eines gemeinsam: Sie begehen in diesem Jahr ihren 75. Geburtstag. So wichtig die beiden Ersteren für unser Leben in Freiheit, Demokratie und Selbstbestimmung sind, so groß die Bedeutung der Dritten für unsere Sicherheit – hier soll es um die NAMUR gehen aus der durchaus subjektiven Sicht eines Gleichaltrigen, der über die zweite Hälfte dieser Zeit mit der NAMUR in engem Kontakt stand und steht.

„Die Besprechung wurde von den Farbenfabriken Bayer angeregt. Sie ist als Einleitung einer ständigen gemeinsamen Arbeit gedacht. Das Hauptgewicht dieser Arbeit liegt auf der Messgerätenorm.“ Und ein paar Zeilen später: „Auf diese Weise wird angestrebt, die Interessen der chemischen Industrie in einem Umfang durchzusetzen, wie dies ihrer Bedeutung als Messgeräteverbraucher entspricht.“ So steht es im Protokoll der „Besprechung über Messgeräte am 3. November 1949 in Leverkusen.“, an der sich 20 Teilnehmer (14 Doktoren, drei Dipl.-Ing., ein Oberingenieur, ein Direktor (ztw.) und eine weitere Person ohne Titel vermeldet das Protokoll) der Firmen Farbenfabriken Bayer, Chemische Werke Hüls, BASF, Henkel, DAG Troisdorf, UK Wesseling, Ruhrchemie und Glanzstoff-Courtaulds über Temperatur-, Druck- und Mengemessung, Absperrorgane,

Regler und Regelventile aussprachen. Auch die wirtschaftlichen Interessen beim Einkauf von Messgeräten und Kleinarmaturen sowie Typenbeschränkungen standen auf der Tagesordnung. Und es wurden Nägel mit Köpfen gemacht: Bernhard Sturm von Bayer wurde zum vorläufigen Geschäftsführer ernannt, Otto Winkler von Chemische Werke Hüls als sein Stellvertreter. Auf der zweiten Sitzung am 12. Dezember 1949 wurde der Gemeinschaft ein Name gegeben: „Normenarbeitsgemeinschaft für Meß- und Regeltechnik in der Chemischen Industrie – NAMUR.“

Die ersten 50 Jahre der NAMUR haben Bernhard Will und Hasso Drathen in einer 15-seitigen Festschrift „50 Jahre NAMUR – eine Erfolgsstory“ beschrieben. Darin berichten Sie auch über eine Grundsatzdiskussion aus dem Jahr 1983 zu den zukünftigen Schwer-

punkten der NAMUR-Arbeit: „Das Vordringen der Digitaltechnik in Automatisierungs- und Sensor-Systemen, die Verschmelzung der E- und MSR-Technik in den Mitgliedsfirmen und die zunehmende Bedeutung der Informatik.“ In diese Phase fällt auch mein erster persönlicher Kontakt zur NAMUR – doch dazu später mehr.

### Etablierung und Öffnung der NAMUR

1987 wurde Martin Polke, ein Physiker und Pionier der Prozessleittechnik, Vorsitzender der NAMUR. Zeitgleich übernahm Hasso Drathen die Geschäftsführung. Mit dem Ebenenmodell als Ordnungsstruktur in der Produktion und dem Phasenmodell für den Produktionsablauf hat Polke die Grundlagen für das leittechnische Rahmenkonzept bei Bayer geschaffen. Über die NAMUR konnten dann auch andere Unternehmen diese Erfahrungen nutzen und



© Funtap - stock.adobe.com

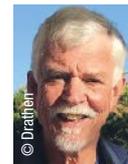
für ihre Betriebe solche Rahmenkonzepte der Prozessleittechnik erarbeiten und anwenden. Hasso Drathen erinnert sich: „Das wurden turbulente Zeiten. Einen Büro PC gab es noch nicht. Die Mitgliederlisten wurden auf Karteikarten geführt. Und so kam eines Tages Polke mit einem Apple PC ins Büro und meinte, dass die Verwaltung in Zukunft darüber geführt werden müsste. Excel, Word und Power Point gab es damals noch nicht und so musste vieles mühsam erarbeitet werden.“

Entscheidender noch als die technischen Ziele der NAMUR wurde in den 90er-Jahren das sich ändernde Umfeld. Die Umorganisationen in den Mitgliedsfirmen änderten auch die Blickrichtung der Prozessleittechniker: Ganzheitliche Betrachtungen rückten in den Vordergrund, Fragen der Wirtschaftlichkeit wurden

nicht mehr singular an einzelnen Geräten, sondern über die ganze Anlage und den ganzen Lebenszyklus diskutiert. Die „Cost of Ownership“ wurde zum neuen Schlagwort. In diese Zeit fällt auch die Verstärkung der Öffentlichkeitsarbeit der NAMUR – ein neues Logo, die Internetpräsenz und die Entscheidung, Journalisten aller Fachmedien zur Hauptsitzung einzuladen, gehören dazu ebenso wie die Entscheidung, dass in Zukunft ein Sponsor die Kosten der NAMUR Hauptsitzung übernahm. Dafür darf dieser exklusiv einen Plenarvortrag halten, um seine Automatisierungsphilosophie zu präsentieren und auf einer kleinen Ausstellung Produkte, Systeme und Lösungen präsentieren.

Monika Reek, die viele Jahre lang die organisatorischen Fäden in der Geschäftsstelle zusammenhielt, berichtet dazu mit einem Schmunzeln:

*„Nach dem Umbruch in der Chemie-industrie stellte sich die Frage, wer Mitglied sein kann und wer nicht?“*



© Drathen

**Hasso Drathen,  
langjähriger GF der NAMUR**

„Aus Sicht der Geschäftsstelle war die Zusammenarbeit mit den Sponsoren der Hauptsitzung manchmal recht schwierig. Die exotischsten Wünsche der Sponsoren waren, das Logo des Sponsors auf den Schürzen und Oberteilen der Angestellten des Hotels zu platzieren, oder die Fahnen der NAMUR abzuhängen und stattdessen nur die des Sponsors aufzuhängen.“



© Volker Oestreich

Seit 15 Jahren ist der CHEManager und CITplus nicht nur bei den NAMUR Hauptsitzungen regelmäßig dabei – hier auf der HS 2016 – beide berichten auch intensiv über die Themen der NAMUR, sei es MTP, NOA oder APL, „Open Automation and Digitalization for Sustainability and Efficiency“ oder „Boundless Automation“.



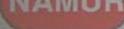
© NAMUR

Auf der Hauptsitzung 2007 in Lahnstein – Sponsor war damals Endress+Hauser – wurde thematisiert, wie Prozess-Sensoren in der Prozessindustrie Werte schaffen und erhalten. Zwei Jahre zuvor war die „Technologie-Roadmap Prozess-Sensoren 2005–2015“ erschienen, die den Weg zur Operational Excellence durch Sensorik aufzeigte.



- Johannes Gensfleisch, genannt Gutenberg
- \* um 1400 in Mainz; † 3. Februar 1468 ebenda
- Erfinder des Buchdrucks?

Bild: <http://www.wikiartis.com/profilbild/johannes-gutenberg/>



Einführung in das Thema Modularisierung



Networking ist nicht Alles, aber ohne Networking ist alles Nichts – hier auf der NAMUR Hauptsitzung 2014 in Bad Neuenahr, die mit mehr als 550 Teilnehmenden stattfand.

Auf der Hauptsitzung 2012 in Bad Neuenahr zeigte Thomas Tauchnitz in einem seiner vielen brillanten Vorträge den Weg zur Modularisierung in der Prozessindustrie auf – und dass Gutenberg keineswegs den Buchdruck, wohl aber die Modularisierung im Buchdruck erfunden hat.

Dem Stand der Technik entsprechend wurde 1996 der Untertitel der NAMUR in „Interessengemeinschaft Prozessleittechnik der chemischen und pharmazeutischen Industrie“ und am 9.11.2005 in „Interessengemeinschaft Automatisierungstechnik der Prozessindustrie“ geändert.

In den Jahren um die Jahrtausendwende kam der große Umbruch in der Chemie- und Pharmaindustrie. Hasso Drathen rekapituliert: „Als erstes wurde die Hoechst AG zerlegt. Aus einer Firma wurden viele. Andere Chemieunternehmen folgten dem Beispiel und für die NAMUR stellte sich die Frage, wer ist Mitglied, wer kann Mitglied sein und wer nicht? Wieder war eine Satzungsänderung notwendig, um die Ingenieurabteilungen, die nun eigene Firmen waren, in der NAMUR zu halten.“

*„Durch die Kooperation werden wir von einer größeren Flexibilität und Zukunftssicherheit profitieren.“*



Christine Oro Saavedra, derzeitige GF der NAMUR

**Vom Bittsteller zum Partner der NAMUR**

Als ich Mitte der 80er Jahre als Produktmanager für Kompaktregler bei Siemens (damals hieß das „Fachgruppenleiter Kompaktregler“) beim NAMUR-Prüflabor von Hoechst in Höchst anklopfte, um meine Produkte dem obligatorischen Test unterziehen zu lassen, die sie für den Einsatz in der Chemie legitimierten, fühlte ich mich weniger als Partner denn als Bittsteller – ein Gefühl, dass sich auch im Lauf der nächsten Jahre trotz immer wieder neuer Produkte, intensiver Kontakte und freundlicher Gespräche nicht wirklich änderte. Die NAMUR hielt damals deutlichen Abstand von den Automatisierungsherstellern.

Gut 15 Jahre später wurde ich Geschäftsführer der Profibus Nutzerorganisation (PNO) und strebte die Etablierung von Profibus PA in der Prozessindustrie an. Als eine meiner ersten Handlungen lud ich den Geschäftsführer der NAMUR, Hasso Drathen, zu einem Gespräch nach Karlsruhe ein. Dabei wurden die unterschiedlichen Einstellungen der Hersteller und der angedachten Anwender von Feldbusgeräten deutlich – und es wurden vorhandene Gräben wenn auch nicht zugeschüttet, sondern doch etwas nivelliert. So wurden in den folgenden Jahren insbesondere Michael Pelz, inzwischen langjähriger stv. Vorstandsvorsitzender der NAMUR, und Sven Seintsch, der auf der NAMUR-Hauptsitzung 2023 mit der Goldenen Ehrennadel insbesondere für sein

Engagement in der Feldkommunikation ausgezeichnet wurde, zu wichtigen Sparringspartnern und Ratgebern. Michael Pelz fasste schon damals den Nutzen der Zusammenarbeit treffend zusammen: „Die enge Zusammenarbeit zwischen Hersteller- und Anwenderorganisationen schon in der frühen Phase einer neuen Technologie setzt sehr viel Synergiepotenzial frei. Das bietet die beste Chance, eine neue Technologie einerseits kostengünstig in den Produkten der Anbieter, andererseits effizient in den Anlagen der Anwender einzuführen.“

Heute ist man mit der Zusammenarbeit nochmals einen riesigen Schritt weiter. Mit MTP (Module Type Package) und NOA (NAMUR Open Architecture) sind zwei von der NAMUR „geborene“ Technologien gemeinsam mit dem ZVEI (Verband der Elektro- und Digitalindustrie) weiterentwickelt worden und dann an die PNO/PI (Profibus & Profinet International) als Host übertragen worden, um die nationale und internationale Verbreitung am Markt zu etablieren. Christine Oro Saavedra, seit August 2022 Geschäftsführerin der NAMUR, sagt dazu: „Durch die enge Kooperation zwischen NAMUR, PI und ZVEI wird die Einführung und Weiterentwicklung von NOA-basierten Lösungen vorangetrieben, um die Anforderungen der Prozessindustrie an offene und standardisierte Automatisierungslösungen zu erfüllen. Dies wird es uns als Anwendern ermöglichen,

*„Die Zusammenarbeit von Hersteller- und Anwenderorganisationen setzt viel Synergiepotenzial frei.“*



*„Die Zusammenarbeit von Hersteller- und Anwenderorganisationen setzt viel Synergiepotenzial frei.“*

Michael Pelz, Vorstand, NAMUR

Die Mitgliedschaft war ursprünglich nur auf Firmen der chemischen, pharmazeutischen und petrochemischen Industrie beschränkt. Um das Jahr 2003 wurde die Mitgliedschaft erweitert auf alle Firmen der Prozessindustrie (chemische, pharmazeutische, petrochemische und Lebensmittel-Industrie sowie Kraftwerke), auf Dienstleistungsunternehmen für die Prozessindustrie sowie auf Vereinigungen mit technisch-wissenschaftlicher Zielsetzung für diesen Bereich. Diese Öffnung änderte auch die eine oder andere Denkweise innerhalb der NAMUR.

*„Wir haben uns neben unseren Aktivitäten in China mit Organisationen in Europa und den USA vernetzt.“*



Wilhelm Otten, ehemaliger VW der NAMUR



© Volker Oestreich

von einer größeren Flexibilität, Interoperabilität und Zukunftssicherheit zu profitieren. Für eine digitale Souveränität unserer Unternehmen ist NOA die Standard-Schnittstelle, um auch die hochverfügbare Prozessautomation sicher mit Datenräumen wie Process-X zu verbinden. Dies ermöglicht es uns, Use Cases über den gesamten Lebenszyklus unserer Anlagen effizient nutzen zu können – ein wichtiger Baustein für unsere Wettbewerbsfähigkeit.“

„Die Zusammenarbeit mit den Sponsoren der Hauptsitzung war manchmal recht



schwierig.“

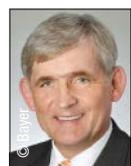
**Monika Reek, organisierte viele Jahre die NAMUR-Geschäftsstelle**

### Mein Blick auf die „neue“ NAMUR

Im Jahr 2007 eröffnete sich für mich ein neuer Blick auf die NAMUR: Ich war, ohne dass dies jemals auf meiner persönlichen Agenda gestanden hätte, zum Journalisten geworden und konnte jetzt wertneutral auf die Organisation schauen. Ich musste keine neuen Produkte oder Systeme mehr in den Markt der Prozessindustrie bringen, ich musste keine neue Technologie in der Chemieproduktion etablieren, ich musste nur berichten. Was geblieben ist: Das Herzblut, das mich mit der Automatisierungstechnik verbindet und die sogar weiter gewachsene Wertschätzung für die NAMUR. Kein Wunder, dass ich mit allen Geschäftsführern der NAMUR seit dieser Zeit – auf Hasso Drathen folgten Wolfgang Morr, Heinrich Engelhard, Nils Weber und dann Christine Oro Saavedra – und natürlich mit der Geschäftsstelle, in der viele Jahre lang Monika Reek die Fäden

in der Hand hielt und in deren große Fußstapfen jetzt Birgitt Fischer mit viel Begeisterung und Kompetenz getreten ist, beste Kontakte hatte und habe. Und die Verbindung zu den Vorstandsvorsitzenden Norbert Kuschnerus, Wilhelm Otten und Felix Hanisch entwickelten sich ebenfalls – spätestens seit einem Tennismatch mit Wilhelm Otten auf Zypern (nein, es war kein ATP 300-Turnier) – von reiner Wertschätzung zu einem persönlichen, fast freundschaftlichen Verhältnis.

„Seit wir 2009 unser Engagement in China gestartet haben, entwickeln sich



unsere Aktivitäten sehr erfreulich.“

**Norbert Kuschnerus, ehemaliger VW der NAMUR**

So fand ich dann zu den Megatrends der letzten 20 Jahre wie Globalisierung, Digitalisierung, Kreislaufwirtschaft, CO<sub>2</sub>-Reduktion oder Förderung qualifizierten Nachwuchses immer kompetente Ansprechpartner für Berichte und Interviews im CHEManager. Bereits 2010 äußerte sich Norbert Kuschnerus: „Unsere Aktivitäten in China entwickeln sich außerordentlich erfreulich. In der Zeit seit der letzten Konferenz in Shanghai, mit der wir im Jahr 2009 unser Engagement gestartet haben, wurden bereits sieben Arbeitskreise in China gegründet, in denen der Erfahrungsaustausch unter den Mitgliedern gepflegt wird“. Wilhelm Otten bezieht 2013 die Internationalisierung und die Öffnung der NAMUR als einen Meilenstein und fasst den Status zusammen: „Die NAMUR hat sich von einem eingeschworenen Kreis von Fachleuten geöffnet zu einer Organisation, die heute mehr denn je die Automatisierer fast aller Branchen der verfahrenstechnischen Industrie anspricht. Wir haben uns neben unseren intensiven Aktivitäten in China mit vergleichbaren Organisationen in Europa und den USA vernetzt. Die NAMUR repräsentiert heute mehrere Tausend Fachleute der Prozessleittechnik, von denen mehr als 300 in den ca. 40 Arbeitskreisen auf den Gebieten Messen, Steuern,

„Die NAMUR zeichnet sich durch das Netzwerk und die schier unendliche Anzahl



spannender Themen aus.“

**Nils Weber, ehemaliger GF der NAMUR**

Regeln, Automatisierung, Kommunikation, Prozessführung und Elektrotechnik über den ganzen Lebenszyklus der Anlage von der Planung, Beschaffung, Montage, Betrieb und Instandhaltung bis zur Stilllegung tätig sind.“

Felix Hanisch betonte im CHEManager-Interview im November 2018, kurz vor seiner Wahl zum Vorstandsvorsitzenden der NAMUR: „Ich bin überzeugt, dass wir bei der modularen Automatisierung aber auch bei der Öffnung der Automatisierungspyramide, Stichwort NOA – NAMUR Open Architecture, längst nicht so weit wären, wenn wir nicht früh mit den Kollegen aus der Prozesstechnik und den Herstellern so eng zusammengearbeitet hätten. Wir haben dieses Jahr auf gleich zwei Leitmes- sen der Branche gezeigt, wie gut die Kooperation zwischen NAMUR, ProcessNet, VDMA und ZVEI funktioniert und dass es „Technologie zum Anfassen“ gibt, also nicht nur PowerPoint und Whitepaper. Diese Zusammenarbeit möchte ich weiter stärken. Das relativiert nicht die Bedeutung der Einzelverbände. Es ist wichtig und eine große Stärke, dass wir in der NAMUR die Freiheit haben, aus Anwendersicht unsere Bedarfe abzugleichen und auch gezwungen sind, uns unsere eigenen Gedanken zu machen. Was wollen wir als Endnutzer der Automatisierung wirklich? Welche unserer Probleme müssen wir prioritär gelöst haben? Dann müssen wir aber schnell und inkrementell mit Herstellern und Prozesstechnikern in die Umsetzung gehen.“

„Es ist eine große Stärke, dass wir in der NAMUR unsere Bedarfe aus Anwender-



sicht abgleichen können.“

**Felix Hanisch, derzeitiger VW der NAMUR**

### Weltweit vernetzt

Dass die NAMUR als Organisation zügig und flexibel handeln kann, betonte Nils Weber in einem aktuellen Gespräch mit mir: „Pünktlich zum ersten Corona-Lockdown in Deutschland übernahm ich die Geschäftsführung der NAMUR, die auch in dieser Zeit Stärke und Durchhaltevermögen bewies: Netzwerktreffen und die gesamte Kommunikation der Arbeitsfelder schafften den Sprung in die virtuelle Ebene, zum ersten Mal in der Geschichte der NAMUR musste eine Hauptsitzung virtuell durchgeführt werden. Mit vereinten Kräften wurde ein tolles Onlineformat gestaltet. Etwas, das die NAMUR für mich besonders auszeichnet ist das Netzwerk und die schier unendliche Anzahl spannender Themen.“ Zum Netzwerk

gehört auch die Zusammenarbeit mit einer beeindruckenden Zahl nationaler und internationaler Verbände: Vom ACC, dem American Chemistry Council, über Dechema, EXERA (Association des Exploitants d'Equipements de Mesure, de Régulation et d'Automatisme), IEC, ISA, ISO, die Profibus Nutzerorganisation, WIB (die niederländische Process Automation Users' Association) bis zum ZVEI – und damit ist die Liste bei weitem nicht komplett. Die Zusammenarbeit soll weltweit einheitliche Regularien und Standards für die Automatisierung in der Prozessindustrie schaffen, was von großer Bedeutung für die Branche ist. Die Vorgehensweise dabei ist durchweg pragmatisch: Wo es passende Partner gibt, wurde sich vernetzt; in China, einem bedeutenden Markt und Produktionsstandort auch für die deutsche Prozessindustrie, wurde ein eigener Landesverband gegründet, der just zum 75jährigen Bestehen der NAMUR in diesem Jahr seine 15. jährliche Hauptsitzung durchführt.

**Ausblick**

Zu den Zielen der NAMUR gehören

- Sichere Prozesse durch Automatisierungskompetenz unter Berücksichtigung von
- Umweltschutz und Gesundheit
- Kosteneinsparungen durch Nutzung von Synergieeffekten durch den Erfahrungsaustausch zwischen den Mitgliedern und Kooperationspartnern

- Definition von Mindestanforderungen an Geräte und Systeme und ein fairer Dialog mit den Herstellern
- Aktive Einflussnahme auf die technische Regelsetzung durch Mitarbeit in der nationalen und internationalen technischen Normung
- Sicherung des Ingenieur-Nachwuchses
- Zukunftsorientierung.

Eine auf der Hauptsitzung 2022 aufgezeigte Vision der NAMUR ist der autonome Anlagenbetrieb durch vollständig digitalisierte Anlagen, die sicher, effizient, zuverlässig, vorhersehbar, transparent, nachverfolgbar und konform sein sollen und dem demografischen Wandel Rechnung tragen, denn ein autonomer Betrieb verschafft dem knapper werdenden technischen Personal mehr Freiräume für die Entwicklung von wertschöpfenden Verbesserungen.

Grundlegende Voraussetzung dafür ist es, alle prozessrelevanten Daten aus den heute oft noch vorhandenen Silos zu holen und nutzbar zu machen. Das könnte mit einer neuen, integrierten Automatisierungsarchitektur gelingen, die den freien Fluss und die Demokratisierung von Daten im gesamten Unternehmen unterstützt: isolierte Daten befreien, deren Wert optimal nutzen und die Leistung erheblich verbessern. Wie das gehen kann, soll auf der bevorstehenden Hauptsitzung 2024 vorgestellt werden: das Motto lautet „Boundless

Automation for Ecosystems in Action“, Sponsor der Tagung ist Emerson.

Und auch, wenn KI mal eine bedeutende Rolle in der Prozessautomatisierung übernehmen sollte – die NAMUR kann sie nicht überflüssig machen. Ich bin von der Wichtigkeit der NAMUR überzeugt und wünsche ihr und allen in ihr Mitwirkenden alles Gute.



**Volker Oestreich,**  
CITplus

Wiley Online Library



**Gebündelte Innovationskraft auf der SPS 2024**

Die SPS – Smart Production Solutions als traditionelles Automatisierungshighlight zum Jahresende findet in diesem Jahr vom 12. bis 14.11.2024 in Nürnberg statt. Als Taktgeber der Automatisierungsbranche informiert die SPS drei Tage lang über neueste Produkte, Lösungen und Innovationen und lässt das Publikum tief in die sich rasant entwickelnde Welt der Automatisierung eintauchen. Rund 1.200

Unternehmen der Branche sind in insgesamt 16 Messehallen auf einer Fläche von 125.000 m<sup>2</sup> vertreten. Mit dabei sind wieder die internationalen Key Player der Automatisierung wie die Bosch Rexroth, Siemens, Festo, Sick, Beckhoff Automation, Baumüller Nürnberg oder Pilz, um nur einige wenige zu nennen. Die Messe zieht aber auch zahlreiche Newcomer an, die sich erstmals auf der SPS präsentieren. Und auch in diesem Jahr ist die SPS für viele Aussteller unverzichtbar. Steffen Winkler, CSO der Business Unit Automation der Bosch Rexroth und Vorsitzender des Ausstellerbeirats



**Die SPS findet bereits zum 33. Mal in diesem Jahr statt. Noch mehr Details zum breitgefächerten Messeangebot, das Ticket-Handling oder hilfreiche Tipps zur besseren Vorbereitung sind auf der Webseite der SPS zu finden.**

der SPS, erklärt seinen Beweggrund: “Die SPS 2023 war für Bosch Rexroth ein voller Erfolg mit einem beeindruckenden Besucherzuwachs von über 40 %.“ Laut der Ergebnisse der Vorjahresveranstaltung stammten von insgesamt 50.081 Besuchern 13.851 aus dem Ausland, was einem Anteil von 28 % entspricht. Aufgrund des breit gefächerten Angebots der Automatisierungsanbieter und ihres ausgeprägten fach-

lichen Charakters wird die SPS vielfach als ein Must-be Event betitelt. Auf insgesamt vier Messeforen in den Hallen 1, 3, 6 und 8 können sich Besucher aus aller Welt über die neuesten Trends und Produkte informieren, Fachbeiträge und Podiumsdiskussionen verfolgen sowie Live-Demonstrationen erleben. Das Programm der Technology Stage, das Forum in Halle 3, bespielt von den beiden Verbänden VDMA und ZVEI, wird zusätzlich live über die digitale Ergänzung „SPS on air“ ausgestrahlt und ist in den Sprachen Deutsch und Englisch verfügbar. <https://sps.mesago.com>

Mit Ethernet-APL steht der Prozessindustrie künftig eine Technologie zur Verfügung, um diese ins Zeitalter der Digitalisierung zu führen.

#### Keywords

- **Ethernet-APL**
- **Netzwerkinstallation**
- **Eigensicherheit**
- **Explosionsschutz**

# Ethernet-APL – bereit für den praktischen Einsatz

## Der nächste Schritt zur Vernetzung in der Prozessindustrie

Zwölf Unternehmen und vier Technologieorganisationen haben nach intensiven, mehrjährigen Arbeiten die Spezifikationen zu Ethernet-APL erarbeitet. Inzwischen sind auch erste Geräte am Markt verfügbar und viele weitere stehen in den Startlöchern – ein guter Grund, sich mit dem Thema „Ethernet im Feld“ intensiv zu beschäftigen. Doch wie plant man ein Ethernet-APL Netzwerk? Was braucht man alles dafür? Und wie funktioniert das mit dem Explosionsschutz und der Eigensicherheit? Das Positive: Manches wirkt auf den ersten Blick neu – vieles wird jedoch einfacher.

Die Achema 2022 war das Ende der APL-Arbeitsgruppe und gleichzeitig der offizielle Startpunkt für den Einsatz von Ethernet-APL in Prozessanlagen. Die Spezifikationen sind erarbeitet und die Pflege und Weiterentwicklung wurde in die Hände der vier Technologieorganisationen FieldComm Group, ODVA, OPC Foundation und Profibus+Profinet International gelegt. Ende 2022 haben Endanwender die Namur-APL-Task-Force etabliert, um diese neue Technologie bei den Mitgliedern und darüber hinaus voran zu treiben und als festen Bestandteil zukünftiger Planungen zu etablieren. Unterstützt wird die Namur-APL-Task-Force hierbei durch den ZVEI mit seinen Mitgliedsfirmen.

