

Aus dem Krisenmodus zur Zukunftsfähigkeit

NAMUR-Hauptsitzung zeigt Strategien für die Prozessindustrie S. 20

20 Jahre ChemCar-Wettbewerb

Von der Idee zum
etablierten Nachwuchs-
wettbewerb

S. 12

Daten statt Dokumente – der DPP

Der QR-Code liefert die
komplette Wartungs-
anleitung

S. 26

Batterierecycling – Technologiepfade und Perspektiven

Interview mit Prof. Sabrina
Zellmer, Fraunhofer IST

S. 44

WILEY  VCH



Seminare & Tagungen

Verfahrenstechnik

Vermittlung der Fachkunde für die Erstellung von Sicherheitsdatenblättern

17. - 19.03.26 in Essen

Prozess- und Anlagensicherheit

26.03.26 in Essen

Ähnlichkeitstheorie und Scale-up

13. - 14.04.26 in Essen

DAS BESONDERE HIGHLIGHT

Tagung 15. Essener Gefahrstofftage

13. - 14.04.26 in Essen

1 x 1 der Verfahrenstechnik

14. - 16.04.26 in Essen

Tagung Ertüchtigung von Flachbodentanks und Tanktassen

15. - 16.04.26 in Essen

Gefahrstoffbeauftragter

15. - 16.04.26 in Essen

Rohrleitungsplanung für Industrie- und Chemieanlagen

16. - 17.04.26 in Essen

Kunststoffe – Reaktionen, Eigenschaften und Anwendungen

20. - 21.04.26 in Essen

Kristallisationen in der chemischen und pharmazeutischen Industrie

21. - 22.04.26 in Essen

Einführung in die Pneumatische Förderung für Planer, Anwender, Ingenieure und Techniker

21. - 22.04.26 in Essen

Halterungssysteme industrieller Rohrleitungen

05. - 06.05.26 in Essen

Trocknen von Feststoffen in der Prozessindustrie

20. - 21.05.26 in Essen

Anlagenplanung für die Prozessindustrie – Projekte steuern, Technik gestalten

09. - 10.06.26 in Essen

Der Betriebsleiter in der chemischen – und Prozessindustrie

15. - 19.06.26 in Travemünde



IHRE ANSPRECHPARTNER:

Fachbereich Chemie – Brandschutz – Verfahrenstechnik

Dipl.-Ing. Kai Brommann

Fachbereichsleiter

Telefon: +49 (0)201 1803-251

Dipl.-Ing. Frank Adamczyk

Stellv. Fachbereichsleiter

Telefon: +49 (0)201 1803-373

E-Mail: fb5@hdt.de

www.hdt.de/verfahrenstechnik

Mit dem Zwilling in die Zukunft

Liebe Leserin, lieber Leser,

zum Jahresbeginn 2026 begrüße ich Sie herzlich zur ersten Ausgabe von CITplus. Das neue Jahr startet für unsere Branche mit wichtigen Impulsen: Im März öffnen gleich drei zentrale Fachmessen ihre Tore – die Maintenance, Pumps & Valves sowie die Solids & Recycling-Technik in Dortmund. Alle drei Veranstaltungen bieten Gelegenheit, sich über aktuelle Entwicklungen in der Prozessindustrie auszutauschen und neue Technologien kennenzulernen.



Etwina Gandert
Chefredakteurin

Auch der Blick zurück lohnt sich mit dem Bericht über die NAMUR-Hauptsitzung im vergangenen November (S. 20). Unter dem Motto „Aus dem Krisenmodus zur Zukunftsfähigkeit“ diskutierten 650 Automatisierungsexperten Strategien für Kosteneffizienz, Autonomie und Cybersecurity. Eine zentrale Erkenntnis: Der Weg zur autonomen Anlage muss nicht disruptiv verlaufen, sondern kann in kleinen, wirtschaftlich vertretbaren Schritten begangen werden. Dabei bleibt der Mensch der entscheidende Erfolgsfaktor – eine Botschaft, die in Zeiten von Fachkräftemangel und demografischem Wandel besonders relevant ist.

Digitalisierung ist für diesen Weg ein Schlüssel und so zieht sich der digitale Zwilling als roter Faden durch diese Ausgabe. Von der Asset Administration Shell als standardisierte Grundlage (S. 24) über den Digitalen Produktpass mit seinen praktischen Anwendungen in der Instandhaltung (S. 26) bis zur virtuellen Inbetriebnahme im Maschinenbau (S. 29) zeigen wir, wie diese Technologie den gesamten Anlagenlebenszyklus begleiten kann. Besonders eindrucksvoll wird dies im Beitrag zur integrierten Anlagenplanung ab Seite 32: Wenn R&I-Schemata, BIM-Modelle und 3D-Planung zu einem durchgängigen Informationsmodell verschmelzen, lassen sich Planungsfehler minimieren und Medienbrüche eliminieren.

Dass der digitale Zwilling nicht nur für Anlagen, sondern auch für Produkte relevant ist, zeigt das Interview mit Prof. Sabrina Zellmer vom Fraunhofer IST zum Batterierecycling. Sie erläutert, wie durchgängige Datenmodelle helfen, Batterien über ihren gesamten Lebenszyklus zu verfolgen – von der Fertigung über die Nutzung bis zum Recycling. Gerade bei der wachsenden Bedeutung von Kreislaufwirtschaft und den steigenden regulatorischen Anforderungen durch die EU-Batterieverordnung wird deutlich: Der Digitale Produktpass ist kein Selbstzweck, sondern ermöglicht erst die Rückgewinnung wertvoller Rohstoffe in industriellem Maßstab.

Ich wünsche Ihnen eine erkenntnisreiche Lektüre und freue mich auf Ihr Feedback.

Viele Grüße,

Ihre
Etwina Gandert

Chefredakteurin
etwina.gandert@wiley.com

Wiley Online Library



PS: Wenn Sie die digitalen Ausgaben und aktuelle News nicht verpassen wollen, melden Sie sich gerne kostenfrei an zu unserem Newsletter von Wiley Process Technology.
processtechnology.wiley.com

WILEY



Fünf Minuten Kaffee-pause...

...und dabei den wöchentlichen Newsletter von CHEManager studieren.

Effizienter und entspannter können sich Strategen und Entscheider der Chemiebranche nicht informieren!



<https://tinyurl.com/26g57bg>

Jetzt ganz einfach kostenlos registrieren:

<https://chemanager-online.com/de/newsletter/register.html>

CHEManager.com



Aus dem Krisenmodus zur Zukunftsfähigkeit

NAMUR-Hauptsitzung zeigt Strategien für die Prozessindustrie

20

Die Chemieindustrie steht unter Druck: Überkapazitäten und knappe Budgets erfordern neue Ansätze. Auf der NAMUR-Hauptsitzung 2025 diskutierten Automatisierungsexperten, wie bestehende Prozessanlagen effizienter genutzt, schrittweise autonome Anlagen in Betrieb genommen und Cybersecurity sichergestellt werden können. Der Mensch bleibt dabei zentraler Erfolgsfaktor.



Zentrale Technik für saubere Abluft

Einsatz von Aktivkohle im Rahmen der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft

42

KOMPAKT

6, 7, 10 Wirtschaft + Produktion

16 Personalia

18 Forschung + Entwicklung

19 Termine

REPORT

8 PAT transformiert

20. AK PAT Kolloquium mit Fokus auf künstliche Intelligenz und Innovationen
Dr. E. Gandert, CITplus

12 20 Jahre ChemCar-Wettbewerb

Von der Idee zum etablierten Nachwuchswettbewerb der Verfahrenstechnik
P. Neugebauer, kjVI by VDI

14 Verbundwerkstoffe

wirtschaftlich recyceln

ChemPlant-Gewinner EcoSolve stellen Verfahren zum GFK-Recycling vor
M. Uth, TU Dresden

TITELSTORY

20 Aus dem Krisenmodus zur Zukunftsfähigkeit

NAMUR-Hauptsitzung zeigt Strategien für Kosteneffizienz, Autonomie und Cybersecurity in der Prozessindustrie
Dr. E. Gandert, CITplus

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

24 Digitaler Zwilling und AAS – 2 Paar Schuhe?

Konzepte, Architektur und Killer-Applikation
B. Rauscher, Pepperl+Fuchs

26 Daten statt Dokumente

Vom QR-Code zur kompletten Wartungsanleitung – wie der Digitale Produktpass (DPP) zum Game-Changer für Hersteller und Anwender wird
Interview mit R. Dunker, R. Stahl

29 Virtuelles Rollenspiel

Einsatzmöglichkeiten von digitalen Zwillingen im Lebenszyklus einer Maschine
Interview mit H.-J. Müller, SEW-Eurodrive

ANLAGEN | APPARATE | KOMPONENTEN

- 32 Vom R&I-Schema
zum digitalen Zwilling**
Integrierte Planung von Anlagen jeder Größe
S. Schachow, CAD Schroer
- 36 Bau, Betrieb, Zukunft
– Anlagen neu denken**
Warum Bau und Betrieb bei Industrie-
anlagen von Anfang an gemeinsam
gedacht werden müssen
Interview mit M. Zang, Göhler Anlagentechnik
- 38, 39 Produkte**
von Spetec, Vogelsang und Ziemann Holvrieka

PUMPEN | KOMPRESSOREN | DRUCKLUFTTECHNIK

- 40 Druckluft und Wärme
energieeffizient produzieren**
Direkte Kopplung von Gasmotor
und Verdichter
Boge Kompressoren, Sokratherm

BETRIEBSTECHNIK | SICHERHEIT

- 42 Zentrale Technik für saubere Abluft**
Einsatz von Aktivkohle im Rahmen der Tech-
nischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft
J. Muthmann, CarboTech

BATTERIETECHNOLOGIE

- 44 Batterierecycling – Heraus-
forderungen, Technologiepfade
und Perspektiven**
Prof. Sabrina Zellmer von der TU Braun-
schweig erläutert im Interview mit CITplus die
aktuellen Hürden, technologischen Ansätze
und regulatorischen Entwicklungen für
effizientes Batterierecycling.
Interview mit Prof. S. Zellmer, Fraunhofer IST,
Technische Universität Braunschweig

MECHANISCHE VERFAHREN | SCHÜTTGUTTECHNIK | LOGISTIK

- 48 Pulver und Stäube dosieren
– und flexibel absaugen**
Flexibler Industriesauger bei
Kubota Brabender Technologie
G. Scheffels, Ruwac Industriesauger
- 49 Produkte**
von Amixon, Emerson und R. Stahl
- 50 Bezugsquellenverzeichnis**
- 51 Index/Impressum**

Beilagen

Bitte beachten Sie die Beilagen von
RCT Reichelt und Easyfairs in dieser
Ausgabe. Einem Teil der Auflage liegt eine
Beilage von Meorga bei.

CIT^{plus}

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



Willkommen im Wissenszeitalter

Wiley pflegt seine 200-jährige Tradition durch Partnerschaften mit
Universitäten, Unternehmen, Forschungs-einrichtungen, 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



MEORGA MSR-Spezialmessen

Frankfurt

**Mittwoch,
18.03.2026**
8.00 bis 16.00 Uhr
myticket
JAHRHUNDERTHALLE
Pfaffenwiese 301
65929 Frankfurt a.M.

Regionale Fachmesse

**Messtechnik
Steuerungstechnik
Regeltechnik
Automatisierungstechnik
Prozessleitsysteme**

Messebesuch inkl. Imbiss und
Fachvorträge ist kostenfrei.

Erforderliche
Besucher-Registrierung:
www.meorga.de
oder QR-Code scannen



MEORGA 2026

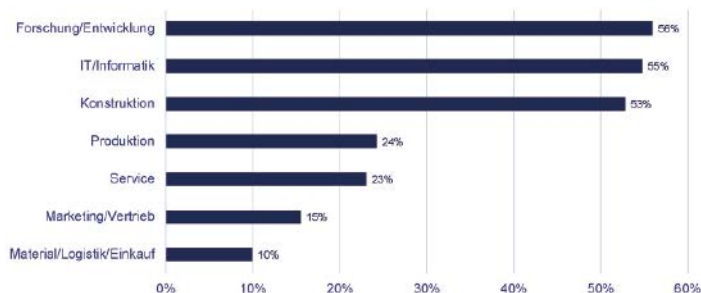
18.03.2026 **Frankfurt**
15.04.2026 **AT-Wien**
06.05.2026 **Bochum**
17.06.2026 **Halle (Saale)**
16.09.2026 **Ludwigshafen**
18.11.2026 **ES-Tarragona**

INGENIEUR-ERHEBUNG 2025

Engpässe nach Unternehmensbereichen

Unternehmen, die Engpässe in Bezug auf Akademiker/innen mit ingenieurwissenschaftlichem Abschluss beobachten, sehen diese in erster Linie für die Unternehmensbereiche Forschung und Entwicklung sowie IT/Informatik. Insbesondere bei kleineren Unternehmen steht dagegen der Bereich Konstruktion an erster Stelle.

Für welche Unternehmensbereiche sehen Sie Engpässe in Bezug auf Akademiker/innen mit ingenieurwissenschaftlichem Abschluss? Mehrfachauswahl möglich (n = 252; nur Unternehmen, die Anzahl von Ingenieur/innen mindestens stabil halten wollen und Engpässe beobachten)



VDMA

Volkswirtschaft & Statistik

© VDMA

Hartmut Rauen,
stellvertretender VDMA-
Hauptgeschäftsführer



Ohne Ingenieure keine Innovationen – bessere KI-Ausbildung gefordert

Laut der neuen VDMA-Ingenieurerhebung, an der gut 400 Maschinenbaubetriebe teilgenommen haben, wollen 77 % der befragten Unternehmen (bis 500 Beschäftigte) die Anzahl ihrer Ingenieurinnen und Ingenieure stabil halten. Weitere 17 % gehen sogar von einer Erhöhung aus. Weniger positiv sind die Erwartungen bei den größeren Unternehmen. Jedes vierte Unternehmen rechnet hier mit einer rückläufigen Zahl und nur 56 % gehen von einer stabilen Entwicklung aus. Gleichzeitig bestehen weiterhin Engpässe auf dem Arbeitsmarkt: 54 % der Unternehmen berichten von leichten, 17 % von starken Engpässen, die richtigen Ingenieurkräfte zu finden. „Der Druck auf unseren Innovationsstandort wächst und das gleich an mehreren Fronten“, kommentiert Hartmut Rauen, stellvertretender VDMA-Hauptgeschäftsführer, die Ergebnisse. „Eine wesentliche Basis unserer Innovationskraft droht zu erodieren.“ Denn der Trend bei den Ingenieuren spiegelt sich auch in der Forschung wider: Vor allem große Unternehmen rechnen mittlerweile mit einer stärkeren Ausweitung ihrer FuE-Aufwendungen im Ausland als im Inland.

Nur bessere Standortbedingungen sichern Innovationskraft

„Unsere Ingenieurinnen und Ingenieure innovieren aber nicht im luftleeren Raum. Wer Ingenieurbeschäftigung und damit die Innovationskraft in Deutschland wieder nachhaltig voranbringen will, muss den Standort auf Kurs bringen, und zwar schnell!“ Denn fast alle Unternehmen, die einen Personalabbau bei Ingenieurinnen und Ingenieuren planen, geben als Grund einen Auftragsrückgang bzw. eine schwierige wirtschaftliche Lage an. Bei zwei von drei Unternehmen, die Personal reduzieren wollen, spielen auch gestiegene Personalkosten eine Rolle. Zumindest in der Innovationspolitik sieht Rauen die Bundesrepublik mit der jüngst beschlossenen Hightech Agenda auf einem zielführenden neuen Kurs. „Aber jetzt kommt es auf Geschwindigkeit beim Umsetzen und auf Durchschlagkraft am Standort an, wofür wir mit unseren Produktionstechnologien stehen“, betont der stellvertretende VDMA-Hauptgeschäftsführer.

Weiter gute Zukunftsperspektiven für den Technikenachwuchs

Etwa 20 % der Ingenieurinnen und Ingenieure im Maschinen- und Anlagenbau werden voraussichtlich in den kommenden zehn Jahren in den Ruhestand gehen. Zusätzlich stellt die sinkende Zahl an Absolventinnen

und Absolventen – insbesondere in Maschinenbau/Verfahrenstechnik – eine Herausforderung für die Nachbesetzung dar. „Trotz aktuell beispielsweise Unsicherheiten und der anhaltenden konjunkturellen Schwäche ist der künftige Bedarf an Ingenieurinnen und Ingenieuren weiterhin gegeben“, sagt Rauen. „Als größter industrieller Arbeitgeber und wichtigster Ingenieurarbeitgeber bleibt der Maschinen- und Anlagenbau die Zukunftsbranche für den Technikenachwuchs mit Berufen, die begeistern und sinnstiftend sind. Denn wir sind es, die Zukunftslösungen erarbeiten, von erneuerbaren Energien über die humanoide Robotik bis hin zur nachhaltigen Ernährung der Weltbevölkerung.“

Engpässe halten an, KI-Kompetenzen werden wichtiger

Die überwiegende Mehrheit der Unternehmen beobachtet auf dem Arbeitsmarkt weiterhin Engpässe bei Ingenieurinnen und Ingenieuren. Dies betrifft in erster Linie die Unternehmensbereiche Forschung und Entwicklung sowie IT/Informatik. Insbesondere bei kleineren Unternehmen steht dagegen der Bereich Konstruktion an erster Stelle. Lediglich 29 % beobachten keine Engpässe. Für Unternehmen wird es immer wichtiger, dass Ingenieurinnen und Ingenieure über KI-Kompetenzen verfügen. 55 % halten anwendungsbezogene KI-Kompetenzen für eher wichtig, 31 % sogar für sehr wichtig. Bei großen Unternehmen ist dieser Anteil noch deutlich höher. Ähnlich ist es bei Daten- und Modellkompetenzen sowie Entwicklungs- und Integrationskompetenzen. Für mehr als 80 % der Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau zählt künstliche Intelligenz (KI) zu den wichtigsten Schlüsseltechnologien. Zugleich stellt KI neue Anforderungen an die Ausbildung von Ingenieurinnen und Ingenieuren an den Hochschulen. Fast jedes zweite befragte Unternehmen (49 %) ist jedoch der Ansicht, dass Ingenieurinnen und Ingenieure während des Studiums eher schlecht oder sehr schlecht auf den Umgang mit KI vorbereitet werden. Nur 23 % glauben dagegen, dass die Vorbereitung eher gut oder sehr gut ist. Insgesamt gehen 75 % der Befragten davon aus, dass der Bedarf an Ingenieurinnen und Ingenieuren durch KI stabil bleibt oder sogar steigt. „Der Einsatz von künstlicher Intelligenz bietet mannigfache Chancen, auch für angehende Ingenieurinnen und Ingenieure, die wir gemeinsam realisieren werden“, resümiert Rauen.

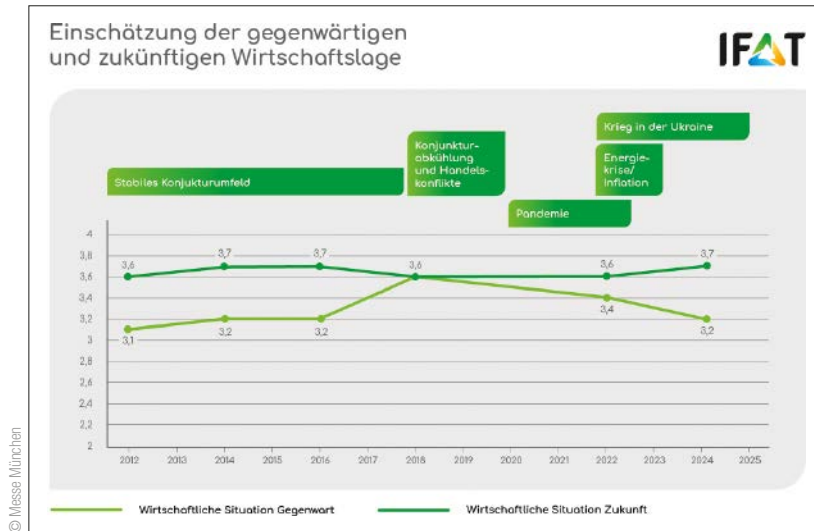
www.vdma.eu

IFAT-Munich-Jahr 2026: Umwelttechnik trotz Krise

Die Umwelttechnikbranche blickt mit bemerkenswertem Optimismus ins IFAT-Munich-Jahr 2026. Eine Langzeitanalyse der Weltleitmesse für Umwelttechnologien zeigt: Trotz konjunktureller Dellen und globaler

Krisen bleibt der Markt ein stabiler Zukunftstreiber für Infrastruktur, Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft. Über 13 Jahre ausgewertete Ausstellerbefragungen belegen, dass weder Konjunkturschwankungen noch die Pandemie die langfristigen Zukunftserwartungen der Branche nachhaltig beeinträchtigt haben. Obwohl die aktuelle wirtschaftliche Lage seit 2018 kritischer eingeschätzt wird, rechnen die Unternehmen weiter mit steigenden Investitionen in Umwelttechnologien. Die IFAT Munich 2026 (4.–7. Mai 2026) positioniert sich mit dem Schwerpunkt auf dem Übergang von linearen zu zirkulären Wertschöpfungsmodellen als Leitplattform dieser Entwicklung. Exhibition Director Philipp Eisenmann betont, dass Kreislaufführung, Ressourcenschutz und effiziente Infrastrukturen nicht nur ökologische, sondern auch wirtschafts- und sicherheitspolitische Imperative sind. Unter dem Motto „Circularity is a must“ rückt die Messe die strategische Bedeutung zirkulärer Ansätze für Versorgungssicherheit, die Reduktion von Abhängigkeiten und das Halten kritischer Rohstoffe im Wirtschaftskreislauf in den Mittelpunkt. Für Industrie und Kommunen eröffnen sich dadurch neue Geschäftsmodelle und Wertschöpfungspotenziale, die Wettbewerbsfähigkeit, Resilienz und nachhaltiges Wachstum gleichermaßen stärken.

www.ifat.de

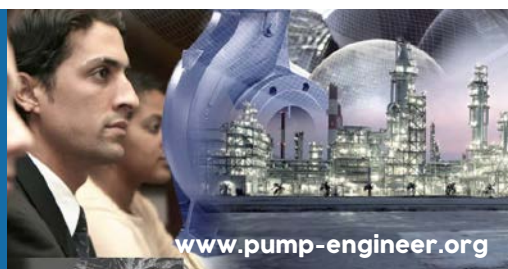


IFAT Munich-Aussteller blicken optimistisch in die Zukunft.