Mit Ethernet-APL ist erstmalig der durchgängige Ethernet-Zugang bis zum Feldgerät in explosionsgefährdeten Bereichen bis in die Zone 0 möglich. Ethernet-APL basiert auf dem international standardisierten 2-Draht Ethernet 10BASE-T1L nach IEEE mit Erweiterungen für den Einsatz in der Prozessautomatisierung, wie u.a. Explosionsschutz durch Eigensicher-

heit. Eine durchgängige Ethernet-Infrastruktur bietet für die Planung, Inbetriebnahme und die Fehlersuche viele Vorteile. Änderungen und Modifikationen, aber auch neue Konzepte wie die Namur Open Architecture (NOA) oder den Open Process Automation Standard (O-PASTM), sind deutlich schneller und flexibler umzusetzen als bei den heutigen meist inhomogenen Installationen.

### Field Switches als zentrale Komponente

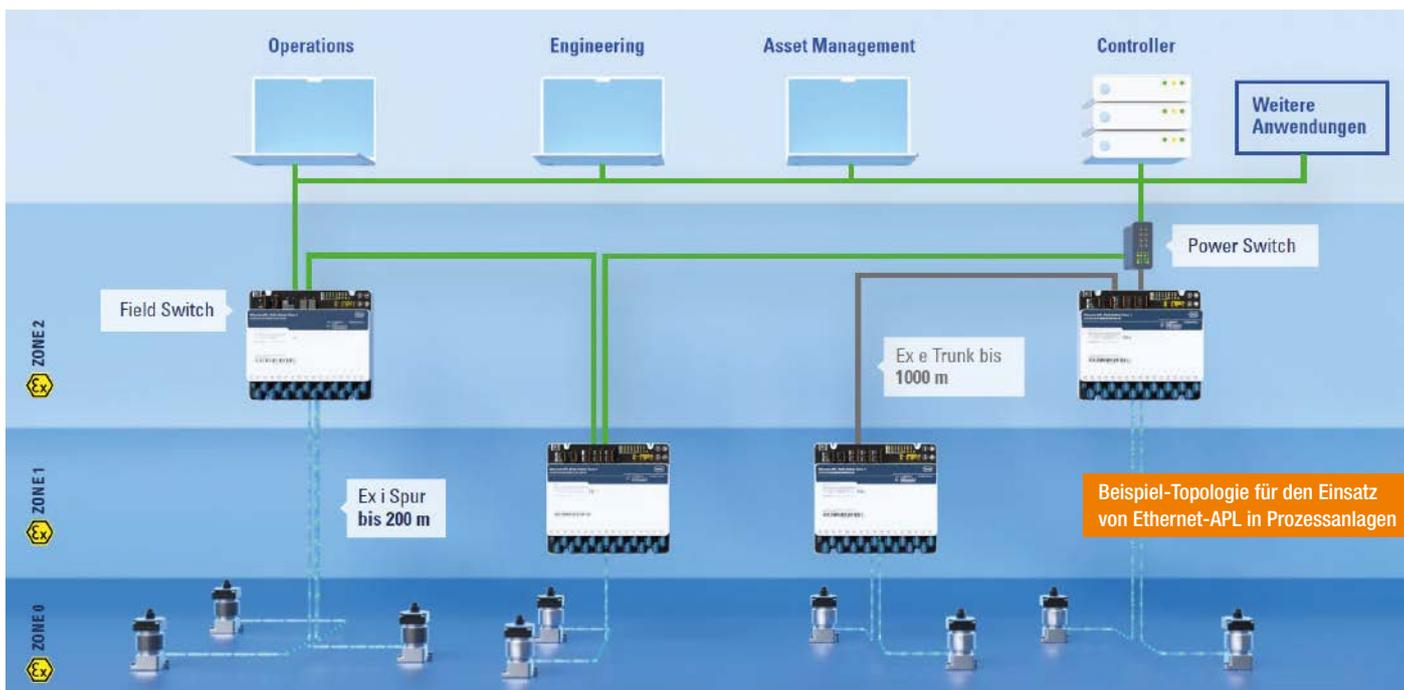
Die Planung und Installation von Ethernet-APL-Segmenten ist nicht komplizierter als z.B. eine klassische Feldbusinstallation. Damit Planer, Integratoren und Installateure von Anfang unterstützt werden, wurde zeitgleich mit den technischen Spezifikationen ein Engineering Guide erstellt, der neben Planungs- und Verkabelungsaspekten auch den Explosionsschutz abdeckt.

Zum Aufbau eines Ethernet-APL-Netzwerkes und zur Einbindung der Feldgeräte werden Ethernet-APL-Field-Switches benötigt. Ein

Field Switch ist zunächst nichts anderes als ein Switch, wie er bei jeder Ethernet-Installation gebraucht wird. Neben der Verteilung und Kopplung der Datenströme übernimmt dieser bei Ethernet-APL aber noch zusätzliche Aufgaben. Er versorgt die an ihm angeschlossenen Feldgeräte mit eigensicherer Hilfsenergie. Dies geschieht über die sogenannten „Spurs“ (Stichleitungen). Diese Spurs sind in ihrer Länge jeweils auf 200 m limitiert – damit ist der Installationsbereich der Feldgeräte am Field Switch zunächst begrenzt. Je nach Anbieter lassen sich diese Field Switches in der Zone 2 aber auch in der Zone 1 installieren, sodass die Entfernung Field Switch zu Feldgeräten deutlich verkürzt werden kann.

Um die Installation zu vereinfachen und die Anzahl der Varianten zu begrenzen, wurde eine Port-Klassifizierung eingeführt. Es gibt derzeit zwei Power-Klassen: Typ A hat eine Leistung von 0,54 W, ist eigensicher nach „ia“ und damit für Zone 0 und Zone 1-Feldgeräte geeignet. Beim Typ C mit einer Leistung von 1,11 W wird





Eigensicherheit „ic“ unterstützt und ist für Zone 2-Feldgeräte spezifiziert. Ein Typ B mit 1,17 W und Eigensicherheit „ia“ ist noch in Planung, um mehr Energie in der Zone 0 und 1 zur Verfügung zu stellen.

### Mit Ethernet-APL wird Eigensicherheit ganz einfach

Während der Einstieg in die Netzwerktechnik für den ein oder anderen Anwender eine Herausforderung darstellt, wird der erforderliche Eigensicherheits-Nachweis bei Ethernet-APL wesentlich einfacher als bei konventionellen Installationen. Bei Ethernet handelt es sich grundsätzlich um Punkt-zu-Punkt oder Port-zu-Port Verbindungen. Das gilt auch für Ethernet-APL. Eine Energiequelle ist mit genau einer Energiesenke über ein definiertes Kabel verbunden. Mit diesen Randbedingungen lässt sich ein allgemeiner Ex i-Nachweis auf Basis der IEC 60079-25 „Eigensichere Systeme“ für alle zusammenschaltbaren Geräte durchführen.

Damit nicht jeder Anwender oder Planer diesen Nachweis jedes Mal selbst führen muss, hat die Ethernet-APL-Arbeitsgruppe zusammen mit der Dekra-Exam den Nachweis exemplarisch geführt. Darauf aufbauend wurde dann bei IECEx die IEC TS 60079-47 geschaffen: „Geräteschutz durch eigensicheres 2-Draht-Ethernet-Konzept (2-WISE = 2-Wire Intrinsically Safe Ethernet)“. Die Gerätehersteller können mittels dieser IEC TS ihre APL-Entwicklungen nach ATEX und IECEx bescheinigen lassen. Für den Anwender und Planer gilt: Sind alle verwendeten Geräte nach 2-WISE bescheinigt, was sowohl in der EU-Baumusterprüfbescheinigung als auch auf dem Gerät selber gekennzeichnet ist, ist die Zusammenschaltung kompatibel

ler Power-Klassen eigensicher. Allerdings muss nach wie vor geprüft werden, ob die Geräte auch für die erforderliche explosionsfähige Atmosphäre geeignet sind und die zusammenzuschaltenden Ports die richtige Zündschutzart aufweisen (ia, ib oder ic). Umfangreiche Berechnungen oder Kabeldimensionierungen sind nicht erforderlich. Dieser Ex i-Nachweis nach 2-WISE muss im Explosionsschutzdokument entsprechend dokumentiert werden, was z.B. über eine einfache tabellarische Übersicht möglich ist. Im nächsten Schritt müssen die Ethernet-APL-Field-Switches in das übergeordnete Netzwerk eingebunden werden.

Grundsätzlich bietet Ethernet-APL zwei Installationsoptionen für Netzwerke. Zum einen kann Ethernet-APL in der für Ethernet üblichen Stern-Topologie aufgebaut werden. Das bedeutet die Field Switches sind direkt in einem 4-Draht Ethernet wie z.B. 100BASE-TX angeschlossen. Sowohl Linien als auch Ring-Topologien sind möglich. Ein Ethernet-Segment mit üblichen CAT-Kabeln darf hierbei max. 100 m lang sein. Kommen Lichtwellenleiter zum Einsatz, was die meisten Field Switches optional unterstützen, können auch längere Entfernungen überbrückt werden. Voraussetzung für die Stern-Topologie ist, dass jeder Field Switch eine separate Energieversorgung erhält. Bei Field Switches mit Installation in der Zone 1 erfolgt der Anschluss des 4-Draht Ethernet Netzwerkes über bescheinigte Klemmen in der Zündschutzart erhöhte Sicherheit „eb“. In Zone 2 oder im sicheren Bereich sind auch die üblichen RJ45 Anschlüsse zulässig. Praktische Tests haben gezeigt, dass mit der Stern-Topologie bis zu 250 Feldgeräte pro Netzwerk problemlos an Leitsysteme angebunden werden können.

Alternativ lässt sich die aus der Feldbuswelt bekannte Trunk-Spur-Topologie verwenden. Der Netzwerkübergang vom 100BASE-TX oder 100BASE-FX-Netz erfolgt hier über einen Power Switch, der ebenfalls mit Hilfsenergie versorgt werden muss. Der Power Switch wandelt ein 4-Draht-Netzwerk in ein 2-Draht-Netzwerk um und speist das komplette unterlagerte Ethernet-APL-Netzwerk über die Trunk-Leitung. Die angeschlossenen Field Switches erhalten somit ihre Versorgung aus dem Trunk und versorgen wiederum die Feldgeräte mit eigensicherer Energie. In der Zone 1 wird auch wieder die erhöhte Sicherheit für den Anschluss verwendet. Der Trunk kann je Segment bis zu 1.000 m Länge aufweisen. Auf Grund der Spannungsabfälle am Trunk können aber nur circa 50 bis 60 Feldgeräte je Netzwerk versorgt werden. Dies erfordert auch ein detailliertes Netzwerk-Engineering bei ausgedehnten Installationen. Damit ist diese Topologie immer ein Kompromiss zwischen Entfernung und der Anzahl der Feldgeräte.

Ein weiterer Vorteil von Ethernet-APL ist, dass die in Feldbus-Installationen verlegten Typ A-Kabel (IEC 61158-2) weiterverwendet werden können. Diese Feldbus-Typ A-Kabel entsprechen exakt den Anforderungen von Ethernet-APL in Bezug auf Schirmung, Leitungslängen, Querschnitte und natürlich dem „2-WISE“ Explosionsschutz. Sie sind damit die erste Empfehlung. Alternativ sind auch weniger hochwertige Kabel einsetzbar. Hierzu bietet der Ethernet-APL-Engineering-Guide weitere Unterstützung. Bei den Anschlussarten verlässt man sich auf Bewährtes: Schraub- oder Zugfeder-Klemmen.

**Fazit**

Mit Ethernet-APL wurde eine Lösung geschaffen, die in Bezug auf Planung, Installation und Explosionsschutz vieles vereinfacht. Insbesondere die Ethernet-APL-Field-Switches mit ihren umfangreichen integrierten Diagnosefunktionen unterstützen bei der Netzwerküberwachung im Betrieb. Hinzu kommen ganz neue Möglichkeiten für die Digitalisierung von Prozessanlagen. Auch wenn diese Anlagen sicher komplexer sind, müssen sie mit Ethernet-APL nicht komplizierter werden.



**André Fritsch,**  
Senior Product Manager Remote  
I/O & Fieldbus, R. Stahl

Wiley Online Library

**R. STAHL, Waldenburg**

Tel.: +49 7942 943-0  
sales@r-stahl.com  
www.r-stahl.com

**Füllstand hochpräzise messen bei Hochtemperatur**

Es gibt Aufgaben, die die Füllstandmessung an ihre Grenzen bringen. Bis vor kurzem gehörte auch die Eisenbrikettierung dazu, bei der es aufgrund extremer Temperaturen nahezu unmöglich war, verlässliche Messergebnisse zu erzielen. Vega stellt jetzt den Radarsensor Vegapuls 6X in neuer Hochtemperatursausführung vor und bietet damit eine Lösung für Prozesse bei Temperaturen bis 450 °C. Die Radarsensoren sind durch einen neuartigen Sensoraufbau gegen diese Bedingungen geschützt. Die Kombination aus Keramik-Hohlkegel und Grafit-Dichtung schafft zusätzliche Messsicherheit. Durch die Minimierung der zu durchdringenden Masse beim Hohlkegel wird die Leistungsfähigkeit des Sensors deutlich gesteigert. Zudem trägt das Dichtungsmaterial aus Grafit maßgeblich zur Robustheit des Sensors bei: einer Temperaturfestigkeit von -196 °C bis +450 °C und einer Druckbeständigkeit von -1 bar bis +160 bar. Selbst starke Temperaturschwankungen stellen kein Problem dar. Bei kompakten Behältern kommt ein weiterer Vorteil zum Tragen: Mit einer Vielzahl erhaltlicher Prozessanschlüsse, kompakten Gewinden und kleinen Flanschen arbeitet der Sensor ohne Blockdistanz. Eine Befüllung der Prozessbehälter bis direkt an die Oberkante ist damit problemlos möglich. Durch die hohe Frequenz von 80 GHz ist zudem eine besonders gute Fokussierung seines Messstrahls möglich, die sich positiv auf Messungen bei Tankeinbauten und Rührwerken auswirkt. Der hohe Dynamikbereich bringt eine neue Zuverlässigkeit bei Medien, die aufgrund ihrer geringen Dielektrizitätszahl zuvor als nicht geeignet galten. Zudem deckt der Sensor Sicherheitsfaktoren wie Cybersecurity, funktionale Sicherheit gemäß der Maschinenrichtlinie sowie Ex-Schutz ab und entspricht dabei international den höchsten Standards und allen gängigen Richtlinien.



Der hohe Dynamikbereich bringt eine neue Zuverlässigkeit bei Medien, die aufgrund ihrer geringen Dielektrizitätszahl zuvor als nicht geeignet galten. Zudem deckt der Sensor Sicherheitsfaktoren wie Cybersecurity, funktionale Sicherheit gemäß der Maschinenrichtlinie sowie Ex-Schutz ab und entspricht dabei international den höchsten Standards und allen gängigen Richtlinien.

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

Druck, Temperatur, Füllstand

**Alles aus einer Hand?**

**Präzise MSR-Technik von AFRISO!**



- +** Manometer, Druckmittler, Druckmessumformer und Thermometer
- +** Füllstandmessgeräte und innovative Warngeräte für unterschiedlichste Medien
- +** Clevere Baukastensysteme, vielfältige Prozessanschlüsse, getestete Materialien passend für Ihren Einsatzfall



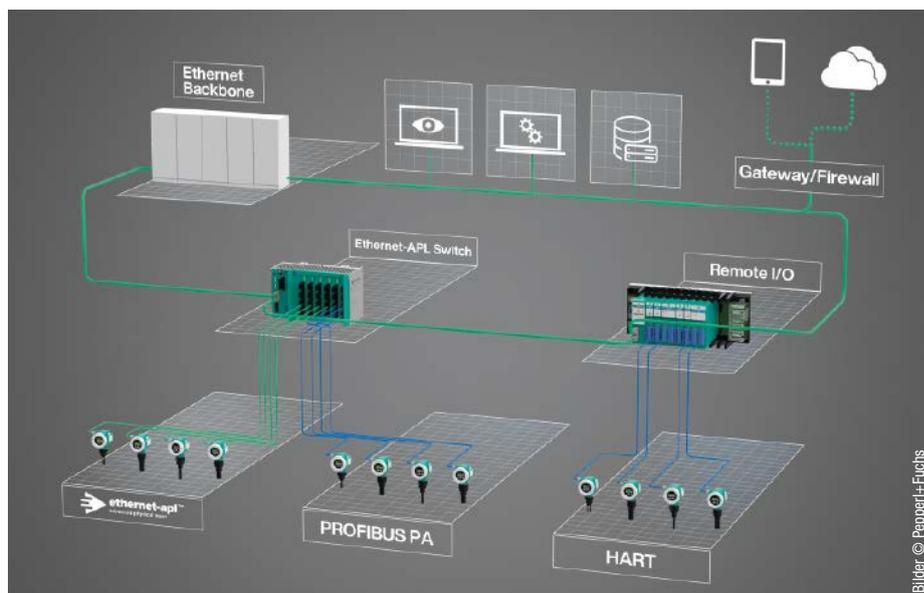
**AFRISO**



[www.afriso.de/prozesse](http://www.afriso.de/prozesse)



Klartextdiagnose der Feldgeräte direkt am Switch



Moderne Anlagentopologie mit Ethernet-Backbone

Bilder © Pepperl+Fuchs

# Feldgeräte vorausschauend im Blick

## Engineering, Installation und Wartung mit Ethernet- APL-Technik



- **Netzwerktechnik**
- **Ethernet-APL**
- **Inbetriebnahme**
- **Instandhaltung**

Ein besserer Einblick in die Funktion und den Zustand der einzelnen Feldgeräte ist der Schlüssel für gesicherte Prozesse und eine erhöhte Anlagenverfügbarkeit. Ethernet-APL unterstützt moderne Kommunikationstechnologien für Engineering und Installation, die die Inbetriebnahme und Wartung entscheidend beschleunigen.

Rein technisch gesehen ist Ethernet-APL lediglich ein weiteres Medium zur Übertragung von Ethernet. Integriert in eine Prozessanlage schafft es jedoch die Voraussetzungen für eine bisher nicht erreichte Durchgängigkeit von der Anlagensteuerung bis hin zum einzelnen Feldgerät. Dafür wird nur ein einziges Protokoll benötigt, sodass Gateways, Remote-IO's, Rangierverteiler oder Stammkabel entfallen. Die einzelnen Feldgeräte werden nicht über ihren Anschluss im Schaltschrank, sondern über eine eindeutige Identifizierung zugeordnet.

Damit vereinfacht Ethernet-APL nicht nur ganz erheblich das Engineering. Es erlaubt auch eine bisher nicht mögliche Bandbreite und damit einen schnelleren Zugang zu Echtzeit-Daten. Ebenso ermöglicht die Verpolsicherung der Ethernet-APL Leitung eine fehlertolerante Installation.

### Bisher nicht gekannte Transparenz

Ethernet-APL-fähige Feldgeräte zeichnen sich durch einen hohen Standardisierungsgrad aus.

Dabei sind nicht nur die einzelnen Messwerte standardisiert, sondern auch Sammelmeldungen und Diagnosen. Das erhöht nicht nur die Übersicht. Es erlaubt auch gezieltere Diagnosen und unterstützt damit die erforderlichen Maßnahmen bei Wartung und Reparatur.

Standardparametrierungen sind über Profile im Leitsystem hinterlegt, wodurch beim Geräte-austausch eine automatische Inbetriebnahme möglich ist. Damit lassen sich aufgabenorientiert alle Gerätedaten durch unterschiedliche Anwendungen digital bereitstellen. Messwerte können interpretiert werden, um daraus eindeutige Handlungsanweisungen abzuleiten. Das steigert zum Beispiel Effizienz und Sicherheit bei der Fehlerbeseitigung.

### Inbetriebnahme so einfach wie noch nie

Schon bei Engineering und Inbetriebnahme vereinfacht Ethernet-APL eine Reihe von Vorgehensweisen, die bisher mit einem hohen Aufwand für Nachweis und Dokumentation verbunden waren. So lassen sich mit Protokollen

wie Profinet die Topologie erkennen und alle Feldgeräte einer Prozessanlage automatisch dokumentieren. Der Explosionsschutz-Nachweis erfordert lediglich eine einfache Dokumentation mit 2-WISE/FISCO Zertifizierung.

Einen wesentlichen Anteil an beschleunigten Arbeitsprozessen hat die Highspeed-Datenübertragung von 10 Mbit/s zu jedem Feldgerät. Sie erlaubt nicht nur eine schnelle Messstellen-Dokumentation, sondern beschleunigt auch ganz erheblich den Up- und Download von und zum Feldgerät. Ein Vorgang, der bei HART noch 5 min. erforderte, ist über Ethernet-APL innerhalb von 10 s erledigt.

### Diagnose und Wartung auf neuem Niveau

Über Ethernet-APL sind gerätebezogene Informationen auch remote abrufbar. Sie stehen damit Installateuren und Wartungsteams jederzeit auf dem Smartphone, Tablet oder Notebook zur Verfügung. Der Servicetechniker ist dadurch bereits im Vorfeld bestens informiert und kann das Problem deutlich schneller beseitigen.

Mit Ethernet-APL lässt sich jedes einzelne Feldgerät überwachen und der aktuelle Hardware-Zustand im Vergleich zu historischen Erfahrungen analysieren. Das bietet eine solide Basis für prädiktive Wartungssysteme. Dabei erstreckt sich die Diagnose des Betriebszustands nicht nur auf die Messtechnik selbst. Auch Infrastrukturkomponenten, wie die APL-

Switches werden permanent überwacht. So sind z.B. alle Switches von Pepperl+Fuchs mit einer integrierten Physical-Layer-Diagnose ausgestattet, die Auskunft über die Qualität der APL-Verbindung gibt. In der Technologie steckt ein gewaltiges Entwicklungspotenzial, das bisher erst in Ansätzen erschlossen wurde.



**Andreas Hennecke,**  
Product Marketing Manager,  
Pepperl+Fuchs

## Nachgefragt

# Ethernet-APL im Urteil der Experten

Anlässlich des APL-Talks auf der Achema 2024 sprachen Pascal Hron, Spezialist für digitale Kommunikation im Support bei Pepperl+Fuchs, und Stefan Maier, Abteilungsleiter im Produktmanagement bei Endress+Hauser Level und Pressure über die Vorteilen und Perspektiven von Ethernet-APL für die Prozessindustrie.



**Pascal Hron,** Pepperl+Fuchs



**Stefan Maier,** Endress+Hauser

### Wie zeigen sich die Vorteile von Ethernet-APS bereits bei der Implementation?

**Pascal Hron:** Standardisierte Webschnittstellen und andere problemlos zugängliche Ethernet-Technologien unterstützen die Techniker aktiv in jeder Phase der Inbetriebnahme und machen damit den gesamten Vorgang geradezu zum Kinderspiel.

Alle Geräte werden eindeutig identifiziert und im System dargestellt. Verdrahtungsfehler werden gleich von Anfang an zuverlässig erkannt und lokalisiert. Die Geräte können sogar selbst Fehler erkennen und bieten daraufhin direkt Lösungsvorschläge an. All das ist keine Zukunftsvision mehr und funktioniert zum Beispiel bei unserem Ethernet-APL Rail Field Switch schon heute völlig reibungslos.

**Stefan Maier:** Mit 10 Mbit/s wird die Inbetriebnahme ganz erheblich beschleunigt. Beim Download der Parameter ins Gerät und bei der Dokumentation der Messstelle gibt es keine langen Wartezeiten mehr. Die Daten werden in Sekundenschnelle übertragen. Etablierte Ethernet Protokolle wie zum Beispiel Profinet oder EtherNet/IP verwenden stan-

dardisierte Treibertechologien zur Integration der Feldgeräte in die Leittechnik. Somit stehen auch bei APL-Geräten bewährte Benutzeroberflächen für die Inbetriebnahme zur Verfügung.

### Warum bringt Ethernet-APL auch Diagnose und Wartung auf ein neues Niveau?

**P. Hron:** Ethernet-APL verlegt einen Großteil der Fehlerdiagnose vom Know-how des Servicetechnikers ins System. Vor Ort werden daher keine kostspieligen Diagnosegeräte mehr benötigt. Auch speziell geschultes Fachpersonal ist keine Voraussetzung mehr, um Diagnosedaten abzurufen und richtig zu interpretieren. Diagnosen werden von den Geräten im Klartext dargestellt. Die Integration von Physical Layer Diagnosen im Switch von Pepperl+Fuchs für alle Ports erlaubt sogar die Überwachung der Verbindungen zwischen den Geräten ohne zusätzliche Hardware.

**S. Maier:** Für Diagnose und Wartung stehen in den Feldgeräten von Endress+Hauser zusätzlich zu den Diagnoseinformationen zur Messtechnik nach NAMUR 107 auch Parameter

zur Verfügung, nach denen sich die Qualität der Verbindung zum APL-Switch im Feldgerät bewerten lässt. Somit kann real geprüft werden, in welcher Qualität die Datentelegramme im Feldgerät ankommen. Die Diagnoseinformationen stehen zum einen über das FDI package im Leitsystem zur Verfügung. Zum anderen können sie auch mittels Browser direkt im Webserver der Feldgeräte abgefragt werden. Spezielle Diagnosetools werden nicht mehr benötigt.“

Wiley Online Library



**Pepperl+Fuchs SE, Mannheim**  
Tel.: +49 621 776 - 0  
[www.pepperl-fuchs.com](http://www.pepperl-fuchs.com)



© Pix Media - stock.adobe.com

# Kein Produkt mehr ohne Cybersecurity

**Der Cyber Resilience Act macht Cybersecurity für Hersteller zur Pflicht – und hilft damit auch Betreibern**



## Keywords

- *Cybersecurity*
- *Cyber Resilience Act (CRA)*
- *Anlagensicherheit*

Der Cyber Resilience Act (CRA)<sup>(1)</sup> markiert einen bedeutenden Fortschritt in der Regulierung der Cybersicherheit und wurde am 10. Oktober vom Europäischen Rat verabschiedet. Diese weltweit erste Verordnung ihrer Art wird noch in diesem Jahr in Kraft treten und gilt unmittelbar in allen EU-Mitgliedstaaten. Sie verlangt von Herstellern innerhalb von 36 Monaten nach Veröffentlichung im EU-Amtsblatt, alle Anforderungen zu erfüllen. Viele Automatisierungsprodukte fallen unter diese Regulierung. Bislang richtete sich alle Cybersecurity-Regulierung an Betreiber: sie sind Risikoeigentümer, sie müssen Risikoanalysen machen, Vorfälle melden und die Resilienz ihrer Anlagen gegen Cyber-Angriffe nachweisen. Jetzt besteht eine Riesenchance für Betreiber, den Dialog über Cybersecurity-Anforderungen mit ihren Herstellern auf eine neue, konstruktivere Ebene zu heben.

Gerade bei Automatisierungssystemen sind Betreiber aber abhängig davon, dass Hersteller ihnen sichere Komponenten liefern: mit Security-Features, ohne Schwachstellen, und mit ausreichender Dokumentation, damit Betreiber das mit den Komponenten verbundene Cybersecurity-Risiko überhaupt abschätzen können. Schon dieser letzte Punkt ist oft ein Problem: Ohne die Information, welche Kommunikationsprotokolle und Softwarebibliotheken in einer Komponente verwendet werden, hat ein Betreiber aus Security-Sicht ein Kuckucksei in seiner Anlage – eine fremde Komponente, für deren Security er plötzlich trotzdem verantwortlich ist.

**Ein CE-Kennzeichen für Security**

Der Cyber Resilience Act (CRA) ist eine EU-Verordnung, die bestimmte Cybersecurity-Anforderungen für alle „products with digital elements“ verpflichtend macht – die weltweit erste Verordnung dieser Art für Produkthersteller. Sie hat bereits den Konsens der EU-Kommission, des europäischen Rates und des europäischen Parlaments gefunden und wird voraussichtlich Ende 2024 in Kraft treten. Ab 2027 muss damit jedes digitale Produkt, das auf dem europäischen Binnenmarkt in Verkehr gebracht wird, den CRA erfüllen. Betroffene Produkte sind alle, die eine Verbindung zu anderen aufbauen können und digitale Daten verarbeiten. Das ist ein sehr großer Anwendungsbereich.

Der CRA erweitert das bewährte CE-Kennzeichen um Cybersecurity. Das CE-Kennzeichen bringen Hersteller auf betroffenen Produkten an, um auszuweisen, dass sie die Sicherheitsbestimmungen für das Produkt relevanten EU-Regulierungen erfüllen. Das gibt es beispielsweise für Sonnenbrillen (die einen bestimmten UV-Schutz sicherstellen müssen), Druckbehälter (die vor Bersten geschützt sein müssen) und Kinderspielzeug (das die Gesundheit der Kinder nicht gefährden darf) – und nun eben auch für digitale Produkte, die nicht als Einfallstore für Cyber-Angriffe dienen dürfen.

**Harmonisierte Standards lassen noch auf sich warten**

Wie bei anderen Verordnungen rund um das CE-Kennzeichen soll es harmonisierte europäische Normen (hEN) geben, die die eher vage beschriebenen Cybersecurity-Anforderungen aus dem CRA konkretisieren. Solche Normen anzupassen bzw. neu zu schreiben, ist für den riesigen Anwendungsbereich des CRA aber eine Mammutaufgabe. Die hEN wird es deswegen erst Monate bis Jahre nach Inkrafttreten des CRA geben, und auch erst einmal nur für „important“ und „critical products“, die in den Anhängen des CRA gelistet werden.

Die meisten Automatisierungskomponenten gehören nicht dazu – auch wenn es

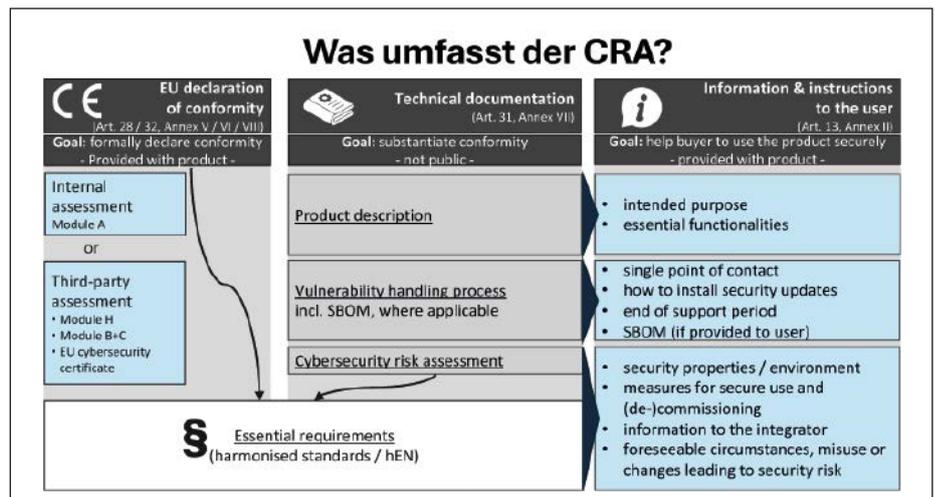


Abb. 1: Was der Cyber Resilience Act fordert.

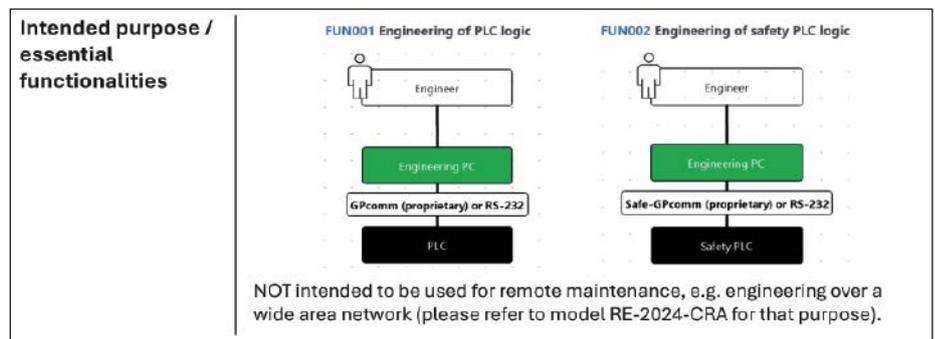


Abb. 2: Darstellung der Verwendungszwecke für einen Engineering-PC (grün)

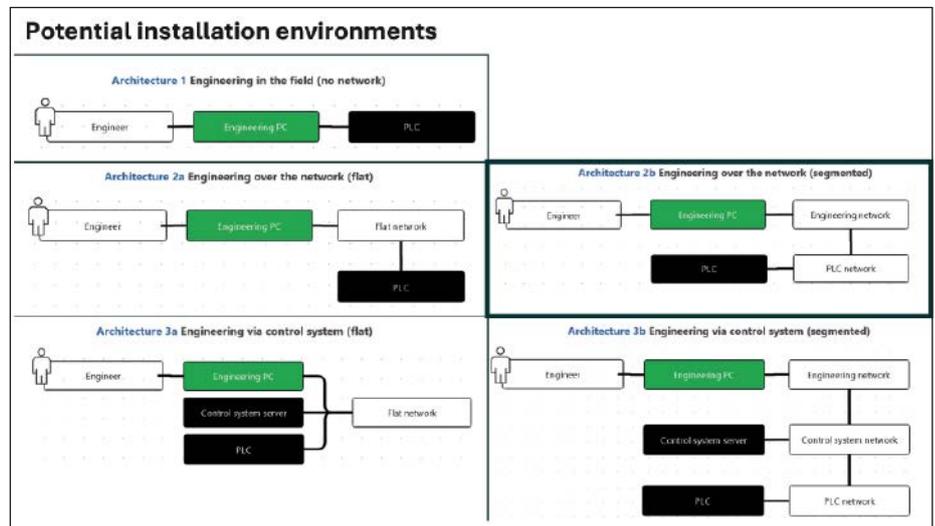


Abb. 3: Mögliche Einbaumöglichkeiten für den Engineering-PC (grün)

kein Geheimnis ist, dass die Standards der IEC-62443-Normenreihe heiße Kandidaten für hENs im Automatisierungsbereich sind. Auch ohne hENs muss der CRA aber bis 2027 erfüllt werden – was bedeutet, dass Hersteller von Automatisierungskomponenten vorerst ihren eigenen Weg finden müssen, die Anforderungen des CRA im Detail zu interpretieren und umzusetzen.

**Das Problem mit den Security-Anforderungen an Hersteller**

Wenn es um das Festlegen von Cybersecurity-Anforderungen für Produkte geht, tun sich Hersteller von Automatisierungskomponenten und Anlagenbetreiber oft schwer:

Betreiber wissen nicht genau, was sie fordern sollen und legen Herstellern in Ermangelung von Alternativen oft entweder sehr

Bilder © Admerita

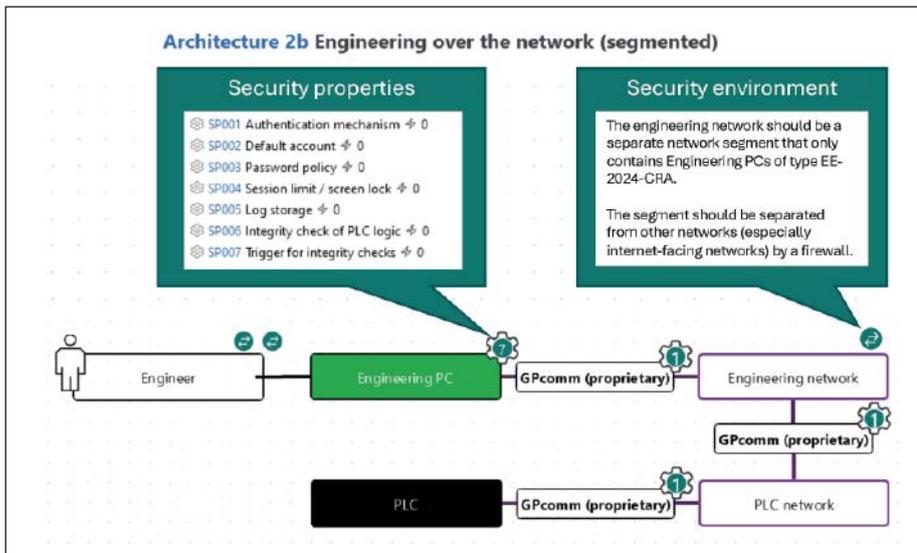


Abb. 4: Security-Eigenschaften (blaugrüne Icons) für den Engineering-PC (grün) und seine Umgebung am Beispiel der Einbaumgebung 2b

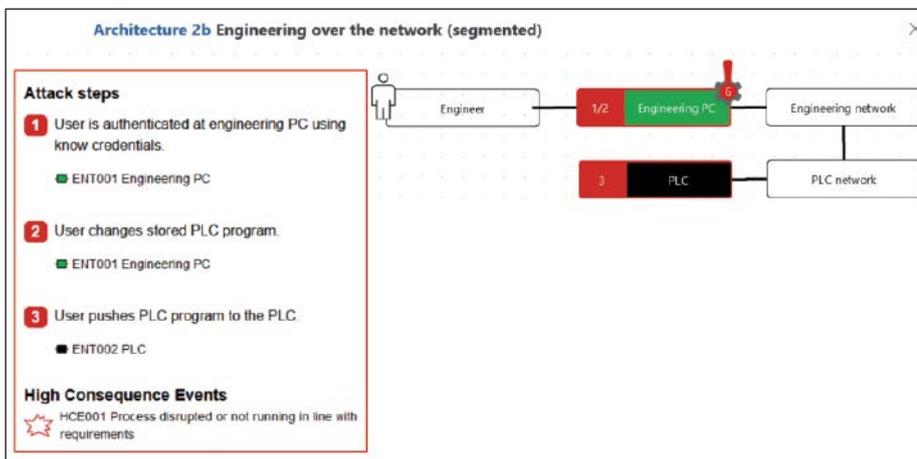


Abb. 5: Beispielhaftes Risikoszenario für den Engineering-PC (grün)

generische Forderungen („Security muss berücksichtigt werden!“) oder aber lange Listen von Security-Anforderungen vor, die auf dem Markt niemand vollumfänglich erfüllen kann. Wenn Hersteller über Cybersecurity sprechen, schwingt aufseiten der Betreiber oft ein gewisser Argwohn mit: „Die wollen uns doch nur neue Hard- und Software verkaufen!“.

Hersteller wiederum sind frustriert von unerfüllbaren Anforderungen und betreiberseitig fehlender Begeisterung für die Security-Eigenschaften, die ihre Produkte bereits haben: „Wir haben eine normale und eine „secure“-Variante unseres Produktes – raten Sie mal, was die Kunden kaufen. Wir würden ja gern alle Security der Welt in unsere Produkte einbauen.... Wenn denn jemand bereit wäre, dafür zu zahlen.“

Der CRA wird bei der Definition von Security-Anforderungen helfen – langfristig zumindest. Wie bei anderen Verordnungen rund

um das CE-Kennzeichen soll es harmonisierte europäische Normen (hEN) geben, die Cybersecurity-Anforderungen aus dem CRA konkretisieren.

Solche Normen anzupassen bzw. neu zu schreiben, ist für den riesigen Anwendungsbereich des CRA aber eine Mammutaufgabe. Die hEN wird es deswegen erst Monate bis Jahre nach Inkrafttreten des CRA geben, und auch erst einmal nur für „important“ und „critical products“, die in den Anhängen des CRA gelistet werden. Die meisten Automatisierungskomponenten gehören nicht dazu – auch wenn es kein Geheimnis ist, dass die Standards der IEC-62443-Normenreihe heiße Kandidaten für hENs im Automatisierungsbereich sind.

Auch ohne hENs müssen die „essential requirements“ des CRA aber bis 2027 erfüllt werden. Und selbst ohne hENs birgt er schon eine große Chance für Betreiber, in ihren Forderungen an Hersteller konkreter zu werden.

### Drei Dokumente für die CRA-Compliance

Was Hersteller tun müssen, damit sie das CE-Kennzeichen auf ihren Produkten anbringen dürfen, fasst Abb. 1 zusammen.

Die „anfassbaren“ Ergebnisse sind im Wesentlichen drei Dokumente, die Hersteller erstellen müssen:

- 1. Die Konformitätserklärung (EU declaration of conformity) ist ein kurzes Dokument, das die Konformität mit den „essential requirements“ des CRA bzw. den relevanten hENs erklärt. Sie wird mit dem Produkt mitgeliefert bzw. öffentlich verfügbar gemacht.
- 2. Die technische Dokumentation (technical documentation) ist die umfassende Dokumentation, die als Beleg der Konformität dient. Sie ist nicht öffentlich, wird aber der Instanz vorgelegt, die die Prüfung durchführt, und die Marktaufsichtsbehörden (in Deutschland wahrscheinlich das BSI) können jederzeit Einsicht fordern. Die Herausforderung liegt hier nicht zuvorderst in der Dokumentation, sondern darin, die zugrundeliegenden Prozesse, die der CRA in seinen „essential requirements“ vom Hersteller fordert – Integration von Security in die Produktentwicklung, Schwachstellenmanagement und Risikomanagement – tatsächlich zu leben.
- 3. Die Informationen und Anleitungen für den Nutzer (information & instructions to the user) kann man als Auszug aus der technischen Dokumentation verstehen. Sie wird dem Produkt bei Kauf beigelegt und enthält alle Informationen, die für den Käufer des Produktes wichtig sind.

Vor allem das Dokument zu Punkt 3, die Nutzeranleitung, wird unterschätzt. Wahrscheinlich, weil wir dabei Benutzerhandbücher für Verbraucher im Kopf haben, die jedem Produkt beiliegen – und die sowieso nie jemand liest. Und dasselbe Schicksal wird wahrscheinlich die CRA-Benutzerhandbücher ereilen, die Verbraucherprodukten beiliegen. Wer hat schon Zeit, sich mit den Security-Eigenschaften seiner neuen Funkmaus zu befassen?

Aber Käufer von Automatisierungskomponenten sind keine normalen Verbraucher. Sie stecken die Produkte nicht einfach nur in die Steckdose, sondern sie integrieren sie – oft mit beachtlichen eigenen Engineering-Aufwänden – in komplexe Anlagen. Und für die Cybersecurity dieser Anlagen sind sie verantwortlich; sie sind Risikoeigentümer und oft selbst reguliert.

### Chancen für Betreiber

Für diese Käufer, die Anlagenbetreiber, ist diese unscheinbare Benutzeranleitung eine riesige Chance: Eine Chance, endlich in strukturierter Form die Informationen zu erhalten und fordern

zu können, die sie für ihre Risikoeinschätzungen brauchen. Eine Chance, vom Hersteller mehr als eine lange Liste von Security-Eigenschaften vorgelegt zu bekommen, die sie als Betreiber nicht einschätzen können. Eine Chance, selbst zu entscheiden, welche Rolle eine neue Komponente in ihrem Security-Konzept spielt – und entsprechende Forderungen präzise zu stellen.

Und für Hersteller kann eine ernstgenommene Nutzeranleitung einen missmutigen Betreiber, der die Security-Features der Komponenten nicht versteht und dafür nicht bezahlen möchte zu einem zufriedenen Kunden machen.

### Eine gute Nutzeranleitung fordern

Was würde Betreibern helfen? Vier leicht umsetzbare Anregungen für gute Nutzeranleitungen:

- 1. Verwendungszwecke mit Diagrammen verdeutlichen, die für jeden Verwendungszweck das Zusammenspiel von technischen Komponenten, Kommunikationsprotokollen und (ggf.) Menschen darstellen (Abb. 2).
- 2. Mögliche Einbaumgebungen zur Auswahl stellen: Ein Grund, warum Hersteller keine konkreten Hilfestellungen für Security-Eigenschaften von Komponenten geben? Das hängt von der Einbaumgebung ab – und die kennen sie ja schließlich nicht. Das Problem ist lösbar: Beispielsweise, indem man verschiedene typische Einbaumgebungen zur Auswahl stellt und

Empfehlungen in Abhängigkeit der ausgewählten Architektur gibt (Beispiel in Abb. 3).

- 3. Security-relevante Eigenschaften explizit kennzeichnen: Für eine ausgewählte Einbaumgebung fällt es dann auch viel leichter, explizit die security-relevanten Eigenschaften der Komponente hervorzuheben – idealerweise mit Empfehlungen, wie diese Eigenschaften konfiguriert werden sollten. Auch Empfehlungen für Komponenten in der Umgebung können so transportiert werden (Beispiel in Abb. 4).
- 4. Berücksichtigte Risikoszenarien mitliefern: Wenn der Betreiber selbst Risikoanalysen machen muss, hilft es ihm enorm, wenn er die berücksichtigten Bedrohungsszenarien für die verwendeten Komponenten kennt. So kann er verstehen, woher die Empfehlungen für Security-Eigenschaften rühren – und im Idealfall kann er die Szenarien direkt in seine eigene Risikoanalyse übernehmen (Beispiel in Abb. 5).

Noch ist der CRA für alle neu. Alle Hersteller finden gerade ihren Weg, damit umzugehen. Keiner hat eine genaue Vorstellung, wie die „information & instructions to the user“, diese wichtige Schnittstelle zwischen Hersteller und Betreiber, aussehen wird.

Wenn Betreiber wollen, dass es ein Dokument wird, das ihnen wirklich hilft, statt eines, das sie seufzend und ungelesen abheften, ist jetzt der richtige Zeitpunkt, Pflöcke einzu-

schlagen und Forderungen zu machen. Und für Hersteller? Für sie ist es die Chance, als leuchtendes Beispiel zu glänzen: Endlich mal jemand, der die Security-Wünsche seiner Kunden kennt und erfüllt.

#### Referenz

[1] Die aktuellste öffentlich verfügbare Fassung des CRA ist die am 10.10.2024 vom Europäischen Rat verabschiedete Version: <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/PE-100-2023-INIT/en/pdf>



**Dr. Sarah Fluchs,**  
CTO, Admeritia

Wiley Online Library



**admeritia GmbH, Langenfeld**  
sarah.fluchs@admeritia.de  
www.admeritia.de

## Safety First!



Explosionsschutz  
von Pepperl+Fuchs

[pepperl-fuchs.com](http://pepperl-fuchs.com)



Produkte, Lösungen und digitale  
Services für die Trends von morgen  
in der Prozessautomation.

sps

Halle 7A Stand 330  
12. – 14. 11. 2024




**Keywords**

- *digitaler Zwilling*
- *digitaler Produktpass*
- *Messtechnik*
- *Innovationsmanagement*

# Innovationskraft und Digitalisierung als Basis für nachhaltigen Erfolg

**Mit Investitionen in Forschung und einer starken Innovationskultur zukunftsweisende Entwicklungen in der Prozessmesstechnik vorantreiben**

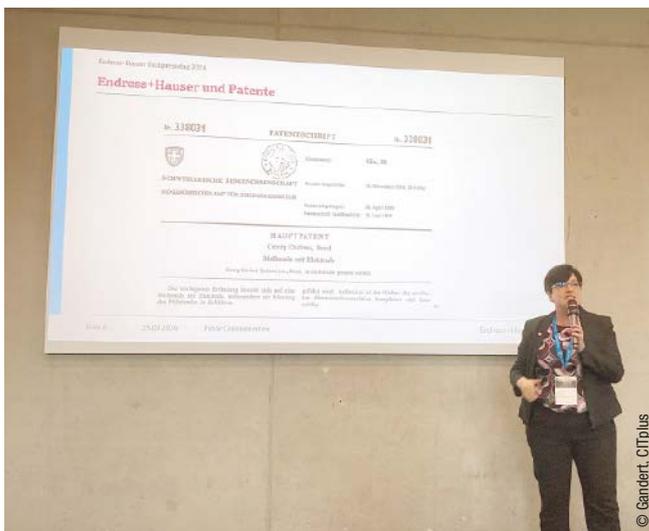
Im Freiburger Innovations-Hub arbeiten verschiedene Endress+Hauser Teams an der Messtechnik der Zukunft.

Mit einer starken Innovationskultur und gezielten Investitionen in Forschung und Entwicklung, um die Prozessmesstechnik der Zukunft zu gestalten, so präsentierte sich Endress+Hauser auf dem Fachpresstetag im Freiburger Innovationszentrum FRIZ. Das Unternehmen stellte eine breite Themenpalette von Strategiethemata wie dem Innovationsmanagement, Entwicklungen zum digitalen Zwilling bis zu digitalen Lösungen wie die Netilion-Plattform, die Echtzeitdaten für eine optimale Anlagenüberwachung liefern, und neuen Produktlinien für die Lebensmittel- und Life-Science-Branche vor.

„Manchmal muss man schnell sein,“ sagte Dr. Christine Koslowski, als sie mit einem Lächeln von Ihrer Arbeit für das Innovations- und Rechtemanagement als Direktorin Intellectual Property Rights bei Endress+Hauser, auf dem Fachpresstetag von Endress+Hauser in Freiburg Ende September berichtete. Gemeint war damit auch, dass für so manche Idee auch eine Extraschicht eingelegt werden muss, um die Rechte daran zu sichern. Die Chemikerin und

Patentanwältin betont, wie wichtig diese Arbeit ist, denn sie sichere die Basis für den Firmenerfolg von morgen. So wie am 18. November 1955 Georg H. Endress sein Patent für eine „Meßsonde mit Elektrode“ beim Eidgenössischen Amt für geistiges Eigentum in der Schweiz anmeldete. Damit legte er die Basis für das heute global aufgestellte Unternehmen, das derzeit 8.900 aktive Patente und Patentanmeldungen und 400 Marken hält. Dr. Koslowski

betont, dass diese Leistung vor allem der Erfolg der guten Teamarbeit sei, denn 88 % der Erfindungen entstehen in Teams. Die Innovationskultur werde bei Endress+Hauser hochgehalten und es werden Anreize für Erfinderinnen und Erfinder gesetzt – bis heute sind das 409 Personen, darunter 102 Erfinder. Ein gutes, abteilungsübergreifendes Netzwerk wie das jährliche Innovators Meeting ist ein weiterer Baustein in der Innovationsstrategie des Unternehmens.



Dr. Christine Koslowski, Direktorin Intellectual Property Rights bei Endress+Hauser, betont, wie wichtig Produktinnovationen als Motor für das Geschäft von Endress+Hauser sind.



Hans-Jürgen Huber, Managing Director Industrial Internet of Things bei Endress+Hauser Digital Solutions, erläutert auf dem Fachpresstag die Digitalstrategie des Unternehmens.



Die Compact Line deckt viele hygienische Anwendungen ab und besteht aus drei Messprinzipien zur Messung von Druck, kontinuierlichem Füllstand und Grenzstand.

### Der richtige Mix aus Fort- und Neuentwicklung

Wie wichtig diese Strategie für den Schweizer Messgerätehersteller ist, unterstrich auch Hans-Jürgen Huber, Managing Director Industrial Internet of Things bei Endress+Hauser Digital Solutions. „Wir haben 2023 über 267 Mio. EUR für Forschung und Entwicklung aufgewendet, das sind gut 7 % des Umsatzes und gut 10 % mehr als im Vorjahr,“ so Huber. Insgesamt sind in dem Unternehmen mehr als 1.300 Mitarbeitende damit beschäftigt, neue Produkte, Lösungen und Dienstleistungen zu entwickeln. Auch die Verbesserung interner Prozesse in Produktion, Logistik, IT und Verwaltung

steht im Fokus, um erfolgreich am Markt agieren zu können. „Innovation ist für uns ein zentraler Wachstumstreiber. Wir setzen dabei auf einen Mix aus Kontinuität und Diskontinuität. Zu 80 % investieren wir in die Optimierung unseres Portfolios, zu 20 % in völlig neue Technologien und Geschäftsmodelle.“ Huber präsentierte den Freiburger Standort von Endress+Hauser, das Freiburger Innovationszentrum FRIZ, in dem 60 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in verschiedenen Gruppen tätig sind. Hier würden neue Technologien und Geschäftsmodelle entwickelt, um die Märkte für das Unternehmen zu erschließen, ergänzt Huber. Dazu gehören nicht nur neue Geräte und Technologien, sondern auch neue

Service- und Wartungsmodelle sowie Datenmanagement und Datenanalyseangebote.

Endress+Hauser verfolgt zudem verschiedene Initiativen, um über offene Innovationskonzepte neue Impulse einzuholen. Dazu zählen Start-ups, Joint Ventures, strategische Partnerschaften sowie die Kooperation mit Hochschulen und Institutionen. Dem Thema Digitalisierung widmet sich aufgrund seiner großen Bedeutung die gruppenweite Innovationsplattform Netilion, die Produkte, Lösungen und Dienstleistungen in den Blick nimmt.