Solids & Recycling-Technik Dortmund 2026

Auf der Solids Dortmund, Fachmesse für Granulat-, Pulver- und Schüttgut-Technologien, stehen am 18. und 19. März 2026 effiziente Lösungen für das Verarbeiten, Handhaben, Lagern, Transportieren und Analysieren von Schüttgütern im Mittelpunkt. In diesem Jahr gibt es zudem besonderen Anlass zur Freude: 20 Jahre Solids Dortmund! Die Jubiläumsausgabe steht unter dem Motto „Ideen, die bewegen. Lösungen, die bleiben.“ Ausstellende Unternehmen präsentieren die gesamte Bandbreite der mechanischen Verfahrenstechnik: von Förder-, Dosier- und Siebtechnik über Zerkleinerungs-, Misch- und Lagertechnik bis hin zu Entstaubungs-, Filtrations- und Prozessautomatisierungslösungen für fein- bis grobkörnige Materialien. Parallel findet die Recycling-Technik Dortmund – Fachmesse für Recycling-Technologien – statt, die sich auf Maschinen, Anlagen und Komponenten für die Wiederaufbereitung und umweltge-

rechte Entsorgung konzentriert. Die enge Verzahnung von Schüttgut- und Recycling-Branche generiert wertvolle Synergieeffekte – im Sinne ressourcenschonender Lösungen, höherer Effizienz und nachhaltiger Ansätze. Auf der Solids präsentieren die Ausstellenden die gesamte Wertschöpfungskette der mechanischen Verfahrenstechnik für fein- bis grobkörnige Materialien. Wie lassen sich Schüttgüter effizient verarbeiten, handhaben, lagern, transportieren und analysieren? Antworten darauf erhalten Besucher im persönlichen Austausch mit den Expertinnen und Experten an den Ständen. Zwei kompakte Tage mit Ausstellung und vielfältigem Rahmenprogramm bieten die Möglichkeit, das Fachwissen auf den neuesten Stand zu bringen, Technologien live zu vergleichen, das eigene Netzwerk zu erweitern und die Zukunft der Schüttgut- und Kreislaufwirtschaft aktiv mitzugestalten. www.solids-recycling-technik.de



IHR FERNSTUDIUM FÜR PUMPENSPEZIFISCHES FACHWISSEN

- TECHNIK
- BETRIEB
- SYSTEM

START
JULI 2026

pump ing
PUMPENFACHINGENIEUR

In Kooperation mit Instituten der
TU Graz

29. PRAKTIKERKONFERENZ

*Pumpen in der Verfahrenstechnik,
Kraftwerks- und Abwassertechnik*

13. - 15. April 2026
Congress Graz

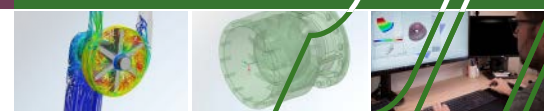


ANMELDUNG AUF
www.praktiker-konferenz.com

Prof. Dr.
Jaberg und Partner GmbH
Technologie und Strategie

Praktikerkonferenz
Graz

Prof. Dr.
Jaberg und Partner GmbH
Technologie und Strategie



TECHNOLOGIE | ENGINEERING SERVICES | STRATEGIE

IHR SPEZIALIST FÜR PUMPEN, TURBINEN & SYSTEME

- CFD SIMULATIONEN
- TROUBLE-SHOOTING
- VOR-ORT-ANALYSEN
- MODELLVERSUCHE NACH ISO



www.jabergundpartner.com

PAT transformiert

20. AK PAT Kolloquium mit Fokus auf künstliche Intelligenz und Innovationen



Keywords

- Prozessanalystechnik
- künstliche Intelligenz (KI)
- Autonomie



Zur Jubiläumsveranstaltung des AK PAT waren 115 Teilnehmende ins Dechema-Haus gekommen.

Beim 20. Herbstkolloquium Prozessanalytik trafen sich 115 Experten im Dechema-Haus in Frankfurt, um über den Einsatz von KI in der Prozessanalytik, die Rolle von PAT in der Transformation zu einer nachhaltigen Chemieindustrie und Anwendungen von PAT in der Biotechnologie und Pharmaproduktion zu diskutieren. Der Arbeitskreis feierte zugleich sein 20-jähriges Bestehen.

Unter dem Motto „PAT transformiert“ fand vom 3. bis 5. Dezember 2025 das 20. Herbstkolloquium Prozessanalytik im Dechema-Haus in Frankfurt statt. Die vom Arbeitskreis Prozessanalytik (AK PAT) der GDCh organisierte Veranstaltung zog 115 Teilnehmende an und stellte in ihrem Jubiläumsjahr die Frage, wie Prozessanalytik (PAT) die Transformation der Industrie mitgestalten kann.

Im Mittelpunkt des Kolloquiums standen Innovationen und industrielle Anwendungen von PAT. Darunter spektroskopische Methoden wie Raman zur Echtzeit-Analytik in der Flüssigphasen-Prozesssteuerung oder Inline-NIR zur Echtzeitüberwachung von Trocknungsprozessen mithilfe eines digitalen Zwillings. Die Online-Prozessanalytik ist nach Meinung von Ullrich Schünemann, BASF, ein unverzichtbarer und wachsender Baustein in Chemieanlagen – insbesondere mit Blick auf mehr Autonomie im Anlagenbetrieb. „Automatisierungstechnik und PAT sind wichtige Technologien, um die Wettbewerbsfähigkeit der Chemieproduktion in Europa wiederherzustellen.“ Er betonte dabei, wie wesentlich die interdisziplinäre und internationale Zusammenarbeit ist.

KI als Game-Changer in der Prozessanalytik

Vor diesem Hintergrund war der Einsatz künstlicher Intelligenz in der Prozessanalytik ein zentraler Schwerpunkt des Kolloquiums. In Vorträgen und Diskussionen wurden konkrete Anwendungsfelder vorgestellt: KI-gestützte Instandhaltung und vorausschauende Wartung von Messgeräten durch intelligente Auswertung der Gerätedaten, die Entwicklung von Softsensoren mit Machine-Learning-Algorithmen sowie der Einsatz von Chatbots und Agenten zur Unterstützung der Anwender. Im Workshop „Kann die KI der Chemometrie das Wasser reichen?“ wurde kontrovers diskutiert, inwieweit künstliche Intelligenz klassische chemometrische Methoden ergänzen oder ersetzen kann. Die Teilnehmer waren sich einig, dass KI nicht als Konkurrenz, sondern als Erweiterung des methodischen Werkzeugkastens zu verstehen ist. Ein weiterer Fokus lag auf der Rolle von Prozessanalytik und Automatisierung als Schlüsseltechnologien für autonome Produktionsanlagen. Die Vorträge zeigten, wie PAT-Systeme in Kombination mit Automatisierungstechnik den Weg zu selbstlaufenden, sich selbst optimierenden Anlagen ebnen können.

Biotechnologie und grüne Transformation

Daneben widmete sich das Kolloquium auch der Bedeutung von PAT für die Biotechnologie und für die grüne Transformation. Ein eigener Workshop „PAT in der Biotechnologie – Stand der Technik und Ausblick“ sowie die Beteiligung des AK Bio-PAT unterstrichen die wachsende Bedeutung von Prozessanalytik in der biotechnologischen Produktion. Außerdem widmete der AK PAT dem Thema grüne Transformation eine Session. Wolfgang Riedl, School of Life Sciences FHNW, berichtete, wie sich aus dem Zusammenspiel von innovativer Messtechnik und intelligenter Datenanalyse neues Prozessverständnis gewinnen lässt.

Ausstellung, Poster, Preise und Ausblick

Traditionell wurden während der Veranstaltung Nachwuchstalente gefördert: Der Michael Maiwald-Preis 2025 für herausragende Abschlussarbeiten wurde verliehen, ebenso Posterpreise und das Dialog-Stipendium. Der Michael-Maiwald-Preis ging an Markus Fritz für seinen herausragenden Beitrag „Simultaneous in-line Raman and mid-IR spectroscopy for monitoring of complex crystallization systems in the

Arbeitskreis Prozessanalytik

Der AK-PAT-Vorstand:

Dr. Tobias Eifert (Vorsitz; Anwender),
Covestro Deutschland, Uerdingen

Dr. Martin Gerlach (PAT-Senioren),
Bayer, Dormagen

Prof. Dr. Martin Jäger (Hochschule),
Hochschule Niederrhein, Krefeld

Marilena Pagano (Instrumentenhersteller),
Hellma, Müllheim

Felix Spiske (Junganalytik),
Technische Universität Freiberg

pharmaceutical industry“. Das Trialogstipendium erhält Lisa Riedlsberger für ihre Arbeit mit dem Titel „Chemometric Calibration of EC-QCL Spectroscopy for Real-Time Bioprocess Monitoring“. Sie setzt mit ihrem innovativen Promotionsprojekt zentrale Impulse. Die Posterpreise gingen an Dusko Kadjevic, Jan Brunner und Daniela Tomasetig für eine exzellente wissenschaftliche Darstellung aktueller Forschung. Erstmals vergab der AK PAT anlässlich des Jubiläums den Best (Young) Author Award der ABC Topical Collection. Der Preis für die beste Publikation ging an Karin Wieland und Felix Spiske. Mit ihren Publikationen haben die Wissenschaftler besonders zur Sichtbarkeit und Weiterentwicklung der PAT-Forschung beigetragen.

Die Ehrennadel des Arbeitskreises wurde an Rudolf Kessler verliehen. Als Gründungsmitglied, Visionär und langjähriger Impulsgeber hat er die Arbeit des AK PAT über zwei Jahrzehnte hinweg geprägt. Wir sind dankbar für sein außergewöhnliches Engagement – und dass wir diesen besonderen Moment gemeinsam feiern durften, so der AK PAT-Vorstand.

Begleitet wurde die Konferenz von einer Ausstellung namhafter Firmen der PAT-Branche. Insgesamt 17 Firmen präsentierten ihre neuesten Entwicklungen. Carl Zeiss Spectroscopy trat als Sponsor auf. Die Pausen nutzten die Teilnehmer zu einem regen Austausch mit den Referenten und Ausstellern.

Die Veranstaltung machte deutlich, dass PAT nicht nur teure, regulatorisch zwingende Technik bedeutet, sondern dass der intelligente Einsatz von PAT mehr und mehr zum Enabler für Effizienz und Autonomie wird. Der Einsatz von KI in PAT wird einen weiteren Schub geben, denn so lassen sich noch mehr Informationen aus den Analysedaten generieren. „Weil wir es können“, war daher die selbstbewusste Ansage von Martin Gerlach aus dem AK PAT-Vorstand, mit der er das mögliche Motto des nächsten Kolloquiums in den Raum stellte.



Den Michael-Maiwald-Preis verlieh der AK PAT an Markus Fritz für seinen herausragenden Beitrag „Simultaneous in-line Raman and mid-IR spectroscopy for monitoring of complex crystallization systems in the pharmaceutical industry“.



Begleitet wurde das Kolloquium von einer Ausstellung, auf der die Teilnehmenden sich rege fachlich austauschten.

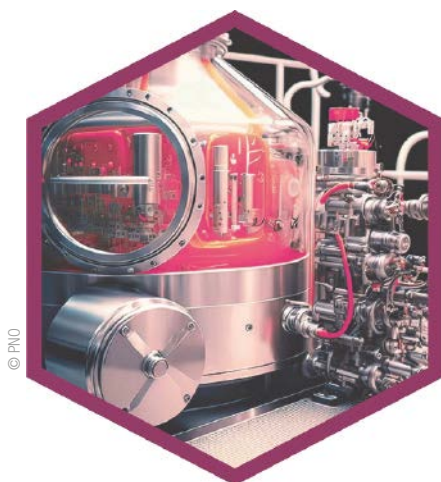
Der AK PAT zog ein positives Fazit: Wir blicken auf ein Herbstkolloquium zurück, das uns einmal mehr gezeigt hat, wie lebendig, innovativ und zukunftsorientiert die PAT-Community ist. Die Kombination aus fachlicher Tiefe, wertvollem Austausch und vielen persönlichen Begegnungen, hat die Veranstaltung zu einem besonderen Highlight gemacht.

Dr. Etwin Gandert,
Chefredakteurin CITplus

Wiley Online Library



Vorstand des Arbeitskreis Prozessanalytik
Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)
info@arbeitskreis-prozessanalytik.de
http://arbeitskreis-prozessanalytik.local



MTP Specification 2.0 für modulare Automatisierung

Profibus & Profinet International (PI) hat die Module Type Package (MTP) Specification 2.0 offiziell veröffentlicht. Die neue Version des Standards gilt als wichtiger Schritt für die modulare Automatisierung und soll Interoperabilität, Flexibilität und Effizienz bei Planung, Integration und Betrieb modularer Anlagen verbessern. Die Inhalte wurden von Experten der Trägerorganisationen PI, NAMUR und ZVEI abgestimmt und vom MTP Steering Committee freigegeben. Damit steht die Spezifikation für die Umsetzung in Produkten und Anwendungen zur Verfügung. Die Nutzungsrechte sind für Mitgliedsunternehmen wie gewohnt verfügbar, sodass eine Integration in Produkte und Engineering-Tools ohne zusätzliche Hürden möglich ist. Die Entwicklung von MTP 2.0 wurde von zahlreichen internationalen Unternehmen unterstützt. Experten aus Anwender-, Hersteller- und Engineering-Unternehmen arbeiteten in Joint Working Groups zusammen. Mehrere Mitgliedsunternehmen haben die neue Version bereits implementiert und im Rahmen eines Plugfests erfolgreich getestet. Die Ergebnisse bestätigen die Interoperabilität und die Praxistauglichkeit des Standards. Zu den zentralen Neuerungen zählen eine optimierte Interoperabilität zwischen Anlagenebene und Leitsystemen sowie funktionale Erweiterungen für zukünftige Anforderungen der Prozessindustrie. MTP 2.0 ist branchenübergreifend einsetzbar – von Chemie und Pharma bis zu Food & Beverage und weiteren Industriezweigen.

www.profibus.com



Baubeginn für Vega-Werk in Kuppenheim: Produktions-, Logistik- und Verwaltungsgebäude entstehen.

Vega baut neues Werk in Kuppenheim

Der Messtechnikhersteller Vega Grieshaber hat im Dezember 2026 den Bau eines neuen Unternehmensstandorts in Kuppenheim gestartet. Mit dem Projekt erweitert Vega seine Produktionskapazitäten und stärkt die globale Logistik. Der Hauptsitz bleibt weiterhin in Schiltach, wo die räumlichen Möglichkeiten für weiteres Wachstum ausgeschöpft sind. Bauherr ist die Grieshaber Real Estate Gesellschaft. Das Bauvorhaben wird auf einem rund 10,4 Hektar großen Gelände im Rahmen des Bebauungsplans „Ober-Hardrain“ realisiert. Im ersten Bauabschnitt entstehen zwei Produktionsgebäude mit insgesamt 32.000 m² Fertigungsflächen und integriertem Logistikbereich. Ergänzt wird dies durch ein Verwaltungsgebäude mit modernen Arbeitslandschaften, Meeting- und Kollaborationszonen sowie einem Betriebsrestaurant und einer Espressobar. Ein neues Hochregallager wird künftig als zentraler Umschlagplatz dienen. Das Unternehmen setzt bei dem Projekt auf nachhaltige Strukturen: Begrünte Fassaden und Dächer sowie Photovoltaikmodule sind vorgesehen. Das Unternehmen strebt eine Gold-Zertifizierung nach dem Qualitätssiegel der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) an. Laut Geschäftsführerin Isabel Grieshaber soll der neue Standort langfristig die Wettbewerbsfähigkeit sichern und Verantwortung in der Region übernehmen.

www.vega.com

Automotive Cells Company investiert in Batteriezellproduktion in Europa

Die Automotive Cells Company (ACC), ein Joint Venture von Mercedes, Stellantis und TotalEnergies (Saft), investiert in den Ausbau der Batteriezellproduktion in Europa. Für die Skalierung ihrer Pilotanlage in Nersac, Frankreich, setzt ACC auf Mischtechnologie des süddeutschen Anlagenbauers Eirich. Ziel ist es, Produktionsprozesse für Elektrofahrzeug-Batterien effizient und zukunftssicher zu gestalten. Eine zentrale Herausforderung bestand darin, eine Mischtechnologie zu finden, die sich problemlos auf die industrielle Serienproduktion übertragen lässt. Um Zeit und Kosten für eigene Testumgebungen zu sparen, nutzte ACC eine maßgeschneiderte Pilotanlage im Eirich-Technikum in Hardheim. Dort wurden Durchsatzleistung und Füllmengen unter realen Bedingungen geprüft und optimiert. Gleichzeitig erhielten ACC-Mitarbeitende praxisnahe Schulungen an den Maschinen. Nach erfolgreichen Tests entschied sich ACC für die Integration der Eirich-Technologie in Nersac. Yann Vincent,

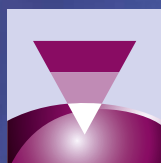
CEO von ACC, betont die Bedeutung technologischer Verlässlichkeit und Flexibilität für die Branche. „Um in unserer Branche langfristig führend zu bleiben, sind zwei scheinbar widersprüchliche Faktoren für uns entscheidend: Wir brauchen technologische Verlässlichkeit und gleichzeitige Flexibilität, die eine reibungslose und schnelle Anpassung an die fluktuierenden Ansprüche an Batterielösungen möglich macht.“ Dr. Stefan Gerl, Leiter Verfahrenstechnik bei Eirich, sieht die frühe Investition in die Technologie als Zeichen des Vertrauens. „Die Batterieindustrie entwickelt sich rasant weiter, und wir bei Eirich sind in der Lage, diese Dynamik mitzugehen. Unsere Kunden investieren in unsere Technologie, noch bevor nachgelagerte Maschinen vorhanden sind – ein starkes Zeichen für das Vertrauen in unsere Lösungen.“ Die Zusammenarbeit zeigt, wie Pilotanlagen und praxisnahe Tests den Weg für eine wettbewerbsfähige Batterieproduktion in Europa ebnen.

www.eirich.de



MESSE
MÜNCHEN

Eintauchen und erleben: die ganze Welt des Labors



analytica

Von Labortechnik über Analytik und Biotechnologie bis hin zur **analytica conference**: Die Laborwelt entwickelt sich rasant – und auf der analytica stehen Sie im Zentrum des Fortschritts. Die Weltleitmesse für Labortechnik, Analytik und Biotechnologie bietet auf 55.000 m² einen vollständigen Marktüberblick. Treffen Sie Marktführer und Experten, entdecken Sie Weltneuheiten und finden Sie die optimale Lösung für Ihren Bedarf.

24.–27.03.2026

analytica.de



© Verein Deutscher Ingenieure e.V. 2006

Beim ersten ChemCar-Wettbewerb 2006 traten acht Teams gegeneinander an.



Keywords

- **Nachwuchsförderung**
- **kreative junge Verfahrenstechniker (kjVI)**
- **VDI-GVC**
- **ChemCar**

20 Jahre ChemCar-Wettbewerb

Von der Idee zum etablierten Nachwuchswettbewerb der Verfahrenstechnik

Seit 20 Jahren begeistert der ChemCar-Wettbewerb Studierende, Betreuende und Organisierende gleichermaßen. Der Wettbewerb ist heute fest beim Verein Deutscher Ingenieure (VDI) in der Fachgesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (VDI-GVC) verankert und gilt als eines der sichtbarsten Instrumente der Nachwuchsförderung in der Verfahrenstechnik. Ein Blick zurück zeigt, warum ChemCar bis heute nichts von seiner Faszination verloren hat.

Das Team steht an der Startlinie, die Anspannung ist greifbar. Unzählige Stunden Entwicklungsarbeit und zahlreiche Testläufe stecken im ChemCar „Cool Runnings“. Doch beim Start im ChemCar-Wettbewerb 2015 bewegt sich das Fahrzeug keinen Zentimeter. Die endotherme Reaktion hat zwar begonnen, doch die Lösung gefriert nicht – und ohne Volumenausdehnung fehlt die Antriebskraft. Die Ursache: Das Fahrzeug hatte sich in der Pause zu stark aufgeheizt, die chemische Reaktion verlor den Kampf gegen die Sonnenwärme. Solche Dramen sind beim ChemCar-Wettbewerb keine Seltenheit – und genau sie machen seinen Reiz aus.

Von der Idee zum Wettbewerb

Den Anstoß zur Einführung des ChemCar-Wettbewerbs in Deutschland gab Prof. Ulrich Kunz, der 2005 in Glasgow den ersten internationalen Chem-E-Car-Wettbewerb des American Institute of Chemical Engineers erlebte. Beeindruckt von den Leistungen der Studierenden war für ihn klar: Auch die deutsche Verfahrenstechnik braucht ein vergleichbares Format. Gemeinsam mit Prof. Thomas Turek und Almut Sanchen wurde das Konzept bei der Dechema vorgestellt. Ziel war es, engagierte Studierende durch praxisnahe Aufgabenstellungen zu fordern und zu fördern. Als aktives Mitglied der kreativen jungen Verfahrenstechniker (kjVI by VDI) erkannte Almut Sanchen früh das Potenzial des Wettbewerbs für die strukturierte Nachwuchsarbeit innerhalb des VDI. ChemCar verbindet seither studentisches Engagement, ehrenamtliche Organisation und fachliche Exzellenz unter dem Dach der VDI-GVC.

Während sich das Regelwerk am internationalen Vorbild orientieren konnte, stellte die Finanzierung eine größere Herausforderung dar. Das anfängliche Startkapital von wenigen hundert Euro erwies sich jedoch als entscheidend: Nach ersten Unterstützern schlossen sich weitere Unternehmen an. Bis heute ermöglichen namhafte Sponsoren und Unterstützer die Durchführung des Wettbewerbs – inklusive Preisgeldern für die Gewinnerteams.

Die letzte Hürde war die Gewinnung der Teilnehmenden. Auch hier half das Engagement der Initiatoren: Prof. Kunz und Prof. Turek waren aktiv bei Studierenden und Kolleginnen und Kollegen. Neben der TU Clausthal fanden sich schnell weitere Teams aus Aachen, Darmstadt, Dortmund, Dresden und Graz. Beim ersten ChemCar-Wettbewerb 2006 traten schließlich acht Teams an. Heute – 20 Jahre später – erfreut sich der Wettbewerb weiterhin großer Beliebtheit.

Impulse für neue Forschungsaufgaben

Für Professorinnen, Professoren sowie wissenschaftlich Mitarbeitende eröffnet der ChemCar-Wettbewerb eine besondere Form des Austauschs mit Studierenden. „Der ChemCar-Wettbewerb bietet die einzigartige Möglichkeit, praktische Erfahrungen beim Bau eines durch chemische Reaktionen angetriebenen Fahrzeugs zu gewinnen. Studierende lernen, technische Herausforderungen durch Erfindungsreichtum zu meistern und Fehler mit Beharrlichkeit zu beseitigen. Für unser Institut war der Wettbewerb stets eine hervorragende Gelegenheit, hochmotivierte Studie-

rende kennenzulernen, gezielt zu fördern und für eine Promotion zu gewinnen,“ resümiert Prof. Thomas Turek, TU Clausthal. Darüber hinaus lieferten innovative Antriebskonzepte wie Redox-Flow- oder Metall-Luft-Batterien Impulse für neue Forschungsprojekte. Am Institut von Prof. Turek wurden seit 2015 zehn Promotionen in diesen Themenfeldern abgeschlossen – vielfach mit ehemaligen ChemCar-Teilnehmenden.

Ein klares Ziel statt abstrakter Theorie

„Durch begeisterte (ältere) Studierende bin ich auf den ChemCar-Wettbewerb aufmerksam geworden. Er bot mir die Möglichkeit, mein theoretisches Wissen praktisch anzuwenden. Unser Ziel war es, keine Standardreaktion zu nutzen, sondern etwas Einmaliges zu entwickeln,“ erinnert sich Dr. Angela Fromme, Ineos, im Team „Cool Runnings“ im Jahr 2015. Für Studierende ist ChemCar weit mehr als eine klassische Projektarbeit. Statt einer abstrakten Aufgabenstellung steht ein klar definiertes Ziel im Mittelpunkt, dessen Erreichen ein tiefes Verständnis der physikalischen und chemischen Grundlagen erfordert.

Auch Rückschläge gehören dazu – und prägen nachhaltig, weiß Dr.-Ing. Marina Becker, TU Clausthal. „Nach zwei gescheiterten Anläufen und einer beschädigten Batterie haben wir in einer Ferienwohnung über Nacht eine neue Batterie aufgebaut und bis kurz vor dem Wettbewerb kalibriert. Trotz minimalem Schlaf erzielten wir das beste Fahrerergebnis. Für mich war ChemCar der Ausgangspunkt meiner Entscheidung für eine Promotion.“

ChemCar 2025

Beim ChemCar-Wettbewerb 2025 auf der Powtech/Technopharm gewann das Team DeltaTU der TU Dortmund mit einem Antrieb basierend auf der exothermen Synthese eines ionischen Liquids den ersten Platz. Das Team ATOM Gammastara von der Brwijaya University in Indonesien belegte den zweiten Platz und das Team Methanol-O-bil errang den dritten Platz.

2026 feiert der ChemCar-Wettbewerb 20-jähriges Jubiläum. In diesem Jahr wird der Wettbewerb im Rahmen der Electrochemistry 2026 ausgetragen.