Grundlegend für Systeme wie Netilion sind Initiativen wie die Open Industry 4.0 Alliance. Sie zielen darauf ab, die Interoperabilität von Geräten verschiedener Hersteller sicherzustellen und Daten und Dienstleistungen in andere IT-Ökosysteme zu integrieren. Somit ist es möglich, über Netilion Services alle Arten von Daten aus dem Feld nachzuverfolgen und zu nutzen, unabhängig vom Gerätetyp oder Hersteller des jeweiligen Assets. Die gesammelten Daten dienen Messtechnikexperten und Datenwissenschaftlern als Basis, um digitale Lösungen für konkrete Anwendungsfälle zu entwickeln. Übermitteln Messgeräte mit Heartbeat Technology Daten über ihren Zustand, lassen sich ungeplante Stillstände der Produktionsanlagen verhindern, da vor dem Auftreten eines Schadens in Echtzeit ersichtlich ist, wann eingegriffen werden muss.

### Digitaler Produktpass für den digitalen Zwilling

Einen erweiterten Blick auf das Thema Digitalisierung bot Michael Riestler, Head of Research & Development, Endress+Hauser Digital Solutions. Er sagte, dass für die zunehmend digitalen Infrastrukturen eine Standardisierung unerlässlich sei. „Eine solche Standardisierung würde den strukturierten Austausch von Daten auf

Anlagen-, Produkt- und Systemebene erleichtern, was wiederum die Entscheidungsfindung in Echtzeit und die Betriebssicherheit verbessert. Digitale Zwillinge, die physische und digitale Welten verknüpfen, könnten hier eine Schlüsselrolle spielen.“ Ein wichtiger Schritt in Richtung dieser Standardisierung ist die Einführung des digitalen Produktpasses, mit dem Anwender zukünftig alle Produktinformationen mit nur wenigen Klicks über mobile Endgeräte wie Smartphones oder Tablets abrufen können. Hierfür wird die neue EU-Batterieverordnung eine Blaupause für den ersten, einheitlichen digitalen Produktpass liefern. Im digitalen Produktpass werden die IEC 61406 und der Asset Administration Shell (AAS) als Datenträger und Datenaustauschinstrument gemäß der EU-Richtlinie „Ecodesign for Sustainable Products Regulation“ verankert.

Ziel jeder Digitalisierungsanstrengung ist es, ungeplante Stillstände zu vermeiden, Ausfallzeiten zu reduzieren und in Summe die Effizienz und Lebensdauer von Anlagen zu erhöhen. Dafür wird „die Zusammenarbeit aller Beteiligten – von Anlagenbetreibern über Serviceanbieter bis hin zu Maschinenherstellern – unerlässlich,“ bekräftigt Riester. Die Standardisierungen werden ermöglichen, den Datenraum zu erweitern und Projekte wie Manufacturing-X zum Datenaustausch über Branchengrenzen hinweg zu erschließen. Abschließend gab Riester einen Ausblick auf die nächsten Schritte dieser E+H-Digitalisierungsstrategie, zu der die Bereitstellung der VDI 2770 konforme Dokumentation und der technischen Daten als Teil des digitalen Zwillings von Endress+Hauser Geräten gehört, die Unterstützung des digitalen Kalibrierzertifikats im digitalen Zwilling zur Optimierung von Kalibrierprozessen sowie die Verwendung der Parametrierung in digitalen Zwillingen zur Optimierung von Planungsprozessen.

### Blick ins Portfolio und auf neue Entwicklungen

Auf dem Fachpresstetage stellte das Schweizer Unternehmen jedoch nicht nur Strategiethemata, sondern auch neue Produkte und

Technologien vor. Es wurde deutlich, dass die Lebensmittel-, Biotech- und Pharmaproduktion Schwerpunkte in der Produktentwicklung bei Endress+Hauser bilden. Zu den spannenden Themen zählte unter anderem eine PCR-basierte Testtechnologie zur Qualitätssicherung im Brauprozess. In einem Detektionsmodul können bis zu 18 PCR-Tests mit einer Probe durchgeführt werden. Das Verfahren ist sehr einfach zu handhaben und damit wenig fehleranfällig. Ein weiterer Vorteil ist, dass das Ergebnis innerhalb von Minuten vorliegt. Am Beispiel des Brauprozesses können Bier-schädigende Mikroorganismen so frühzeitig im Produktionsprozess erkannt werden. Endress+Hauser hat dafür mit der Hahn-Schickard-Gesellschaft das Joint Venture BioSense gegründet.

Ebenfalls für die Lebensmittel- und Life Science-Branche hat Endress+Hauser die neue Serie der Füllstand- und Druckmessgeräte Compact Line entwickelt. Die Produktserie zeichnet sich durch eine sehr kompakte Bauweise aus, die hygienischen Anforderungen gerecht wird. Besonders interessant ist, dass der Messkopf für alle Sensoren gleich gestaltet ist und flexibel an die Anwendung angepasst werden kann. Ein sehr übersichtliches und leicht zu bedienendes Display reduziert Schulungsaufwendungen und Fehlbedienungen. Die Produktlinie ist aufgrund ihrer kompakten Bauweise gut skalierbar. Der Radarsensor-Füllstandsensor Micropilot FMR43 misst mit 180 GHz und ist in Behältern ab einer Höhe von 10 cm einsetzbar. Das Messgerät ist mit einem neuen Chip ausgestattet, den Endress+Hauser mit einem Chiphersteller gemeinsam entwickelt hat. Zu den weiteren neuen Produkten der Serie gehören der Druckmesser Cerabar PMP43 und der Grenzstanddetektor Liquiphant FTL43.

Die Produktlinie verwendet über alle Technologien hinweg eine identische Benutzeroberfläche. Das macht die Installation, Inbetriebnahme und Bedienung der Geräte einfach und intuitiv. Zahlreiche digitale Assistenten, sogenannte Wizards, führen den Anwender durch die Inbetriebnahme und Parametrierung. Alle Analysen, Steuerungen, Wartungen oder Funktionskon-

trollen der Geräte können bequem per Smartphone oder Tablet über Bluetooth-Technologie und die SmartBlue-App von Endress+Hauser aus der Ferne durchgeführt werden. Darüber hinaus lassen sich die Geräte auch in Engineering-Systeme oder Software-Tools zur Parametrierung und Steuerung über digitale Kommunikation mit z.B. IO-Link oder HART-Verbindung.

### Fazit

Die vorgestellten Strategien und Innovationen zeigen deutlich, wie Endress+Hauser durch gezielte Investitionen in Forschung und Entwicklung sowie durch eine starke Innovationskultur seine Position als Anbieter für Prozessmesstechnik festigt. Mit dem Fokus auf Digitalisierung, nachhaltige Lösungen und die Zusammenarbeit mit Partnern und Institutionen ist das Unternehmen gut gerüstet, um den Herausforderungen der Zukunft zu begegnen und Anwender weltweit mit innovativen Produkten und Dienstleistungen zu unterstützen. Die Kombination aus Tradition und Innovation sichert nicht nur den Firmenerfolg von morgen, sondern trägt auch maßgeblich zur Weiterentwicklung der Branche bei.



**Dr. Etwina Gandert,**  
Chefredakteurin CITplus

Wiley Online Library

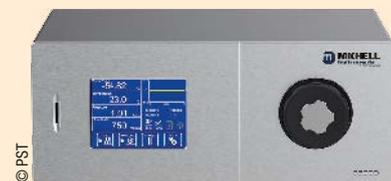


### Endress+Hauser Deutschland, Weil am Rhein

Markus Ketterer  
Tel.: +49 7621 975 117 - 21  
markus.ketterer@endress.com  
www.endress.com

### Driftfreie Feuchtemessung für industrielle Anforderungen

Die beiden Präzisionshygrometer Michell S8000 und S8000 RS ermöglichen eine direkte Messung von Taupunkt, Temperatur und Druck unter der Umgebungstemperatur.



Das optische Messsystem der 187 x 440 x 343 mm (HxBxT) großen Geräte basiert auf dem des S8000-100 – dem Flaggschiff der Hochpräzisions-Kühlspiegel-Hygrometer von PST. Die Technologie erkennt selbst kleine Veränderungen der auf der Spiegeloberfläche kondensierten Feuchtigkeit. Dies gewährleistet eine hohe Empfindlichkeit sowie ein schnelles Ansprechen auf Veränderungen des Frostpunkts, selbst bei niedrigen Feuchtegraden,

bei denen Messungen am schwierigsten sind. Zur Visualisierung der Messwerte, zusammen mit einem Trenddiagramm und Fehlerwarnungen, besitzen beide Michell S8000 ein kontrastreiches Touchscreen-LCD-Display. Das S8000 ermöglicht so zuverlässige Messungen bei bis zu -60 °C mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,1$  °C, ohne dass eine zusätzliche Kühlung erforderlich ist. Das S8000 RS misst sogar bis -90 °C. [www.processsensing.com](http://www.processsensing.com)



## Keywords

- Mess- und Regeltechnik
- Automatisierung
- Erfahrungsaustausch

Bilder © IGR Technik

Dr. Werner Sievers eröffnete den IGR-Erfahrungsaustausch Technik 2024, der nun auch für Nicht-Mitglieder offen ist.

# Über den Tellerrand hinaus

## IGR-Erfahrungsaustausch Technik 2024 bringt Fachleute zusammen

Am 4. und 5. September organisierte die Interessengemeinschaft Regelwerke Technik (IGR) den Erfahrungsaustausch für Experten der Mess- und Regeltechnik in der Prozessindustrie. Zum ersten Mal war die Veranstaltung für die Öffentlichkeit, also auch Nicht-Mitglieder, geöffnet. Der Expertentreff ist in der chemisch-pharmazeutischen Industrie fest etabliert. Wichtige Themen waren neue regulatorische Anforderungen, Test- und Prüfmethode, der internationale Wettbewerbsdruck und die Dekarbonisierung.

In diesem Jahr trafen sich die Fachleute für Mess- und Regeltechnik aus der Chemieindustrie wieder beim IGR Erfahrungsaustausch Technik in Walldorf bei Frankfurt am Main. Erstmals war die Veranstaltung auch für Nicht-Mitglieder geöffnet und konnte sogleich ein Plus von 10 % bei der Teilnehmerzahl verbuchen. Das trug zum Austausch unter den Experten bei und freute den Vorsitzenden der IGR, Dr. Werner Sievers.

Für die 120 Teilnehmenden hatte der Verein ein hochkarätiges Programm zusammengestellt, das ein breites Themenspektrum abdeckte. Neben übergreifenden Themen wie Dekarbonisierung und Wasserstoff in der Prozessindustrie sowie KI-Anwendungen, profitierten die Teilnehmenden auch von ganz handfesten Informationen z.B. über Test- und

Prüfmethode von Behältern und Leitungen, Neuigkeiten zur TA-Luft und zu PFAS sowie zur praktischen Umsetzung von IT/OT-Konvergenz.

Zur Begrüßung eröffnete Dr. Sievers die Veranstaltung und sagte: „Die Prozessindustrie in Deutschland steht vor großen Herausforderungen. Nur durch intensive Zusammenarbeit und den Austausch von Know-how können wir wettbewerbsfähig bleiben und den globalen Technologiewandel meistern.“ Wer sich in der IGR engagiert, profitiert von der Expertise eines großen Expertenkreises. Nicht nur ließen sich Kosten bei der Umsetzung von regulatorischen Anforderungen durch geteiltes Engagement sparen, sondern auch innovativere Prozesse und Produkte auf den Weg bringen. Deshalb wolle die IGR praxisorientierte Lösungen für die Branche fördern.

### Fachvorträge für die Praxis

Im Vortrag „Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft und Wasserstoff – eine brisante Mischung“ betonte Lauri Stemmler, Siemens, dass es bei der Technologie zwar keine völlig neuen Herausforderungen gebe, aber eine anspruchsvollere Nachweisführung. Offene Punkte hinsichtlich TA Luft bestehen mitunter bei Flanschverbindungen und Schauglas-Armaturen. Die IGR hat bereits Musterrohrklassen mit Nennweiten-Druck-Beziehungen sowie Anzugsmomente für Schrauben erarbeitet, um grünen Wasserstoff schneller für die Anlagen zu nutzen.

Im Anschluss referierten Dr. Valerie Huber-Lohr, Siemens, und Dr. Stephan Lederer, TÜV Hessen, über Wasserstoff und sein Potenzial in der Prozessindustrie. Das „kleine Molekül



mit großer Zukunft“ stand auch bei Folgevorträgen im Fokus. Die Prozessindustrie müsse den Technologiewandel aktiver gestalten, um grünes H<sub>2</sub> vermehrt für Raffinerien, die Düngemittelproduktion oder als nachhaltigeren Energieträger zu verwenden. Was beim vermehrten Einsatz von Wasserstoff bedacht werden muss, ist sein Einfluss auf Werkstoffe, wie die Beeinträchtigung der mechanischen Eigenschaften vieler Stahlkomponenten. Die Versprödung oder Spannungsrissskorrosion seien aber beherrschbar – auch dank neuer Prüfmethoden.

### Synthetische Kraftstoffe als Basis für Produkte

Kostenoptimierte Strategien zur Dekarbonisierung waren ein weiterer Höhepunkt der Tagung. Betont wurde, dass Kapital stärker in Richtung Nachhaltigkeit fließe. Betreiber bräuchten jedoch einen Plan, Transparenz und Flexibilität, um Investoren zu überzeugen und so von günstigeren Krediten zu profitieren. Zur Dekarbonisierung dienen auch E-Fuels, die in der öffentlichen Debatte mitunter negativ gesehen würden. Diese seien künftig jedoch nicht nur im Klimaschutzkontext, sondern auch als Ausgangs- oder Rohstoffe für Kunststoffe, Lacke und Konsumgüter unverzichtbar. Diese Produkte basieren aktuell auf Erdöl. Dr. Werner Sievers forderte deshalb, dass die Gesellschaft offener für technologische Innovationen werden müsse. Die noch hohen Herstellungskosten von E-Fuels sollten als Investition in eine nachhaltige Zukunft gesehen werden.

### PFAS-Verbot noch in der Diskussion

Am zweiten Tag wurden die Vorträge auf Themen wie EMR-Technik, Prozesssicherheit, Werkstofftechnik, sowie Mechanik und Verfahrenstechnik verteilt. Dabei stand auch die Problematik des Verbots von PFAS (Per- und Polyfluoralkylsubstanzen), auch bekannt als „Ewigkeitschemikalien“, im Fokus. Aufgrund ihrer Stabilität und Langlebigkeit können diese Chemikalien sowohl in der Umwelt als auch im menschlichen Körper akkumulieren. Für mehr als 14.000 Verbindungen, die bspw. in Kältemitteln, Löschschaum oder Fluorkunststoffen vorkommen, sind gesetzliche Beschränkungen

geplant. Die IGR setzt sich deshalb für herstellernerneutrale Spezifikationen ein, prüft Alternativen zu PFAS und weist darauf hin, dass bisher keine adäquaten Ersatzstoffe zur Verfügung stehen. Dies könnte im „Post-PFAS-Zeitalter“ auch Herausforderungen für Wartungsintervalle und -prozesse nach sich ziehen. Eine aktive Mitarbeit für eine Stellungnahme an die Behörden sei willkommen, betonte Dr. Susanne Winkler, Siemens.

### „Daten-Rucksack“ für IT-/OT-Kommunikation

Ein Vortrag aus dem IGR-Kompetenzzentrum EMR-Technik thematisierte, wie sich die Aussagekraft von Daten bei ihrer Reise von der Betriebsebene zur Unternehmensleitung gewährleisten lässt. Damit die Branche von neuen technischen Möglichkeiten der IT (Analysewerkzeuge, KI) profitiere, müssen neben Zahlenwerten auch möglichst viele der damit verbundenen Eigenschaften über die Systemgrenzen transportiert werden. Wichtig sei es, diese dafür mit möglichst über Systemgrenzen hinweg allgemein verständlichen zusätzlichen Kontextinformationen zu versehen, ihnen sozusagen einen „Rucksack“ mitzugeben, um ihre Bedeutung für den Unternehmenserfolg schneller und mit geringem Aufwand zu bewegen.

### Günstigere Sensorik und 24/7-Monitoring

Auch um Wettbewerbsfähigkeit und Anlagenverfügbarkeit ging es am zweiten Tag der Veranstaltung. Die Zustandsüberwachung von Anlagen gewinnt deshalb an Bedeutung, weil Anlagen immer häufiger an ihren Belastungsgrenzen gefahren werden. Um Korrosion, Erosion, Materialermüdung und Umweltrisiken frühzeitig zu erkennen, sind neue Technologien und günstigere Sensorik wie digitale thermische und akustische Kameras für ein 24/7-Monitoring geeignet. Schallemissionsprüfung und das Corro-

**Der Erfahrungsaustausch bietet eine hervorragende Plattform zur Diskussion unter Experten der Prozessindustrie.**

Im Kongresszentrum in Mörfelden-Walldorf waren circa 120 Teilnehmende zu Gast, denen ein interessantes Vortragsprogramm geboten wurde.

sion Mapping helfen, Wanddicken von Rohren und Armaturen im Blick zu behalten, Kosten zu sparen und die Verfügbarkeit der Systeme zu erhöhen. Dazu stellte der TÜV Hessen seine Techniken vor. Die Teilnehmenden hatten die Möglichkeit, die Messtechnik zur Korrosionsüberwachung live vor Ort zu testen.

### Sustainable Development Goals sind kein Selbstzweck

Dass die Anlagen in der EU oft umweltschonender arbeiten als im internationalen Vergleich ist auch ein Resultat von Energieeffizienzmaßnahmen, was im öffentlichen Diskurs zu wenig berücksichtigt wird. Es gelte, das Bewusstsein der Öffentlichkeit und Politik dafür zu schärfen, so eine wichtige Forderung der Referenten. Zudem sind eine transparente Verifizierung und Darstellung, bspw. des CO<sub>2</sub>-Footprints pro Tonne Produkt, ein Schlüssel zu grünen Sonderkreditprogrammen. Die Berichtspflichten und Sustainable Development Goals (SDGs) zu erfüllen, sei mittlerweile kein Selbstzweck mehr, sondern essenziell für das Fortbestehen von Unternehmen.

### Normung als Wettbewerbsvorteil

Ein Gastvortrag des DIN Berlin von Amelie Leipprand zeigte, wie Unternehmen Normung und Standardisierung nutzen, um ihre Zukunft zu sichern. Normen sind freiwillige Regeln, die von Interessengruppen erarbeitet werden und eine wichtige Rolle bei der Vergleichbarkeit, dem Wissenstransfer und der Genehmigungsgrundlage spielen. Die IGR vermittelt zwischen der Branche und dem Gesetzgeber. Unternehmen, die in Normungsgremien mitwirken, gestalten nicht nur den technologischen Wandel aktiv mit, sondern erlangen oft auch einen



Wettbewerbsvorteil durch den damit verbundenen Informationsvorsprung.

**Einladung zum nächsten Erfahrungsaustausch in zwei Jahren**

Dr. Sievers bedankte sich zum Ende der Tagung bei den Teilnehmenden und dem Organisationsteam und unterstrich die wichtige Rolle der IGR als Impulsgeber für Innovation und Fortschritt. Besonders hervorzuheben sei das Engagement der Expertinnen und Experten, die mit ihrer Leidenschaft dazu beitragen, die Branche nachhaltiger und wettbewerbsfähig zu gestalten. Der nächste Erfahrungsaustausch ist in zwei Jahren geplant und wird erneut öffentlich stattfinden. Bereits dieses Mal kamen über 10 % der Teilnehmenden aus Unternehmen, die nicht Mitglied sind – ein Zeichen dafür, dass die IGR über Vereinsgrenzen hinaus Akteure aus verschiedenen Bereichen und über den Industriepark Höchst hinweg zusammenführt.



**Dr. Etwina Gandert,**  
Chefredakteurin CITplus

Wiley Online Library



IGR Technik e. V., Frankfurt am Main  
Dr. Werner Sievers  
Tel.: +49 69 305 824 - 16  
office@igrtechnik.de  
www.igrtechnik.com

**Inbetriebnahme neuer Testanlage für automatisierte Tests von Sicherheitsfunktionen**

Experten von der IGR, von Hima, Endress+Hauser und Samson haben im Juni 2024 in der IDEA 4.0-Anlage einen neuen Testaufbau für so genannte Automated Prooftests in Betrieb genommen. Der Spezialist für Automatisierung in der funktionalen Sicherheit Hima erprobt dort künftig Sicherheitsfunktionen in der Prozessleittechnik (PLT).

Die Demonstrations- und Experimentieranlage IDEA 4.0 hat Bilfinger im Auftrag der IGR im Industriepark Höchst errichtet. Damit steht allen IGR-Mitgliedern ein realistisches Umfeld zur Verfügung, um neue Technologien, in einem praxisnahen Umfeld zu testen. Dies gilt auch für den Automated Prooftest von Hima. Automatisiert überprüft werden damit die sicherheitsrelevanten Funktionen von prozessleittechnischen Anlagen sowie die Funktion und Integrität der Sicherheitsinstrumentierten Systeme. Nach festgelegten Prozeduren werden Testsequenzen ausgeführt, Betriebsbedingungen simuliert und Systemreaktionen überwacht. Die Ergebnisse werden analysiert und dokumentiert, um Sicherheitsanforderungen zu bestätigen. Automatisierte Prooftests minimieren Fehler, erhöhen die Effizienz und verbessern die Sicherheit und Zuverlässigkeit der Anlagen.

In den vergangenen Monaten hatte Hima die notwendigen Komponenten integriert und ein Test-szenario aufgebaut. Bei dem gemeinsamen Termin im Industriepark Höchst haben die Unternehmen unter Leitung der IGR bereits erste wichtige Erkenntnisse gesammelt, um in den kommenden Wochen einen konkreten Testplan zu erstellen.

Über weitere Vorschläge für Testpunkte und -abläufe freuen sich Andreas Schüller, Marco Knödler, Markus Becker oder Sven Seintsch. Die IGR dankt insbesondere Herrn Jens Appel für die Initiative, Organisation und Koordination dieses wegweisenden gemeinsamen Projektes und der Inbetriebnahme des Testaufbaus.



v.l.n.r.:  
Markus Becker, Andreas Schüller, Jens Appel, Sven Seintsch, Marco Knödler, Helge Essig

**www.ProcessSensing.com**



**Michell** | Dew Point Instruments

**Aii** | Oxygen Sensors

**Rotronic** | Humidity Instruments

**Rotronic** | Monitoring System

**LDetek** | Trace Impurity Analyzers

**Dynamant** | Gas Safety Sensors

**Ntron** | Oxygen Analyzers

**SST** | Oxygen Sensors



# Reinstwasser als Schlüssel für effiziente Elektrolyse und PtX-Verfahren

Effiziente Speicherung von erneuerbarer Energie zur CO<sub>2</sub>-Reduktion in der Energiewirtschaft



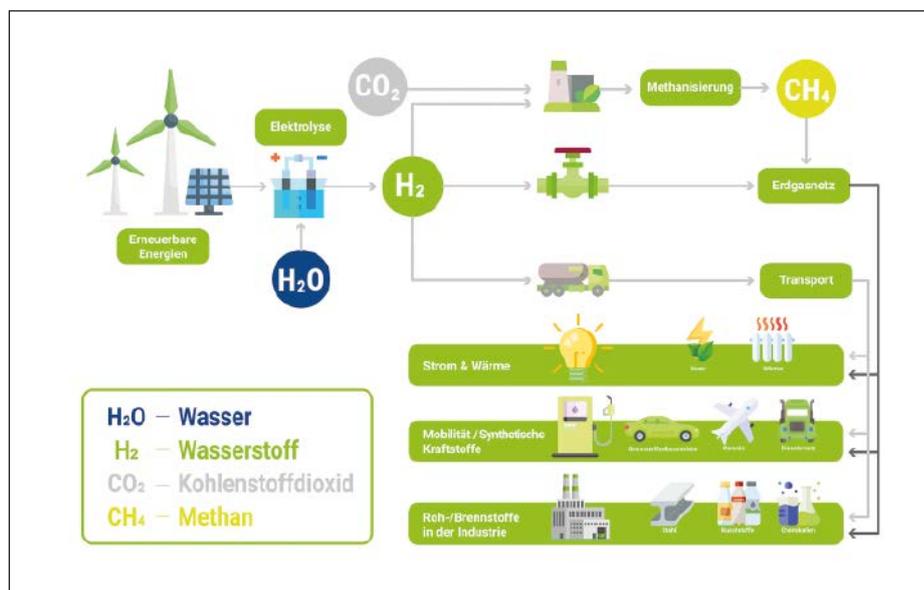
Keywords

- Reinstwasser, Prozesswasser
- Kreislaufführung
- Elektrolyse, PtX



EnviroFalk Reinstwasseraufbereitungsanlagen sind in verschiedene Elektrolyseuren bereits im Einsatz.

Die Zukunft der Energiewirtschaft hängt von innovativen Speicherlösungen ab. Power-to-X ermöglicht die Nutzung überschüssiger erneuerbarer Energien für grünen Wasserstoff, klimaneutrale Kraftstoffe (E-Fuels) und chemische Grundstoffe. Reinstwasser ist dabei unverzichtbar für effiziente Elektrolyseprozesse. Ein Anlagenbauer liefert modulare Systeme zur Wasseraufbereitung und Kreislaufführung von Prozesswasser. Das Unternehmen bringt viel Erfahrung in Wasserstoff und PtC-Projekten mit.



Speicherung von grüner elektrischer Energie in chemischen Molekülen.

Ein großes Problem der zukünftigen Energiewirtschaft durch fluktuierende erneuerbare Energien ist die Speicherung. Das Stromnetz ist nicht in der Lage, Energie bei Bedarfsmangel zu speichern, was dazu führt, dass die Anlagen abgeregelt werden müssen und somit ineffizient arbeiten. Für die kurzfristige Stromspeicherung des sogenannten Ökostroms kommen zwar bisher Pumpenspeicherwerke und Batterien zum Einsatz, diese reichen jedoch nicht aus, um die Energieversorgung langfristig zu sichern.

### Power-to-X für eine bessere CO<sub>2</sub>-Bilanz

Power-to-X steht als Oberbegriff für Technologien, die es ermöglichen, überschüssigen Strom aus erneuerbaren Energien weiterzuverarbeiten und zu speichern, um somit fossile Energieträger zu ersetzen.

- Energieträger Gas – Power-to-Gas (PtG)
- Flüssigtreibstoffe – Power-to-Liquid (PtL)
- Chemische Grundstoffe – Power-to-Chemicals (PtC)

Beim PtG-Verfahren wird überschüssiger grüner Strom zur Erzeugung von grünem Wasserstoff genutzt, der als Energieträger der Zukunft anschließend Wasser als Verbrennungsrückstand hinterlässt. Zum Einsatz kommen hier verschiedene Arten von Elektrolysesystemen. Besonders die Polymerelektrolytmembran-Elektrolyse (PEM) spielt aufgrund ihrer Beständigkeit gegen die Lastwechsel der fluktuierenden erneuerbaren Energien, sowie ihrer hohen Effizienz und schnellen Reaktionszeiten eine große Rolle. Nach der Elektrolyse wird H<sub>2</sub> komprimiert, um ihn speichern und transportieren zu können.