© Peter Pleignière 2006

Nicht immer gewinnt das Team mit dem besten Fahrergebnis. Der Wettbewerb verbindet Theorie und Anwendung.



Große Freude bei den Siegerteams und Juroren bei der Preisverleihung 2025 im Rahmen der Powtech/Technopharm.



© Xueqi Zhang 2025

Als Organisatoren erhalten die kjVI by VDI einen einzigartigen Blick hinter die Kulissen des Wettbewerbs. Dabei kommt es immer wieder zu unerwarteten Situationen – etwa, wenn nicht allein die Fahrleistung über den Sieg entscheidet, wie sich Dr. Angela Fromme erinnert. „In einem Wettbewerbsjahr sorgte es für Aufregung, dass das Team mit dem besten Fahrergebnis nicht gewann. Entscheidend ist eben das Gesamtpaket aus Konzept, Zuverlässigkeit und Präzision.“

ChemCar als Herzstück der Nachwuchsarbeit im VDI

Für die VDI-GVC ist der ChemCar-Wettbewerb weit mehr als ein studentischer Wettkampf. Er steht exemplarisch für den Anspruch der Fachgesellschaft, junge Menschen für die Verfahrenstechnik zu begeistern und sie aktiv in das VDI-Netzwerk einzubinden. „ChemCar ist für uns eines der emotionalsten und zugleich wirkungsvollsten Formate der Nachwuchsförderung“, betont Vivien Manning, Geschäftsfüh-

rerin der VDI-GVC. „Hier erleben Studierende Verfahrenstechnik in ihrer ganzen Bandbreite – von der Idee über den Laborversuch bis zur Präsentation vor Experten und Fachpublikum. Gleichzeitig zeigt der Wettbewerb, wie wichtig Eigenschaften wie Teamarbeit, Durchhaltevermögen und Kommunikation für den späteren Berufsalltag sind.“ Besonders wertvoll sei dabei die enge Verzahnung von Studierenden, Hochschulen, Industrie und Ehrenamt innerhalb des VDI. „ChemCar schafft Identifikation mit dem Fach und mit dem VDI – oft weit über das Studium hinaus“, so Manning weiter.

Blick in die Zukunft

Im Jahr 2026 treten zum 20. Mal Teams aus ganz Deutschland mit ihren kreativen ChemCar-Konzepten an. Die kjVI by VDI freuen sich, dass der Wettbewerb seit zwei Jahrzehnten Studierende und Betreuende begeistert – und sind überzeugt, dass ChemCar auch künftig ein wichtiger Impulsgeber für die Nachwuchsförderung in der Verfahrenstechnik bleibt.

Wir bedanken uns bei unseren aktuellen wie ehemaligen Sponsoren und Unterstützern für ihre langjährige Unterstützung.

Paul Neugebauer,

Co-Vorsitzender, kjVI by VDI

Dr. Ing. Almut Sanchen,

Geschäftsleitung, Sanchen Consulting

Prof. Dr.-Ing. Thomas Turek,

Technische Universität Clausthal – Institut für Chemische und Elektrochemische Verfahrenstechnik

Prof. emeritus Dr.-Ing. Ulrich Kunz,

Technische Universität Clausthal – Institut für Chemische und Elektrochemische Verfahrenstechnik

Dr.-Ing. Marina Becker,

Technische Universität Clausthal – Forschungszentrum Energiespeichertechnologien

Dr. Angela Fromm,

Betriebsleiterin Destillation & Verladung, Ineos Phenol

Wiley Online Library



VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und
Chemieingenieurwesen, Düsseldorf
chemcar@vdi.de · www.vdi.de



Gewinner-Teams und Juroren des ChemPlant-Wettbewerbs 2025 mit dem Gewinnerteam EcoSolve, Max Uth, Alina Wolter, Lennert Bruns, Vincent Wache, Tim Redlich (Studierende der TU Dresden).

Verbundwerkstoffe wirtschaftlich recyceln

ChemPlant-Gewinner EcoSolve stellen Verfahren zum GFK-Recycling vor



Keywords

- ChemPlant
- Nachwuchsförderung
- GFK-Recycling

Mit dem jährlich stattfindenden VDI-Wettbewerb ChemPlant fördert die VDI-Fachgesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (GVC) den ingenieurwissenschaftlichen Nachwuchs und fordert Studierende heraus, nachhaltige und wirtschaftlich tragfähige verfahrenstechnische Gesamtkonzepte zu entwickeln. In dieser kreativen Umgebung entstehen regelmäßig praxisnahe Lösungen für aktuelle Industrie- und Umweltprobleme. Einen besonders wegweisenden Ansatz präsentiert in diesem Jahr das Team EcoSolve der TU Dresden: Ihr innovatives Recyclingverfahren nutzt Mikrowellen-Solvolyse, um GFK-Rotorblätter ausgedienter Windkraftanlagen hochwertig zu verwerten. Damit zeigt das Projekt eindrucksvoll, wie studentische Ideen Impulse für eine zirkuläre Verbundwerkstoffwirtschaft setzen können.

Während der Zubau an Windkraftanlagen im letzten Jahrzehnt global an Schwung gewonnen hat, erreichen die ersten Generationen der Windkraftanlagen das Ende ihrer Lebensdauer. Dies konfrontiert die Entsorgungswirtschaft mit einer massiven Herausforderung: Tausende Tonnen Rotorblätter aus glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK) müssen verwertet werden. Die heutigen Nutzungsmöglichkeiten, wie die thermische Verwertung oder die Verwendung als Füllstoff im Straßenbau, werden dem Materialwert und den Ansprüchen an eine echte Kreislaufwirtschaft nicht gerecht. Das Team EcoSolve der TU Dresden entwickelte im Rah-

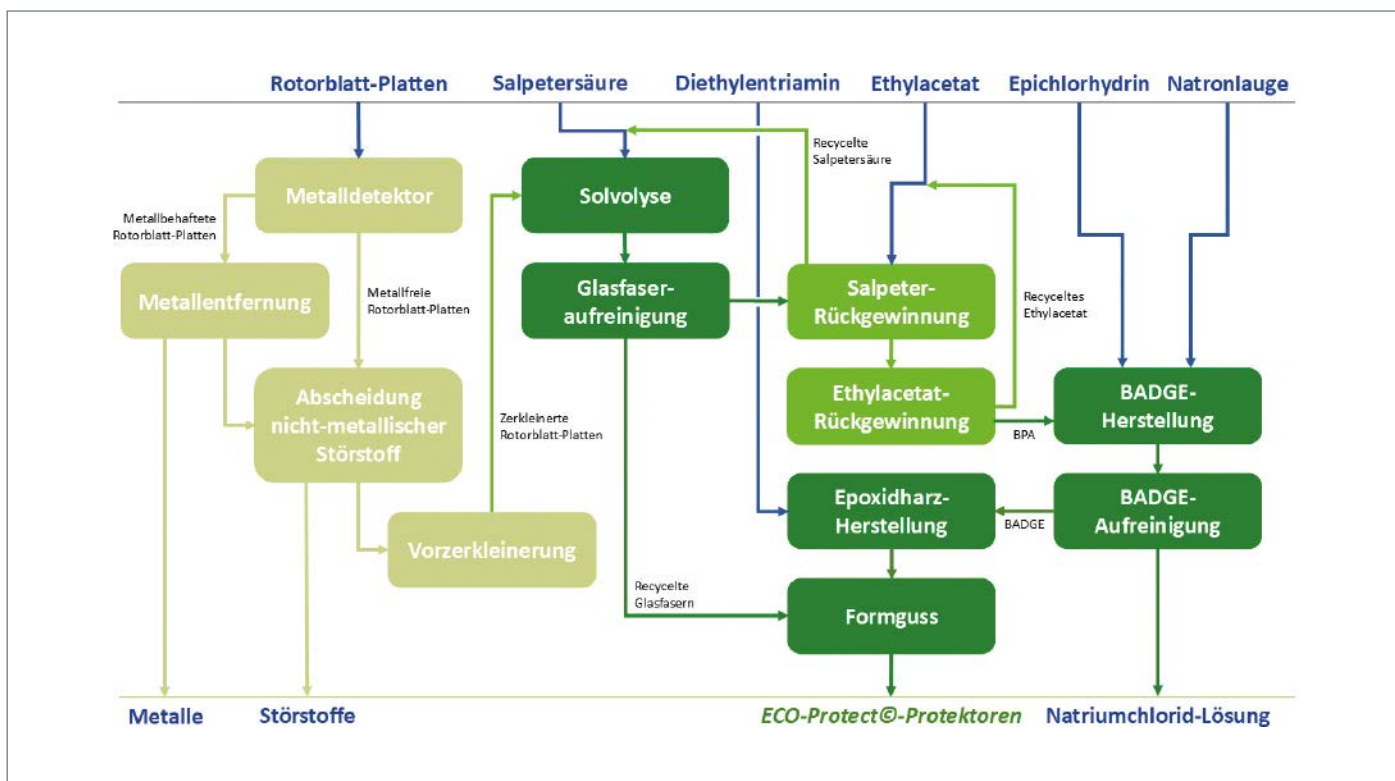
men des ChemPlant-Wettbewerbs 2025 ein nachhaltiges Verfahrenskonzept, das mittels Mikrowellen-Solvolyse nicht nur Glasfasern in hoher Qualität zurückgewinnt, sondern auch die Epoxidharz-Matrix chemisch recycelt. Damit bleiben die Materialeigenschaften weitestgehend erhalten und die Herstellung leistungsfähiger Produkte, wie bspw. Sport-Protektoren, wird ermöglicht.

Allein in Deutschland wird der Rückbau von 500 bis 750 Windrädern pro Jahr erwartet. Diese bestehen primär aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK), einem Verbundwerkstoff, dessen Komponenten Glasfasern und eine ausge-

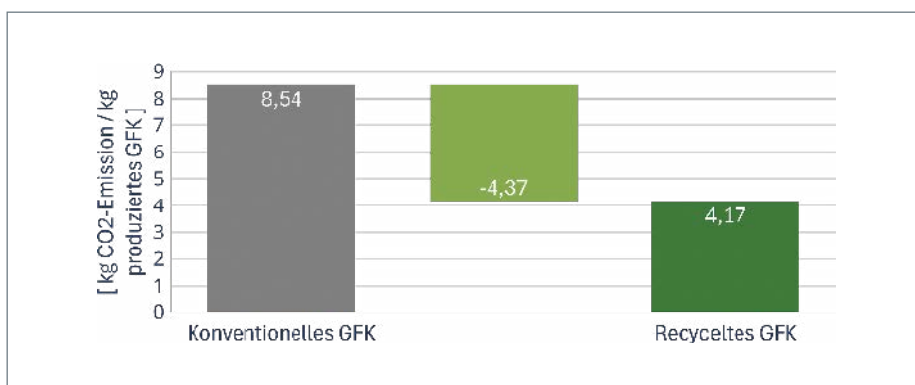
härtete Polymermatrix extrem stabil miteinander verbunden sind, so dass eine Auftrennung technisch anspruchsvoll ist. Das EcoSolve-Verfahren fokussiert sich auf GFK-Materialien mit Epoxidharzmatrix. Dabei wird die selektive Erwärmung durch Mikrowellenstrahlung genutzt, um den Solvolyseprozess zu intensivieren. Darüber hinaus kann der vorgesehene Solvolyseprozess vollständig mit erneuerbarer Energie betrieben werden und ermöglicht eine kostensparende Kreislaufführung der Lösungsmittel.

Der EcoSolve-Prozess

Das Anlagenkonzept ist auf eine Jahreskapazität von 5.000 Tonnen epoxidharzbasierten GFK ausgelegt. Der Prozess gliedert sich in vier Phasen: Vorbehandlung, Mikrowellen-Solvolyse, Matrixaufbereitung und Produkterstellung. Die Vorbehandlung trennt Störstoffe wie z.B. Metalle und Holz ab und realisiert eine Partikelgröße von 50 mm. Die Auftrennung der GFK-Materialien erfolgt in der nachgeschalteten Mikrowellen-Solvolyse, in der das Epoxidharz in Salpetersäure gelöst und so von den Glasfasern abgetrennt wird. In der nachfolgenden Aufbereitung wird die gelöste Matrix in ein lagerfähiges Epoxid-Monomer überführt. Dieses wird anschließend mit den zurückgewonnenen Glasfasern für die Herstellung neuartiger EcoProtect Sport-Protektoren verwendet. Zusätzlich können rezyklierte Wertstoffe wie Glasfasern, Epoxid-Monomere und Metalle, im Direktvertrieb angeboten werden.



▲ Verfahrensschritte für das GFK-Recycling im EcoSolve-Prozess



◀ CO₂-Emissionen für die Produktion von GFK-Neuware und von rezykliertem GFK.

Der EcoSolve-Reaktor

Um stabile chemische Verbindungen aufzubrechen, wird eine Kombination aus punktuelltem Energieeintrag mittels Mikrowellen und Salpetersäure als stark oxidatives Lösungsmittel angewendet. Die Effizienz von Mikrowellen wird dabei über die Eindringtiefe und den Verlustfaktor der Permittivität definiert. Hierfür wurde eine Frequenz von 434 MHz gewählt, die eine Eindringtiefe von 490 mm im Material gewährleistet. Die Permittivität ist abhängig vom Material und kann nur limitiert durch die Temperatur beeinflusst werden.

Das modulare, zweistufige Reaktorkonzept kann durch Numbering Up flexibel an die anfallenden Abfallströme (oder GFK-Mengen) angepasst werden. In der ersten Stufe kommt ein Single-Mode-Mikrowellenreaktor (EcoSolve-S) zum Einsatz, der eine gezielte Erwärmung der Epoxidharzpartikel, durch gleichgerichtete Mikrowellen erlaubt. Eine kontinuierliche Durchmischung der Suspension ist für eine effiziente

Reaktionsführung relevant, allerdings sind metallische Einbauten, wie etwa Rührer, in diesem Modus nicht zulässig. Dieser technischen Herausforderung wird begegnet, indem der EcoSolve-S Reaktor rotierend gelagert ist. Nach einer Verweilzeit von 44 Minuten im EcoSolve-S erfolgt die vollständige Überführung des Reaktorinhalts in den Multi-Mode-Reaktor (EcoSolve-M).

In dieser zweiten Stufe sorgt ein metallischer Rührer für eine Streuung der Mikrowellen, sodass eine homogene Erwärmung des gesamten Reaktionsvolumens erzielt wird. In dieser Stufe wird die Temperatur für die gesamte Verweilzeit von 12 h konstant gehalten. Unter den Reaktionsbedingungen nimmt das Epoxidharz aufgrund seiner Permittivität ca. 10 % der Energie der Mikrowellen auf. Die nicht im Prozess aufgenommene Strahlung wird zur Erzeugung von Warmwasser genutzt, das wiederum zur Temperierung der nachfolgenden Reaktions-schritte dient, sodass die Energieverluste auf ein Minimum begrenzt sind.

Der Weg zurück zum Harz

Nach der Solvolyse folgt die Phasentrennung. Ein Hydrozyklon separiert ungelöste GFK-Partikel und leitet sie zurück in den Reaktor, bevor die Glasfasern in einer Zentrifuge filtriert, gewaschen und bis zu einer Restfeuchte von 5 % getrocknet werden. Die zurückgewonnenen Fasern behalten aufgrund der schonenden Prozessführung einen Großteil ihrer mechanischen Eigenschaften.

Eine weitere verfahrenstechnische Herausforderung ergibt sich bei der Aufbereitung der flüssigen Phase. Anstatt das gelöste Harz als Reststoff zu entsorgen, ermöglicht der Eco-Solve-Prozess die Rückgewinnung wertvoller Monomerfraktionen. In einer Mixer-Settler-Apparatur wird das Bisphenol-A-(BPA)-Monomer mittels Ethylacetat selektiv aus der Salpetersäure extrahiert. Die Aufbereitung erfolgt über eine zweistufige Fallfilmverdampfung: Das Ethylacetat wird bei 77 °C abgedampft und im Kreislauf geführt. Durch gezielte Überschreitung der Löslichkeitsgrenze fällt BPA als Feststoff aus. Dieses wird nachfolgend mit Epichlorhydrin und im zweiten Reaktionsschritt mit Natronlauge zu Bisphenol-A-diglycidylether (BADGE) umgesetzt. Nach der Extraktion liegt ein reines, wiederverwendbares Epoxid-Monomer vor, welches mit einem entsprechenden Härter und den zurückgewonnenen Glasfasern wieder zu GFK-Komponenten verarbeitet werden kann.

CO₂-Einsparung und wirtschaftliches Potenzial

Das primäre Zielprodukt sind Formguss-Sportprotektoren als ökologisch nachhaltige Alternative zu herkömmlichen Protektoren. Aufgrund des kosteneffizienten Prozessdesigns mit konsequenter Kreislaufführung der Lösungsmittel und Nutzung der Abwärme des Mikrowellenreaktors, weist der EcoSolve-Prozess ein vielversprechendes wirtschaftliches Potenzial auf. So beträgt die prognostizierte dynamische Amortisationsdauer lediglich 3,6 Jahre. Die spezifischen CO₂-Einsparungen werden mit 4,2 t pro produzierte Tonne GFK abgeschätzt. Statt der Verbrennung der Rotorblätter und durch die Substitution von Primärmaterialien (Neuharz und Neufasern) leistet das Verfahren einen positiven Beitrag zur Dekarbonisierung der Verbundwerkstoffindustrie.

Fazit und Danksagung

Der EcoSolve-Prozess veranschaulicht ein innovatives Konzept für die nachhaltige Verwertung

von End-of-Life-GFK-Materialien auf Basis der Mikrowellen-Solvolyse. Durch die gezielte Kombination der Reaktionsführung mit einer abgestimmten Aufbereitungskette können nahezu alle Bestandteile eines Rotorblatts wieder in den Materialkreislauf überführt werden. Die bisherige Recherche belegt sowohl die ökologische als auch die ökonomische Leistungsfähigkeit des Ansatzes und zeigt das Potenzial, skalierbare Recyclingprozesse für großvolumige GFK-Anwendungen zu etablieren. Weiteres Optimierungspotenzial besteht in der Weiterentwicklung der Reaktorgeometrie sowie in der auf industrielle Maßstäbe ausgelegten Skalierbarkeit des Gesamtprozesses.

Die Bearbeitung des Projekts im Zuge des Chem-Plant-Wettbewerbs stellte für das gesamte Team eine bereichernde Erfahrung dar. Wir möchten uns bei der VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen und insbesondere bei den VDI-kjvI bedanken. Ohne die Unterstützung der Professur für Chemische Verfahrenstechnik der

TU Dresden, wäre die Bearbeitung nicht so erfolgreich verlaufen, weshalb wir uns bei unserer Betreuerin Carolin Deuter und bei Prof. Dr.-Ing. Markus Schubert herzlich bedanken möchten. Für die Antworten auf Fachfragen und Unterstützung beim Verständnis der Themen möchten wir uns außerdem bei Dr.-Ing. Jesus Nain Chamcho Hernandez (KIT) und Magdalena Milek (TUBAF) bedanken.

Max Uth,
Student, TU Dresden

Wiley Online Library



VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik
und Chemieingenieurwesen, Düsseldorf
chemplant@vdi.de · www.vdi.de/gvc

© Bilder-VDI-GVC



© Meorga

Meorga MSR-Spezialmesse in Frankfurt

Die Meorga veranstaltet am 18. März 2026 in der Myticket Jahrhunderthalle in Frankfurt a. M. eine Fachmesse für Mess-, Steuerungs- und Regeltechnik, Prozessleitsysteme und Automatisierungstechnik. Hier zeigen ca. 150 Fachfirmen ihr Leistungsspektrum, Geräte und Systeme, Engineering- und Serviceleistungen sowie neue Trends im Bereich der Automatisierung. Darüber hinaus können sich die Besucher in praxisnahen Fachvorträgen umfassend über den aktuellen Stand der MSR-Technik informieren. Auf den Ständen sind die jeweiligen regionalen Ansprechpartner vertreten, welche den größten Wert auf das lösungsorientierte Fachgespräch in einer professionellen und serviceorientierten Messeatmosphäre legen. Die Messe wendet sich an Fachleute und Entscheidungsträger, die in ihren Unternehmen für die Optimierung der Geschäfts- und Produktionsprozesse entlang der gesamten Wertschöpfungskette verantwortlich sind. Der Eintritt zur Messe und die Teilnahme an den Fachvorträgen sind für die Besucher kostenlos und sollen ihnen Informationen und interessante Gespräche ohne Hektik und Zeitdruck ermöglichen. Die erforderliche Besucherregistrierung erfolgt über Internetseite der Meorga. Hier wird der Besucherausweis mit QR-Code zur Verfügung gestellt, der zum kostenfreien Eintritt berechtigt.

www.meorga.de/frankfurt



© BASF

BASF nimmt elektrifizierten Steamcracker in Zhanjiang in Betrieb

BASF hat an ihrem neu errichteten Verbundstandort in Zhanjiang in Südchina den Steamcracker termingerecht in Betrieb genommen. Es ist der erste Cracker weltweit, der zum Betrieb seiner Hauptkompressoren (E-Drives) Strom zu 100 % aus erneuerbaren Quellen verwendet. Als Herzstück des Standorts liefert die Anlage die Basischemikalien Ethylen und Propylen an mehrere nachgeschaltete Produktionsbetriebe und bildet so den Startpunkt für zahlreiche chemische Wertschöpfungsketten. Parallel hat BASF in Zhanjiang weitere petrochemische Anlagen, darunter Einheiten für Ethylenoxid, Ethylenglykol, Propylen-Folgeprodukte sowie Polyethylen, sicher in Betrieb genommen. Der Verbundstandort, der zu 100 % mit Strom aus erneuerbaren Quellen versorgt wird, soll nach Ludwigshafen und Antwerpen der drittgrößte BASF-Standort weltweit werden und als Referenz für nachhaltige Chemieproduktion in China und global dienen. Die Produktion zielt vor allem auf den chinesischen Markt, der als größter und am schnellsten wachsender Chemiemarkt weltweit gilt.

www.basf.com



Ehemaliger CEO und Präsident des Verwaltungsrats Martin Becker (links) und neuer CEO Alexander Heizler (rechts).

KNF ernennt Alexander Heizler zum neuen CEO

Der Membranpumpenhersteller KNF hat einen Führungswechsel vollzogen: Im Januar 2026 hat Alexander Heizler die Position des Chief Executive Officer (CEO) übernommen. Heizler ist seit 2009 im Unternehmen tätig und verantwortete seit 2021 als Chief Operating Officer (COO) die operativen Prozesse. Seine Ernennung soll Kontinuität sichern und die langfristige Ausrichtung des familiengeführten Unternehmens unterstreichen. „Ich fühle mich geehrt, die Rolle des CEO zu übernehmen“, erklärte Heizler. „KNF steht für technologische Exzellenz, starke Werte und ein engagiertes globales Team.“ Martin Becker, der das Unternehmen über 40 Jahre prägte und davon 26 Jahre als CEO leitete, zieht sich aus der operativen Führung zurück. Er konzentriert sich künftig auf seine Rolle als Präsident des Verwaltungsrats und bleibt dem Unternehmen als Anteilseigner verbunden. Becker betonte, die Übergabe sei ein persönlicher Schritt und er vertraue Heizler, KNF mit Verantwortung weiterzuführen.

www.knf.com

Internationale Allianz stärkt Zusammenarbeit in der Armaturenindustrie

Mit Wirkung zum 10. Dezember 2025 haben führende Armaturenverbände aus Europa, den USA und Japan die International Valves and Taps Alliance ins Leben gerufen. Die Allianz richtet sich an die gesamte Wertschöpfungskette der Branche und umfasst Gebäude- und Industriearmaturen sowie Armaturenantriebe.