Zum Transport und zur weiteren Nutzung kann Wasserstoff, unter bestimmten Bedingungen, in bereits bestehende Erdgasnetze eingespeist werden. Jedoch ist dies aufgrund seiner geringeren Energiedichte nur in begrenzten Mengen möglich. Für die Einspeisung größerer Mengen wird aus H<sub>2</sub> zunächst das brennbare Gas Methan erzeugt und anschließend dem Erdgasnetz zugeführt, wo es für Heizzwecke und/oder zur Stromerzeugung genutzt werden kann.

Darüber hinaus können auch gasbetriebene Pkws und Lkws direkt mit grünem Wasserstoff betankt und somit annähernd klimaneutral betrieben werden.

Aus grünem Wasserstoff lassen sich auch synthetische Flüssigkraftstoffe herstellen. Bei der PtL-Technologie wird ein Synthesegas aus Wasserstoff und Kohlenstoffmonoxid erzeugt, aus dem flüssige synthetische Kraftstoffe (E-Fuels) hergestellt werden. Die E-Fuels können Benzin und Diesel schrittweise ersetzen und auch in der Luftfahrt und im Schiffsverkehr eingesetzt werden. Ein großer Vorteil dieser Technologie ist die Nutzung bestehender Infrastrukturen, wie Tankstellen und Transportsysteme. Da die synthetische Herstellung von E-Fuels aus Ökostrom die gleiche Menge CO<sub>2</sub> bindet wie sie bei der Verbrennung freigibt, werden diese Kraftstoffe als klimaneutral angesehen.

Bei der PtC-Technologie werden, aufbauend auf dem PtG-Verfahren, aus Wasserstoff, CO<sub>2</sub> und Stickstoff chemische Grundstoffe synthetisiert, die sich als Basis für Kunststoffe, Waschmittel und Additive eignen.

### Reinstwasser ist unverzichtbar für PtX-Technologien

Reinstwasser spielt eine zentrale Rolle in allen PtX-Technologien, insbesondere bei der Elektrolyse. Das Wasser ist nahezu frei von Verunreinigungen, wie organischen Stoffen, Bakterien, Partikeln und gelösten Gasen und weist eine sehr geringe Leitfähigkeit von typischerweise 0,055 µS/cm auf, was es ideal für den Einsatz in sensiblen Prozessen wie der PEM-Elektrolyse macht. Reinstwasser wird aus verschiedenen Ausgangswässern gewonnen, die je nach Herkunft stark in ihrer Qualität variieren können. Diese Vielfalt erfordert eine individuell angepasste Reinstwasseraufbereitung, um alle unerwünschten Mineralstoffe und Gase zu entfernen, die ansonsten die Elektrolyseprozesse stören könnten. Ohne die richtige Wasserqualität können Salzablagerungen auf den Membranen und Elektroden der Elektrolyseure entstehen und deren Effizienz und Lebensdauer erheblich beeinträchtigen.

### Vom Rohwasser zum Reinstwasser

Bei der Planung einer Wasseraufbereitungsanlage ist die nahtlose Integration in das PtX-System von entscheidender Bedeutung. Dazur zählen z.B. die standortorientierte Einplanung in das Gesamtsystem, die steuerungstechnische Verknüpfung über spezialisierte Kommunikationsschnittstellen, einheitliche Fabrikate von Anlagenkomponenten und eine konsistente Dokumentation. Ebenso gilt es bei der Planung einer Wasseraufbereitungsanlage die LCOE (Levelized Cost Of Electricity) zu betrachten, bei denen neben den Investitionskosten auch



Die Kreislaufführung von EnviroFalk senkt den Wasserverbrauch in PtX-Verfahren.

die laufenden Betriebskosten mit einzubeziehen sind. Hierzu zählen Energie- und Medienverbräuche, Abwassermengen, Betriebsmittel und Servicekosten.

Die Aufbereitung des Rohwassers für die Wasserelektrolyse erfolgt in mehreren Verfahrensstufen in spezifischer Reihenfolge, die jeweils an die örtliche Wasserqualität in einem Detailengineering angepasst wird. Dabei kommen verschiedene Verfahrensstufen zum Einsatz, wie:

- Vorfiltration mittels Rückspülfilter, Kiesfilter oder Ultrafiltration
- Entfernung der Härtebildner Calcium und Magnesium mittels Ionentauscher Enthärtungsanlagen (Alternativ Antiscalant-Dosierung zur Härtestabilisierung)
- CO<sub>2</sub>-Entfernung/-bindung mittels Membranentgasung oder Natronlauge
- Entsalzung um > 98 % mittels Reverse Osmose (RO)
- Vollentsalzung mittels 2. Reverse Osmose Stufe oder Elektrodeionisierung (EDI)
- Prozesswasser-Recyclinganlagen zur kontinuierlichen Entsalzung auf < 0,1 µS/cm und Partikelfiltration auf unter 1 µm
- Entgasungsanlagen zur Restentfernung von H<sub>2</sub> und O<sub>2</sub>
- Prozesswasser-Vorlagesystem mit Lager-tank und Druckerhöhungsanlagen
- Prozesswasserkühleinrichtung (optional)

### Reinstwasserqualitäten, die prozessbedingt variieren:

Qualitätsparameter	Grenzwert
Leitfähigkeit	< 0,1 µS/cm
Kieselsäure	< 100 µg/l
Gesamteisen	< 100 µg/l
Natrium und Kalium	< 20 µg/l
Partikelkonzentration	Partikelfrei

Hauptmerkmal der EnviroFalk Reinstwasser-aufbereitungsanlagen, speziell für Hochdruck- und Hochtemperaturanwendungen, wie der PEM-Elektrolyse, ist die Kreislaufführung des „verunreinigten“ Prozesswasser. Die Kreislaufsysteme sind speziell darauf ausgelegt, Prozesswasser unter hohem Betriebsdruck von bis zu 50 bar und Temperaturen von über 65 °C, aufzubereiten.

### Reinstwasserlösungen für maximale Prozesssicherheit und Flexibilität

Eine hohe Serviceverfügbarkeit und kurze Reparaturzeiten (Mean Time To Recover – MTTR) sowie eine hohe Systemverfügbarkeit (Service Level Agreement – SLA) sind für Wasseraufbereitungsanlagen unerlässlich. Um Betriebsausfälle zu minimieren, sind Maßnahmen wie Redundanz kritischer Bauteile, optimierte Ersatzteilhaltung, der Einsatz bewährter

Komponenten und die genaue Überwachung von Prozessparametern erforderlich. Diese Strategien ermöglichen eine Systemverfügbarkeit von über 99 %. EnviroFalk bietet hierfür eine breite Palette an qualitativ hochwertigen Komponenten. Die Reinstwasser-Prozesssysteme zeichnen sich durch ihre modulare Bauweise aus, die eine flexible Integration in bestehende Anlagenkonzepte erlaubt. Ob nebeneinander, übereinander oder in separaten Räumen – die Systeme lassen sich optimal an die jeweiligen Bedingungen anpassen.

### Belegbare Projekterfahrung

In den vergangenen Jahren hat das Unternehmen durch die enge Zusammenarbeit mit namhaften Herstellern von Elektrolysesystemen zahlreiche anwendungsorientierte Reinstwasser-Prozesssysteme für PtX-Projekte entwickelt und bereitgestellt. Von den frühen Anfängen in 2012 bis heute wurden mehr als 100 Reinstwasser-Prozesssysteme in unterschiedlichen Konzepten und Leistungsstufen für verschiedene PtX-Projekte realisiert. Darunter einer im Jahr 2015 weltweit größten, regelflexiblen Wasserstoffanlagen mit einer elektrischen Leistung von 6 MW im Wirtschaftspark Mainz-Hechtsheim. Dort werden heute mittels PEM-Elektrolyseuren von Siemens stündlich bis zu 1.000 Nm<sup>3</sup> grünem Wasserstoff aus „überschüssiger“ elektrischer Windenergie erzeugt. Der produzierte Wasserstoff wird vor Ort zwischengespeichert und anschließend in verschiedene Anwendungen, wie Verkehrswesen, Industrie und dem Erdgasnetz zugeführt. Das Wasser wird mit einer 1.000 l/h Reinstwasseranlage bereitgestellt und mittels einer 4.200 l/h Prozesswasser-Kreislaufreinigungsanlage von feinsten Partikeln und gelösten Salzen befreit.

2023 errichtete Air Liquide gemeinsam mit Siemens Energy am Standort Oberhausen das Projekt Trailblazer – einen 20 MW PEM-Elektrolyseur zur Erzeugung von grünem Wasserstoff. Der Trailblazer versorgt über eine bestehende Wasserstoffpipeline Schlüsselindustrien wie Stahl, Chemie, Raffinerien und Verkehr mit 2.900 t grünem Wasserstoff pro Jahr sowie Sauerstoff. EnviroFalk lieferte hierzu eine Kreislaufanlage mit einer Durchsatzleistung von 30.000 l/h. Die modular aufgebaute Anlage wurde im Herstellerwerk in Leverkusen anschlussfertig vormontiert und konnte somit innerhalb kürzester Zeit vor Ort aufgestellt und in Betrieb genommen werden.

Weitere überzeugende Erfolgsbeispiele wurden realisiert mit Windgas in Haßfurt, elektrische Leistung 1,25 MW aus Windenergie, Wasserstofferzeugung ca. 200 Nm<sup>3</sup>/h, Reinstwasseranlage 300 l/h, Kreislaufreinigung 600 l/h, mit Salzgitter Flachstahl, elektrische Leistung 2,2 MW aus Windenergie, Wasserstofferzeugung ca. 400 Nm<sup>3</sup>/h, Reinstwasser-

anlage 900 l/h, Kreislaufreinigung 4.200 l/h und in Ludwigshafen (PtC-Projekt), elektrische Leistung 54 MW Wasserstofferzeugung 8.000 t/a, Reinstwasseranlage 10.500 l/h, Kreislaufreinigung 150.000 l/h,

### PtX-Projekte für ein klimaneutrales Europa

Der erste globale PtX-Atlas<sup>[1]</sup>, erstellt vom Fraunhofer Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik, zeigt das enorme Potenzial. Insbesondere in Regionen, die reich an erneuerbaren Energiequellen sind. Solche Projekte können nicht nur Europa, sondern auch die globale Energieinfrastruktur transformieren und eine Win-win-Situation für Umwelt und Wirtschaft schaffen. EnviroFalk hat sich darauf eingestellt, PtX-Projekte mit modernsten Reinstwasseranlagen zu unterstützen und damit die Klimaneutralität weiter voranzutreiben.

Referenz

[1] <https://devkopsys.de/ptx-atlas/> (abgerufen am 9.10.2024)



**Christopher Lenz,**  
Business Development Manager,  
EnviroFalk

Wiley Online Library



**EnviroFALK PharmaWaterSystems GmbH,**  
Leverkusen  
Tel.: +49 171 15 25 65 -9  
[christopher.lenz@envirofalk-pharma.com](mailto:christopher.lenz@envirofalk-pharma.com)  
[www.envirofalk.com](http://www.envirofalk.com)

## Kompakte Ex-Befehlsgeräte

Der Steute-Geschäftsbereich Controltec stellt eine neue Baureihe von Ex-Befehlsgeräten vor, die sich flexibel und direkt in Maschinen- und Anlagengehäuse der Ex-Bereiche der Zonen 1 und 21 einbauen lassen. Die Baureihe Ex ES 97 basiert auf den Positionsschaltern der Serie Ex 97, die bereits in anspruchsvollen Bereichen eingesetzt werden. Ihre Abmessungen orientieren sich an EN 50047. Das Schaltsystem dieser Baureihe (Schleichschaltung, ein Öffner/ein Schließer, Zwangsöffner) ist außerordentlich robust und langlebig. Der separate Anschlussraum der Zündschutzart Ex e erlaubt den flexiblen Anschluss von Kabeln direkt im Anschlussraum des Befehlsgerätes. Dank der kompakten Abmessungen (Einbaudurchmesser nur 22,5 mm) lassen sich die Ex-Befehlsgeräte gut in die Umgebungsstruktur integrieren. Sie sind in drei Versionen lieferbar: mit einem Drucktaster, einem rastenden Stellwähler und einem normkonformen Not-Aus-Taster.

Alle Varianten sind für den Einsatz in den Ex-Zonen 1 und 21 (Gas-Ex und Staub-Ex) geeignet. Weitere Betätiger-Varianten sind auf Anfrage lieferbar.

[www.steute-controltec.com](http://www.steute-controltec.com)



© Steute

## Wireless-Gasdichtesensor



© Wika

Mit dem neuen Gasdichtesensor GD-20-W unterstützt Wika die Digitalisierung von gasisolierten Schaltanlagen. Das Wireless-Gerät mit integrierter Batterie und Funkmodul lässt sich leicht in IIoT-Umgebungen einbinden. Der Sensor übermittelt die Messwerte von Gasdichte, Temperatur und Druck via LoRaWAN-Netzprotokoll. Er verfügt zudem über eine Alarmfunktion für die drei Parameter sowie für den Batteriestatus, die das Erreichen eines Grenzwerts auch unabhängig vom voreingestellten Sendezyklus signalisiert. Das kompakte Wireless-Gerät eignet sich vor allem für ein Retrofit bestehender Anlagen, die mit SF6-Gas oder alternativen Isoliertgasen betrieben werden. Installations- und Wartungsaufwand sind gering. Die Batterie hat, je nach Mess- und Senderate, eine Laufzeit von mehr als zehn Jahren. Der Sensor berechnet die Gasdichte aus den Werten von Druck und Temperatur. Er misst den Druck bei 20 °C mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,2$  %. Das Gerät überwacht die Gasdichte kontinuierlich und ermöglicht so eine bedarfsgesteuerte Anlagenwartung.

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

## Für ein einheitliches Design

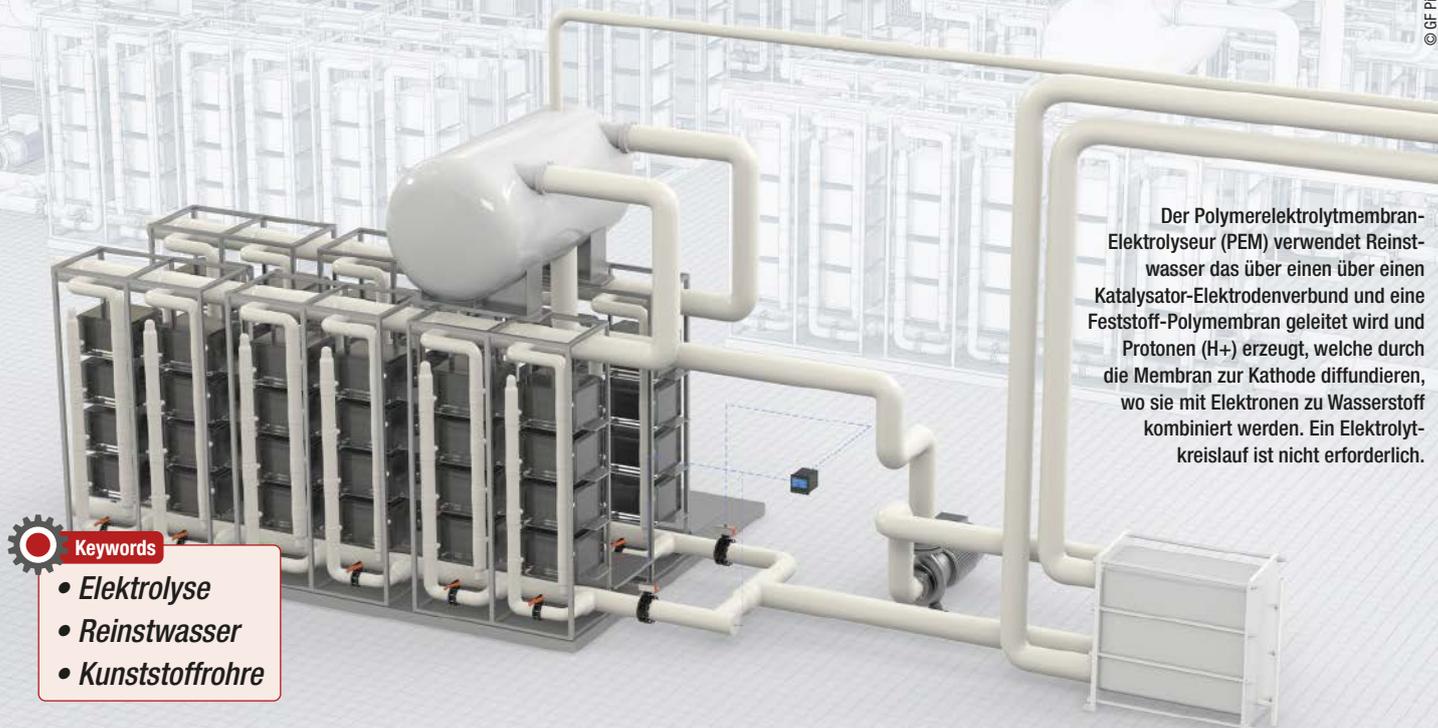


© Otto Ganter

Für Einhausungen, Boxen und Türen bietet Ganter Norm eine Design-Familie an Scharnieren, Verschlüssen und Halter für Flächenelemente an, die aufeinander abgestimmt für ein einheitliches Aussehen sorgen. Die Normteilreihe ist aus Zink-Druckguss gefertigt und schwarz oder silber strukturmatt pulverlackiert. Diese Normteile werden mit Schrauben am Rahmen und am Flächenelement befestigt. Gummieinlagen und Distanzhülsen sorgen für eine formschlüssige und dennoch spannungsfreie Klemmmontage auf Glas- und Kunststoffscheiben. Die Scharniere und Halter lassen sich mit den zusätzlich erhältlichen Nutzensteinen auf allen gängigen Aluprofilen der B- und I-Baureihen montieren. Das Scharnier GN 938 mit einem Schwenkbereich von 180° ist in zwei Größen lieferbar: 92x60 mm für Scheibendicken von 4 bis 8 mm und 122x90 mm für Scheibendicken von 8 bis 12 mm. Anlaufscheiben und Scharnierstifte aus rostfreiem Edelstahl sorgen für eine geschmeidige und verschleißarme Schwenkbewegung. Die einfach aufzuschiebenden Zink-Druckgussabdeckungen verbergen die Befestigungs- und Klemmschrauben. Die Halter für Flächenelemente GN 939 sind in fünf Varianten für Scheibendicken zwischen 5 und 12 mm verfügbar. Je nach Position an der Scheibe kommt die Ausführung als Flächen- oder Eckhalter zum Einsatz. In der Variante mit Sicherungsbolzen unterstützt ein kunststoffummantelter Edelstahlstift formschlüssig die Positionierung. Zusätzlich ist der Flächenhalter auch mit einem Anschlagblech gegen seitliches Verrutschen der Scheibe erhältlich, z.B. für den Einsatz an offenen Geländerfüllungen von Treppen. Die Fallenverschlüsse GN 936 schnappen beim Schließen der Tür selbstständig ein. Dank der Formgebung wird die Klinke intuitiv erkannt. An Türrahmen oder Profilen werden die Verschlüsse mit Hilfe von Langlöchern von der Bedienseite oder von der Rückseite aus montiert. Gesicherte Kunststoffabdeckungen verdecken die Montageschrauben und schützen diese vor unerlaubtem Zugriff. Die Fallenverschlüsse sind mit und ohne Schloss lieferbar, wobei ein Schlüssel entweder für alle Schlösser oder ausschließlich für eines passt. Der Schlüssel lässt sich in beiden Endstellungen abziehen. [www.ganternorm.com](http://www.ganternorm.com)

# Thermoplastische Werkstoffe in der Wasserstoffproduktion

Erhöhte Lebensdauer und größerer Wirkungsgrad durch chemische Beständigkeit und geringe Leach-Out Werte



© GF Piping Systems

Der Polymerelektrolytmembran-Elektrolyseur (PEM) verwendet Reinstwasser das über einen über einen Katalysator-Elektrodenverbund und eine Feststoff-Polymmembran geleitet wird und Protonen (H+) erzeugt, welche durch die Membran zur Kathode diffundieren, wo sie mit Elektronen zu Wasserstoff kombiniert werden. Ein Elektrolyt-kreislauf ist nicht erforderlich.

## Keywords

- **Elektrolyse**
- **Reinstwasser**
- **Kunststoffrohre**

Der Markt für H<sub>2</sub> wird bis 2050 auf 1,4 Billionen Dollar wachsen und 85 Gigatonnen CO<sub>2</sub><sup>(1)</sup> einsparen. In diesem Prozess spielen Kunststoffrohrleitungssysteme eine entscheidende Rolle. Sie sind chemisch beständig, minimieren Verunreinigungen und steigern die Effizienz der Elektrolyse. Besonders bei der Herstellung von Reinstwasser für Elektrolyseure bieten Kunststoffe viele Vorteile: geringes Leach-Out und hohe Korrosionsbeständigkeit sorgen für eine nachhaltige und wirtschaftliche Wasserstoffproduktion.

Für die Energieversorgung der Zukunft wird das H<sub>2</sub>-Molekül eine tragende Rolle spielen, denn grüner Wasserstoff kann ganze Industriezweige dekarbonisieren. Das spiegeln auch die Wachstumsprognosen der Wasserstoffwirtschaft wider: Schätzungen zufolge wird der Markt für grünen Wasserstoff bis 2050 auf 600 Mio. t und 1,4 Bill. USD Umsatz wachsen, mit einem Einsparpotenzial von bis zu 85 Gigatonnen CO<sub>2</sub><sup>(1)</sup>.

Während der Produktionsphase werden Medien wie Reinstwasser, Gas-Wassergemische und chemische Substanzen in Rohrleitungen zum Elektrolyseur transportiert, die einen maßgeblichen Einfluss auf die Qualität und Wirtschaftlichkeit der Elektrolyse haben. Ein ausschlaggebendes Kriterium ist dabei die

korrekte Materialauswahl, wie die jahrzehntelange Erfahrung aus fordernden Bereichen wie der Halbleiterfertigung oder der chemischen Prozessindustrie verdeutlicht.

## Reinstwasser als Kernstück der H<sub>2</sub>-Produktion

Um konstant Wasserstoff in einer Elektrolysezelle herzustellen, benötigt es Zusatzwasser in Form von Reinstwasser. Die Anforderungen an dieses Zusatzwasser werden vom Hersteller der Anlage gemäß der Norm ISO 22734 für industrielle Elektrolyseure vorgegeben. Hier ergibt sich jedoch eine Herausforderung: Nachdem die Wasseraufbereitung die erforderliche Qualität sichergestellt hat, darf das Reinstwasser auf dem Weg zum Elektrolyse-

ur nicht wieder verunreinigt werden. Denn Degradierungsprozesse durch verunreinigtes Wasser können zu erhöhtem Energiebedarf, hohen Wartungskosten und wartungsbedingten Ausfallzeiten führen. Kritisch sind zum einen gelöste Metallionen, die in die Elektrolysezelle gelangen und dort die Leistung der Elektroden beeinträchtigen, und zum anderen der Austrag von organischen Kontaminanten (Total Organic Carbon, TOC), die Membranen durch Reaktionen mit Nebenprodukten bei der H<sub>2</sub>-Produktion beschädigen können.

Die nächste Herausforderung entsteht durch die zu transportierenden Fluide: Manche Elektrolyseure erfordern neben Reinstwasser auch hochkorrosive Medien, welche die Lebensdauer von Werkstoffen beeinträchtigen und

somit Rohrleitungssysteme stark beanspruchen. Hinzu kommt, dass den Kreisläufen von Elektrolyseuren mit Flüssigelektrolyten immer wieder Reinstwasser zugeführt und Kreislaufwasser entnommen werden muss, um Verunreinigungen zu entfernen.

### Kunststoffe überzeugen durch ihre chemische Beständigkeit

Wo können Rohrleitungssysteme aus Kunststoff nun ihre Vorteile ausspielen? Grundsätzlich kommen Kunststoffrohrleitungssysteme für Anwendungen in der PEM, AEM und in der Niederdruck-AEL-Elektrolyse in Frage. Dabei vereinen sie einige wichtige Eigenschaften: Auf der einen Seite sind sie chemikalien- und korrosionsbeständig, was die Lebensdauer verlängert und den Wartungsaufwand minimiert. Auf der anderen Seite ermöglichen Kunststoffe flexible Verbindungstechnologien wie das Infrarotschweißen, welches aufgrund der kleinen Schweißnähte Vorteile bietet. In Kombination mit ihrem geringen Gewicht sind sie auch einfacher und schneller zu installieren und stellen im Vergleich zu Metall häufig eine wirtschaftlichere Alternative dar. Zudem haben sich Kunststoffrohrleitungssysteme in den unterschiedlichsten Industrien bewiesen. Langjährige positive Erfahrungen gibt es z.B. in der Halbleiterproduktion, wo der Transport von Reinstwasser und eine hohe chemische Beständigkeit von zentraler Bedeutung ist.

Diese ist mit Blick auf die Wasserstoffproduktion besonders wichtig in der alkalischen Elektrolyse, bei der sich das Elektrolyt in Form von Kalilauge mit ca. 25 bis 30 % bei ca. 80°C in einem Kreislauf befindet, der die Elektroden überströmt und dabei gasförmigen Sauerstoff und Wasserstoff produziert. Kalilauge kann bei hohen Temperaturen viele Materialien chemisch stark angreifen. Die Spezifikationen für diese Anwendungen sind äußerst anspruchsvoll, da hohe Temperaturen und die chemische Aggressivität der Kalilauge sowohl Kunststoffe als auch Stahlwerkstoffe stark angreifen. In niedrigen Druckbereichen gibt es jedoch auch hier bestimmte thermoplastische Fluorkunststoffe, die eingesetzt werden können. Aktuell werden weitere Kunststoffe in der AEL-Elektrolyse untersucht.