Ziel ist es, internationale Erfahrungen zu bündeln und gemeinsame Positionen gegenüber Politik und Regulierungsbehörden zu vertreten. Damit sollen technologische, regulatorische und umweltpolitische Anforderungen in den verschiedenen Märkten besser bewältigt werden. „Die Armaturenindustrie ist hervorragend aufgestellt für zentrale Zukunftsthemen wie sauberes Trinkwasser, Energiewende, Wasserstoff oder Kreislaufwirtschaft. Gleichzeitig befindet sich unsere Branche in einer Phase tiefgreifenden Wandels“, erklärt Axel Weidner, Vorsitzender des Fachverbands Armaturen.

Die Initiative geht auf einen internationalen Verbändeaustausch im Rahmen der AVR-Mitgliederversammlung in Mailand zurück. Neben dem VDMA Armaturen haben Verbände aus Spanien, Italien, dem Vereinigten Königreich, Frankreich, USA, Japan, Türkei, Schweden, Polen und der Schweiz die Absichtserklärung unterzeichnet. Weitere Organisationen können sich anschließen – ein starkes Signal für globale Zusammenarbeit und gemeinsame Perspektiven.

www.vdma.eu/de

Helga Linnartz übernimmt Geschäftsführung bei Endress+Hauser Level+Pressure

Endress+Hauser Level+Pressure erhält eine neue Geschäftsführerin: Dr. Helga Linnartz übernimmt zum 1. Februar 2026 die Leitung des Kompetenzzentrums für Füllstands- und Druckmesstechnik in Maulburg. Die promovierte Physikerin ist seit 1998 im Unternehmen tätig und war zuletzt Geschäftsführerin der niederländischen Vertriebsgesellschaft. Sie folgt auf Dr. Dirk Mörmann, der im März 2025 bei einem Autounfall verstarb.

Linnartz begann ihre Karriere als Produktmanagerin für Durchflussmesstechnik in Reinach und übernahm später Führungspositionen im Vertrieb. „Frau Linnartz bringt umfassende Erfahrung aus verschiedenen Bereichen unserer Vertriebs- und Produktzentren mit“, betont Dr. Andreas Mayr, COO der Gruppe. Das Kompetenzzentrum beschäftigt rund 3.000 Mitarbeitende weltweit und entwickelt Lösungen für Füllstands- und Druckmessung sowie Bestandsmanagement. Neben dem Hauptsitz in Maulburg gehören Standorte in Europa, Amerika und Asien zum Netzwerk.



Dr. Helga Linnartz, Endress+Hauser Level+Pressure.

www.de.endress.com

COMMUNITY
CELEBRATION

GET 2 CONGRESS TICKETS AND
ECA MEMBERSHIPS WITH 1 REGISTRATION



24./25. MÄRZ 2026

WIESBADEN, RHEINMAIN CONGRESSCENTER

8

Conferences

100

Speakers

120

Exhibitors



Profitieren Sie in 8 Konferenzen des PharmaCongress von der Erfahrung der über 100 Expertinnen und Experten aus Industrie und Behörden und tauschen Sie sich mit über 1.000 Kolleginnen und Kollegen aus. Lernen Sie in der PharmaTechnica Expo außerdem in Live Demos und an den Ständen der 120 Aussteller die neuesten Produkte und technologischen Entwicklungen der führenden europäischen Anbieter kennen. Mit Ihrem Ein- oder Zweitagesticket stellen Sie sich einfach Ihr individuelles Programm für PharmaCongress & PharmaTechnica Expo zusammen. Mehr erfahren Sie über den QR-Code oder unter pharma-congress.com.

CONCEPT
HEIDELBERG

Supported by



Academy
Your GMP/GDP
Information Source

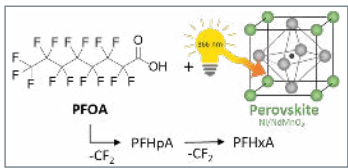


onlinelibrary.wiley.com

© Brandenburg University of Technology Cottbus-Senftenberg

Photocatalytic Degradation of PFOA with Porous Lanthanoid Perovskites Nano Catalyst

Perfluorooctanoic acid (PFOA), a persistent environmental pollutant, poses significant health and ecological risks. This study investigates for the first time the photocatalytic degradation of PFOA using novel doped perovskite catalysts under polychromatic UV–VIS irradiation with a peak emission at 366 nm. A series of nickel- and lanthanide-doped perovskites (NiMn₂O₄, LaMnO₃, NdMnO₃, and their nickel-doped variants) were synthesized via a facile co-precipitation technique and characterized using X-ray diffraction (XRD), UV–VIS diffuse reflectance spectroscopy (UV–VIS-DRS), scanning electron microscopy with energy-dispersive X-ray spectroscopy (SEM–EDX), N₂-physisorption, and microwave plasma atomic emission spectroscopy (MP–AES). Photocatalytic experiments revealed that Ni/NdMnO₃ exhibited the highest degradation efficiency toward PFOA, likely due to its small band gap energy of 1.5 eV, facilitating efficient C–C bond cleavage.

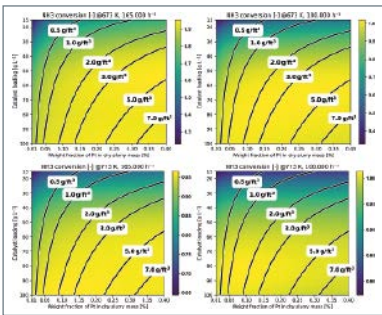


Julia Schowarte, Brandenburg University of Technology Cottbus-Senftenberg, Fachgebiet Prozess- und Anlagentechnik
julia.schowarte@b-tu.de · DOI: 10.1002/cite.70027

On the Usability of Pt/Al2O3 Catalysts for Exhaust Gas After Treatment in Ammonia Combustion Engines

Ammonia combustion engines for marine vessels are attractive due to zero CO₂ emissions but can lead to increased NH₃ and NO_x fractions in the exhaust. An NH₃/NO_x ratio exceeding 1 renders conventional selective catalytic reduction systems inadequate for sufficient emission reduction. This study investigates whether the required stoichiometry can be achieved using Pt-based oxidation catalysts, with only a portion of the exhaust stream directed through the catalyst in a simulated bypass configuration. Catalyst loading, platinum content, temperature, and space velocity were systematically varied with the aim of minimizing N₂O formation concurrently. A Gaussian process model was employed to interpolate activity and selectivity between experimental data points. The study identifies the factors influencing N₂O generation and discusses potential conditions for the application of Pt-based catalysts in ammonia combustion systems.

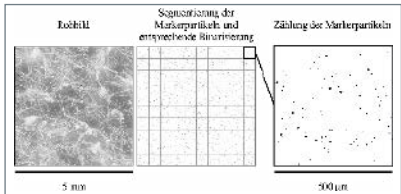
Prof. A. Roppertz, Faculty of Chemistry, Hochschule Niederrhein, University of Applied Sciences
andreas.roppertz@hs-niederrhein.de · DOI: 10.1002/cite.70040



© Hochschule Niederrhein

Quantitative Charakterisierung der inhomogenen Anströmung der Filterschicht bei der Staubabscheidung mit Oberflächenfiltern unter Verwendung von Markerpartikeln – Teil 1: Das methodische Vorgehen

Bei der Oberflächenfiltration zur Staubabscheidung stellen sich, bedingt durch die Inhomogenität der Struktur der filternden Faserpackung, entsprechende lokale inhomogene Anströmungsverhältnisse über die Oberfläche der Filterschicht ein. Diese lokalen Verhältnisse ändern sich mit zunehmender Staubflächenbelastung, da die Abscheidung der gasgetragenen Staubpartikel an der Filterschicht zusätzliche Strömungswiderstände verursacht und dadurch zu einem Ausgleich der lokalen



Unterschiede führt. Ein neuer Ansatz zur experimentellen Untersuchung dieser inhomogenen Anströmungsverhältnisse bei der Staubabscheidung mit Oberflächenfiltern, der eine gezielte Probenpräparation mit sogenannten Markerpartikeln, eine passend abgestimmte Bildanalyse sowie eine adäquat entwickelte Auswertungsmethode beinhaltet, wird am Beispiel eines ausgewählten Nadelfilz-Filtermediums vorgestellt und diskutiert.

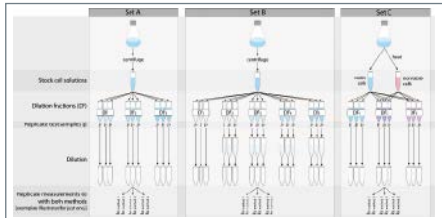
PD Dr.-Ing. habil. Qian Zhang, Institut für Partikeltechnologie, Bergische Universität Wuppertal
zhang@uni-wuppertal.de · DOI: 10.1002/cite.70041

© Bergische Universität Wuppertal

Performance Comparison between Semi-Automated and Manual Cell Counting for Animal Cell Culture

Determining cell density and viability with (semi-)automated methods enables rapid cell cultivation analysis. However, scientific validation is required, typically by comparing results to manual counting. To address this, we present a method to evaluate and compare two cell counting methods exemplified by a manual and a semi-automated method (Countstar BioTech). Experiments followed validation parameters aligned with the International Council for Harmonization (ICH) Q2(R1) guideline and a dilution series design based on ISO 20391-2:2019. Both the semi-automated and manual methods showed comparable specificity and linearity for Chinese hamster ovary (CHO)-K1 cells. The semi-automated method exhibited superior repeatability for total cell density, whereas cell viability results showed no significant difference.

Prof. Dr. Miriam Pein-Hackelbusch, Institute for Life Science Technologies (ILT.NRW), OWL University of Applied Sciences and Arts · miriam.pein-hackelbusch@th-owl.de · 10.1002/cite.70048



© Institute for Life Science Technologies (ILT.NRW)

Februar 2026

Aktualisierungskurs für Projektleiter und Beauftragte für Biologische Sicherheit	19. Feb.	online	Dechema-Forschungsinstitut, kurse@dechema.de
Sicherer Betrieb von Anlagen – Betreiberverantwortung und Anlagendokumentation	24.–25. Feb.	Essen	Haus der Technik, info@hdt.de , www.hdt.de/seminare-workshops
GLP „Refresher“ Kurs	24. Feb.	Online	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de , www.gdch.de
„Wärmeübertrager Basisplanung – Heuristische Regeln – Kostenschätzung“	24.–26. Feb.	Essen	Haus der Technik, info@hdt.de , www.hdt.de/seminare-workshops
38th Irsee Natural Product Symposium	25.–27. Feb.	Irsee	Silke Kwasniok, silke.kwasniok@dechema.de , www.dechema.de
Jahrestreffen der Dechema/VDI-Fachgruppen Extraktion, Mischvorgänge und Grenzflächenbestimmte Systeme und Prozesse 2026	25.–26. Feb.	Frankfurt am Main	Natalie Wiesner, natalie.wiesner@dechema.de , www.dechema.de
37. Deutsche Zeolith-Tagung	25.–27. Feb.	Stuttgart	Matthias Neumann, matthias.neumann@dechema.de , www.dechema.de

März 2026

Die Qualitätssysteme GMP (Gute Herstellungspraxis) und GLP (Gute Laborpraxis) im Überblick – Ein Leitfaden der Guten Praxis	02. Mrz.	Frankfurt am Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de , www.gdch.de
Effiziente Herstellung kosmetischer Emulsionen im Produktionsmaßstab	03. Mrz.	Frankfurt oder Online: Sie haben die Wahl	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de , www.gdch.de
Jahrestreffen der Dechema/VDI-Fachgruppen Kristallisation und Trocknungstechnik 2026	04.–06. Mrz.	Frankfurt am Main	Chereén Semrau, chereen.semrau@dechema.de , www.dechema.de
Industrielle Bioverfahrenstechnik und Aufarbeitung von Biomolekülen	04.–05. Mrz.	Essen	Haus der Technik, info@hdt.de , www.hdt.de/seminare-workshops
Basiswissen Chemie für Kaufleute und Techniker	09.–11. Mrz.	Augsburg	Haus der Technik, info@hdt.de , www.hdt.de/seminare-workshops
D-A-CH Algen Summit 2026	11.–12. Mrz.	München	Nina Weingärtner, nina.weingaertner@dechema.de , www.dechema.de
German Conference on Synthetic Biology 2026 (GCSB 2026)	11.–13. Mrz.	Münster	Kristina Böhlendt, kristina.boehlendt@dechema.de , www.dechema.de
Fruchtsäfte, fruchtsaffhaltige Getränke: Technologie, Untersuchung und Beurteilung	12. Mrz.	Berlin	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de , www.gdch.de
Funktionale Sicherheit in der Prozessindustrie – Grundlagen – Neu: Blatt 5 der VDI/VDE 2180	17.–18. Mrz.	Frankfurt am Main	Dechema-Forschungsinstitut, kurse@dechema.de
59. Jahrestreffen Deutscher Katalytiker	18.–20. Mrz.	Weimar	Simone Kinkel, simone.kinkel@dechema.de , www.dechema.de
Funktionale Sicherheit in der Prozessindustrie - SIL-Berechnung leicht gemacht	19. Mrz.	Frankfurt am Main	Dechema-Forschungsinstitut, kurse@dechema.de
NMR-Spektrenauswertung	23.–27. Mrz.	Frankfurt am Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de , www.gdch.de
Jahrestreffen der Dechema-Fachsektion Energie, Chemie und Klima	24.–25. Mrz.	Frankfurt	Jacqueline Luque-Hornero, jacqueline.luque@dechema.de , www.dechema.de
GLP-Intensivtraining mit QS-Übungsaufgaben: Methodenvvalidierung und Gerätequalifizierung unter GLP (Gute Laborpraxis) – mit Praxisteil	24.–25. Mrz.	Frankfurt am Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de , www.gdch.de
VDI-Betriebsingenieure Rhein-Main-Neckar: Predictive Maintenance	24. Mrz.	Dreieich	VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen, Stefan Klein, stefan.klein2@bayer.com



Visit the International Battery Production Conference
Braunschweig | Steigenberger Parkhotel | www.battery-production-conference.de

Conference from 4th to 5th November
Networking event on 6th November

Sponsor & Motto 2026

 **PEPPERL+FUCHS**



FROM SMART SHOPFLOORS TO DIGITAL BUSINESS MODELS



© Gandert, CITplus

Sebastian Mahler, Covestro, stellt Pepperl+Fuchs als Sponsor der nächsten Hauptsitzung am 5. und 6. November 2026 vor.

Aus dem Krisenmodus zur Zukunftsfähigkeit

NAMUR-Hauptsitzung zeigt Strategien für Kosteneffizienz, Autonomie und Cybersecurity in der Prozessindustrie



Keywords

- **Prozessautomatisierung**
- **autonomer Anlagenbetrieb**
- **Kosten-Nutzen**

Die Chemieindustrie steht unter Druck: Überkapazitäten und knappe Budgets erfordern neue Ansätze. Auf der NAMUR-Hauptsitzung 2025 diskutierten Automatisierungsexperten, wie bestehende Prozessanlagen effizienter genutzt, schrittweise autonome Anlagen in Betrieb genommen und Cybersecurity sichergestellt werden können. Der Mensch bleibt dabei zentraler Erfolgsfaktor.

Die Lage der Chemieindustrie, sowohl in Deutschland als auch weltweit, ist angespannt. Überkapazitäten belasten den Markt – eine Tatsache, die die 650 Teilnehmer der NAMUR-Hauptsitzung nicht überraschte. Überraschend war jedoch die Rekordzahl an Experten aus der Industrie, die zur Konferenz kamen, und die Entschlossenheit der Branche, nicht zu resignieren, sondern kosteneffiziente Lösungen zu entwickeln. Ein Ansatz: Mit bestehender Technik im Brownfield den Weg zur autonomen Anlage ebnen. Die Referenten betonten,

wie wichtig es ist, Betriebsleiter und Ingenieure von Anfang an in diesen Transformationsprozess einzubinden.

Meilensteine auf dem Weg zur autonomen Anlage

Nach der Begrüßung durch Tobias Schlichtmann (BASF) und der Vorstellung des Sponsors Krohne hielten Attila M. Bilgic und Dagmar Dirzus von Krohne die erste Keynote mit dem Titel

„Future-proofing our industry: Meilensteine auf dem Weg zur autonomen Anlage“. Damit war das Leitthema der Sitzung gesetzt.

Wie der Weg aus dem Krisenmodus der Chemieindustrie gelingen kann, zeigten die Automatisierungsexperten in den folgenden Vorträgen. Ein zentrales Stichwort war Wettbewerbsfähigkeit. Olaf Abel (BASF) machte deutlich, dass Investitionen oder Schließungen davon abhängen, wie effizient bestehende Anlagen genutzt werden. Sein Credo: „Good is good enough.“ Statt in teure High-End-Messtechnik

zu investieren, gelte es, die vorhandene Basisautomation besser zu nutzen und die verfügbaren Daten konsequent einzusetzen. Kosteneffizienz rückt stärker denn je in den Fokus.

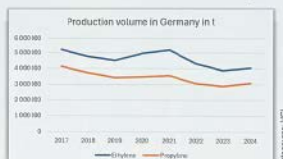
Dazu gehört auch, bspw. eine hohe Anlagenverfügbarkeit als ein wichtiges Betriebsziel zu hinterfragen. Im Teillastbetrieb kann es sich lohnen, Wartungen nach anderen Kriterien zu planen, als das bisher der Fall war, wie Michael Krauß, BASF, erläuterte. In seinem Vortrag „More for Less“ rechnete er plakativ vor, dass sich noch 5 % Einsparpotenzial bei 20 % geringeren Automatisierungskosten realisieren lassen.

Im Takt der Realität

Ein weiteres zentrales Thema war die Cybersecurity. Thomas Steffen (BASF) und Andre Wardaschka (Evonik) präsentierten als Mitglieder der NAMUR-Taskforce Cybersecurity ein „Kochrezept“ für den Umgang mit Herausforderungen jenseits der Technik. Sie forderten, dass der Cyber Resilience Act keine kürzeren Lebenszyklen oder höheren Kosten verursachen dürfe. Lösungen müssten rückwärtskompatibel und interoperabel sein.

The (petro-) chemical industry is shrinking

- According to Cefic, closures of plants with a capacity of 11 million t/a have been announced in 2023/2024.
- Approximately 20% of the steam cracker capacity existing in 2021 is idled, is or will be decommissioned, or is for sale.



Olaf Abel, BASF: Automatisierung und Autonomie – Schlüsselemente der europäischen Prozessindustrie

Auch 2025 wurde die 88. NAMUR-Hauptsitzung, das Klassentreffen der Automatisierungsbranche, seinem Ruf gerecht: fachlicher Austausch unter bekannten Gesichtern in vertrauter Umgebung.

Verbesserungen für Mitarbeiter erlebbar macht. Die NAMUR sieht er als Brückenbauer, um die Akzeptanz von künstlicher Intelligenz zu fördern, offene Standards voranzutreiben und gesetzliche Anforderungen zu harmonisieren.

Warum der Mensch über den Erfolg entscheidet

Wie entscheidend der Mensch für die Autonomie ist, zeigten Danny Haubold (BASF) und Roger Kpenougou (Covestro) in ihrem Vortrag „Faktor Mensch – Warum Autonomie mehr ist als Technik“. Sie verdeutlichten, warum es im Betrieb manchmal hakt und wie wichtig es ist, Mitarbeiter einzubinden. Technologie schafft Möglichkeiten, doch die Umsetzung liegt in den Händen der Menschen.

Zum Abschluss der Konferenz fasste Tobias Schlichtmann die Themen zusammen und zeigte sich optimistisch: In der Krise liege immer auch eine Chance. „From smart shopfloors to Digital Business Models“ könnte eine solche Chance sein. Pepperl+Fuchs, Sponsor der NAMUR-Hauptsitzung 2026, will dafür technische Lösungen anbieten. Die NAMUR-Community wird sich am 5. und 6. November 2026 wieder in Neuss treffen.

Dr. Etwina Gandert
Chefredakteurin, CITplus

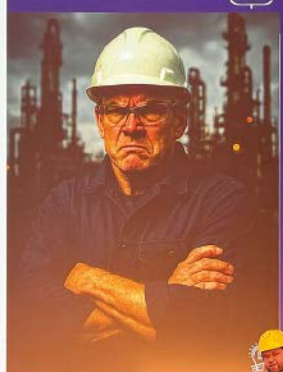
Wiley Online Library



NAMUR-Geschäftsstelle, Monheim
c/o Bayer AG
Christine Oro Saavedra
Tel.: +49 214 30 71034
office@namur.de · www.namur.net/de

Role play - The practitioner

Autonomy? What am I supposed to do with that?
I know exactly how to run this plant — I've been doing it for 25 years.
I can still squeeze out a few extra percentage points of efficiency when it really matters.
And let's be honest — without me, this place would break down every other day.
I don't need your automation.
And in the end, you probably just want to cut my job anyway.
So no — I'm not going along with this!



Danny Haubold, BASF, und Roger Kpenougou, Covestro, stellten anschaulich dar, warum der Mensch ein wesentlicher Erfolgsfaktor im Betrieb ist.

Das Workshop-Programm griff Themen wie Ethernet-APL, Datennutzung, künstliche Intelligenz, Verwaltungsschalen (AAS), MTP sowie praktische Aspekte wie mobiles Arbeiten, Inspektionsroboter, Dokumentation und Maschinensicherheit auf.

Den zweiten Konferenztag eröffnete Dorothea Pantförder, TU München, Leiterin des AK Communication & Collaboration der NAMUR, mit der Überschrift „Im Takt der Realität“ und betonte in ihren Ausführungen, dass nicht die Automatisierung zählt, die alles kann, sondern die, die das Richtige kann. Vor diesem Hintergrund sei es wichtig, Studierende und deren Ideen stärker in den Betrieb zu integrieren. Anschließend wurden die NAMUR-Awards verliehen: an Artan Markaj für seine Dissertation an der Helmut-Schmidt-Universität Hamburg und an Tobias Schmid für seine Masterarbeit am Karlsruher Institut für Technologie.

In den folgenden Keynotes beleuchteten Emanuel Trunzer und Sven Seintsch den Sta-

tus der Ethernet-APL-Technologie. Die Technik ermöglicht eine schnelle und einfache Inbetriebnahme, doch Ethernet-APL erreicht Marktreife in einer Zeit knapper Budgets. Neue Geräte dürfen daher nicht wesentlich teurer sein, um breite Anwendung zu finden, mahnten die Experten.

Der dritte Vortrag knüpfte wieder an das Leitthema Autonomie an. Tobias Schlichtmann zeigte, wie der autonome Betrieb vom Automatisierungsprojekt zum Leitmotiv für eine wettbewerbsfähige europäische Chemieindustrie werden kann. Der Transformationspfad müsse nicht disruptiv, sondern in kleinen Schritten beschritten werden, um kurzfristig Kosten zu senken und Anlagen auch im Teillastbetrieb selbstoptimierend zu fahren. Schlichtmann betonte, wie wichtig es ist, Betriebsleiter frühzeitig einzubinden. Angesichts des Fachkräftemangels und der sinkenden Bereitschaft zur Schichtarbeit sei der autonome oder teilautonome Betrieb eine reale Notwendigkeit. Zudem müsse eine Fehlerkultur etabliert werden, die

WILEY

World-wide,
English-language
virtual event

VIRTUAL EVENT

Digitalization in the Chemical Industry

Efficiency, Sustainability, and Innovation



Wednesday, April 29, 2026

How digitalization supports decarbonization and defossilization and increases plant and equipment availability.

Target Audience:

- Executives and strategic decision-makers
- Operations and plant managers
- Process and automation engineers
- IT and data specialists
- Maintenance and procurement professionals
- Innovation and R&D leaders

Key Topics:

- Real-time process optimization
- Predictive maintenance & plant availability
- AI-driven decision-making
- Energy & resource efficiency
- Safety, compliance, and innovation

Speakers:

How digitalization increases plant and equipment availability

Jens-Christian Blad, Head of Production,
Technology, Safety and Environment (PTSE),
Lanxess

How digitalization supports decarbonization and defossilization

Christian Gondek, Head of Digitalization
Business Segment Decarbon Technologies,
Thyssenkrupp



Sponsorship Opportunities:

€10,000 (excl. VAT)

€7,900 (excl. VAT)

Option 1: Keynote Sponsorship

- Keynote Sponsorship plus a dedicated 40–45 min session, including 5–10 min for Q&A
- Access to registration data for your session
- Logo & company profile on the event page
- Mention in all promotional materials

Option 2: Session Sponsorship

- Host a 40–45 min session, including 5–10 min for Q&A
- Access to registration data for your session
- Logo & company profile on the event page
- Mention in all promotional materials

Reach:

The event will be promoted to a combined audience of over **100,000 professionals** across Europe through the CHEManager and CITplus networks, including:

- Print and digital editions, newsletters, LinkedIn campaigns and targeted email marketing
- previous event: >250 participants, >20% requested information

Contacts:



Stefan Schwartze

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



Hagen Reichhoff

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



Thorsten Kritzer

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

**Book your
sponsorship now!**

Organized by:

WILEY  Process Technology

CHEManager

CITplus

Digitaler Zwilling und AAS – 2 Paar Schuhe?

Konzepte, Architektur und Killer-Applikation

Digitaler Zwilling und Asset Administration Shell (AAS) bilden zentrale Bausteine der modernen Industrie 4.0, wobei die AAS als standardisierte digitale Verwaltungsschale jedes physischen oder digitalen Assets einen einheitlichen, interoperablen Zugriff auf Eigenschaften, Dienste und Ereignisse ermöglicht.



Keywords

- **digitaler Zwilling**
- **Digital Twin**
- **Asset Administration Shell (AAS)**
- **Digitaler Produktpass (DPP)**

Neben der künstlichen Intelligenz wird momentan der digitale Zwilling als „Sau durchs Automatisierungs-Dorf“ getrieben. Und das, obwohl der Begriff nun schon viele Jahre bekannt ist: Eine erste Anwendung gab es schon 1970 bei der NASA im Projekt Apollo 13, seinerzeit wurde eine digitale Kopie der Raumkapsel am Boden mit den Live-Daten des realen havarierten Fahrzeugs aus dem All „gefüttert“. Mit Hilfe dieser Simulation wurde damals erfolgreich eine Strategie zur hochdramatischen Rettung der Kapsel samt Besatzung erarbeitet.

Ausgesprochen positiv besetzt wird der Begriff „digitaler Zwilling“ – nicht nur in der Automatisierung – inzwischen beinahe schon inflationär für so gut wie jede virtuelle Abbildung von physisch realen Vorgängen verwendet. Stadtplanung, Logistik oder Medizin sind Beispiele für andere Bereiche, in denen ebenfalls digitale Zwillinge genutzt werden, um reale Entwicklungen zu simulieren, daraus Vorhersagen zu generieren und schlussendlich wiederum Maßnahmen daraus abzuleiten.

Zurück in der Automatisierung ist festzustellen, dass die meisten mehr oder weniger auf dem Prinzip des digitalen Zwillings basierenden Lösungen nicht interoperabel mit anderen Lösungen sind. Die Zwillinge bleiben sozusagen innerhalb ihrer Familien gefangen, weil mit dem Begriff lediglich eine Vorgehensweise benannt wird, ohne diese genauer zu spezifizieren oder gar zu standardisieren.

Hier setzt das Urgestein von Industrie 4.0 mit der sehr deutschen Bezeichnung „Verwaltungsschale“ an, erdacht als „Container“ mit standardisierter Semantik und Format für alle Daten, welche ein reales Objekt über seinen gesamten Lebenszyklus hinweg beschreiben. Als „Asset Administration Shell“ (AAS) ist der Verwaltungsschale nicht nur die Verbreitung außerhalb Deutschlands gelungen, sondern sie wurde auch als IEC 63278 international standardisiert. Die Bezeichnung „Asset“ anstelle von „Objekt“ wurde mit Industrie 4.0 eingeführt, um zu verdeutlichen, dass es nur für Objekte „von Wert“ eine digitale Repräsentation geben muss.

Neben „Verwaltungsschale“ und „Asset Administration Shell“ hat sich gefährlicherweise mit „Digital Twin“ eine dritte Bezeichnung etabliert. Gefährlich deshalb, weil damit die Abgrenzung zum „digitalen Zwilling“ verloren geht. Davor hat die von einigen namhaften Unternehmen der Automatisierungsbranche für die Verbreitung, Weiterentwicklung und Pflege der AAS gegründete Dachorganisation jedoch keine Angst und nennt sich selbstbewusst „International Digital Twin Association“ (IDTA).

Die Asset Administration Shell ist der standardisierte Digitale Zwilling

Die AAS kann also als semantische Standardisierung des völlig undefinierten digitalen Zwillings gesehen werden, welche als digitaler Repräsentant eines physischen oder digitalen Assets fungiert. Sie modelliert Zustand, Eigenschaften, Funktionen und Beziehungen eines Objekts in einer eindeutigen, maschinenlesbaren Struktur. Die Inhalte der AAS gliedern sich in Submodellen, die standardisierte Inhalte wie

Identifikation, technische Daten, Lebenszyklusinformationen, Wartungs- und Nutzungsdaten, Sicherheits- und Datenschutzaspekte sowie Kommunikationsschnittstellen kapseln. Die Submodelle stellen modulare Inhaltsbausteine für unterschiedliche Informationsbereiche dar wie bspw.:

- Technische Daten und Identifikation,
- Zustand, Messwerte, Kalibrierinformationen,
- Wartungspläne, Servicehistorie,
- Sicherheits- und Datenschutzinformationen,
- Nachhaltigkeits- und Umweltkennzahlen,
- Lebenszyklus- und Änderungsmanagement.

Innerhalb der Submodelle werden standardisierte Begriffsdefinitionen und Codes verwendet (z. B. ECLASS, OPC UA Companion Specifications). Mit diesen Semantiken und Ontologien werden konsistente Bedeutungen der Inhalte sichergestellt.

Die offene Struktur der AAS stellt deren Erweiterbarkeit sicher und ermöglicht eine branchen- und lieferkettenübergreifende Interoperabilität. Die AAS ermöglicht so den Austausch

Um eine automatisiert nutzbare Verbindung zwischen dem physischen Produkt und seiner AAS sicherzustellen, wurde in IEC 61406 als weltweit eindeutige Kennung die Verwendung einer URI standardisiert, deren Aufbau festgelegt sowie eine maschinenlesbare Darstellung in Form eines 2D-Barcodes vorgeschrieben. Die Norm spezifiziert auch Größe und Ausführung des 2D-Barcodes.

Anwendung beim Digitalen Produktpass

Die EU-Verordnung „Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR)“ schreibt zu verschiedenen Produktgruppen die Bereitstellung von Digitalen Produktpässen (DPP) vor. Die Einführung erfolgt schrittweise beginnend ab Februar 2027 für Batterien und nachfolgend für Textilien, Elektronikprodukte sowie weitere Branchen.

Der DPP soll alle wesentlichen Produktdaten über den gesamten Lebenszyklus hinweg zentral sowie standardisiert verfügbar machen. Informationen zu Materialien, Herstellungsprozessen, Nutzung, Wartung, Reparaturmöglichkeiten, Recyclingpfaden und Nachhaltigkeitskennzahlen wie dem Product Carbon Footprint (PCF) sollen darin aggregiert werden. Welche

des digitalen Produktpasses sowohl für Hersteller als auch Anwender äußerst interessant ist.

Die Asset Administration Shell (AAS) eignet sich perfekt als technischer Kern für die Implementierung des DPP. Dieser Ansatz wird vom ZVEI als „DPP 4.0“ aufgegriffen und die AAS dabei als das System zur Datenübermittlung der Inhalte bezeichnet („DPP-System“ und „DPP-Inhalt“). Als „DPP 4.0“ wird dazu eine Asset Administration Shell definiert, die neben dem Teilmodell „Digital Nameplate“ die über EU-Verordnungen geforderten Informationen in weiteren, auf den „Delegated Acts“ aufbauenden Teilmodellen enthält. Das Teilmodell „Digital Nameplate“ ergänzend, wurde in das Konzept „DPP 4.0“ ein 2D-Barcode mit dem ID-Link des Produktes integriert, basierend auf der IEC 61406.

Viele Hersteller von Automatisierungskomponenten haben sich zur Einführung der Asset Administration Shell als System zur Informationsbereitstellung entschieden und arbeiten an der Umsetzung der nötigen Infrastrukturen. Man möchte die knappe Zeit bis zur DPP-Pflicht effektiv nutzen, auch wenn die geforderten Inhalte noch nicht endgültig festgelegt sind. Auf vielen Produkten sind auch schon QR-Codes als maschinenlesbare Identifier zu sehen, mit denen auf Produktdaten verlinkt wird.

Mit „DPP 4.0“ eröffnet die Erfüllung von regulatorischen Vorgaben eine standardisierte Methode, um Produktinformationen aller Art digital bereitzustellen. Vielfältige Anwendungen können mit der Asset Administration Shell als elektronischem Datenaustauschformat interoperabel umgesetzt werden, so dass ein hoher Kundennutzen entsteht. Und um auf die Frage in der Überschrift zurück zu kommen: Die „2 Paar Schuhe“ digitaler Zwilling und Asset Administration Shell verhalten sich zueinander ähnlich wie auf Maß angefertigte Schuhe zu solchen, deren Passform sich nach einem anerkannten Schuhgrößensystem richtet. Auf dass niemals der Schuh drückt!

QR-Code als maschinenlesbarer Identifier

von Asset-Informationen zwischen unterschiedlichen Herstellern, SaaS-Anbietern und ERP-/MES-Systemen und wird damit zur neutralen und verlässlichen Schnittstelle, über welche digitale Produkte, Maschinen, Sensoren und Dienstleistungen beschrieben werden – unabhängig von der konkreten Herstellertechnologie. Praktisch bedeutet das: Eine AAS ermöglicht das nahtlose Zusammenwirken von Maschinen, IoT-Plattformen, PLM-/CAD-Systemen, ERP und Supply-Chain-Lösungen zu einem kohärenten digitalen Ökosystem.

Daten genau anzugeben sind wird für die einzelnen Produktgruppen in sogenannten „Delegated Acts“ verbindlich festgelegt.

Primäre Intention des DPP ist die Förderung der Kreislaufwirtschaft, indem Transparenz über die Zusammensetzung der Produkte geschaffen wird für Hersteller, Benutzer und schließlich auch Recyclern. Aber auch für viele andere Anwendungsfälle – besonders in der Automatisierung – ist eine auf Standards basierende maschinenlesbare Bereitstellung von Produktdaten von großem Nutzen, weshalb die Idee



Benedikt Rauscher,
Senior Manager External
Collaboration, Pepperl+Fuchs

Wiley Online Library



Pepperl+Fuchs SE, Mannheim

Tel.: +49 621 776 0

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



Keywords

- Digitaler Produktpass
- digitaler Zwilling
- Automatisierung
- Instandhaltung

Daten statt Dokumente

Vom QR-Code zur kompletten Wartungsanleitung – wie der Digitale Produktpass (DPP) zum Game-Changer für Hersteller und Anwender wird

R. Stahl ist ein Vorreiter beim Thema Digitaler Produktpass und hat nun eine Software für den DPP entwickelt, die als White-Label-Lösung verfügbar ist. Im Gespräch erläutert Roland Dunker von R. Stahl, wie digitale Zwillinge auf Basis der Verwaltungsschale die Datenweitergabe entlang der Wertschöpfungskette konsequent ohne Medienbrüche ermöglichen, welchen Nutzen Anbieter haben und wie Betreiber und Wartungspersonal davon profitieren.



Roland Dunker, R. Stahl

CITplus: Herr Dunker, R. Stahl positioniert sich als Softwareanbieter für den Digitalen Produktpass (DPP). Wie kam es zu dieser Entwicklung und an wen richtet sich Ihre neue Softwarelösung?

Roland Dunker: Der Ausgangspunkt war praktisch: Wir hatten keinen Platz mehr auf Typenschildern für die weltweiten Ex-Zertifizierungen – ATEX, IECEx, CCC, UL. Das führte zu unterschiedlichen Materialnummern für identische Produkte. 2021 starteten wir ein Projekt zum digitalen Typenschild, stellten aber fest: Nur digitale Typenschilder helfen Kunden zu wenig. So kamen wir auf den digitalen Zwilling mit der Verwaltungsschale als IEC-Standard für interoperable Daten. 2022 präsentierten wir einen Demonstrator auf der SPS und erwarteten skeptische Reaktionen. Das Gegenteil trat ein: Die Anwender wollten genau diese Lösung. Parallel arbeiteten wir in der europäischen Normung mit. 2024 launchten wir dann unser produktives Portal auf der Achema. Der Kundenwunsch führte nun zur White-Label-Lösung: Jeder kann damit eigene Instanzen nutzen und bekommt die komplette Infrastruktur für seine Verwaltungsschalen.

Wen adressieren Sie mit dieser Lösung?

R. Dunker: Ganz klar industrielle Unternehmen – Konsumprodukte sehen wir weniger im Fokus. Aber alles, was im industriellen Kontext produziert wird, ist relevant: Komponentenhersteller ebenso wie Anlagen- und Maschinenbauer. Jeder muss gemäß der ESPR-Verordnung

zukünftig diese Daten zur Verfügung stellen, und jeder ist Teil der Wertschöpfungskette.

Sie erwähnten die ESPR-Verordnung. Können Sie kurz erläutern, was dahintersteckt?

R. Dunker: Die ESPR-Verordnung – Ecodesign for Sustainable Products Regulation – verfolgt drei große Ziele: Erstens die Reduktion der CO₂-Emissionen. Zweitens den Aufbau einer Kreislaufwirtschaft. Wenn ich vorher weiß, woraus ein Produkt besteht und wie ich es demontiere, kann ich Recycling deutlich effizienter und ressourcenschonender durchführen, als es einfach zu shreddern. Drittens die Erhöhung der Nachhaltigkeit von Produkten, wie das Wiederverwenden von Teilen.

Die dazu notwendigen Informationen sind im Digitalen Produktpass hinterlegt. Dieser wird Pflicht für alle Produkte und Komponenten. Es gibt nur drei große Ausnahmen: Fahrzeuge, Lebensmittel und Medizinprodukte – wobei die Maschinen zur Herstellung medizinischer Produkte eine Auslegungsfrage sind. Alles andere, ob Schraube, Granulat für Kunststoffspritzen oder komplette Maschine, braucht zukünftig einen DPP, sonst darf das Produkt nicht mehr in Verkehr gebracht werden.

Ab wann wird der Digitale Produktpass Pflicht?

R. Dunker: Die ersten Produktgruppen sind ab Mitte 2026 betroffen. Es gibt einen ESPR Working Plan, der skizziert, wann die EU welche Produktgruppen damit belegen will. Wichtig zu wissen: Sobald ein Delegated Act für eine Pro-

duktgruppe veröffentlicht ist, gibt es noch eine Übergangsfrist von maximal 18 Monaten. Der Working Plan reicht bis 2030, wobei Industrien sich auch zusammenschließen und Themen freiwillig vorziehen können.

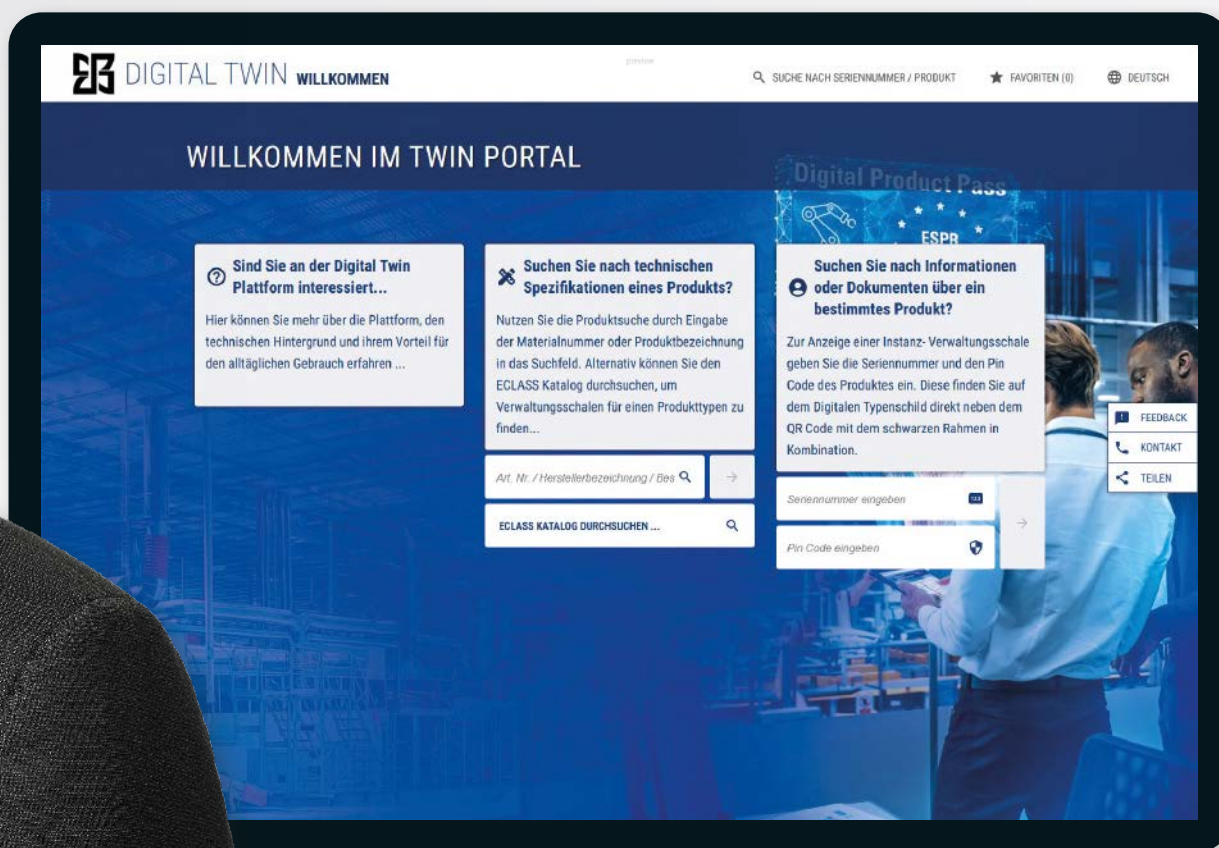
Welche Daten müssen im Digitalen Produktpass enthalten sein?

R. Dunker: Das wird über sogenannte Delegated Acts pro Produktgruppe geregelt. Für ein T-Shirt stehen andere Inhalte drin als für einen Sicherungsschalter. Grundsätzlich ist aber klar: Die Daten müssen digital und interoperabel zur Verfügung gestellt werden. PDF ist zwar digital, aber nicht interoperabel. Und entscheidend: Ich muss die Daten vor dem Verkauf bereits zur Verfügung stellen.

Für technische Produkte in der Prozessindustrie können auch Lebenszyklusdaten dazukommen – etwa bei komplexen Maschinen mit hohen Stromverbräuchen. Bei einem T-Shirt würde man keine Lebenszyklusdaten erwarten, bei Industrieanlagen durchaus.

Sie sprachen von der Verwaltungsschale als Basis. Wie definieren Sie den Begriff „digitaler Zwilling“?

R. Dunker: Der Begriff ist normativ nicht eindeutig definiert. Es gibt Normen für das Datenmodell, aber keine klare Definition, wann ein digitaler Zwilling wirklich ein hundertprozentiger digitaler Zwilling ist. Viele Anbieter nennen bereits Simulationsmodelle „digitale Zwillinge“, aber das ist nur ein Teilaspekt.



Für uns ist der digitale Zwilling der gesamte Datensatz, der zu einem Produkt gehört: vom Nameplate über alle technischen Daten bis zur Dokumentation – und zwar spezifisch für eine Seriennummer. Das ist der große Unterschied zu einer Homepage: Dort sehen Sie immer die aktuellen Informationen für Neugeschäft. Wenn Sie aber vor fünf Jahren einen Sicherungsautomaten gekauft haben und wir seitdem eine Schiffszertifizierung nachgezogen haben, gilt diese nicht rückwirkend. Im digitalen Zwilling finden Sie genau die Daten und Dokumente, die zu Ihrer konkreten Seriennummer gehören.

Wie funktioniert die Datenweitergabe entlang der Wertschöpfungskette?

R. Dunker: Bisher war es eine 1:1-Beziehung: Der Hersteller stellte dem direkten Kunden Daten zur Verfügung – als PDF, gedruckte Dokumente, Excel-Dateien, oft sehr inhomogen. Das führte zu Ineffizienzen: Ein hochbezahlter Ingenieur sitzt und kopiert Daten vom PDF des Lieferanten in die eigenen ERP-Systeme.

Mit der Verwaltungsschale und semantischen IDs ist jedes Datenfeld eindeutig gekennzeichnet. Die IDs beschreiben exakt, welcher Wert übergeben wird, in welchem Format – ob Textfeld, hexadezimale Zahl oder Fließkommazahl. Sie bekommen nicht nur die Information, sondern auch die Erklärung dazu, nach welcher Norm, nach welcher Berechnungsmethode. Damit können Sie die Daten automatisch in Ihre Software überführen.

Wo werden die Daten gehostet und wer hat Zugriffsrechte?

R. Dunker: Die Europäische Kommission möchte keinen großen Monolithen aufbauen. Jeder Hersteller ist für das Hosting seiner Daten verantwortlich. Allerdings schreibt die ESPR-Verordnung vor, dass der Inverkehrbringer auch einen Backup-Provider beauftragen muss, damit die Daten über die geforderte Mindestlaufzeit verfügbar bleiben, selbst wenn das Unternehmen ausscheidet.

Zu den Zugriffsrechten: Es gibt verschiedene Zugriffsebenen, technisch abgesichert über Autorisierungsmechanismen – Tokens oder Zertifikate. Ein Techniker vor Ort muss gewisse technische Daten sehen, braucht aber nicht die komplette Auslegung, etwa wie eine Temperaturklasse erreicht wurde. Das wird über Zugriffsrechte geregelt. Recyclingunternehmen könnten Zugriff auf End-of-Life-Dokumente bekommen, andere aber nicht. Marktüberwachende Behörden erhalten natürlich erweiterte Zugriffsrechte.

Der EU Data Act zwingt Hersteller zudem, Daten, die im Lebenszyklus eines Produktes entstehen, auch den Nutzern zur Verfügung zu stellen.

Wie profitiert die Instandhaltung von digitalen Zwillingen?

R. Dunker: Heute passiert die Übergabe von Wartungsanleitungen über PDFs in Betriebsanleitungen. Der Komponentenhersteller schreibt seine Wartungsinformationen in seine Dokumentation, der Anlagenbauer muss daraus

alle Wartungshinweise extrahieren und in seine eigene Wartungsanweisung übernehmen. Der Betreiber betreibt meist einen ganzen Maschinenpark und muss diese Informationen wieder abstrahieren und in eine Service-Software übertragen. Service-Trupps geben teilweise eigene Tags auf Produkte, um sie in ihrer Software zu identifizieren – ein enormer Ressourcenaufwand.

Mit der Verwaltungsschale ist das viel einfacher: Ich baue die Verwaltungsschale auf Komponentenebene und kann sie verschachtelt weitergeben. Die Verwaltungsschale für eine Maschine enthält die unterlagerten Komponenten als eigene Verwaltungsschalen. Über einen Link kann ich das Ganze durchschleifen, ohne großartig zu kopieren.

Sie haben dafür ein spezielles Submodell entwickelt?

R. Dunker: Genau, das Submodell „Maintenance Instructions“, das im November 2025 bei der IDTA publiziert wurde. Es ist universell für alle drei Ebenen – Komponente, Maschine, Anlagenbetreiber – einsetzbar.