Bei der PEM und AEM-Elektrolyse sind hingegen thermoplastische Fluorkunststoffe oder Polyolefine aufgrund ihrer Materialeigenschaften vielseitig einsetzbar. Je nach Elektrolyseurtyp können aber auch verschiedene Kreisläufe ausgelegt sein, bei denen spezielle Anforderungen gelten. Beispielsweise wird bei der PEM-Elektrolyse aus dem sauerstoffhaltigen Gas/Wasser-Gemisch im Kondensat-Loop zunächst der übersättigte Sauerstoffanteil getrennt und verworfen oder weiter genutzt, danach wird das noch heiße Kondensat wieder



**Hendrik Scherf, Head of Supply Chain Management, Enapter (li.) und Cyrus Ardjomandi, Business Development Manager, GF Piping Systems (re.) im Gespräch über die Einzelmodule mit patentierter AEM-Technologie, von denen 420 Module im Nexus eingesetzt und über PP-H Verrohrungen mit dem Wasserelektrolyt versorgt werden.**

mit dem Zusatzwasser dem Stack zugeführt. Gerade in dem Bereich, in dem das Kondensat noch mit Sauerstoff übersättigt ist, entsteht ein stark korrosives Fluid, das nicht nur Metalle, sondern auch bestimmte Kunststoffe angreifen kann. Auch für diesen Einsatzzweck gibt es in Abhängigkeit vom Druck Lösungen aus Kunststoff.

Im Bezug auf die chemische Beständigkeit lässt sich folgern: Kunststoffe haben sich in anderen Industrien als besonders chemikalienbeständige Alternative zu Metallrohren bewiesen, von der auch die H<sub>2</sub>-Produktion profitieren kann. Aufgrund der unterschiedlichen Funktionsprinzipien und Auslegungen bei den Elektrolyseurtypen müssen bei der Wahl von Kunststoffen immer die Kernfaktoren Fluid, Temperatur und Druck berücksichtigt werden, um eine maximale Lebensdauer und Prozesssicherheit zu gewährleisten.

### Geringes Leach-Out für eine effizientere Produktion

Das vielleicht wichtigste Argument für Kunststoff in Wasserstoffanwendungen mit Reinstwasser ist der geringe Leach-Out der Materialien. Zwar geben die Hersteller von Elektrolyseuren derzeit keine einheitlichen Grenzwerte vor, jedoch bewegen sie sich für TOC und Metallionen jeweils im unteren ppb-Bereich. In diesem Zusammenhang überzeugt ein Werkstoff wie Polypropylen Homopolymer (PP-H) nicht nur mit Korrosionsbeständigkeit und Wirtschaftlichkeit, sondern auch mit sehr guten Leach-Out-Werten, die im Vergleich zu Edelstahl deutlich niedriger sind. Welche Folgen ein höherer Leach-Out haben kann, zeigt ein Blick in die Wissenschaft. In einem 2023 veröffentlichten Paper der Royal Society of Chemistry kommen die Autoren zu dem Schluss: „Metallische Verunreinigungen, wie Eisen, Nickel und Kupfer, können durch Korrosion in das Elektrolysewasser gelangen und zu erheblichen Leistungseinbußen führen“<sup>[2]</sup>.

Ein Beispiel aus der Praxis sind Kondensatleitungen, die traditionell häufig aus Edelstahl gefertigt und durch den hohen Sauerstoffgehalt stark von Korrosion gefährdet sind. Bei Temperaturen von über 60°C in Verbindung mit Reinstwasser und Edelstahlrohren können sich kleinste Eisenoxid-Partikel auf die Wänden legen. Dieses als „Rouging“ bezeichnete Phänomen ist aus der Pharmaindustrie bekannt und kann zu kurzen und kostenintensiven Reinigungsintervallen führen. Bei Elektrolyseuren kann es außerdem dazu führen, dass die Standzeit der Harze in der Polisher-Wasserzubereitung drastisch verkürzt wird und somit die Betriebskosten stark zunehmen.

Im Vergleich zu Metallrohren können Kunststoffrohrleitungssysteme hingegen die Kontamination mit metallischem und organischem Austrag deutlich verringern. Dies führt nicht nur zu einer längeren Lebensdauer, sondern auch zu einem höheren Wirkungsgrad, da weniger Strom für dieselbe Menge an Wasserstoff aufgebracht werden muss. Somit ist der Einsatz von Kunststoffen in Elektrolyseuren wirtschaftlicher und energieeffizienter – zwei zentrale Faktoren für die Skalierung der grünen Wasserstoffproduktion.

Quellen

[1] Green Hydrogen Studie von Deloitte, 2023

[2] Becker et al, Impact of Impurities, Sustainable & Energy Fuels, 2023,7,1565

**Cyrus Ardjomandi,**  
Business Development Manager, GF Piping Systems

Wiley Online Library

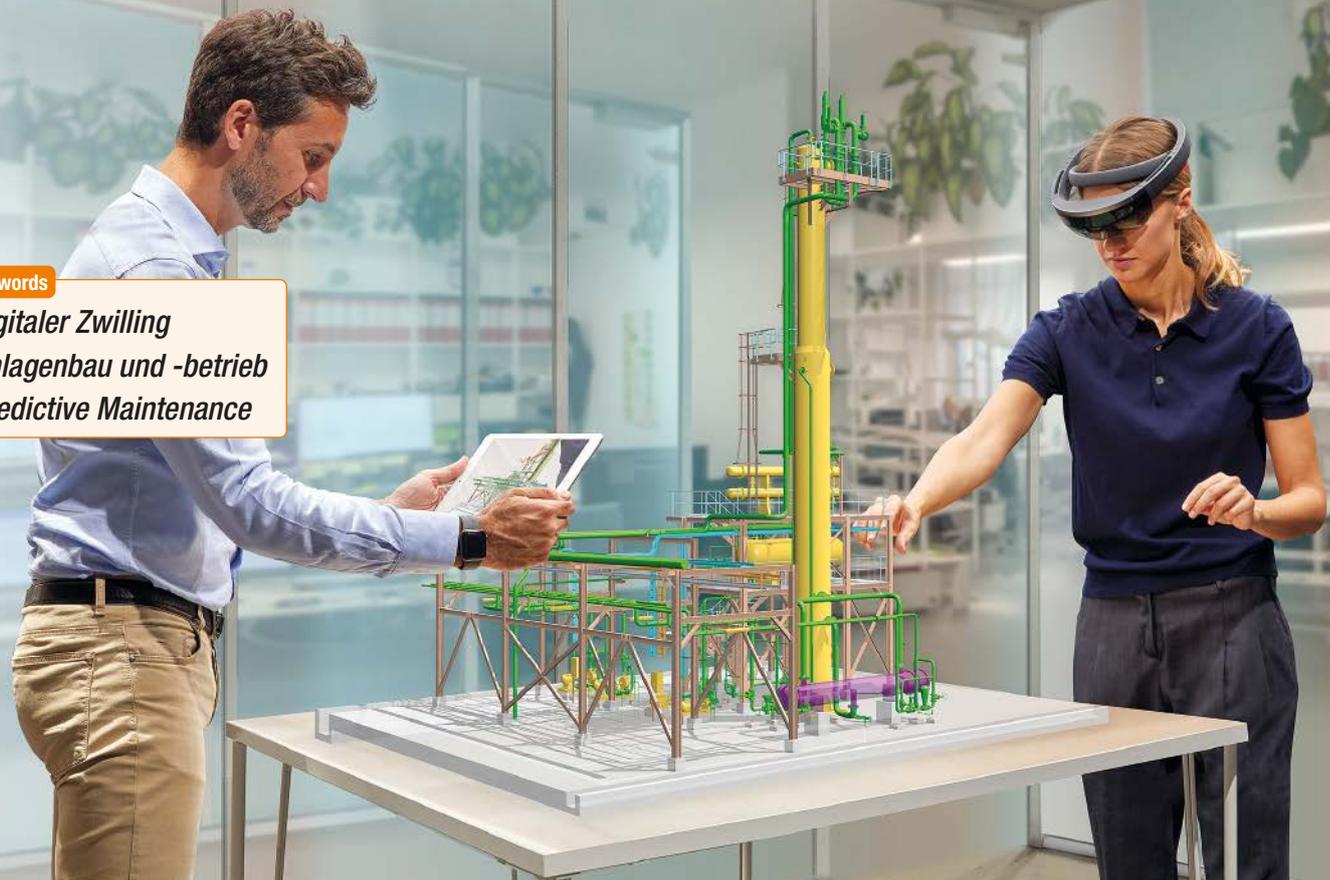


**Georg Fischer Piping Systems Ltd.,**  
Schaffhausen, Schweiz  
Tel.: +41 52 631 11 - 11  
www.gfps.com



## Keywords

- digitaler Zwilling
- Anlagenbau und -betrieb
- Predictive Maintenance



Mit der Seiga-Plattform von Eastman Chemical können Teams weltweit gemeinsam arbeiten, mit konsolidierten Daten und weniger Fehlerquellen.

# Vom Reißbrett in die Cloud

## Vernetzte Zusammenarbeit für eine effiziente Anlagenplanung und einen sicheren Anlagenbetrieb

Erst das eine Gewerk, dann das nächste, und wenn es Änderungen an der Planung gibt, geht alles wieder von vorne los. Moderne Anlagenplanung verzichtet auf diese fehleranfälligen Schleifen. Alle beteiligten Akteure arbeiten an einem 3D-Modell, das in einer Cloud gespeichert ist und in Echtzeit angepasst wird. Der US-Hersteller Eastman Chemical hat mit dieser Herangehensweise große Erfolge erzielt – in der Anlagenplanung und im Anlagenbetrieb.

CAD-Dateien zu verschicken ist nach heutigem Standard nicht viel effizienter als Festplatten von A nach B zu tragen. In der Planung einer Anlage sind außerdem meist zu viele und geografisch verstreute Ingenieure und Planerinnen involviert, als dass Anpassungen zeitnah erfolgen könnten. Die heutige Anlagenplanung steht zudem vor vielfältigen Herausforderungen: Neben Flexibilität und Echtzeit-Einblicken wird auch die Nachhaltigkeit im Sinne der Kreislaufwirtschaft eine zentrale Anforderung. Die Bundesregierung arbeitet aktuell an einer Nationalen Kreislaufwirtschaftsstrategie (NKWS), die Unternehmen dazu bringen soll, ressourcenschonender zu produzieren. Zudem unterliegen immer mehr Unternehmen Berichtspflichten bezüglich der Nachhaltigkeit.

Im Kontext multipler Krisen ist es für Entscheider äußerst relevant, Echtzeitdaten ihrer Anlagen zu erhalten, um möglichst zeitnah auf technische Probleme oder eine schwankende Nachfrage reagieren zu können. Es wird also entscheidend, dass Informationen unkompliziert, aktuell und schnell bereitstehen. Deswegen müssen solche Anforderungen bereits in der Anlagenplanung mitgedacht werden.

### Einheitliche und korrekte Planungsdaten in Echtzeit

Das US-amerikanische Unternehmen Eastman Chemical stand ebenso vor dieser Herausforderung, aktuelle Einblicke in seine weltweiten Anlagen zu erhalten und entsprechende Daten mit verschiedenen Teams zu teilen. Der welt-

weit agierende Chemieresthersteller blickt auf eine 100-jährige Geschichte und eine umfangreiche Sammlung an Informationen und Daten zurück. Um nicht weiterhin mit zahlreichen „alten“ technischen Dokumenten arbeiten zu müssen, entwickelte das Unternehmen gemeinsam mit Aveva die Plattform Seiga (Seamless EPCOM Integrated Global Access). Dabei handelt es sich um ein cloudbasiertes System, das Daten des gesamten Unternehmens virtuell in einem digitalen Zwilling zentral zusammenführt.

Die Plattform beinhaltet Daten aus Design, Engineering und Betrieb, sodass der gesamte Lebenszyklus einer Anlage abgebildet werden kann. Über Seiga können alle Teams von Eastman Chemical unabhängig von Ort und Zeit auf korrekte, zuverlässige und sichere Daten aus

der gesamten Organisation zugreifen. Dadurch gestalten sich sowohl die Zusammenarbeit der unterschiedlichen Abteilungen als auch die Übertragung von Daten zwischen den Ingenieurinnen und Ingenieuren sowie den Anlagenbetreibern leichter.

### Vom vernetzten Design zum digitalen Zwilling im Anlagenbetrieb

Das beginnt bereits beim Design einer Anlage. Die Planungsteams bei Eastman nutzen Aveva E3D Design. In der Software können Planer wie gewohnt digitale Modelle erstellen. Der Clou ist, dass die Software cloudbasiert läuft, sodass Planer aus Architektur, Elektrotechnik und Rohrleitungsplanung gleichermaßen an dem Modell arbeiten können. Änderungen sind also in Echtzeit sichtbar, außerdem haben alle Teams Einblick in die Anpassungen und können gegebenenfalls darauf reagieren. Das interaktive Design funktioniert nicht nur für Greenfield-Projekte: Wird eine bestehende Anlage gescannt und diese Daten in die Software importiert, können ebenfalls Brownfield-Projekte umgesetzt werden. Die Teams

ten Personen Zugang zu korrekten, kontextualisierten und einheitlichen Daten und können schnell auf etwaige Herausforderungen reagieren. Nicht zuletzt die Wartung wird dank Predictive Analytics deutlich leichter. Installierte Sensoren schicken konstant Daten an den digitalen Zwilling und eine integrierte KI analysiert diese Produktionsdaten. Bevor etwa eine Pumpe ausfällt, hat die Software längst den Druckunterschied festgestellt und eine Warnung ausgegeben, sodass die Pumpe repariert werden kann, bevor größere Schäden entstehen und die gesamte Anlage unvorhergesehen zum Stillstand kommt.

„Raus den Silos: datenorientiert statt dokumentenzentriert“

Die Echtzeit- sowie Anlagendaten sind außerdem hilfreich für die Erstellung von Geschäfts- und Nachhaltigkeitsberichten: Mit wenigen Klicks können sich die Teams die rele-

Engineering and Construction Services & Solutions bei Eastman Chemical.

### Echtzeitdaten als Wettbewerbsvorteil

Der Übergang von dokumentenzentrierten zu datenorientierten Ansätzen im Ingenieurwesen ist längst überfällig, besonders wenn die Verantwortlichen sich die vielfältigen Vorteile ins Bewusstsein rufen. Während viele Anlagen schon als digitale Zwillinge in Echtzeit bestehen, arbeiten viele Planungsteams noch in Silos. Das führt zu kollidierenden Daten, Konstruktionsfehlern und nicht zuletzt höheren Kosten. Ingenieure und Entscheidungsträger sollten die Möglichkeiten datenorientierter Ansätze nutzen, um ihre Projekte effizienter, kostengünstiger und nachhaltiger zu gestalten. Neben dem Wettbewerbsdruck wird auch die Nachhaltigkeit ein immer wichtigerer Aspekt in der Planung von Greenfield- und Brownfield-Projekten. Nur mit datenzentrierter Software können Konstrukteure und Ingenieure diesen Anforderungen gerecht werden.



Die Plattform mit dem digitalen Zwilling ermöglicht auch eine zuverlässige vorausschauende Wartung im Anlagenbetrieb.



**Awraam Zapounidis,**  
Vice President DACH & Eastern Europe, Aveva

bei Eastman Chemical sind auf verschiedene Kontinente aufgeteilt – dank Echtzeitdatenvisualisierung, intelligenter Designwerkzeuge und automatisierter Prozesse können sie reibungslos zusammenarbeiten, was letztendlich die Projektlaufzeiten verkürzt, die Fehlerquote senkt und die Projektkosten senkt.

Sobald die Anlage gebaut ist, können die Designdaten nahtlos in den digitalen Zwilling dieser Anlage einfließen. Auch ist ein Faktor, dass die Teams von Eastman, wie viele global tätiger Unternehmen, weltweit angesiedelt sind. Dank Echtzeitdaten haben alle relevan-

ten Daten in ihrem Kontext anzeigen lassen, ohne selbst lange danach suchen oder sie zunächst analysieren zu müssen.

Darüber hinaus nutzt das Unternehmen die kontextualisierten Informationen gezielt, um nachhaltige Technologien zu entwickeln und die Kreislaufwirtschaft zu fördern. „Wir konzentrieren uns auf innovative und nachhaltige Ergebnisse, die zur Lebensqualität der Menschen beitragen. Im Rahmen unserer digitalen Transformation können wir den digitalen Zwilling nutzen und unsere Arbeit optimieren“, sagt Jan Shumate, Director Worldwide

Wiley Online Library



**AVEVA GmbH, Frankfurt am Main**  
marketing.cee@aveva.com  
www.aveva.com/de-de



Erst kommt das Aufmaß mit dem 3-D-Laserscanner, um die digitalen Daten zu erfassen, dann wird im Planungsmodell ein virtuell begehbare Visualisierungsmodell erstellt. Anschließend wird das Ganze statisch berechnet und passgenau gefertigt.

# Fokus auf das Fundament

**Was bei Projektplanung, Konstruktion, Fertigung, Montage und Logistik für Bühnenkonstruktionen zu beachten ist**



## Keywords

- Anlagenplanung
- CAD-Software
- Bedienbühnen
- Arbeitssicherheit

Bei der Überlegung, Produktionsstandorte zu modernisieren, stehen oft die Maschinen und Anlagen im Fokus. Unternehmen sollten jedoch auch die passenden Bühnenkonstruktionen von vornherein mitbedenken – sie sollten angepasst an die Prozessanforderungen robust und korrosionsbeständig oder auch hygienisch leicht reinigbar sein. Eine präzise, digitale Planungen und langlebige Materialien wie Stahl und Edelstahl sichern die Qualität der Konstruktionen.

Ob Silikon für die Elektromobilität, biobasierte Spezialchemikalien für die Verwendung in Wasch- und Reinigungsmitteln oder grünes Methanol für die Schifffahrt: Trotz herausfordernder Zeiten investieren Chemieunternehmen in moderne Produktionsstätten, die besonders effizient, ressourcenschonend und wartungsarm sind. Fortschrittliche Technologien ermöglichen zudem eine flexiblere Produktspezifikation sowie eine höhere Produktqualität.

### Zuletzt geplant, zuerst benötigt

Das Fundament jeder Anlage und einer automatisierten Produktion sind die Bühnenkonstruktionen. Sie müssen individuell an den Bestand und die Gegebenheiten angepasst

werden und sollten sich harmonisch in verschiedene Betriebsumgebungen vor Ort einfügen. Bedienbühnen und Begehkonstruktionen dienen dazu, Maschinen, Anlagen und Geräte effizienter, sicherer und funktionaler zu machen. Damit unterstützen sie reibungslose Produktionsabläufe und erfüllen gleichzeitig sicherheitsrelevante Anforderungen, um Gefahren bei der Arbeit zu reduzieren. Sie ermöglichen jederzeit Zugang und Zugriff auf Anlagen, um sie zu überwachen, anzupassen und Wartungen durchzuführen, ohne dabei sensible Produktionsabläufe zu beeinträchtigen. Die Konstruktionen bieten Maschinenbedienern, Technikern und Wartungspersonal zudem eine sichere und stabile Arbeitsumgebung, um komplexe Auf-

gaben auch in erhöhten Positionen effizient und unfallfrei zu erledigen. In Produktionsumgebungen mit langen Prozesslinien verkürzen wiederum Überstiege und Wartungspodeste die Wege. Hier ist die Flexibilität wichtig: die Konstruktionen für die Bühnen müssen zum Teil über mehrere Hindernisse oder Produktbänder hinaus – mit entsprechenden Querverstrebungen auch für hohe Produktionslinien – realisiert werden.

„Bedienbühnen werden zwar zuletzt geplant, werden bei der Modernisierung von Produktionsanlagen aber zuerst benötigt. Bedeutet, bestenfalls schon in der Planungs- und Layoutphase einen Experten hinzuzuziehen und für eine enge Abstimmung mit dem Obermonteur

vor Ort und allen beteiligten Gewerke – Spedition, Logistikpartner, Maschinenhersteller – zu sorgen“, sagt Josef Müller, Geschäftsführer von Müller & Sohn, einem auf den Stahlbau spezialisierten Familienunternehmen aus der Eifel mit 175-jähriger Historie.

Ein ganzheitliches Vorgehen bei der Entwicklung der Konstruktion stellt sicher, dass die Lösung bestmöglich an die Branche und ihre individuellen Anforderungen angepasst ist. Gerade in der Chemieindustrie gelten höchste Qualitätsstandards. Die Konstruktionen müssen nicht nur gegen Korrosion und verschiedene chemische Reagenzien beständig sein, sondern auch ein Höchstmaß an Sicherheit gewährleisten; die Umwelt- und Sicherheitsnormen variieren dabei von Land zu Land. Zudem sollten die Bedienbühnen flexibel genug sein, um notwendige Modifikationen und Erweiterungen zu ermöglichen. Mit hochmodernen Schweiß- und Schleifmethoden kann das gesamte Spektrum der weltweiten Anforderungen abgedeckt werden.

### Hochpräzise virtuelle Planung

Bestandteil jeder Projektplanung sind präzise statische Berechnungen in Bezug auf Größe, Ausführung und Belastung mittels Aufmaßen und technischen Zeichnungen per neuester 3D-Laserscantechnik. Dafür wird der Bestand einmal digital aufgenommen. Anschließend entsteht per CAD-Software in einer realitätsgetreuen Umgebung ein erster virtueller Modellentwurf der Bühnenkonstruktion. Dieser digitale Zwilling wird dann auf Anknüpfung- und Kollisionspunkte überprüft. Bereits in diesem Schritt kommt es auf Millimeterarbeit an: Abmessungen, Konfigurationen und Zusatzfunktionen, wie integrierte Sicherheitsvorrichtungen, Treppen, Steigleiter, Geländer und rutschfeste Laufflächen, sind keine Grenzen gesetzt, müssen aber von Beginn an mitgedacht werden. Nur so können Konstruktionen auch in engen Raumverhältnissen platzsparend angeordnet werden. Zu berücksichtigen sind auch strenge statische Anforderungen und Verkehrslasten sowie Arbeitsschutzstandards wie die DIN EN ISO 14122. Durch die digitale Dokumentation kann im Laufe des Projekts flexibel auf Änderungen hinsichtlich Kollisionspunkte, Lasten oder Stützstellungen reagiert werden.

Im nächsten Schritt entscheidet sich, welches Material genutzt wird. Oberflächen von Stahl unterscheidet sich in Verzinkung, Grundierung, Beschichtung und Lackierung. Wichtige Faktoren bei der Entscheidung sind Standort und Einsatzort der Anlage. Verzinkter Stahl ist



Konstruktionen von Bühnen für die Chemie müssen nicht nur gegen Korrosion und verschiedene chemische Reagenzien beständig sein, sondern auch ein Höchstmaß an Sicherheit gewährleisten.

kostengünstiger und auch für draußen geeignet. Edelstahl ist zwar teuer, dafür glatter und korrosionsbeständiger. Er eignet sich besonders, wenn ein Produkt viele Berührungspunkte mit der Konstruktion hat. In jedem Fall ist Stahl langlebig und recycelbar. „Die DIN-gerechte Qualität und die von Chemieherstellern geforderten Oberflächenparameter hinsichtlich eines geringen Ra-Wertes lassen sich über hochmoderne, teilautomatisierte Maschinen, Erfahrung und Know-how sicherstellen“, so Josef Müller. Sind die Entscheidungen über das Material getroffen, geht die Planung in die Konstruktionsphase, die den ersten Entwurf und später den perfekten Bauplan umfasst – dieser wird dann in der Fertigung umgesetzt.

### Integrierte Gesamtleistung aus einer Hand

Die Konstruktionen von Müller & Sohn werden aus der Eifel in die ganze Welt geliefert. Ein aktuelles Großprojekt war eine 21 t schwere hygienische Bühnenkonstruktion aus Edelstahl für die Modernisierung einer Anlage eines Chemieunternehmens, das sich auf Beschichtungstechnologie spezialisiert hat. Hier bestanden besondere Anforderungen an Hygiene und Statik. Die Konstruktion musste in den Bestand implementiert und komplett vor Ort verschweißt werden. Das heißt, alle Profile, Hohlräume und Rohre mussten geschlossen und der Bodenbelag mit Abläufen verschweißt sein, damit die Konstruktion leicht zu reinigen ist und sich kein Staub ablagert. Die Elemente wurden in Modulbauweise in der eigenen Fertigungshalle vorbereitet, auf die Transportmittel zugeschnitten und später auf der Baustelle miteinander verschweißt. Die Montage erfolgte innerhalb von zehn Tagen im Schichtbetrieb, um den Ausfall der Anlage so gering wie möglich zu halten – üblich sind sechs Wochen.

Herausfordernd ist auch der Einbau neuer Konstruktionen über mehrere Ebenen in sanierten und entkernten Bestandsgebäuden mit engen Räumverhältnissen und nur minimalen Abständen zu den umgebenden Wänden. Durch eine Vielzahl von einzelnen tonnen schweren Produktionsbehältern, Filteranlagen und weiterem Equipment, das zum Teil auch für den Außenaufbau vorgesehen ist, muss besonderer Fokus auf die Stabilität des Stahlbaus gelegt werden. Die Verwendung kompatibler Schnittstellen und CAD-Software ermöglicht eine integrierte Konzeption und Umsetzung zusätzlicher Anlagenteile, Maschinenverbindungen, Gehwege und weiteren Anschlüsse in Zusammenarbeit mit dem Anlagenbauer. Josef Müller: „Bei Projekten mit mehreren Bauabschnitten, verschiedenen technischen Spezifikationen und bürokratischen Hürden kann es bis zu zwei Jahre dauern, bis die Konstruktion fertig ist und die Anlage umgebaut werden kann. Unternehmen sollten daher frühzeitig mit der Planung komplexer Konstruktionen beginnen und sich nicht nur auf die neuen Maschinen und Anlagen fokussieren.“

Catrin Schreiner, Journalistin für Müller & Sohn

Wiley Online Library



Müller & Sohn GmbH & Co. KG, Kall  
Tel.: +49 2441 779-60  
info@mueller-sohn.de  
www.mueller-sohn.de



### Mehr Platz auf engem Raum

Panduit stellt die sechste Generation seiner PDU-Serie (Power Distribution Unit) vor. Das flache Design der G6 PDU verbessert die Luftzirkulation im Rack-Bereich, während die besondere Anordnung der Anschlussdosen eine höhere Packungsdichte von aktiven IT-Endgeräten im Rack ermöglicht. Die neue Stromverteilungsleiste arbeitet zuverlässig in einem Betriebstemperaturbereich bis 60 °C über längere Zeiträume und bei Volllast. Das moderne Design bietet ein Hot-Swap-fähiges Netzwerkmodul mit Power Share für einfache Upgrades und verfügt über ein gut sichtbares optisches LED-Display, zwei Sensoranschlüsse, einen seriellen Anschluss sowie Schnellzugriffs- und Navigationstasten. Darüber hinaus können über die beiden 1-GB-Netzwerkanschlüsse bis zu 32 PDUs über eine einzige IP-Adresse und einen Netzwerk-Switch miteinander verbunden werden. Zudem ist die PDU mit den C13/15- und C13/C15/C19/C21-Kombinationssteckdosen kompatibel, die erweiterte Funktionen bieten. Zusätzliche Sicherheitsprotokolle erhöhen die Cybersicherheit auf der Ebene der Rechenzentrumsgeräte. Mit der skalierbaren PDU lässt sich die Stromversorgung in Echtzeit genauso überwachen wie die Umgebungsbedingungen oder die physische Zugangssicherheit für mehrere Benutzer. Im Einklang mit den aktuellen Nachhaltigkeitsanforderungen bietet sie sehr präzise, abrechnungsfähige Messfunktionen, z.B. zur Erfassung der Ströme und Verbräuche, sowie benutzerdefinierbare Alarmschwellen und Benachrichtigungen. Anwender können sowohl vor Ort als auch unterwegs durch die komfortable Monitoring-Applikation, Stichwort BYOD (Bring Your Own Device) und Web-GUI (Graphical User Interface, grafische Benutzeroberfläche), noch besser und schneller auf die Zustandsdaten zugreifen. Damit lässt sich zum Beispiel das Zuganggerät erkennen oder der Bildschirm automatisch für verbesserte Anwenderfreundlichkeit adaptieren. Intelligente PDUs liefern umfassende und genaue Energiemessdaten. So lassen sich Ressourcen besser nutzen, die Verfügbarkeit verbessern, die Effizienz des Stromverbrauchs messen und nicht zuletzt auch Initiativen für nachhaltigere Rechenzentren vorantreiben.

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

### Kompakte Switches für den Schaltschrank

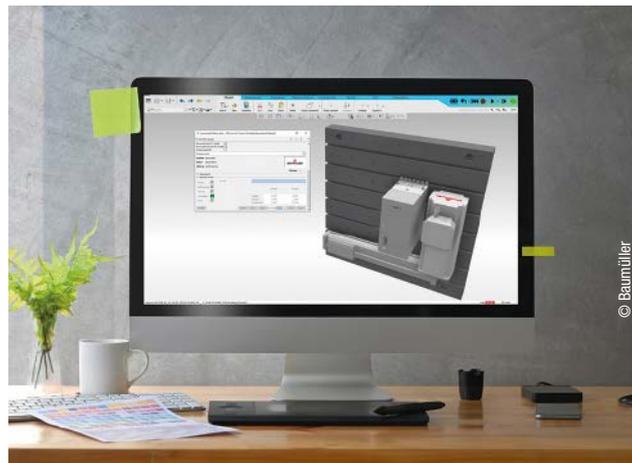
Mit der TNIC-Serie erweitert Turck sein Portfolio um unmanaged Switches mit besonders kleinen Gehäuseabmessungen und robustem Vollmetallgehäuse. So kann der Raum im Schaltschrank optimal ausgenutzt werden für effiziente und kostensparende Netzwerklösungen. Ein weiter Spannungsbereich von 6 bis 36 VDC erlaubt eine flexible Stromversorgung. Ihr großer Arbeitstemperaturbereich zwischen -40 und +70 °C sorgt auch in Schaltschränken in exponierten

Lagen für einen zuverlässigen Betrieb. Die robusten unmanaged Switches in Schutzart IP30 stehen mit fünf, 8 acht oder 16 Ports für Fast Ethernet sowie fünf und acht Ports für Gigabit Ethernet zur Verfügung.

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



### Komplette Maschinensimulation



Baumüller hat seine Servoantriebe in die Datenbank von Machineering integriert, damit das Verhalten kompletter Anlagen mit der Antriebstechnik des Unternehmens in der Simulationsumgebung iPhysics abgebildet werden kann. Mithilfe dieser Simulationssoftware lassen sich komplexe Anlagen und Roboter schnell und einfach simulieren. Eine virtuelle Inbetriebnahme der Anlagen kann bei der Installation, Tests und Optimierung bis zu 75 % der Kosten einsparen. Mit der Integration der Servoantriebe in die Datenbank können Anwender jetzt einen digitalen Zwilling ihrer kompletten Anlage, inklusive aller mechanischen und mechatronischen Elemente erstellen. Fehler können so frühzeitig erkannt, Optimierungspotenziale aufgedeckt und der Entwicklungs- und Inbetriebnahmeprozess von Maschinen schneller und effizienter gestaltet werden.

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

### Wasserstoff zehn Jahre messen

Dr. Thiedig stellt Digox 6.1 H2-S, ein Messgerät für gelösten Wasserstoff und Wasserstoff in der Gasphase vor. Herzstück der Wasserstoffmessenrichtung ist der auf dem Prinzip einer Brennstoffzelle beruhende Sensor mit einer auf ca. zehn Jahre ausgelegten wartungsfreien Betriebszeit. Die Messeinrichtung verfügt über

eine eingebaute Selbstdiagnose, die die Funktion des Sensors ohne Unterbrechung des Messbetriebes überwacht. Ausgelegt für Prozessdrücke bis 40 bar kann das Gerät gelösten Wasserstoff bis 10 ppm und in der Gasphase bis 5 Vol.-% messen. Es eignet sich für eine Vielzahl industrieller Anwendungen, wie z.B. Messungen in Wasser-Dampf-Kreisläufen, konventionell und nuklear betriebenen Energieerzeugern, in der Chemie und in der Petrochemie.

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



## Ethernet-APL-Switch für Ex-Zonen

Die Datenübertragung in der Prozessindustrie ist ein elementarer Faktor, wenn es um die Integration digitaler Feldbusse geht. Vor dem Hintergrund einer kompletten digitalen Kommunikation bis in die Feldebene bietet Phoenix Contact mit dem neuen Ethernet-APL-Switch die Möglichkeit eines direkten Zweidraht-Ethernet-Anschlusses von APL-Feldgeräten in Ex-Zonen. Hierdurch können nicht nur die Prozessdaten, sondern auch weitere wertvolle Geräteinformationen direkt aus der Feldebene verwendet werden. Gemeinsam mit verschiedenen Partnern arbeitet das Unternehmen zudem an der Weiterentwicklung

des MTP-Ansatzes, z.B. in Form eines mobilen Ansatzbehälters für die Ex-Zone 1 wird das neue MTP-Konzept für die funktionale Sicherheit berücksichtigt. Oder an einer Wasseraufbereitungsstation für Elektrolyseanlagen. Neueste Technologien helfen nicht nur in der Erzeugung, Umwandlung und Verteilung erneuerbarer Energien, sondern sparen auch bis zu 50 % Platz gegenüber herkömmlichen Lösungen. So spart Mini Analog Pro, eine Lösung für die sichere, galvanische Ex-Trennung von Ex-Feldgeräten, mit einer Breite von nur 6 mm Platz im Schaltschrank. Die Signaltrenner sind für funktional sichere Kreise bis

SIL 3 (1001) einsetzbar und schützen somit Mensch, Umwelt und Anlagen. Der Explosionsschutz ist für alle Zonen und Stoffgruppen gegeben. [www.phoenixcontact.com](http://www.phoenixcontact.com)



© Phoenix Contact

## Profinet-Zertifizierung von virtuellen Controller- und Device-Instanzen

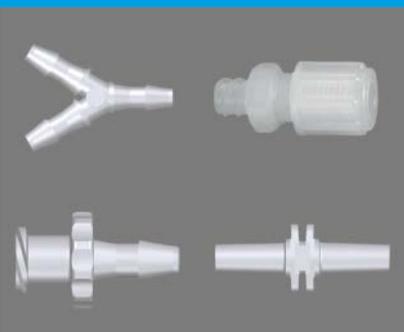
Virtuelle Controller und Devices sind ein Beispiel für die IT/OT-Konvergenz, die für Profinet in der Automatisierungstechnik eine entscheidende Rolle spielt. Mit den technischen Fortschritten in der Virtualisierungstechnologie und der steigenden Nachfrage nach virtuellen Controllern und Devices hat Profibus & Profinet International (PI) den Profinet-Zertifizierungsprozess entsprechend angepasst und mit dem im August 2024 freigegebenen Profinet Test Bundle V2.45.0 einen wichtigen Meilenstein erreicht. Virtuelle Controller- und Device-Instanzen können ab sofort offiziell getestet und zertifiziert werden. Auch Profisafe kann im virtuellen Kontext verwendet werden, dies wurde vom TÜV Süd bereits durch einen „Letter of Conformance“ bestätigt. Virtualisierte Profinet-Geräte bieten dem Anwender zahlreiche Vorteile. So laufen sie auf Standard-Hardware und in virtualisierten Umgebungen, was eine einfache Skalierbarkeit und Anpassung an unterschiedliche Anforderungen ermöglicht. Da keine spezielle Hardware

benötigt wird, sinken die Gesamtkosten. Dank der nahtlosen Integration in bestehende IT-Infrastrukturen bieten die virtuellen Controller eine hohe Leistung und Zuverlässigkeit. Sie nutzen TCP/IP und IT-Standards, um eine stabile und effiziente Kommunikation zwischen den Geräten im Netzwerk zu gewährleisten. Durch ein entsprechendes Ressourcen-Management können mehrere Controller- und Device-Instanzen parallel auf einer Hardware betrieben werden. Diese Freiheiten bringen jedoch auch Herausforderungen mit sich, um die gewohnte Qualität und Zuverlässigkeit von Profinet-Geräten zu gewährleisten. So können Laufzeit und Kommunikationsverhalten durch die virtuelle Umgebung und das Transportnetzwerk maßgeblich beeinflusst werden und das Transportnetzwerk beeinflusst den Jitter der Profinet-Kommunikation erheblich. Zudem sind Virtualisierung und Transportnetzwerk nicht vollständig unter der Kontrolle des Anbieters der virtuellen Instanz. Um trotz dieser Varianz eine gewohnt hohe

Qualität in Form von Interoperabilität und Verfügbarkeit sicherzustellen, wurde der Zertifizierungsansatz für virtuelle Profinet-Instanzen in zwei Schritte unterteilt: Im ersten Schritt führt das Testlabor einen Test anhand einer einfachen Beispielkonfiguration der virtuellen Profinet-Instanz durch. Hierbei werden die optional implementierten und verpflichtenden Funktionalitäten basierend auf der entsprechenden Conformance Class überprüft. Nach erfolgreichem Abschluss kann ein Zertifikat beantragt werden, das die im Labor verwendete Referenzhardware, die Virtualisierungstechnologie und die zugesicherten Ressourcen enthält. Im zweiten Schritt wird die Implementierung der konkreten Instanz auf der realen Anlage getestet. Dafür wird ein Tool entwickelt, welches vom Anwender vor Ort eingesetzt werden muss, um die Performance des Transportnetzwerks und die Anforderungen an das zeitliche Verhalten (u. a. Latenz und Jitter) und an die Netzlast zu überprüfen. [www.profibus.com](http://www.profibus.com)

## Mikro-Schlauchverbinder für die Analytik und Labortechnik

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



### Mikro-Schlauchverbinder und Verschraubungen

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



**Reichelt  
Chemietechnik  
GmbH + Co.**

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





Hyundai Engineering automatisiert Schutzgestell- und Rohrbrückentwürfe für Industrieanlagen, um das Änderungsmanagement und die Bauplanung zu verbessern.



#### Keywords

- **Stahlkonstruktion**
- **Schutzgestelle**
- **Rohrbrücken**
- **Strukturentwurf mit KI**

# Effizienter Anlagenbau mit KI

## 3D-Modellierung und künstliche Intelligenz zur Automatisierung des Entwurfs von Bau- und Architekturstrukturen

Automatisierter Strukturentwurf mit KI: Hyundai Engineering optimiert den Anlagenbau durch intelligente Planung und automatisierte Entwürfe, die den Zeitaufwand reduzieren und die Effizienz steigern. Mithilfe von KI und maschinellem Lernen lassen sich Entwurfsänderungen nahtlos umsetzen, Daten präzise in 3D-Modelle integrieren und Kosten senken – ein bedeutender Fortschritt für die Zukunft von Industrieprojekten.

Um den Aufwand für repetitive technische Aufgaben zu verringern und Ingenieuren mehr Raum für kreative Arbeiten zu geben, startete Hyundai Engineering ein Projekt zur Entwicklung eines automatisierten Entwurfssystems für Stahlkonstruktionen in Anlagen. Ziel war es, den Austausch von Entwurfsinformationen zwischen Abteilungen zu erleichtern und automatische Entwürfe für die Planung von Stahlrahmenkonstruktionen in Chemie- und Elektrizitätswerken zu erstellen. „Wir wollten insbesondere durch die Entwicklung eines Programms für den Austausch von Entwurfsinformationen zwischen den relevanten Abteilungen und für automatische Entwürfe für die Planung von Stahlrahmenkonstruktionen für Chemie- und Elektrizitätswerke effektiv auf häufige Entwurfsänderungen reagieren“, so Kim Dongwon, Leiter des Smart Plant Technology-Teams bei Hyundai Engineering. Das Team konzentrierte sich besonders auf den Entwurf von Schutzgestellen und Rohrbrücken und strebte eine Optimierung des Informationsaustauschs durch den Einsatz von KI und maschinellem Lernen an.

Das Unternehmen entwickelt Schutzgestelle mit einer Höhe von bis zu drei Stockwerken, in denen Maschinen vorübergehend oder dauerhaft in Anlagenprojekten untergebracht werden. Rohrbrücken, als erhöhte Baustrukturen, tragen Rohre, Leitungen und Kabeltrassen. Beide Konstruktionselemente sind wesentlich für Indus-

trieanlagen, die typischerweise mehrere technische Änderungen während der Entwurfsphase erfordern. Um der zunehmenden Komplexität der Anforderungen gerecht zu werden, erforscht das Unternehmen KI-basierte Technologien, die eine Automatisierung und Standardisierung im Strukturentwurf ermöglichen.

### Manuelle Arbeitsabläufe, Zusammenarbeit und Änderungsmanagement

Der herkömmliche Entwurfsprozess für industrielle Bauwerke ist zeitaufwendig: Ingenieure verwenden ein Programm zur Baustatik, geben manuell die Entwurfsbedingungen ein und führen eine Strukturanalyse durch. Diese manuelle Eingabe und Berechnung kann fehleranfällig sein, was zu häufigen Entwurfsänderungen führt. „Dieser Prozess war sehr langwierig und kompliziert und erforderte genügend Zeit für die Überprüfung auf menschliche Fehler, was zu mehr Arbeitsaufwand führte, der mit der Änderung von Entwürfen noch verstärkt wurde“, erklärt Dongwon. Eine Standardisierung wird durch die individuelle Beurteilung der Konstrukteure erschwert, da Entwurfskriterien je nach Baustruktur variieren. Zudem wurde festgestellt, dass eine enge Zusammenarbeit zwischen den Abteilungen für Rohrleitungen, Elektrik, Instrumentierung und Mechanik nötig ist, um das Änderungsmanagement und die Projektdurchführung zu optimieren. Oft müssen dieselben Entwurfsdaten mehrmals aktualisiert

werden, da die Informationen von mehreren Teams benötigt werden. „Ständige Überarbeitungen führten zur Erfassung von Entwurfsinformationen, z.B. Rohrgewichten, und zur Prüfung und Aktualisierung der Änderungen durch mehrere Teams; manchmal (musste) die gleiche Arbeit wiederholt werden“, so Dongwon. Das Smart-Technology-Team von Hyundai Engineering setzte intelligente Lösungen ein, um wiederkehrende Aufgaben im Stahlrahmenbau zu automatisieren und die Integration verschiedener Fachbereiche zu verbessern.

### Weiterentwicklung mit maschinellem Lernen

Der Anlagenbauer entschied sich in Zusammenarbeit mit Bentley für den Einsatz von STAAD, um die 3D-Modellierung und KI-gestützte Automatisierung in die Strukturplanung zu integrieren. Der Schwerpunkt lag auf der Entwicklung eines automatischen Entwurfssystems für Schutzgestelle und Rohrbrücken, das Daten wie Kabel, Träger und Verbindungskomponenten in das Modell einbezieht. Um dies zu ermöglichen, wurden Gewichtsdaten für Sanitär-, Mechanik- und Instrumentierungsteams in das 3D-Modell integriert. Der KI-basierte Algorithmus in STAAD ermöglicht die Automatisierung der Dateneingabe, sodass Belastungen automatisch auf das Modell angewendet werden. „Wenn diese Daten mit dem Automatisierungsprogramm synchronisiert werden, werden



**STAAD reduzierte die benötigte Arbeitszeit für Entwurf und Analyse um 30 bis 60 %.**

die Gewichte, wie beispielsweise die Belastung der Rohre und der Kabeltrassen, automatisch auf das STAAD-Modell angewendet“, so Dongwon. „Die Entwurfsarbeit, die von einem einzelnen Ingenieur durchgeführt wurde, kann nun digitalisiert und durch einheitliche bewährte Verfahren verwaltet werden.“ Der KI-gestützte Entwurfsprozess beginnt mit der automatisierten Modellierung von Schutzgestellen, führt zur Konstruktion einer Datenbank und endet mit Empfehlungen zu Stützenabständen und Trägermodellen. „Erstens werden die Entwurfsvariablen und Ergebnisse aus der Automatisierung als Datenbank erstellt und für das maschinelle Lernen verwendet, um als KI-Entwurf erweitert zu werden. Zweitens werden die Entwurfsinformationen, die in Form von Zeichnungen und Dokumenten zwischen den relevanten Abteilungen ausgetauscht wurden, nun in Form von 3D-Modelldaten einheitlich verwaltet“, so Dongwon.

### Einsparungen und Standardisierung

Das von Hyundai Engineering neu entwickelte intelligente Entwurfssystem für bauliche und architektonische Anlagenstrukturen steigerte die Arbeitseffizienz und reduzierte den Zeitaufwand der Ingenieure für manuelle, repetitive Aufgaben. „Wenn ein ultimativer KI-Entwurf mithilfe von maschinellem Lernen realisiert wird, können die Ergebnisse schneller abgeleitet werden, als wenn der Ingenieur die Aufgabe manuell ausführt“, so Dongwon. Das Ergebnis war eine präzise, integrierte Lösung für die 3D-Modellierung mit intelligenten digitalen Arbeitsabläufen, die genaue Entwurfsinformationen lieferte und die Front-End-Entwicklung (Front-End Engineering and Design – FEED) um mindestens 30 % beschleunigte. Darüber hinaus wurde das Bauvolumen optimiert und die Baukosten um über 20 % gesenkt, da Fehler in der Entwurfsphase vermieden wer-

den konnten. Auf der Grundlage von 50 Ausschreibungsprojekten, 25 FEED-Projekten und 20 Ausführungsprojekten über einen Zeitraum von fünf Jahren schätzt das Unternehmen die Einsparungen bei den Outsourcing-Kosten auf ca. 1,87 Mio. EUR.

Die Vorteile des neuen Systems liegen nicht nur in der Beschleunigung der Arbeitsabläufe und der Kostensenkung, sondern auch in der Möglichkeit zur Standardisierung. Hyundai Engineering erstellte durch die KI-Automatisierung eine Datenbank mit 1.680 Szenarien und generierte 27 Mio. Prognosemodelle für die Schutzgestellplanung. Auch bei Rohrbrücken wurden die Gewichtsdaten und Entwurfsdetails vereinheitlicht, was zu einer standardisierten und optimierten Entwurfsprozess führte.



**Jana Miller,**  
Senior Manager, Product Marketing  
im Bereich Baustatik,  
Bentley Systems

Wiley Online Library



**Bentley Systems, Houston, Texas, USA**  
jana.miller@bentley.com  
www.bentley.com

### Automatisierung: sicher und ganzheitlich

Für eine flexible Erweiterung und schnelle Inbetriebnahme modularer und dezentraler Produktionsanlagen ist die Datenkommunikation ein wichtiger Baustein. Pilz stellt dazu den IO-Link Safety Master PDP67 auf der SPS Smart Production Solutions vor, der sowohl IO-Link Safety, FailSafe als auch IO-Link und Standard-signale verarbeiten kann. Das ermöglicht eine nahtlose Kommunikation ins Feld, gleich ob sicherheitsgerichtete oder Standardkommunikation. Präsentiert wird zudem das sichere Radarsystem PSENradar, das sich an das offene Sicherheitsprotokoll Safety over EtherCAT FSoE einfach anbinden lässt und so Verkabelungsaufwand und Kosten senkt. Auch die Miniaturisierung ist wichtiges Thema der industriellen Transformation, sie sorgt für leistungsfähigere und nachhaltigere Prozesse in der Industrie, weil sie Energie und Platz einspart. Das Unternehmen hat sichere und kompakte Sensoriklösungen wie die Sicherheitszuhaltung PSENSlock 2 oder die PSENmlock mini für

platzkritische Anwendungen im Angebot, für die es jetzt zwei neue sichere Sensoren gibt: Das kompakte sichere Schutztürsystem PSENmgate sowie die induktiven Sicherheitsschalter PSENini. PSENmgate kombiniert als System für die Absicherung von Schutztüren die klassische Sicherheitszuhaltung PSENmlock mit dem Bedienelement PITgatebox in einer Lösung. Weniger Platz an der Schutztür vereint das neue Schutztürsystem dabei mit hohem Manipulations- und Umgehungsschutz sowie einem reduzierten Stromverbrauch und einem flexiblen Einbau. Auch das induktive Funktionsprinzip der neuen Variante des Näherungsschalters PSENini benötigt keinen proprietären Betätiger mehr und spart damit Platz in der Maschine. Die Sicherheitskleinsteuerung PNOZmulti 2 verfügt nun über



die neuen Ein- und Ausgangsmodule PDP67. Diese werden direkt an der Maschine installiert und sammeln die Signale angeschlossener Sensoren im Feld zuverlässig ein bzw. geben Steuersignale an Akteure im Feld weiter. Die dezentrale Peripherie ist so direkt anbindbar. Zudem können jetzt sichere Anlagenstrukturen mit dem Protokoll Safety-over-EtherCAT FSoE (FSoE) über eine „Ein-Kabel-Lösung“ auf Feldebene leichter umgesetzt werden. Eine neue, direkt im Antrieb integrierte Safe Motion-Lösung rundet das Angebot ab. Diese Sicherheitslösung für die Servoverstärker PMC nutzt die sichere und schnelle Kommunikation über FSoE und kann damit direkt an die sichere Kleinststeuerung PNOZmulti 2 angebunden werden. So werden kürzere Reaktionszeiten erreicht. [www.pilz.com](http://www.pilz.com)

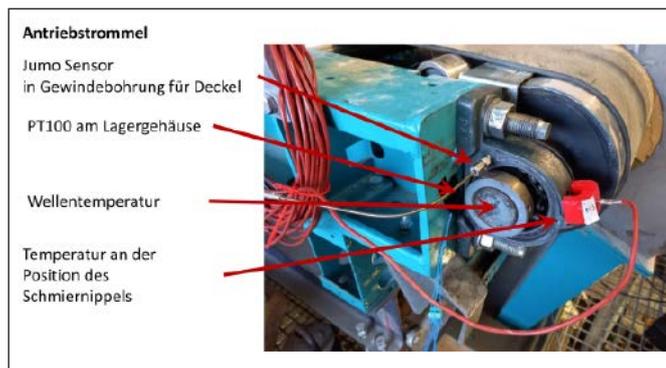
# Risikoreduktion in Ex-Umgebungen

**Sichere Pumpenüberwachung bewahrt  
Geschäftsführung vor dem Gefängnis**



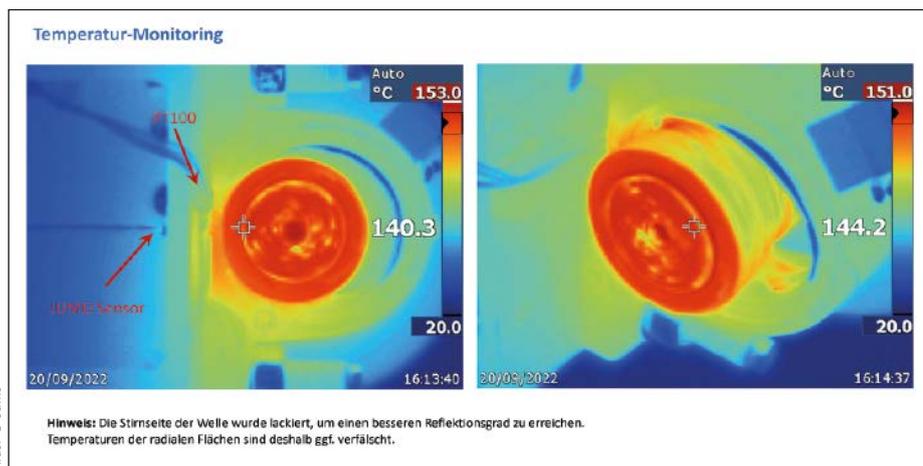
## Keywords

- **Explosionsschutz**
- **Funktionale Sicherheit, SIL**
- **Pumpenüberwachung**



Testaufbau zur Überwachung der Antriebeinheit

Die Überwachung von Pumpen in industriellen Prozessen ist weit mehr als eine reine Schutzmaßnahme für das Pumpenaggregat. Neben der präventiven Wartung und der Erfassung von Betriebsdaten hat die Zündquellenüberwachung besonders in Ex-Umgebungen in den vergangenen Jahren deutlich an Bedeutung gewonnen. Eine präzise Risikoeinstufung ist entscheidend, um Explosionen zu verhindern. Denn nur eine sichere Pumpenüberwachung sorgt für reibungslose Prozesse.



Das Wärme-Monitoring mit einer Wärmebildkamera macht die Erhitzung der Antriebswelle sichtbar.

Sicherheitsexperten vom TÜV kennen das Szenario: Pumpen ohne ausreichende Standfestigkeit können schnell heiß laufen. Diese Hitze kann zu einer Explosion mit einem verheerenden Schaden in der Produktion führen. Möglicherweise bleibt das Unternehmen auf einem Teil des Schadens sitzen, wenn die Haftpflichtversicherung dem Unternehmen Fahrlässigkeit nachweisen kann. Nicht gesicherte Pumpenaggregate sind also ein hohes betriebswirtschaftliches Risiko. Mehr noch: Das verantwortliche Management begeht eine Straftat, wenn es sich nicht an die gesetzlichen Vorgaben hält. Oder kurz und knapp: Sichere Pumpenüberwachung bewahrt die Geschäftsführung vor dem Gefängnis!

## Unübersichtlicher Dschungel für Normen und Verordnungen

Nur wenige Hersteller decken mit ihren Produkten und Lösungen die komplette Sicherheitskette für Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik (MSR) ab. Sicherheit im Produktionsablauf hat für Unternehmen aber oberste Priorität. Daher gibt es zahlreiche Normen und Verordnungen, die ineinandergreifen müssen. Sie alle erfordern eine konsequente Anwendung, wie bspw. der Betriebssicherheitsverordnung und der TRGS 725 (Technische Richtlinie für Gefahrstoffe).