Zunächst definiere ich, ob ein Produkt wartungsfrei ist oder nicht. Bei Wartungsbedarf kann ich verschiedene Wartungsintervalle definieren – auf Basis von Betriebsstunden, produzierten Stückzahlen oder anderen Größen, nicht nur zeitbasiert. Für jedes Wartungsintervall kann ich eine ID, einen Namen und die Quelle der Wartungsinformation angeben. Das ist wichtig, weil es durchaus vorkommt, dass ein Hersteller Wartungsinformationen vorgibt, eine

Treiber der Standardisierung – Industrial Digital Twin Association (IDTA)

Die Industrial Digital Twin Association ist ein europäischer Verein, der 2022 aus der vom Bundesministerium geförderten Plattform Industrie 4.0 hervorging. Gründungsmitglieder waren die drei größten deutschen Industrieverbände: ZVEI (Zentralverband der Elektronikindustrie), VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau) und Bitkom (Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien).

Kernaufgabe: Die IDTA standardisiert Submodelle für die Verwaltungsschale (Asset Adminis-

tration Shell, AAS) nach IEC 63278. Diese Submodelle definieren einheitliche Datenstrukturen für unterschiedliche Anwendungsfälle – von technischen Daten über Wartungsinformationen bis hin zum Digitalen Produktpass. Durch diese Standardisierung können verschiedene Hersteller und Softwareanbieter interoperable Lösungen entwickeln.

Mitglieder: Neben zahlreichen deutschen Unternehmen aus der Automatisierungs-, Maschinen- und Elektroindustrie gehören der IDTA inzwi-

schen auch internationale Mitglieder aus Asien und Amerika an. Auch große Softwareunternehmen wie SAP sind vertreten und haben sich zur Verwaltungsschale bekannt.

Internationale Reichweite: Das Thema Digitaler Produktpass und Verwaltungsschale ist mittlerweile auch bei der UN-Handelskammer auf der Agenda. Die Erwartung ist, dass sich der Standard – ähnlich wie REACH und RoHS – von Europa ausgehend global durchsetzen wird. www.industrialdigitaltwin.org

überwachende Behörde aber andere Intervalle vorschreibt.

Ich kann Alarmwerte definieren, einen Flowchart für nicht-lineare Wartungsabläufe mitgeben, gesetzliche Regelungen und Normen hinterlegen. Für den Betreiber kann ich Leitstellen angeben, bei denen Autorisierung eingeholt werden muss. Dann folgen Informationen zu benötigten Technikern, Qualifikationen und Zeitabschätzungen.

Jeder einzelne Wartungsschritt wird detailliert ausmodelliert: wo sich das Bauteil befindet, Links zu unterlagerten Komponenten, die Wartungsanleitung selbst, Dokumente – auch 3D-Modelle oder AR-Anwendungen. Ich kann Ersatzteile mit Mengenangaben, Verbrauchsmaterial und benötigte Werkzeuge auflisten. Am Ende gibt es noch Gesamtlisten für Werkzeuge, Ersatzteile und Verbrauchsmaterial für die Wartungsplanung.

Wie greifen Techniker im Feld auf diese Informationen zu?

R. Dunker: Das digitale Typenschild funktioniert über einen QR-Code. Scannen Sie diesen ab, haben Sie Zugriff auf das Datenmodell, die Verwaltungsschale. Sie brauchen ein Endgerät und Internetverbindung.

Für Fälle ohne Internetverbindung – etwa Offshore auf einer Ölplattform – haben wir einen Remote-Zugriff realisiert. Zusätzlich zum QR-Code geben wir die Seriennummer und einen PIN an. Der Techniker kann sagen: „Geh auf dt.r-stahl.com, gib diese Seriennummer und

diesen PIN ein.“ Der Kollege im Backoffice sieht dann genau die gleichen Daten, als stünde er vor dem Produkt.

Wir haben auch die Rücksendung von Produkten verknüpft. Heute müssen Sie das passende Formular suchen, ausfüllen und ans Unternehmen schicken – das kostet eine halbe Stunde. In unserem System scannen Sie den QR-Code, klicken auf „Retoure beantragen“, alle Daten sind vorausgefüllt, Sie wählen den Grund aus einem Dropdown-Menü – fertig in zwei Minuten. Die Meldung geht direkt in unser SAP-Servicemodul.

Kann diese Information auch im Asset-Management-System des Betreibers abgebildet werden?

R. Dunker: Ja, über Schnittstellen – die REST-API – kann ans Asset Management angebunden werden. Allerdings muss der Betreiber diese Schnittstelle in seinem System implementieren. Wir bieten die standardisierte REST-API Schnittstelle zur AAS an. Die Herausforderung ist: Keine fünf Unternehmen nutzen genau die gleiche IT-Infrastruktur. Deshalb ist die standardisierte Schnittstelle so wichtig – jeder Hersteller, der mit Verwaltungsschalen arbeitet, bietet die gleiche Schnittstelle an.

Wie wird sich das Ganze in der Praxis durchsetzen?

R. Dunker: Die Erwartung ist, dass das Submodell jetzt von vielen Herstellern angewendet wird und entlang der gesamten Wertschöpfungs-

kette durchgeschleust werden kann. Dann braucht man keine eigenen Entwicklungen mehr, um es nachzubauen – die Modelle werden automatisiert mitgeliefert. Da man ohnehin die Regulatorik bedienen muss, hängt man mehr Information dran und erzielt deutlichen Mehrwert.

Darüber kann ich mich als Hersteller auch vom Wettbewerb differenzieren. Beispiel Sicherheitsautomaten: Technisch sind die meisten fast identisch. Wenn ein Hersteller nur ein gedrucktes Handbuch mitliefert, der nächste ein 3D-Modell und der dritte ein komplettes Datenmodell zur vollen Integration mit geringen Integrationskosten – dann ist die Kaufentscheidung klar. Darüber kann man sich ideal differenzieren.

Das Interview führte Dr. Etwina Gandert, Chefredakteurin CITplus.

Wiley Online Library



R. Stahl, Waldenburg

Tel.: +49 7942 943 0

sales-ex@r-stahl.com · www.r-stahl.com



Ein digitaler Zwilling (li.) ermöglicht es, die SPS-Automatisierungslogik vor dem Einsatz zu testen, zu verfeinern und zu validieren. Die Praxis zeigt, dass dadurch bis zu 70 % Zeitersparnis bei der Inbetriebnahme möglich sind.



Keywords

- **Maschinenbau**
- **Inbetriebnahme**
- **digitaler Zwilling**

Virtuelles Rollenspiel

Einsatzmöglichkeiten von digitalen Zwillingen im Lebenszyklus einer Maschine

Die virtuelle Inbetriebnahme ist ein Trendthema der Automatisierung. Maschinen und Anlagen in einer Simulationsumgebung zu testen und zu implementieren, reduziert die Projektlaufzeiten, vermeidet Fehler und spart Kosten. Ein dafür erstelltes digitales Modell kann aber nicht nur bei der Inbetriebnahme hilfreich sein; erweitert zu einem digitalen Zwilling bietet es viele Vorteile – vom ersten Kundengespräch über die Projektierung bis zum Betrieb.

Die Grundidee der virtuellen Inbetriebnahme ist es, eine Produktionsanlage bereits zu testen, wenn sich die reale Maschine noch im Aufbau befindet. So können in einer frühen Phase des Planungsprozesses Fehler vermieden und die Projektlaufzeit reduziert werden. Die virtuelle Inbetriebnahme ist allerdings nur eine Einsatzmöglichkeit eines digitalen Modells: Digitale Zwillinge bieten für alle Beteiligten im Planungsprozess Vorteile.

Unterstützung in der Entwicklung

Die physische Simulation der Maschine unterstützt den Konstrukteur und die Programmiererin bei der Optimierung des Bewegungsablaufs. Dabei wird die Bewegung im Millisekunden-Takt berechnet und in gleichen Zeitabständen deterministisch ausgeführt. Die berechneten Positionen werden an das 3D-Modell übergeben, die Bewegung sichtbar gemacht. Hierbei wird deutlich, an welchen Stellen die Mechanik noch optimiert und welche Parameter im Programm ggf. verändert werden müssen.

Für diese Simulation werden die Prozessdaten von einem Test-PC über den Feldbus an den Controller UHX65A von SEW-Eurodrive übermittelt, in den Movikit-Softwaremodulen verarbeitet und in Positionsdaten umgesetzt. Weil die Antriebselektronik noch nicht angeschlossen ist, laufen die Movikits im Simulationsmodus. Dabei simuliert der Controller die Bewegung so, als ob echte Antriebshardware angeschlossen wäre und schickt die virtuellen Positionsdaten an die Software auf dem PC, um dem dreidimensionalen Modell Richtung und Weg zu weisen.

Hilfe bei der Projektierung ...

Ein digitales Modell unterstützt auch den Auswahlprozess der Antriebe. So können verschiedene Motor-Getriebe-Kombinationen untersucht werden, um die optimale Lösung zu ermitteln, ob ein hochdynamischer Servomotor, eine Wasserkühlung oder eine Kombination mit höherer Massenträgheit verwendet werden sollte. Dazu gehört auch die Frage, ob man einen Zwischen-

kreisverbund vorsehen sollte. Das Planungs- und Projektierungstool Workbench steht auf der SEW-Homepage zum freien Download bereit. Es hat eine Datei-Import-Funktion für die Simulationsdaten. Drehmomente, Beschleunigung, Geschwindigkeit und Weg werden in Diagrammen dargestellt und fließen in die Antriebsauslegung ein. Für die energetische Auslegung, z. B. die Verwendung von Energiespeichern im Zwischenkreis, stehen weitere Optionen zur Verfügung. SEW-Eurodrive unterstützt bei der Optimierung dieser Auslegung. Um zu prüfen, ob die Antriebe in die Maschine passen, kann man CAD-Modelle aller Motoren, Getriebe und Elektronikkomponenten im Online-Support generieren und in verschiedenen 3D- und 2D-Formaten herunterladen.

...und beim Programmieren

Den SPS-Programmierer interessiert, ob Prozessablauf und Bewegungen funktionieren: Kommen die Daten an, stimmt das Timing? Hierzu will er den Ablauf der Steuerung im

Quellcode beobachten, während er Einblick in die Bewegungsfunktionen hat. Movikit-Softwaremodule ermöglichen, ein- und ausgehende Feldbusdaten über eine grafische Oberfläche anzuzeigen. Damit lässt sich leicht überprüfen, ob alles korrekt umgesetzt wird, auch im Simulationsmodus. Daher kann man das SPS-Programm am Schreibtisch fertigstellen und testen, bevor es in die Antriebselektronik geladen wird. Sogar der simulierte Roboterarm lässt sich komfortabel mit dem RobotMonitor auf dem Bedienteil oder am PC steuern und die Bewegungen genau überprüfen. Weil alle Tests in einer vollständig simulierten Umgebung stattfinden, besteht kein Risiko, dass physische Geräte durch Fehler in der Steuersoftware während der Inbetriebnahme beschädigt werden.

Vereinfachte Schulung

Zukünftige Maschinenbediener können zusammen mit den Entwicklern der Bedienoberfläche die Einrichtung und Bedienung der Anlage üben. Dazu ist die Maschine bspw. mit Touchdisplays ausgestattet, die über ein Ethernetkabel mit der Steuerung verbunden sind. Die Anordnung der Informationen und Schaltflächen auf den Displays entspricht exakt der späteren Anordnung an der Anlage; selbst die Bildschirmdiagonale ist identisch. Nach kurzer Zeit ist das Team einsatzbereit und hat ein genaues Verständnis dafür, wie die Maschine auf Eingaben reagieren wird und welche Maßnahmen im Fehlerfall zu

ergreifen sind. Die gesamte Unterweisung kann komplett ohne eine reale Maschine erfolgen.

Model Based Monitoring

Ein Prozesstechniker möchte vor dem Echtzeitbetrieb sicherstellen, dass seine Annahmen zur Maschine und dem Prozess korrekt sind. Hierfür hat er ein detailliertes Modell der Realität in seinem Simulationsprogramm erstellt. Es verarbeitet die eingehenden Prozessdaten und verhält sich so, wie es der Prozess mit den entsprechenden Parametern tun würde. Durch den Abgleich der realen Betriebsdaten mit vorher im Digitalmodell berechneten Daten, dem sog. Model Based Monitoring, kann man Fehler im Betrieb frühzeitig erkennen und die Zahl defekter Teile verringert sich. Auch ein erhöhter Energiebedarf, z. B. aufgrund von Maschinenverschleiß, lässt sich leicht erkennen.

Eine wichtige Anforderung ist, dass der Prozess dabei auf keinen Fall gestört wird. Die Steuerungen UHX65A und UHX86A von SEW-Eurodrive sind ausreichend performant, um zwei Betriebssysteme parallel auszuführen. Somit kann der Programmcode für die Prozess- und Bewegungssteuerung auf einem Echtzeitbetriebssystem laufen, während das Modell auf einem Windows-Betriebssystem ausgeführt wird.

Hans-Joachim Müller,
Marktmanager, SEW-Eurodrive



Das innovative Konzept der neuen Controllergeneration UHX86A eröffnet neue Anwendungsmöglichkeiten, auch während des Maschinenbetriebs. Echte Physik-Simulationen mit dem digitalen Zwilling sind möglich, ohne dass zusätzliche Hardware in die Maschine eingebracht werden muss.

Wiley Online Library



SEW-Eurodrive GmbH & Co. KG, Bruchsal
Tel.: +49 7251 75 0
sew@sew-eurodrive.de · www.sew-eurodrive.de

© Bilder SEW-Eurodrive

Nachgefragt

„Ein wichtiger Anwendungsfall des digitalen Zwillings ist, Tests in verschiedenen Entwicklungsstadien zu durchlaufen.“

Wie definieren Sie den digitalen Zwilling, welche Daten werden zusammengetragen und in welcher Anwendung genutzt?

Hans-Joachim Müller: Mit einem digitalen Zwilling verbinden wir eine digitale Repräsentation eines echten Gegenstands. Es gibt mehrere Tiefen des Datenumfangs, die abhängig vom Einsatzzweck größer oder kompakter sein kann. Es kann sowohl stati-

sche Daten sowie auch ein Simulationsmodell enthalten. Denkbar ist auch eine digitale Repräsentation, die sich dynamisch anpasst oder sogar in Echtzeit mit den kontinuierlichen Daten verknüpft ist.

Typischerweise begleitet der digitale Zwilling den physischen Gegenstand über den gesamten Lebenszyklus. Aus diesem Repräsentat ergeben sich viele interessante Möglichkeiten und Anwendungsfälle.

Tatsächlich bieten wir unseren Kunden bereits seit langer Zeit Lösungen für viele Anwendungsfälle, die heute mit digitalen Zwillingen verbunden werden. Unsere Infra-

Hans-Joachim Müller,
Marktmanager
Antriebselektronik,
SEW-Eurodrive

struktur ist genauso gewachsen. Die Kunden können schon lange beispielsweise CAD/CAE Daten für ihre individuell konfigurierten Produkte abrufen. Ebenso sind produktspezifische Dokumentationen schon seit einiger Zeit nach dem Kauf abrufbar. Informationen, die man einem digitalen Zwilling zuschreibt, werden bei SEW ebenso schon seit einiger Zeit für verschiedene After-Sales-Services verwendet. Beispielsweise ist es mit einem DriveTagTM, einem Barcode, der eindeutig identifizierbare Kennung eines Antriebs enthält möglich, die physikalische mit der digitalen Welt zu verbinden. Mit der IoT-App kann der Kunde direkt mit dem Handy oder dem Tablet über einen Code an seiner Antriebstechnik auf den Zwilling zugreifen.

Auch Lösungen zur Integration entsprechender Abbilder unserer Antriebslösungen in Simulationssoftware sind verfügbar. Schon seit einigen Jahren präsentieren wir Lösungen, um die Simulation anhand Echtzeitdaten unserer Steuerungen zu integrieren.

Für welche Maschinen und Anlagen wird der digitale Zwilling aktuell angeboten? Planen Sie eine Ausweitung der Anwendung?

H.-J. Müller: Wir bieten für sämtliche elektronische und elektromechanische Kernprodukte bereits digitale Abbilder. Darüber hinaus haben auch schon unsere Kunden mit den Informationen, welche wir bereitstellen, eigene digitale Zwillinge ihrer Anlagen oder Maschinen geschaffen. In der Vergangenheit waren diese Daten über mehrere Datensilos verteilt und über verschiedene Schnittstellen erreichbar. Hier haben wir bereits viel Arbeit geleistet, und viele Daten über eine Schnittstelle verfügbar gemacht. Diese Reduktion der Komplexität und weitere Standardisierung sind wichtige Aufgaben auch für die Zukunft. Dann ist es auch möglich über Unternehmensgrenzen hinweg echte Mehrwerte zu generieren.

Möglich ist die Integration in verschiedene Ökosysteme, Automatisierungslösungen, Simulationsumgebungen usw., welche Abbilder von Fremdgeräte in ihre Anwendung integrieren wollen. Um den Nutzer dieser Ökosysteme zu erreichen, ist die Bereitstellung eines entsprechenden Modells unserer Produkte notwendig. Auch hier hoffen wir, dass wir mit Standardisierung und verbesserter Interoperabilität effizient diese auf Partnerschaften beruhenden Systeme bedienen können.

Durch das Verbinden der Daten lassen sich noch viele Anwendungen erschließen. Die Daten vom und aus dem realen Produkt werden immer verfügbar, durch die stetig steigende Vernetzung. Der Gedanke liegt nahe, dass die Daten von verschiedenen Produkten und über verschiedene Hersteller hinweg zusammengeführt und einem Algorithmus oder einer KI zugeführt werden, um weitere Optimierungen

zu ermöglichen. Man darf allerdings nicht aus dem Auge verlieren, dass bei all dem wichtig ist, dass es dafür auch sinnvolle, bodenständige Geschäftsmodelle gibt.

Wo liegen die größten Zeitfresser bei der klassischen Inbetriebnahme, die sich durch den digitalen Zwilling eliminieren lassen?

H.-J. Müller: Ein großer Zeitfresser bei der klassischen Inbetriebnahme sind Tests. Daher ist ein wichtiger Anwendungsfall des digitalen Zwillings, Tests in verschiedenen Entwicklungsstadien zu durchlaufen. Inzwischen ist es problemlos möglich, die Software der Steuerung ausgiebig zu testen ohne auch nur einen Schaltschrank aufzubauen, oder einen Umrichter anzuschließen.

Aber auch nach der Inbetriebnahme können die Daten des digitalen Zwillings bei vielen weiteren verwaltungstechnischen Vorgängen Zeit einsparen. Beispielsweise wenn automatisch über den Lagerstand beim Kunden informiert werden soll, oder wenn eine Wartung automatisiert rechtzeitig angekündigt wird.

Wie unterstützt der digitale Zwilling regulatorische Anforderungen?

H.-J. Müller: Der Digitale Produktpass wird ab 2027 produktgruppenweise im Rahmen der EU-Ökodesign-Verordnung für nachhaltige Produkte erforderlich. Die betroffenen Produkte benötigen dann digital verfügbare Daten, ansonsten wird der Marktzugang zum EU-Handelsraum verwehrt. Laut Regularien muss der Produktpass interoperabel und maschinenlesbar sein, praktisch ist dies eine Untermenge des digitalen Zwillings.

Darüber hinaus gibt es noch viele weitere regulatorische Anforderungen, die in naher Zukunft auf uns zukommen. So wie die Bereitstellung von Daten bezüglich EU Data Act Regularien zur Materialrechtskonformität oder der NIS-2 bzw. Cyber Resilience Act – hier kann der digitale Zwilling unterstützen. Insgesamt ist zu erwarten, dass der digitale Zwilling das Erbringen von Nachweisen für viele Auditorien oder Kontrollen erleichtert, da diese schnell über eine digitale Schnittstelle abrufbar werden und nicht manuell zusammengestellt werden müssen. So wie die gerade in Kraft getretene Maschinenverordnung ermöglicht, Dokumentationen nur noch digital bereitzustellen. Hier wird der digitale Zwilling die digitale Bereitstellung der geräteindividuellen Dokumentation erleichtern.

In naher Zukunft wird der Digitale Produktpass Pflicht. Wie sehen Ihre Pläne zum DPP aus?

H.-J. Müller: Weitere Schritte bei Interoperabilität und Standardisierung liegen jetzt vor uns. SEW Eurodrive hat die Absicht, auf Basis der Asset Administration Shell, einem Standard zur IDTA

zur Umsetzung des DPP, entsprechende Daten zur Verfügung zu stellen.

Lässt sich ein digitaler Zwilling auch nachträglich für Bestandsanlagen erstellen, oder ist das nur bei Neuanlagen sinnvoll?

H.-J. Müller: Sämtliche Daten müssen vorhanden sein. Das ist bei Bestandsanlagen mit möglicherweise veralteten Produkten oft aufwändiger als bei Neuanlagen.

Wie lässt sich das konkret für Instandhaltungsmaßnahmen nutzen? Lassen sich damit beispielsweise Instandhalter an der Anlage unterstützen? Können Software-Updates oder Parameteränderungen am digitalen Zwilling getestet werden, während die Anlage weiterproduziert – und wie erfolgt dann die Übertragung auf das reale System?

H.-J. Müller: Neben den vielen Digital Services, welche wir für die Instandhaltung anbieten – dem „Complete Drive Management“, welches den gesamten installierten und auf Lager befindlichen Bestand an Antriebstechnikkomponenten erfasst und zum Beispiel in Bezug auf Lager- und Variantenoptimierung betrachtet – ist der Test von Parameteränderungen durchaus auch möglich. Abhängig von den verwendeten Softwaremodulen ist es gängige Praxis. Unsere Steuerung kann mit der darauf laufenden Software abgetrennt von der restlichen Antriebselektronik die Bewegungen simulieren. Somit sind Hardware in the Loop-Tests auf verschiedenen Ebenen möglich. Mit bestimmten Softwaremodulen, wie z.B. dem Movikit Robotik ist es auch möglich, die Kraft-Momenten-Belastungen auf die Antriebe der Roboter realitätsgetreu und mit den exakt gleichen Bewegungsprofilen wie in der Realanlage zu simulieren. Wenn die Tests in der Simulationsumgebung abgeschlossen sind, kann das Programm und die Konfiguration einfach auf den Controller in der Anlage übertragen werden.

Vom R&I-Schema zum digitalen Zwilling

Integrierte Planung von Anlagen jeder Größe



Keywords

- **BIM-Modell**
- **R&I-Schema**
- **digitaler Zwilling**

Integrierte Anlagenplanung klingt nach Buzzword, entscheidet aber längst darüber, ob Projekte terminsicher, transparent und wirtschaftlich umgesetzt werden. In dem Beitrag wird gezeigt, wie R&I-Schemata, BIM-Modelle, 3D-Planung und XR-Technologien zu einem durchgängigen Informationsmodell verschmelzen, das Planungsfehler reduziert und Medienbrüche eliminiert. Wenn sich aus einem zentralen Datenmodell automatisch Berichte, Stücklisten und Dokumentation ableiten lassen, kann der digitale Zwilling den gesamten Lebenszyklus einer Anlage begleiten.

Integrierte Planung beschreibt die durchgängige Abstimmung aller beteiligten Bereiche im Planungsprozess. Sie zählt heute zu den größten Herausforderungen und bietet bei erfolgreicher Umsetzung erhebliche Effizienzpotenziale. Im Anlagenbau treffen in kurzer Zeit viele Entschei-

dungen aufeinander, von der verfahrenstechnischen Auslegung über die Aufstellungsplanung bis hin zur baulichen Umsetzung. In jeder Projektphase entstehen Daten und Modelle, die in den nachfolgenden Schritten erneut benötigt werden. Dabei kann die Vielfalt der Daten und

der enthaltenen Informationen, je nach Anzahl der Projektpartner oder Lieferanten, sehr vielfältig sein. Je besser diese Informationen zusammengeführt und wiederverwendet werden, desto sicherer lassen sich Termine, Qualität und Kosten einhalten.



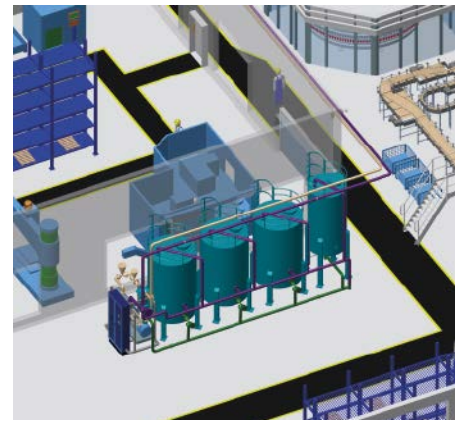
Integrierte Planung verknüpft alle Fachbereiche über ein durchgängiges Datenmodell, um Termine, Qualität und Kosten im Anlagenbau sicher beherrschbar zu machen.

Von den Gewerken zum Gesamtbild

Besonders deutlich wird dies bei der Betrachtung der einzelnen Gewerke, die für eine ganzheitliche Planung zusammengeführt werden müssen. Die verfahrenstechnische Planung, die 3D-Aufstellungsplanung, der Rohrleitungsbau, der Stahlbau, die Kabeltrassen, Klima und Lüftung sowie die Gebäudeplanung arbeiten jeweils mit eigenen Methoden und Werkzeugen. Eine integrierte Planung verfolgt das Ziel, diese verschiedenen Sichtweisen zu einem konsistenten Gesamtbild der Anlage zu verbinden. BIM-Daten rücken im Zusammenhang mit einer integrierten Planung immer stärker in den Fokus. Sie bilden zunächst die räumlichen Rahmenbedingungen für die Anlagenplanung und schaffen damit die Basis für die weitere

Detaillierung. Darüber hinaus gewinnen auch die dahinterliegenden Konzepte der BIM-Planung im Anlagenbau zunehmend an Bedeutung.

Sind die unterschiedlichen Datenquellen zusammengeführt, entsteht ein konsistentes digitales Abbild der Anlage. Dieses Modell kann gezielt mit weiteren Informationen angereichert werden, etwa mit zusätzlich benötigten technischen Kennwerten oder Dokumenten. Neue Technologien bieten darüber hinaus erweiterte Möglichkeiten zur Qualitätssicherung der Planungsdaten. So kann die 3D-Planung mit Hilfe von XR-Technologien entweder immersiv in der virtuellen Realität betrachtet oder mit Hilfe der erweiterten Realität direkt vor Ort gegen die realen Gegebenheiten getestet werden, etwa im Hinblick auf Kollisionen und Zugänglichkeiten.



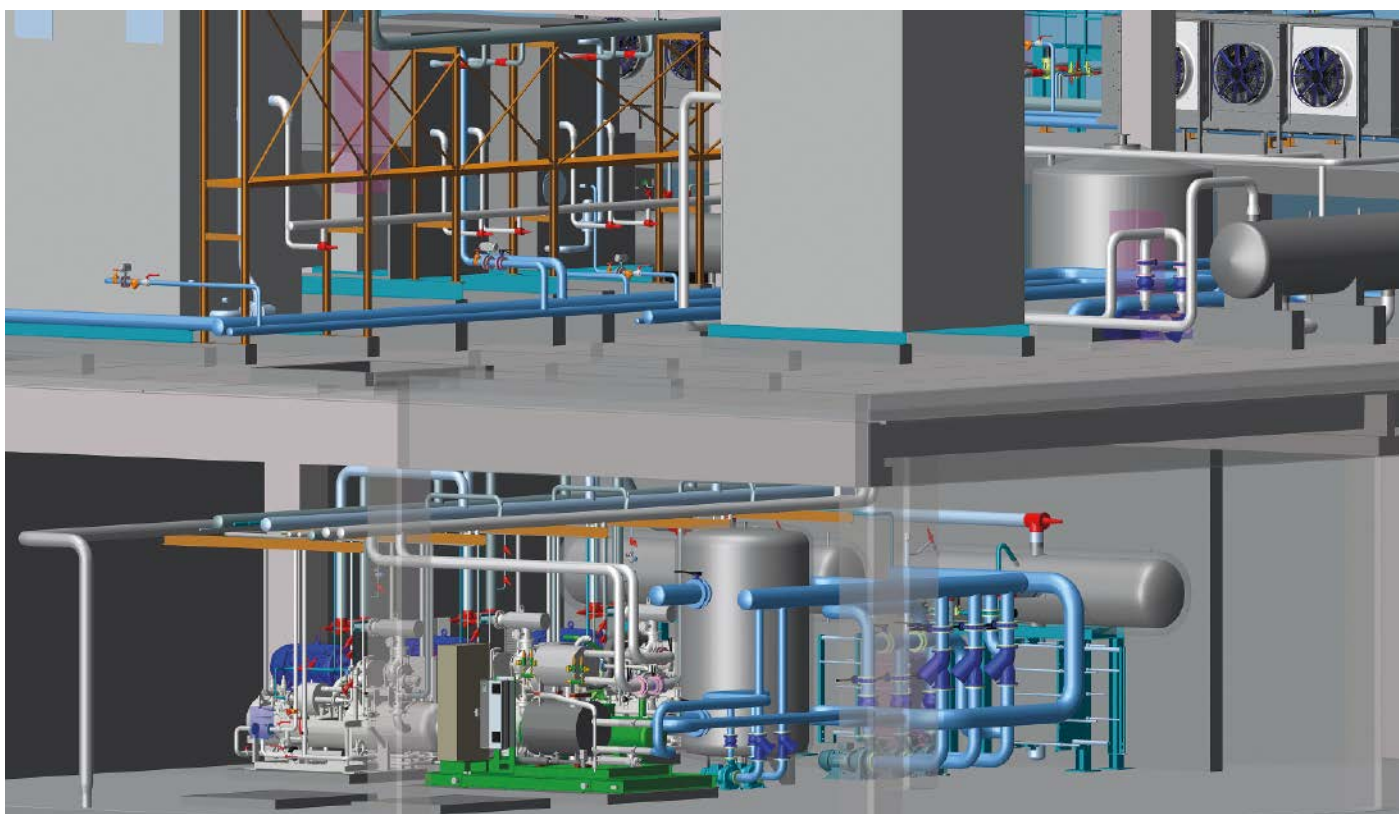
Gebäude- und Anlagendaten werden – auch aus 2D-Beständen – in strukturierte 3D-Gebäudemodelle überführt, die eine konsistente Aufstellungsplanung erlauben.

Auf Basis der so entstehenden Informationsdichte lassen sich alle für Montage, Inbetriebnahme und Dokumentation benötigten Unterlagen direkt aus dem neu geschaffenen Abbild der Anlage erzeugen.

Vom Schema zum Informationsmodell in der Verfahrenstechnik

Der Anlagenbau entwickelt sich vom klassisch zweidimensionalen Schema hin zu datenbasierten Informationsmodellen, in denen jedes Bauteil digital beschrieben, verknüpft und über den gesamten Lebenszyklus nutzbar wird. Zu Beginn der verfahrenstechnischen Planung entsteht das Grundkonzept einer Anlage. In den R&I-Fließbildern wird typischerweise festgelegt, welche Apparate und Armaturen zum Einsatz kommen und wie diese prozesstechnisch miteinander verbunden sind. Bereits in diesem Stadium muss die Planung eine ausreichende Informationsdichte aufweisen, um erste Analysen und Auswertungen zu ermöglichen. Auch wenn das R&I zunächst nur eine grafische Darstellung ist, lassen die heutigen Systeme eine weitaus höhere Informationsdichte im Hintergrund zu. Hier können dann nicht nur technische Kennwerte, sondern auch Lieferantendaten oder andere relevante Informationen mitverarbeitet werden.

Um die bereits in dieser frühen Planungsphase geforderte Informationsdichte sicherzustellen, ist der Einsatz geeigneter Systeme unverzichtbar. Moderne R&I-Systeme können weit mehr als nur ein grafisches R&I-Fließbild erzeugen. Vielmehr werden maschinenlesbare Informationsmodelle erzeugt. Jede Leitung, jedes Ventil und jedes Aggregat kann in Form von Attributen mit einem individuell definierten Informationskern versehen werden, der die jeweils wichtigsten Eigenschaften jeder Komponente abbildet. Gleichzeitig werden durch die Schemata entsprechende Beziehungen zwischen den einzelnen Objekten erzeugt, die auch in den folgenden Planungsschritten von Bedeutung sind.



In der Praxis bildet eine integrierte, modulare Anlagenbausoftware mit offenen Schnittstellen die gemeinsame Datenbasis für alle Gewerke und Projektgrößen.

Der Mehrwert einer verfahrenstechnischen Planung mit einer hohen Informationsdichte entfaltet sich besonders in den nachfolgenden Prozessschritten. Noch vor der eigentlichen 3D-Planung stehen schon die ersten detaillierten Reports und Stücklisten mit den jeweils gewünschten Informationen zur Verfügung. Will man den BIM-Konzepten gerecht werden, lässt sich die Attributierung gezielt erweitern. Zum Standardvorgehen gehören hier vor allem konsistente Klassifizierungen von Objekten oder die Vorbereitung der Daten für die Modellierung der Anlage. Auch bietet dieses Informationsmodell bereits genug Informationen für die Mengenermittlung und Kostenschätzung sowie eine strukturierte Übergabe dieser Inhalte an nachgelagerte Systeme.

Gebäude und Anlage im Zusammenspiel

Die verfahrenstechnische Planung bietet eine genaue Übersicht über die Funktion einer Anlage. Anschließend folgt mit der Aufstellungsplanung der einzelnen Anlagenkomponenten eine der wichtigsten Herausforderungen. Viele Anlagen werden in Gebäuden verbaut und hier ist es auch unerlässlich die passenden Gebäudedaten heranzuziehen. Optimalerweise stehen diese Daten bereits in BIM-Form zur Verfügung und können damit mit der dazugehörigen Struktur in die Aufstellungsplanung mit einbezogen werden. Doch dies ist nicht immer der Fall und oftmals muss ein Workaround gefunden werden.

Stehen nur historische 3D-Modelle oder gar nur 2D-Gebäudezeichnungen zur Verfügung, so sollte das zugehörige Planungssystem einen

Prozess unterstützen, bei dem die Daten in die passende Form umgewandelt und mit einer entsprechenden Struktur versehen werden können. Einzelne Anlagenbausysteme unterstützen bereits diesen Prozess zur schnellen Generierung von Gebäudemodellen auf Basis von 2D-Bestandsdaten. So lassen sich in wenigen Schritten strukturierte 3D-Gebäudemodelle aus einfachen 2D-Daten erzeugen, die dann direkt in der Aufstellungsplanung genutzt werden können.

Die Platzierung einzelner Komponenten sollte idealerweise stets auf Basis der angereicherten R&I-Planung erfolgen. Hier liegen alle Informationen bereits vor und sollten in der gleichen Form in die 3D-Planung einfließen. Eine solche Verzahnung der Planungsdaten erhöht gleichzeitig die Konsistenz und Qualität der Planung, da alle Informationen direkt übernommen werden können. Ein weiterer Bereich der Aufstellungsplanung kann die Planung der Tragekonstruktionen sein, die bei der räumlichen Anordnung einer Anlage eine Rolle spielen.

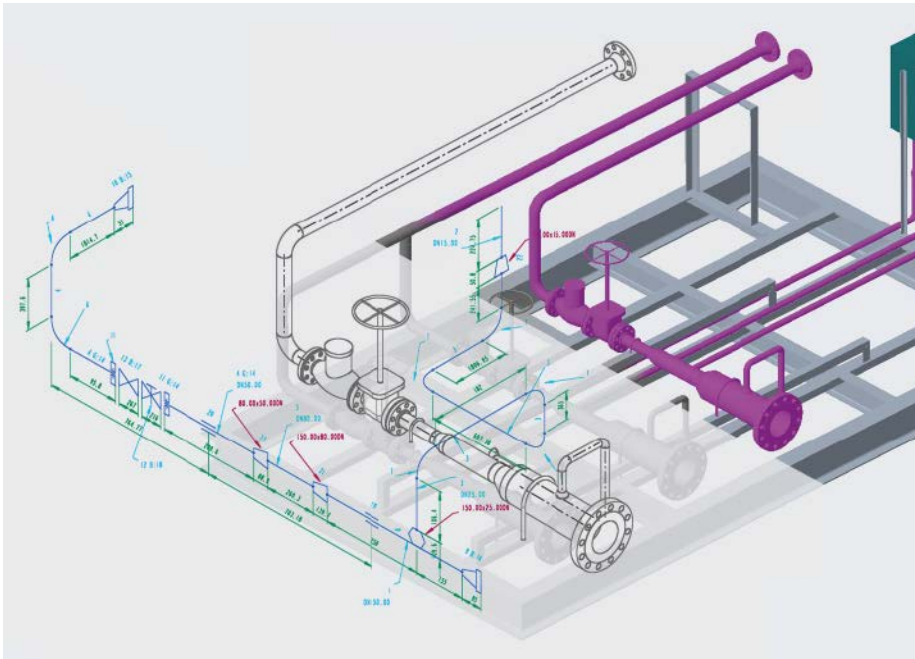
Von einzelnen Komponenten zum Gesamtsystem

Eine mit der 3D-Planung integrierte verfahrenstechnische Planung stellt weitaus mehr Informationen zur Verfügung als eine rein geometrisch orientierte Modellierung. Dabei liegen genaue Informationen über die Verbindungen zwischen den einzelnen Komponenten vor, die sich direkt in die 3D-Planung übernehmen lassen. So lässt sich das geplante System weitaus

schneller und auf Basis des bereits erzeugten Informationsmodells erstellen. Denn dieses liefert unmittelbar, welche Aggregate miteinander verrohrt werden sollen und welche Anschlüsse mit welchen Rohrleitungstypen, Nennweiten sowie Spezifikationen zu verbinden sind. Fehler durch manuelle Übertragungen werden so komplett eliminiert.

Parallel zur Rohrleitungsplanung werden auch alle weiteren Disziplinen in das Anlagenmodell eingebunden. Dazu gehören etwa die Klimatechnik und die Planung von Kabeltrassen, die ihre eigenen Anforderungen an Platzbedarf und Zugänglichkeit mitbringen. So liegt anschließend eine 3D-Planung vor, in der alle relevanten Informationen einschließlich der BIM-Daten enthalten sind. Alle zusätzlichen Informationen und Daten, die im Zuge dieser Detailplanung entstanden sind, ermöglichen ein ganzheitliches digitales Abbild der Anlage, das sowohl die baulichen als auch die technischen Aspekte präzise widerspiegelt.

Die Anreicherung der Anlagenplanung mit Zusatzinformationen wird aktuell im BIM-Kontext vom Softwareentwickler CAD Schroer in einem Forschungsprojekt mit Industriepartnern und Hochschulen genauer untersucht. Die Partner arbeiten gemeinsam daran, die Daten aus der Anlagen- oder Fabrikplanung einschließlich der BIM-Modelle zu vereinheitlichen und mit zusätzlichen technischen Inhalten anzureichern. Grundlage ist ein BIM-Server, der die Informationen zentral verwaltet. Eine Metaverse-Plattform ermöglicht dann den ortsunabhängigen Zugriff auf die konsolidierten Daten.



Automatisierung, digitale Zwillinge, Cloud-Kollaboration und XR-Nutzung prägen die Zukunft, in der Anlagen über ihren gesamten Lebenszyklus datenbasiert geplant und betrieben werden.

Integrierte Planung in der Praxis

Die Umsetzung einer integrierten Planung in der Praxis beginnt mit einer gemeinsamen Datenbasis für alle beteiligten Planungsteams und Gewerke. Ein zentraler Baustein kann dabei eine integrierte Anlagenbaustandards mit dazugehörigen Modulen für R&I, Rohrleitungsbau, Stahlbau oder Gebäudeplanung sein. Diese sollte sowohl die eigene Planung als auch die Einbindung von Daten aus Drittsystemen unterstützen. Dazu gehören bspw. BIM-, 2D- oder 3D-Daten sowie Scans aus Bestandsanlagen. Lösungen wie M4 Plant von CAD Schroer verfolgen genau diesen Ansatz und schaffen damit die Grundlage für eine durchgängige und gewerkeübergreifende Arbeitsweise.

Auf dieser Basis lassen sich bereits ab den ersten Schritten der Planung alle benötigten Unterlagen für Beschaffung, Fertigung und Montage ableiten. Offene Schnittstellen zu gängigen

Formaten und Systemen ermöglichen den gezielten Datenaustausch mit Kunden und Lieferanten. Besonders wichtig ist zudem die Skalierbarkeit, damit sowohl kompakte Projekte mit einzelnen Aggregaten als auch umfangreiche Anlagen mit vielen Gewerken auf derselben digitalen Basis geplant werden können. Der Softwarehersteller CAD Schroer unterstützt seine Kunden dabei, eine integrierte Planung in der Praxis umzusetzen und passt bei Bedarf seine Lösungen an die entsprechenden Kundenprozesse an.

Zukunft der integrierten Anlagenplanung

Der aktuelle Trend in der Anlagenplanung geht deutlich in Richtung weitergehender Automatisierung und einer noch engeren Integration der beteiligten Systeme. Gleichzeitig wächst der Anspruch, Daten nur einmal zu erfassen und dann über den gesamten Lebenszyklus der Anlage hinweg in konsistenter Form zu nut-

zen. Cloudbasierte Dienste eröffnen darüber hinaus neue Möglichkeiten der Zusammenarbeit. In diesem Zusammenhang gewinnt die Idee eines durchgängigen digitalen Zwillings an Bedeutung, der von der Projektierung über die Inbetriebnahme bis in den laufenden Betrieb hinein gepflegt wird. Ergänzend dazu ermöglichen aktuelle XR-Technologien eine erweiterte Nutzung der 3D-Daten und der zugehörigen Informationen. So lassen sich Anlagen standortunabhängig überprüfen und Teams können realitätsnah direkt im digitalen Zwilling einer Anlage geschult werden. Viele dieser Möglichkeiten stehen den Unternehmen bereits heute durch passende Lösungen zur Verfügung. Doch es ist die Aufgabe der Unternehmen, den Gedanken einer integrierten und datenbasierten Planung in den eigenen Prozessen zu verankern und sie so Schritt für Schritt in den Arbeitsalltag zu integrieren. So ebnet eine konsequent integrierte und datenbasierte Vorgehensweise den Weg, Anlagen jeder Größe effizienter, konsistenter und über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg verlässlich zu planen.



Sergej Schachow,
Marketing, CAD Schroer

Wiley Online Library

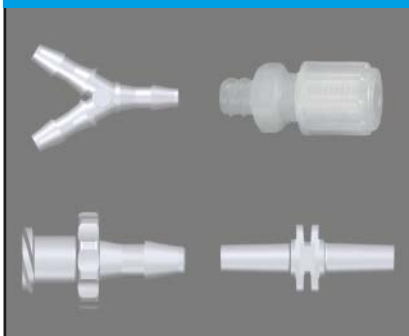


CAD Schroer GmbH, Moers
Tel.: +49 2841 9184 94
sschachow@cad-schroer.de · www.cad-schroer.de

© Bilder CAD Schroer

Mikro-Schlauchverbinder für die Analytik und Labortechnik

www.rct-online.de



Mikro-Schlauchverbinder und Verschraubungen

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



**Reichelt
Chemietechnik
GmbH + Co.**

Englerstraße 18
D-69126 Heidelberg
Tel. 0 62 21 31 25-0
Fax 0 62 21 31 25-10
rct@rct-online.de





Bau, Betrieb, Zukunft – Anlagen neu denken

Warum Bau und Betrieb bei Industrieanlagen von Anfang an gemeinsam gedacht werden müssen



Keywords

- *integrierter Anlagenbau*
- *interdisziplinäre Planung*
- *Anlagenlebenszyklus*

Wer heute in industrielle Anlagentechnik investiert, stellt die Weichen für Jahrzehnte. Doch allzu oft wird noch in starren Projektphasen gedacht – Planung, Bau, Betrieb: nacheinander statt miteinander. Dabei zeigt die Praxis längst, dass Effizienz, Sicherheit und Zukunftsfähigkeit nur durch integrierte Ansätze entstehen.

Industrieanlagen gehören zu den komplexesten Infrastrukturen unserer Wirtschaft. Sie sichern Energieversorgung, Chemikalien- und Prozessmedien, umweltfreundliche Mobilität und bilden das Rückgrat der Lebensmittelproduktion. Kein Wunder, dass sich schon kleinste Planungsfehler langfristig in Betriebskosten, Instandhaltung und Sicherheitsmanagement niederschlagen.

Trotzdem wird in vielen Projekten weiterhin nach einem linearen Prinzip gearbeitet: erst planen, dann bauen, dann betreiben – oft mit unterschiedlichen Partnern, die jeweils nur ihren Teil im Blick haben. Die Folge sind Medienbrüche, Missverständnisse, ungeplante Schnittstellenprobleme und teure Nachbesserungen.

Planung, Bau und Betrieb gehören zusammen

Der spätere Betrieb beginnt nicht mit der Inbetriebnahme, sondern mit der ersten Planungsskizze. Wenn in dieser Phase bereits berücksichtigt wird, wie die Anlage später gewartet, überwacht und angepasst werden soll, lassen sich typische Probleme vermeiden – von mangelnder Zugänglichkeit über unklare Kennzeichnungen bis hin zu unflexibler Steuerungstechnik.

Planung, Vorfertigung, Montage und Inbetriebnahme sollten daher keine isolierten Leistungen sein, sondern nahtlos ineinandergreifen.

Gerade bei anspruchsvollen Projekten wie Tanklager-Neu- und -Umbauten oder Wasserstoffanlagen zeigt sich der Mehrwert von Teams, die technische Pläne lesen und betriebliche Abläufe verstehen.

Voraussetzung dafür ist, dass alle Beteiligten – unabhängig von Projektgröße oder -komplexität – technische Pläne sicher beherrschen und betriebliche Abläufe verstehen. Erst auf dieser Basis kann interdisziplinäre Zusammenarbeit funktionieren und ein integrierter Ansatz umgesetzt werden. Bei anspruchsvollen Projekten wird dieser Zusammenhang besonders deutlich.

Stillstände minimieren, Anlagenverfügbarkeit maximieren

Ein zentraler Erfolgsfaktor ist die Fähigkeit, Bauprojekte so zu steuern, dass Stillstände im laufenden Betrieb auf ein Minimum reduziert werden – etwa durch modulare Vorfertigung, präzise Zeitplanung und Erfahrung im Umgang mit sicherheitsrelevanten Infrastrukturen. In allen industriellen Projekten ist fundiertes Wissen über gesetzliche Vorgaben, Sicherheitsrichtlinien und Zertifizierungsanforderungen unerlässlich; in Branchen wie der Energie- oder Chemiewirtschaft kommen zusätzliche, projektspezifische Anforderungen hinzu.

Statt später nachzurüsten, wird so von Anfang an richtig gebaut. Wer heute baut, muss das Morgen mitdenken.

Die industrielle Anlagentechnik steht vor großen Herausforderungen – von Dekarbonisierung über Digitalisierung bis hin zur demografischen Entwicklung. Wer Anlagen effizient und zukunftssicher errichten will, braucht vernetztes Denken, interdisziplinäre Planung und Partner, die den gesamten Lebenszyklus einer Anlage im Blick behalten. Der Schlüssel liegt in der Integration – von Anfang an. Ein durchgängiger Ansatz schafft nachhaltige Einsparungen, höhere Effizienz und langfristige Planungssicherheit.“

Wiley Online Library



Göhler GmbH und Co. KG, Anlagentechnik, Hösbach

Martin Zang

Tel.: +49 6021 4200 202

martin.zang@goehler.de · www.goehler.de

„Ein durchgängiger Ansatz schafft nachhaltige Einsparungen, höhere Effizienz und langfristige Planungssicherheit.“

CITplus: Was bedeutet „Bau und Betrieb zusammendenken“ konkret in Ihrem Projektalltag? Bitte nennen Sie ein Beispiel mit messbarem Effekt.