Was auf den ersten Blick einfach und logisch klingt, wird komplex, sobald man sich in den Dschungel der Normen, Richtlinien, Verordnungen,

technischen Regeln und Herstellerempfehlungen begibt, die bei der Zündquellenüberwachung beachtet werden müssen.

Relevant für dieses Thema sind die IEC/EN 60079-xx als Normenwerk zum Thema Explosionsschutz, die DIN EN 50495 (Sicherheitseinrichtungen für den sicheren Betrieb von Geräten im Hinblick auf Explosionsgefahren) und die DIN EN 14597 (Temperaturregel- und Begrenzereinrichtung für wärmeerzeugende Anlagen). Die Betrachtung Norm DIN EN 14597 umfasst immer ein komplettes Mess- und Regel- sowie Begrenzersystem bestehend aus Sensor, Logik und Aktorik. Dabei werden z.B. folgende Betrachtungen für die Einzelkomponenten zertifiziert:

- Ansprechverhalten von der Sensorik
- Reaktionen (Wirkungsweisen) der Auswerteelektronik
- Zuverlässigkeit/Lebensdauer der Aktorik.

Hinzu kommen aus dem Bereich der Funktionalen Sicherheit die IEC/EN 61508, EN/ISO 13849, EN/IEC 62061, EN/IEC 61511, TRGS 725 und eventuell weitere produktspezifische Normen.

Nahm früher der elektrische Explosionsschutz traditionell breiten Raum bei den Sicherheitsvorkehrungen ein, rückte die letzten Jahre zunehmend die mechanische Komponente als potenzielle Zündquelle in den Fokus. Anwender müssen diese Hintergründe verstehen, sorgfältig beurteilen und in ihre Entscheidungsprozesse einbeziehen. Die korrekte Anwendung

der Ex-Kennzeichnung und die Bewertung von SIL (Safety Integrity Level) und PL (Performance Level) stellen dabei besondere Herausforderungen dar.

### Sicherheit ja – Kopfzerbrechen nein

Maschinen- und Anlagenplaner, die schon Berührungspunkte mit dem Thema „Funktionale Sicherheit“ hatten, müssen bereits festgestellt haben, wie komplex und vielfältig das Thema ist.

Die Verantwortung um das Schadenrisiko, die Betreiber und Planer von Schutzzeineinrichtungen tragen, ist immens. Sie müssen sichere Komponenten anschaffen und stehen vor einem riesigen Berg aus Zahlen und Formeln. Am Ende wissen sie immer noch nicht, ob alles richtig berechnet ist.

Dass es auch einfacher geht, zeigt Jumo Safety Performance. Unter diesem Markennamen sind alle Jumo-Produkte und -Dienstleistungen zu den Themen SIL und PL zu finden.

Mit dem System bietet das Unternehmen ein zertifiziertes Kompaktsystem für die funktionale Sicherheit nach SIL und PL. Es ist ein komplettes Sicherheitssystem bestehend aus Sensor, Logik und Relaisausgang zur Betätigung des Aktors aus einer Hand. Kurzum: Es gewährleistet norm- und rechtskonforme Sicherheit.



**Matthias Garbsch,**  
Branchenmanager Explosionschutz & Funktionale Sicherheit, Jumo

### Gefährliche Zündquellen und der Explosionsschutz

#### Must-have-Webinar für den Karrieresprung

- 23. Januar 2025, 10:00 Uhr
- Maximales Know-how in nur 1 Stunde
- Gratis-Teilnahme inklusive Zertifikat

**Jetzt anmelden unter:**  
<https://jumo.easyvtf.com/>

Wiley Online Library



**JUMO GmbH & Co. KG, Fulda**  
Tel.: +49 661 6003-0  
mail@jumo.net  
www.jumo.net

### Exponate und interaktive Bereiche auf der SPS



Ausprobieren, erleben, in den Dialog treten: ABB weist Unternehmen auf der internationalen Fachmesse SPS vom 12. bis 14. November 2024 den Weg zum nachhaltigen Erfolg. Anwendungsorientiert zeigt das weltweite Technologieunternehmen Produkte und Lösungen für den Maschinen-, Anlagen- und Steuerungsbau, die die Energieeffizienz erhöhen, CO<sub>2</sub>-Emissionen reduzieren und Digitalisierungspotenziale zur Optimierung von Prozessen erschließen. Gespräche mit Experten ermöglichen Begegnungen auf Augenhöhe und einen vertieften Austausch über Nachhaltigkeit, Elektrifizierung und weitere aktuelle Herausforderungen der Industrie. Für praxisnahe Einblicke beim Messeauftritt (Halle 4, Stand 420) sorgen verschiedene Anschauungsobjekte. So vereint bspw. ein interaktives Exponat Technik von ABB einschließlich Antriebs- und Steuerungstechnik, Installationsgeräten, Motorschutz und Maschinensicherheit. Das Exponat wird damit zu einer Entdeckungsreise durch das Portfolio – vom Drei-Stellungs-Zustimmgerät HD5 über Vision-Systeme bis hin zum Frequenzumrichter.

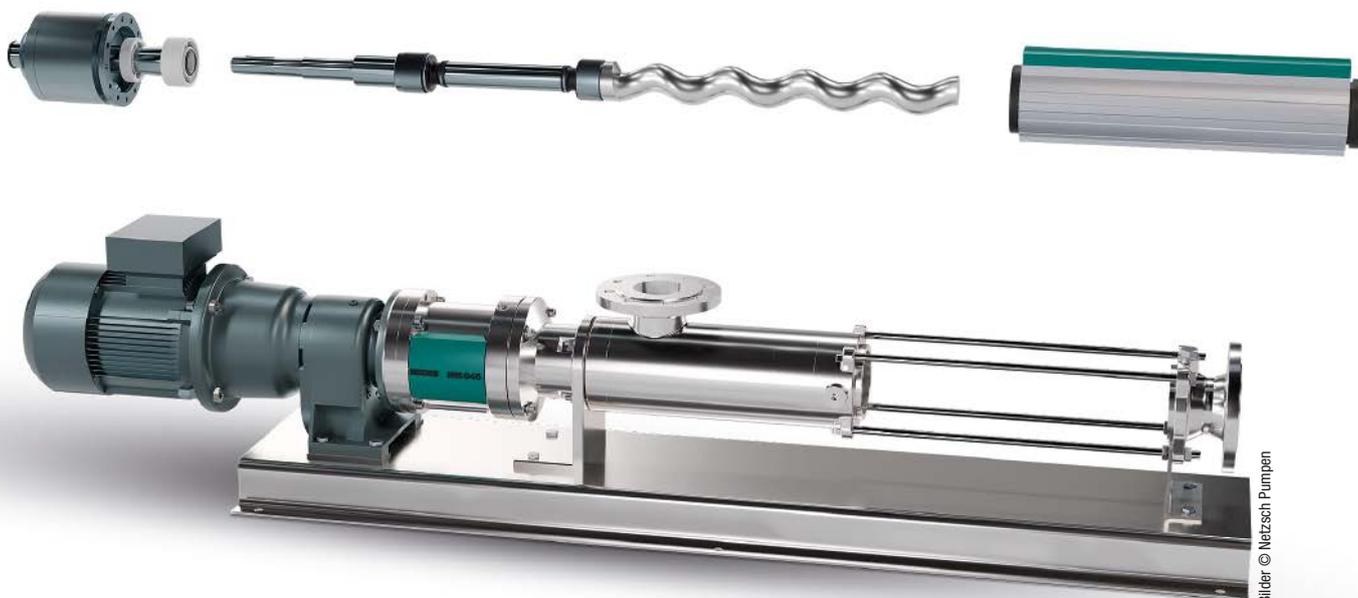
[www.abb.com](http://www.abb.com)

### Förderlösung für Transport und Speicherung von CO<sub>2</sub>



Die CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung (Carbon Capture and Storage, CCS) soll zur Verringerung von Treibhausgasemissionen beitragen. Seitenkanalpumpen von Sero PumpSystems, wie die Baureihen SHP oder SEMA-S...TT bieten die erforderlichen technischen Voraussetzungen, um vielerorts entlang von CCS-Infrastrukturketten von der Abscheidung über den Transport bis zur dauerhaften Sequestrierung unter dem Meeresboden, in Gesteinsschichten oder in leeren Öl- und Gasfeldern eingesetzt zu werden. Die Pumpen sind selbstansaugend, weisen eine steile Kennlinie und große Förderhöhe bis 1.100 m auf und fördern flüssiges Kohlendioxid als CO<sub>2</sub>-Trägerstoff pulsationsfrei, auch bei bis zu 50 % Gasanteil im flüssigen CO<sub>2</sub>. Die integrationsfreundlichen Pumpen verfügen über einen hohen Drehzahlbereich für ein variabel einstellbares Fördervolumen und einen NPSH-Wert von 0,2 m. Zudem sind sie für hohe Drücke bis zu 100 bar ausgelegt und spezifiziert – weit mehr als die 15 bar, die beim Transport und der Speicherung von komprimiertem, verflüssigtem CO<sub>2</sub> beherrscht werden müssen. Dank ihrer konstruktiven Auslegung mit Federpaketen und Längendehnungseinsätzen zum Ausgleich von Wärmedehnung und Kältekontraktion, Gleitlagerung und Verschleiß-mindernden Anlaufscheiben eignen sie sich für Medientemperaturen bis -60°C. Tieftemperierte Gase wie CO<sub>2</sub> können als Fluide somit zuverlässig transportiert werden.

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



Bilder © Netzsch Pumpen

Nemo Exzenterschneckenpumpen von Netzsch werden vielseitig eingesetzt und fördern problemlos abrasive, feststoffbeladene, viskose oder scherempfindliche Medien, bieten präzise Dosierung und bewähren sich besonders in anspruchsvollen Anwendungen, die eine Kombination mehrerer Eigenschaften erfordern.

# In der Kombi liegt die Sicherheit

## Kombination der Vorteile von Exzenterschneckenpumpen und Magnetkupplungen



**Keywords**

- Pumpen
- hermetisch dicht
- toxische, hochviskose Medien
- additive Fertigung

Magnetkupplungen bieten eine hermetische Abdichtung für Pumpen und sind ideal für Medien, die unter keinen Umständen in die Atmosphäre gelangen dürfen. Eine spezielle Magnetkupplung wurde für Exzenterschneckenpumpen optimiert und kann so Herausforderungen wie hohe Viskosität und Anlaufmoment meistern. Die innovative Technologie eignet sich besonders für Anwendungen in der Chemie-, Lack- und Batterieindustrie, bei denen toxische oder hochviskose Medien sicher und effizient gefördert werden müssen.

unter keinen Umständen in die Atmosphäre gelangen dürfen, sind Magnetkupplungen das ideale Antriebssystem für Pumpen.

Nemo Exzenterschneckenpumpen der Netzsch Pumpen & Systeme werden für unterschiedlichste Anwendungen eingesetzt. Dazu zählen das Pumpen abrasiver, feststoffbeladener, viskoser oder scherempfindlicher Medien sowie die genaue Dosierung

oder, wenn die Anwendung eine Kombination von zwei oder mehreren Eigenschaften erfordert. Aus diesem Grund kommen die Exzenterschneckenpumpen bei einigen der anspruchsvollsten Pumpenanwendungen zum Einsatz.

### Das Beste kombinieren

Die Kombination dieser Eigenschaften ist bei Anwendungen mit Exzenterschneckenpumpen typisch. Dies bedeutet, dass herkömmliche Magnetkupplungen, die zum direkten Anschluss an eine Zentrifugalpumpe mit

zwei- und vier-poliger Motordrehzahl ausgelegt sind, nicht für derartige Verwendungen geeignet sind. Wenn eine magnetgekuppelte Pumpe mit einer hohen Drehzahl von 1.400 oder 2.800 U/min betrieben wird, ist eine Zirkulation der gepumpten Flüssigkeit erforderlich, um die Kupplung zu kühlen. Dies ist notwendig, da durch die Wirbelstromverluste zwischen dem inneren und dem äußeren Magneten Wärme entsteht. Diese Kühlung wird durch Rückführung der gepumpten Flüssigkeit über Kühlkanäle innerhalb der Kupplung erreicht. Derartige Kühlkanäle haben einen geringen Durchmesser und verstopfen daher leicht, wenn Fluide mit hoher Viskosität oder mit Feststoffen gefördert werden. Für ein Produkt von bis zu 20.000 mPas würde eine Exzenterschneckenpumpe typischerweise mit Drehzahlen von etwa 200 bis 300 U/min laufen. Dies sollte jedoch nicht als die maximale Viskositätskapazität für Exzenterschneckenpumpen betrachtet werden. Es gibt Anwendungen, bei denen Exzenterschneckenpumpen für Produkte mit weit über 1 Mio. mPas eingesetzt werden, allerdings ohne Magnetkupplung.

Daher mussten die Experten für die Förderung komplexer Medien eine Magnetkupplung

entwickeln, die speziell auf die Anforderungen typischer Anwendungen für Exzentrerschneckenpumpen zugeschnitten ist, um die wesentlichen Vorteile einer Magnetkupplung mit den Vorteilen der Nemo Exzentrerschneckenpumpe zu kombinieren.

### Mit mehr Anlaufmoment

Wie bereits beschrieben, sind die Drehzahlen der Exzentrerschneckenpumpe niedriger als beim Einsatz einer Zentrifugalpumpe üblich. Folglich war eine übermäßige Wärmeentwicklung innerhalb der Magnetkupplung nicht zu erwarten. Es gab jedoch andere Herausforderungen, für die eine Lösung gefunden werden musste. Dazu gehörte das Drehmoment, das die Kupplung übertragen muss. Aufgrund der Interferenztoleranzen des Rotor- und Statorsystems einer Exzentrerschneckenpumpe muss jede Magnetkupplung für eine Exzentrerschneckenpumpe in der Lage sein, deutlich höhere Anlaufmomente zu überwinden, als sie beim Betrieb einer Zentrifugalpumpe auftreten würden.

Das erhöhte Anlaufmoment war nicht das einzige Problem, das die Ingenieure des Pumpenherstellers lösen mussten, um eine für Exzentrerschneckenpumpen geeignete Magnetkupplung zu entwickeln. Da die Magnetkupplung auch hohe Viskositäten bewältigen muss, mussten die Auswirkungen innerhalb der Magnetkupplung untersucht werden und gegebenenfalls Anpassungen vorgenommen werden, um etwaigen schädlichen Einflüssen entgegenzuwirken.

Zwischen dem Innenmagneten und dem Außenmagneten befindet sich ein Spalttopf, der für die hermetische Abdichtung der Kupplung sorgt. Der Spalt zwischen dem Spalttopf und dem Innenmagneten muss so klein wie möglich gehalten werden, um die Leistung der Kupplung zu maximieren. Da sich im Spalt zwischen dem inneren Magneten und dem Spalttopf das gepumpte Medium befindet, war dieser Bereich für die Pumpeningenieure von besonderem Interesse. Zu beachten sind hier insbesondere Viskositätsverluste zwischen Spalttopf und Innenmagnet.

### Passende Komponenten für erhöhte Anforderungen

Mögliche Anwendungen für eine Exzentrerschneckenpumpe in Kombination mit einer Magnetkupplung schließen die Verwendung von Elastomerbauteilen etwa als Stator oder Gelenkabdichtungen aus. Daher mussten innovative Lösungen gefunden werden, um das Potenzial der entwickelten Magnetkupplung zu maximieren.

In einem parallelen Entwicklungsprogramm wurden ein neuer Stator und eine flexible Kuppelstange, produziert mittels additivem Fertigungsprozess, entworfen und getestet. Damit ist Netzsch nun in der Lage, eine Lösung für die Förderung und Dosierung von Chemikalien anzubieten, bei der Elastomerkomponenten nicht mit dem geförderten Medium kompatibel sind. Durch den Einsatz einer additiv

gefertigten flexiblen Kuppelstange war es möglich, die gleiche Pumpenlänge wie bei einer Konfiguration mit einer Standard-Bolzengelelenk-Kuppelstange beizubehalten.

Nach Abschluss der Entwicklungs- und Testphase konnten die Ingenieure eine magnetisch angetriebene Exzentrerschneckenpumpe bauen, die sich in anspruchsvollen Anwendungen bewährt hat. Dazu gehören die Chemie-, Lack- und Lithiumbatterieindustrie, die feststoffhaltige Schlämme, Produkte mit einer Viskosität von bis zu 20.000 cps und toxische oder anderweitig schädliche Medien fördern.



**Roger Willis,**  
Global Business Field Manager  
Chemical, Pulp & Paper,  
Netzsch Pumpen

Wiley Online Library



**Netzsch Pumpen & Systeme GmbH, Waldkraiburg**  
Tel.: +49 8638 63-0  
headquarters.nps@netzsch.com  
www.pumps-systems.netzsch.com



### Strömungsmesser mit IO-Link

EGE-Elektronik präsentiert ein neues Strömungsmesssystem mit abgesetzter Auswerteelektronik und IO-Link-Schnittstelle. Der Messfühler ST 55 S erfasst in flüssigen Medien Strömungsgeschwindigkeiten von 0,05 m/s bis 3 m/s und Temperaturen von 0 °C bis 80 °C. Der 47 mm, 80 mm oder 120 mm lange

Messfühler wird in Rohrleitungen mit Innendurchmessern von 15 mm bis 250 mm installiert. Die auf den Messfühler abgestimmte Auswerteelektronik SNA 552 GAPL berechnet die Durchflussmenge, zeigt sie in l/min oder m³/h an und kann sie per IO-Link an eine SPS ausgeben. Das gut ablesbare Display lässt sich drehen und auf den Kopf stellen. Anwender können die Messstellen bequem über Taster am Gehäuse oder via IO-Link parametrieren. Die Elektronikeinheit aus Edelstahl bietet Schutzart IP65 und eignet sich für Umgebungstemperaturen von -10 °C bis 60 °C. Sie wird über ein bis zu 5 m langes Kabel per M12-Steckverbindung mit dem Messfühler verbunden. Die Auswerteelektronik verfügt neben IO-Link über unabhängig konfigurierbare Schaltausgänge oder einen Stromausgang. Funktionen wie Min-/Max-/Mittelwertspeicher sowie Fehlerüberwachung oder Zugangsbeschränkungen sind direkt im Gerät integriert. Spezielle Betriebsarten wie Hysterese oder Dosierung stehen für verschiedene Anwendungen zur Verfügung.

[www.ege-elektronik.com](http://www.ege-elektronik.com)

### Leistungsfähig und kompakt



KNF präsentiert neue Membranpumpen der NMP Serie, darunter die Direct Current Brushless Integrated (DC-BI)-Versionen der NMP 830 und NMP 850. Diese modernen Gasmembranpumpen liefern je nach Modell Fördermengen bis zu 8,5 l/min, Drücke bis zu 3 bar und ein

Endvakuum bis zu 55 mbar abs. Dank umfangreicher Anpassungsmöglichkeiten lässt sich ein energiesparender Betrieb in vielen verschiedenen Anwendungsbereichen erreichen, z.B. in Wasserstoff-Brennstoffzellen. Aufgrund ihrer technischen Eigenschaften eignen sich diese Pumpen gut für den Transfer von Wasserstoff und die Förderung von Umgebungsluft zur Energieumwandlung. Präzision und Zuverlässigkeit sind der Schlüssel für tragbare Gasmesssysteme. Die Pumpen bieten die für diese sicherheitskritischen Systeme erforderliche Leistung und liefern schnelle, zuverlässige und genaue Messergebnisse. Ebenfalls neu ist die kompakte, platzsparende NMP 820, die eine Förderrate bis zu 2,1 l/min bei einem maximalen Druck von 1,2 bar bietet. Das erzeugte Vakuum beträgt bis zu 330 mbar abs. Ausgestattet mit einem weiteren Kopf erreicht sie eine höhere Förderrate bis zu 3,5 l/min und ein Endvakuum von bis zu 100 mbar abs. Die geräuscharmen und zuverlässigen Membranen erfüllen die hohen Anforderungen von Gasanalyse- und Brennstoffzellenanwendungen.

[www.knf.com](http://www.knf.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/Pumpen



**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>

# JESSBERGER

## 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

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

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

Rohrbogen/Rohrkupplungen



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

Ventile

# GEMÜ

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

## Gefahrstoffe

Gefahrstofflagerung

# DENIOS

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

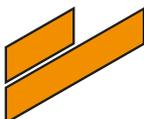
Containment

# DENIOS

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

## Ingenieurbüros

Biotechnologie



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

*Fermentation, Destillation  
Evaporation, Separation  
Adsorption, Chromatographie*

## Mechanische Verfahrenstechnik

Koaleszenzabscheider

# ALINO-IS

**Alino Industrieservice GmbH**  
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

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

Tröpfchenabscheider

# ALINO-IS

**Alino Industrieservice GmbH**  
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

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

Vibrationstechnik

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

## Thermische Verfahrenstechnik

Abluftreinigungsanlagen

# envirotec

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

# Venjakob

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

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

Vakuumsysteme

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

Verdampfer

# THIELMANN

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

Wärmekammern

# DENIOS

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



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

ABB	55	Findeva	58	Mesago Messe Frankfurt	13, 24	Steute Technologies	43
Admeritia	30	Gemü Gebr. Müller	58	Müller & Sohn Stahlbau	48	Technische Universität Braunschweig	6
Afriso-Euro-Index	27	Georg Fischer Piping Systems	44	Namur	13, 17	Thielmann	58
Alino	58	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)	13	Netzsch Pumpen & Systeme	5, 56	Turck	50
Aveva	46	GVT Forschungsges. Verfahrenstechnik	13	Noge Technik	58	VDI Wissensforum	13
Baumüller	50	Hans Turck	50	Nürnbergmesse	6	VDI-GVC	8
Beinlich Pumpen	58	HS-Umformtechnik	58	Otto Ganter	43	VDMA	11
Bentley Systems	52	Ing.-Büro Pierre Strauch	58	Panduit EEIG	50	Vega Grieshaber	Titel, 16, 27
Dechema	13, 14	Interessengemeinschaft Regelwerke Technik (IGR)	37	Pepperl+Fuchs	7, 28, 33	Venjakob	58
Denios	58	Jessberger	58	Phoenix Contact	51	Verband der Chemischen Industrie (VCI)	11
Dr. Thiedig	50	Jumo	54	Pilz	53	Verein Deutscher Ingenieure (VDI)	8
Easyfairs Deutschland	13	KNF Neuberger	57	Process Sensing Technologies (PST)	36, 39	Vogelbusch	58
EDL Anlagenbau Gesellschaft	6	Koelnmesse	13	Profibus-Nutzerorganisation	13, 51	Wika Alexander Wiegand	43
EGE-Elektronik Spezial-Sensoren	57	KSB	58	R. Stahl	25	Will & Hahnenstein	58
Endress+Hauser (Deutschland)	34	Lutz Pumpen	7, 58	RCT Reichelt Chemietechnik	51, 58, Beilage	WK Wärmetechnische Anlagen Kessel- und Apparatebau	58
EnviroFalk PharmaWaterSystems	40	Maschinenfabrik Gustav Eirich	6	Sero PumpSystems	55	Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI)	7
Envirotec	58						

## Impressum

### Herausgeber

GDCh, Dechema e.V., VDI-GVC

### Verlag

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

### Geschäftsführer

Dr. Guido F. Herrmann

### Group Vice President

Harriet Jeckells

### Publishing Director

Steffen Ebert

### Produktmanager

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

### Chefredakteurin

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

### Redaktion

Dr. Volker Oestreich  
 voe-consulting@web.de

### Redaktionsassistent

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

### Fachbeirat

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

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

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

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

Dr. Christian Poppe,  
 Covestro, Leverkusen

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

Prof. Dr. Roland Ulber,  
 TU Kaiserslautern

### Erscheinungsweise 2024

10 Ausgaben im Jahr  
 Druckauflage 19.500  
 IVW Auflagenmeldung: Q3 2024  
 Gesamtverbreitung 32.635  
 davon 13.214 E-Paper (tvA)

### Bezugspreise Jahres-Abo 2024

10 Ausgaben 234,40 €, zzgl. MwSt.  
 Schüler und Studenten erhalten unter  
 Vorlage einer gültigen Bescheinigung  
 50 % Rabatt.

Im Beitrag für die Mitgliedschaft bei der  
 VDI-Gesellschaft für Chemieingenieurwesen  
 und Verfahrenstechnik (GVC) ist der Bezug  
 der Mitgliederzeitschrift CITplus enthalten.

CITplus ist für Abonnenten der Chemie  
 Ingenieur Technik im Bezugspreis enthalten.  
 Anfragen und Bestellungen über den  
 Buchhandel oder direkt beim Verlag (s. o.).

### Wiley GIT Leserservice

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

Abbestellung nur bis spätestens 3 Monate  
 vor Ablauf des Kalenderjahres.

### Produktion

Wiley-VCH GmbH  
 Boschstraße 12  
 69469 Weinheim

### Bankkonto

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

### Herstellung

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

### Anzeigen

Zurzeit gilt die Anzeigenpreisliste  
 vom 1. Oktober 2024

Stefan Schwartze  
 Tel.: +49 6201/606-491  
 ssschwartze@wiley.com

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

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

### Sonderdrucke

Bei Interesse an Sonderdrucken  
 wenden Sie sich bitte an  
**Stefan Schwartze**,  
 ssschwartze@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 eingese-  
 sandte Manuskripte übernehmen wir keine Haftung!  
 Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung  
 der Redaktion und mit Quellenangaben gestattet.  
 Dem Verlag ist das ausschließliche, räumliche und  
 inhaltlich eingeschränkte Recht eingeräumt, das Werk/  
 den redaktionellen Beitrag in unveränderter oder  
 bearbeiteter Form für alle Zwecke beliebig oft selbst zu  
 nutzen oder Unternehmen, zu denen gesellschafts-  
 rechtliche Beteiligungen bestehen, sowie Dritten zur  
 Nutzung zu übertragen. Dieses Nutzungsrecht bezieht  
 sich sowohl auf Print- wie elektronische Medien unter  
 Einschluss des Internet wie auch auf Datenbanken/  
 Datenträger aller Art.

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

Unverlangt zur Rezension eingegangene Bücher  
 werden nicht zurückgesandt.

### Druck

westermann DRUCK | pva

Printed in Germany | ISSN 1436-2597



WILEY-VCH



# Webinare machen Appetit auf mehr...

Fordern Sie Ihr individuelles Angebot an:



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



**Florian Hoegn**  
+49 (0) 6201 606 522  
fhogn@wiley.com



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



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