Martin Zang: „Bau und Betrieb zusammendenken“ bedeutet, den späteren Betrieb nicht als nachgelagerten Kostenfaktor zu betrachten, sondern als integralen Bestandteil der Planung. Entscheidend ist dabei, sich vom reinem CAPEX- und OPEX-Denken zu lösen und stattdessen den gesamten Lebenszyklus einer Anlage in den Blick zu nehmen. Schon in der Konzeptphase fließen Betriebserfahrung, Wartungsstrategien und Sicherheitsanforderungen ein – etwa bei Zugänglichkeit, Werkstoffwahl oder dem Automatisierungsgrad. Werden beispielsweise aus kurzfristigen Investitionsgründen manuell betätigte Armaturen ohne Stellungsrückmeldung eingesetzt, funktioniert die Anlage technisch einwandfrei. Im Betrieb entsteht jedoch zusätzlicher Aufwand für Begehungen, manuelle Eingriffe und Störungslokalisierung. Durch den Einsatz automatisierter Stellarmaturen mit Positionsrückmeldung und Anbindung an das Leitsystem lassen sich Betriebszustände eindeutig erkennen, Eingriffe gezielt planen und Stillstandszeiten reduzieren. Die höhere Anfangsinvestition wird durch geringeren Wartungsaufwand, schnellere Fehlerdiagnose und eine höhere Anlagenverfügbarkeit über den Lebenszyklus ausgeglichen.

Wo entstehen in linear geführten Projekten erfahrungsgemäß die größten Reibungsverluste?

M. Zang: In klassischen, linear aufgebauten Projekten entstehen Reibungsverluste vor allem an den Schnittstellen zwischen den Disziplinen. Agieren Engineering, Beschaffung, Montage und Betrieb nacheinander, statt parallel zusammenzuarbeiten, gehen wertvolle Informationen verloren. Besonders problematisch ist der Übergang zwischen Planung und Instandhaltung: fehlende Daten, unvollständige Dokumentationen oder unterschiedliche Softwareformate führen zu Verzögerungen und Nacharbeiten. Arbeiten alle Beteiligten zusammen und nutzen eine gemeinsame Datenplattform, können solche Hindernisse vermieden werden.

Welche Disziplinen müssen ab Tag eins an einen Tisch und welche Artefakte teilen Sie? Wie sieht Ihr integrierter Workflow von Basic Engineering bis Inbetriebnahme aus?

M. Zang: Ab Tag eins sitzen Verfahrenstechnik, Elektrotechnik, Automatisierung, Rohrleitungsplanung, Montage, Instandhaltung und Dokumentationsabteilung gemeinsam an einem Tisch. Sie arbeiten auf Basis eines abgestimmten, interdisziplinären Daten- und Dokumentationskonzepts, das zentrale Inhalte – vom Fließschema mit Stücklisten, über Schaltpläne, Werks- und Montagezeichnungen bis hin zu 3D-Modellen und wartungsrelevanten Informationen – systematisch miteinander verknüpft.

Gibt es Änderungen in einem Teilbereich, werden diese frühzeitig transparent gemacht und in den angrenzenden Disziplinen berücksichtigt.

Der Workflow beginnt in der Angebotsphase, geht im Basic Engineering mit einem gemeinsamen Arbeits- und Datenraum weiter, wird im Detail-Engineering vertieft und endet mit einer strukturierten, digitalen Übergabe an den Kunden.

Wie nutzen Sie digitale Zwillinge und Asset Informationen Models über den Lebenszyklus?

M. Zang: Digitale Zwillinge und Asset Information Models sind heute wichtige Referenzmodelle im Anlagenbau.

Sie führen Planungs- und ausgewählte Betriebsdaten zu einem konsistenten Anlagenabbild zusammen, das schrittweise um betriebliche Informationen ergänzt wird.

Alle relevanten Informationen – von planungsrelevanten Prozessdaten über Zustands- und Sensordaten bis hin zu Wartungs- und Instandhaltungsinformationen – werden strukturiert erfasst und verfügbar gemacht. Allerdings ist die Umsetzung noch kein Standard.

Im laufenden Betrieb: Welche Strategie nutzen Sie für präzise Zeit- und Eingriffsplanung? Können Sie ein Beispiel nennen, wo eine integrierte Planung messbar Verfügbarkeit erhöht hat?

M. Zang: Im laufenden Betrieb erfolgt die Zeit- und Eingriffsplanung in enger Abstimmung mit dem Betreiber. Die Wartung wird in der Regel als jährliche Routineuntersuchung durchgeführt, basierend auf den vom Kunden vorgegebenen Zeitfenstern.

Unsere Aufgabe besteht darin, diese vorgegebenen Stillstandszeiten technisch sinnvoll vorzubereiten und effizient zu nutzen. Dazu bündeln wir Prüf-, Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten, um Eingriffe möglichst kompakt und mit minimaler Auswirkung auf den Betrieb umzusetzen.

Durch diese integrierte Planung von Technik, Personal und Stillstandszeiten lassen sich Wartungsumfänge strukturieren und ungeplante Zusatzstillstände vermeiden, was sich positiv auf die Anlagenverfügbarkeit über den Jahresverlauf auswirkt.

CO₂-Fußabdruck, Dekarbonisierung und Energieeffizienz spielen eine zunehmend wichtige Rolle. Wie fließen diese Anforderungen in frühe Festlegungen ein? ▶



Martin Zang, Technischer Leiter bei Göhler Anlagentechnik

© Göhler Anlagentechnik

Nachgefragt

M. Zang: Nachhaltigkeit ist ein zentrales Thema, das wir frühzeitig und projektspezifisch in unsere Planung einbeziehen. Bereits in der Konzeptphase betrachten wir gemeinsam mit dem Auftraggeber Werkstoffe, Layout und Automatisierung unter Energie- und CO₂-Gesichtspunkten. Energieintensive Prozesse können – sofern technisch sinnvoll und betrieblich verträglich – durch Maßnahmen wie Wärmerückgewinnung, bedarfsgerechte Steuerungen und drehzahlvariable Antriebe optimiert werden.

Bei der Werkstoffwahl achten wir auf langlebige, wartungsfreundliche und recyclingfähige Lösungen, um Umweltbelastung sowie Lifecycle-Kosten zu reduzieren. Durch kompakte Layouts, kurze Medienwege und möglichst geringe Verbräuche unterstützen wir eine Reduzierung des Gesamtenergiebedarfs, ohne Wartung und Betrieb einzuschränken. Unsere ISO-14001-Zertifizierung verpflichtet uns, Nachhaltigkeitsaspekte über den gesamten Anlagenlebenszyklus systematisch zu berücksichtigen.

Flexibilität ist eine weitere Anforderung an neue Anlagen: Welche Weichenstellungen ermöglichen in Zukunft flexible Prozessanpassungen?

M. Zang: Flexibilität beginnt mit Modularität. Anlagen werden so ausgelegt, dass Prozesseinheiten bei Bedarf ausgetauscht oder erweitert werden können, ohne den Gesamtbetrieb wesentlich zu stören. Standardisierte Schnittstellen und skalierbare Steuerungssysteme bilden die Basis dafür. So lassen sich Kapazitäten an veränderte Produktionsanforderungen anpassen, etwa bei neuen Rohstoffen oder Produkten.

Einer Ihrer Schwerpunkte ist der Bau von Tanklagern für gefährliche Medien: Wie stellen Sie bereits im Basic Engineering die Weichen für Gewässerschutz, Brand- und Explosionsschutz sowie Umwelt-

Compliance? Worin unterscheiden sich Neu- und Umbauten im laufenden Betrieb?

M. Zang: Das Wasserhaushaltsgesetz schreibt den Einsatz eines fachkundigen Planers vor. Bereits im Basic Engineering werden von uns alle sicherheitsrelevanten Anforderungen integriert. Das betrifft Werkstoffauswahl, Leckageüberwachung und Rückhaltesysteme ebenso wie den Brand- und Explosionsschutz. Automatisierte Löschsysteme, Gasdetektion und die Trennung von Gefahrenzonen werden früh berücksichtigt. Bei Neubauten kann dies vollständig in die Anlagenarchitektur integriert werden. Umbauten im laufenden Betrieb sind anspruchsvoller, da bestehende Strukturen, Genehmigungen und Betriebsbedingungen berücksichtigt werden müssen. Hier ist es wichtig, dass Planung, Montage und Betrieb eng zusammenarbeiten, um Eingriffe so kurz und sicher wie möglich zu gestalten – ohne die Verfügbarkeit wesentlich zu beeinträchtigen.

Welche besonderen Anforderungen sehen Sie bei Wasserstoffanlagen? Wie managen Sie material- und sicherheitsspezifische Risiken entlang Vorfertigung, Montage und Inbetriebnahme, inklusive Prüf- und Abnahmeprozessen?

M. Zang: Wasserstoff stellt besondere Anforderungen an Materialauswahl, Dichtheit und Explosionsschutz. Entsprechend setzen wir auf bewährte Werkstoffe und Dichtungssysteme, die für hohen Diffusionsdruck und geringe Molekülgrößen geeignet sind. Bereits in der Vorfertigung werden Module unter realitätsnahen Bedingungen geprüft, um potenzielle Schwachstellen frühzeitig zu erkennen.

Die Qualitätssicherung erfolgt über eine strukturierte und revisionssichere Dokumentation, sodass Prüf- und Freigabeschritte jederzeit nachvollziehbar sind. In der Inbetriebnahme folgen zusätzliche Sicherheitsprüfungen und Abnahmen, um Leckagen, Fehlfunktionen und Abweichungen zuverlässig ausschließen zu können. Ein integriertes Prüfkonzept stellt

sicher, dass alle Arbeitsschritte – von der Fertigung über die Montage bis zur Inbetriebnahme – den hohen sicherheitstechnischen Anforderungen entsprechen. Sachverständige werden dabei rechtzeitig in den Prozess eingebunden, um Prüfungen und Abnahmen effizient und regelkonform vorzubereiten.

Wie beziffern Sie den Mehrwert integrierter Ansätze über TCO, Time-to-Start-up und OEE? Wie überzeugen Sie Stakeholder, die primär auf kurzfristige CAPEX schauen?

M. Zang: Der Mehrwert integrierter Ansätze zeigt sich über den gesamten Lebenszyklus einer Anlage. Kürzere Projektlaufzeiten, geringere Nacharbeitsaufwände und eine stabilere Anlagenverfügbarkeit wirken sich positiv auf die Total Cost of Ownership aus. Auf Basis von Projekterfahrungen lassen sich durch eine frühzeitige Abstimmung von Planung, Betrieb und Wartung spürbare wirtschaftliche Effekte erzielen, ohne diese pauschal zu quantifizieren.

Stakeholder, die primär auf kurzfristige CAPEX achten, überzeugen wir mit nachvollziehbaren Betriebs- und Nutzungsszenarien, die wirtschaftliche Zusammenhänge transparent machen. Wo sinnvoll, binden wir Wartungsleistungen bereits bei Vertragsabschluss in den Leistungsumfang ein, um Effekte über den Lebenszyklus abzusichern.

Ihr wichtigster Rat an Projektverantwortliche, die demnächst ein Großprojekt starten?

M. Zang: Der wichtigste Rat lautet: Denken Sie den Betrieb von Anfang an mit. Eine Anlage ist nur dann erfolgreich, wenn sie dauerhaft technisch zuverlässig, wirtschaftlich tragfähig und sicher betrieben werden kann. Das gelingt, wenn Planung, Montage und Betrieb mit Wartung von Beginn an zusammenarbeiten. So entsteht im Team eine effiziente, nachhaltige und zukunftsfähige Anlage – was zahlreiche realisierte Projekte unseres engagierten Teams belegen.

Waschlösung erleichtert das Auswaschen schwerlöslicher Elemente in der Atomspektroskopie

Inorganic Ventures (IV) hat eine Waschlösung für die Atomspektroskopie entwickelt, die das Auswaschen stark haftender Elemente aus Probeneintragssystemen erleichtert. Besonders betroffen sind die Elemente der leichten und schweren Platinmetalle – darunter Ruthenium, Rhodium, Palladium, Osmium, Iridium und Platin. Diese Elemente spielen in der Geologie, der Katalysatortechnik, in der Pharmazie sowie in der Recyclingbranche etwa beim Aufbereiten von Elektroschrott und Katalysatoren eine wichtige Rolle. Da sie zur Adsorption an den Innenflächen von Eintragungssystemen neigen, können erhöhte Blindwerte und verlängerte Reinigungszeiten die analytische Überwachung erschweren. Auch Gold und Quecksilber lassen sich häufig nur schwer auswaschen, wenn ausschließlich mit salpetersäurehaltigen Lösungen gearbeitet wird. Die bisher gängigen Ansätze mit HNO₃-basierten Waschlösungen entfernen

die genannten Elemente entweder gar nicht oder nur mit deutlicher zeitlicher Verzögerung. Die von IV entwickelte Lösung besteht aus 2 % v/v Salzsäure, ergänzt durch 0,5 % w/v Thioharnstoff. Sie ist sofort einsatzbereit und erfordert keine weitere Verdünnung. Empfohlen wird der Einsatz nach jeder Probe, die potenziell zu Auswaschproblemen führt. Die notwendige Spülzeit hängt von Element und Konzentration der Probe, vom Typ des Probeneintragssystems sowie von der Durchflussrate ab.

www.spetec.de



Pumpen und Zerkleinerungslösungen für Industrie, Abwasser und Biogas

Auf der Pumps & Valves vom 25. bis 26. Februar 2026 in Dortmund zeigt Vogelsang Pumpen und Zerkleinerungstechnik für industrielle Anwendungen. Das Unternehmen präsentiert in Halle 7, Stand 72-30 eine Exzentrerschneckenpumpe, zwei Drehkolbenpumpen-Serien und einen Zweiwellen-Zerkleinerer. „Ob Temperaturen, viskose Medien oder wechselnde Parameter, Industrieprozesse stellen Anforderungen an die Pumpentechnik. Unsere Lösungen sind so ausgelegt, dass sie sich an wechselnde Bedingungen anpassen und Medien fördern. Mit unserem Portfolio finden wir für unsere Kunden die passende Pumpe“, sagt Arne Wotrubez, Leiter Vertrieb Deutschland für Industrie, Abwasser und Biogas bei Vogelsang.

Die Exzentrerschneckenpumpe HiCone verfügt über eine konische Form von Rotor und Stator. Bei Verschleiß entsteht ein Spalt



zwischen beiden Komponenten, der durch axiales Nachstellen des Rotors kompensiert werden kann. Ein Teilewechsel entfällt, die Förderleistung bleibt erhalten. Die VY-Serie eignet sich für Anwendungen in der chemischen Industrie und fördert von 1 m³/h bis 120 m³/h bei maximal 10 bar Druck. Integrierte Sensoren übermitteln Betriebsdaten. Für abrasive Medien ist ein axialer und radialer Verschleißschutz verfügbar. Verschiedene Dichtungssysteme, darunter vormontierte Gleitringdichtungen in Kas-settenbauweise, lassen sich einsetzen. Die VX-Serie fördert Medien mit wechselnden Viskositäten über Distanzen und bei Steigungen. Die Pumpen können viskose oder aggressive Medien sowie Flüssigkeiten mit groben Feststoffen ohne Verstopfung fördern. Sie sind selbstansaugend und unempfindlich gegenüber Trockenlauf und Fremdkörpern. Der XRipper XRP ist für die Installation in Rohrleitungen konzipiert. Die One-Piece Ripper-Rotoren zerkleinern Fremdstoffe im Abwasser wie Feuchttücher, Putzplatten oder Holzstücke. Dies schützt nachfolgende Pumpen vor Blockaden. Der Zugriff auf Antriebsmotor, Getriebe, Wellen und Rotoren ist direkt möglich.

www.vogelsang.info

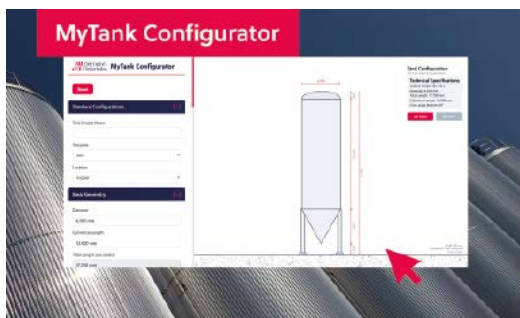
Browserbasiertes Tool zur Tankauslegung für Getränke und Lebensmittel

Ziemann Holvrieka hat ein browserbasiertes Werkzeug zur Planung und Auslegung von Tanks entwickelt. Der MyTank Configurator richtet sich an Unternehmen aus der Getränke-, Lebensmittel- und Biotech-Industrie sowie an Planungsbüros und Forschungseinrichtungen. Die Anwendung ist für unabhängige Betriebe, Konzerne, Ingenieurbüros, Lehrstühle und technische Hochschulen konzipiert. Das Werkzeug ermöglicht es Nutzern, Tankanforderungen direkt online zu definieren. Über eine Benutzeroberfläche können geometrische Grunddaten eingegeben und durch weitere Designparameter wie thermische Behandlung, Druckverhältnisse, Materialwahl und Designstandards ergänzt werden. Das System generiert automatisch eine dynamische Tankdarstellung in Echtzeit,

die alle Bemaßungen sowie das Gesamt- und Nutzvolumen zeigt. Zusätzlich erstellt die Anwendung eine 3D-Darstellung, die sich für erste Aufstellungsplanungen und einfache 3D-Modelle eignet.

Die Anwendung unterstützt Planende und Verantwortliche bei der Entscheidungsfindung in Projektphasen, insbesondere zu Beginn der Planung. Die konfigurierten Daten können in die Vorplanung übernommen und zur Anfrage weitergeleitet werden. Die Eingabeparameter umfassen verschiedene technische Spezifikationen. Nutzer können die Geometrie des Tanks festlegen. Die thermische Behandlung lässt sich spezifizieren, ebenso wie die erforderlichen Druckverhältnisse. Die Materialauswahl kann entsprechend den Anforderungen des zu lagernden Mediums getroffen werden. Designstandards lassen sich nach branchenspezifischen Normen auswählen. Das Werkzeug eignet sich für verschiedene Industriezweige Getränke- und Lebensmittelherstellung sowie für Anwendungsbereiche wie Saftlogistik, New Food, Precision Fermentation und die pharmazeutische Industrie.

www.ziemann-holvrieka.com

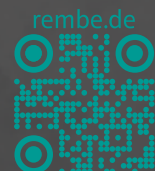


Safety is for life.™

REMBE®
Druckentlastung
und
Explosions-
schutz.

MAINTENANCE DORTMUND
Halle 5, Stand 7405

SOLIDS DORTMUND
Halle 7, Stand T06



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

© REMBE® | All rights reserved

Druckluft und Wärme energieeffizient produzieren

Direkte Kopplung von Gasmotor und Verdichter



Keywords

- Gasmotor-Kompressormodul
- Prozesswärme
- hohes Temperaturniveau



In dem GK-Modul werden die Hauptkomponenten eines Blockheizkraftwerkes direkt mit einem Schraubenkompressor gekoppelt.



Das neue Gasmotor-Kompressormodul wird am besten zur Abdeckung der Grundlast eingesetzt und liefert einen thermischen Wirkungsgrad von fast 90 %.

Druckluft und Wärme erzeugen statt Strom und Wärme: In einem Gasmotor-Kompressormodul (kurz: GK-Modul) werden die Hauptkomponenten eines Blockheizkraftwerkes (BHKW) mit einem Schraubenkompressor gekoppelt. Dabei wird anstatt eines Stromgenerators die Verdichterstufe des Kompressors direkt an den Gasmotor angebunden. Das Ergebnis ist eine kompakte Anlage, mit der sich erhebliche Energieeinsparungen erzielen lassen.

Ob in der Metallverarbeitung, dem Fahrzeug- und Maschinenbau oder der chemischen Industrie – zahlreiche Betriebe sind sowohl auf eine konstante industrielle Prozesswärme als auch auf Druckluft angewiesen. Die Wärmeversorgung ist dabei über ein gasbetriebenes BHKW möglich. Dieses produziert zusätzlich zur Wärme Strom, der dann bspw. auch für den Betrieb eines nachgeschalteten Kompressors

genutzt werden kann. Eine derartige Kombination von Kraft-Wärme-Kopplung und separater Druckluffterzeugung führt jedoch zu Anlagen mit vergleichsweise großen Abmessungen.

Die Energieverluste sind hoch, denn bei der Stromerzeugung im BHKW und separater Druckluffterzeugung entstehen Wandlungs-, Übertragungs- und Frequenzumrichterverluste. Hinzu kommt, dass die im Kompressor entstehende Wärme häufig ungenutzt an die Umgebung abgegeben wird. Dadurch bleibt ein erhebliches Energieeinsparpotenzial ungenutzt.

Direkte Kopplung von Gasmotor und Verdichterstufe

Mit einem GK-Modul bzw. Druckluft-Heizkraftwerk lässt sich die Energieeffizienz dagegen deutlich steigern. Denn der Gasmotor des BHKW treibt den Schraubenkompressor direkt an, ein Elektromotor ist zum Betrieb des Kompressors nicht mehr nötig. Der „Umweg“ über die Stromerzeugung fällt also weg, da die Verdichterstufe des Kompressors direkt mit dem Gasmotor gekoppelt ist. Nur ein geringer Anteil elektrischer Energie wird für die Steuerung und andere Aggregate benötigt. Dabei lässt sich die erzeugte Druckluft durch die Drehzahlregelung des Gasmotors dem Bedarf anpassen – vergleichbar mit der Frequenzregelung eines Elektromotors. „Wir haben uns schon einige Jahre

mit der Thematik befasst“, sagt Joachim Voigt, Vertriebsleiter bei Sokratherm. „Eine konkrete Planungsanfrage brachte uns dazu, gemeinsam mit Boge ein neues Gasmotor-Kompressormodul zu entwickeln.“ Der BHKW-Hersteller Sokratherm bietet verschiedene GK-Module im Leistungsbereich von 50 bis 200 kW an. Damit kann eine Liefermenge von 7,1 bis 28,7 m³/min erzeugt werden. Die Druckluft-Heizkraftwerke sind in drei verschiedenen Baugrößen für die Druckstufen 8 bar, 10 bar und 13 bar verfügbar.

Kleiner Footprint und maximale Flexibilität

Bei der Entwicklung des GK-Moduls galt es, einige Anforderungen zu erfüllen. So sollte der Verdichter des Kompressors in dem Gehäuse des BHKW installiert werden, ohne große bauliche Veränderungen an dem Aggregat vornehmen zu müssen. Nicht nur die Drehrichtung, auch die Maße passten optimal, so dass insgesamt ein sehr kompaktes Modul entstanden ist, das einen kleinen Footprint aufweist. Wärmetauscher, Ölkreislauf und andere Komponenten wurden in einem sogenannten Satellitenmodul zusammengefasst, das neben dem Aggregat aufgestellt wird. Dabei ist der Kunde flexibel in der Anordnung dieses Moduls. „Unsere Komponenten sind optimal aufeinander abgestimmt“, sagt Stefan Klare, Leiter Customised Solutions bei Boge. „Mit unserem Getriebe

können wir verschiedene Übersetzungen realisieren und sind maximal flexibel bezüglich der Antriebsdrehzahl, Liefermengen und erzeugten Druckbereiche.“

Ist das Kundennetz bspw. nicht für die im Lieferprogramm enthaltenen 8 bar, 10 bar oder 13 bar, sondern auf 11 bar ausgelegt, ist ein Anschluss durch die Wahl einer passenden Übersetzung von Boge ebenfalls realisierbar. Über das Lieferangebot hinaus können somit Anlagen für unterschiedliche Anforderungen des Kunden umgesetzt werden. Idealerweise wird das Druckluft-Heizkraftwerk zur Abdeckung der Basislast eingesetzt. Dabei lässt sich die Druckluft- und Wärmeproduktion über die Drehzahl stufenlos bis auf etwa die halbe Liefermenge reduzieren, wenn bspw. am Wochenende ein geringerer Bedarf vorhanden ist. Zur Abdeckung von Spitzenlasten bieten sich konventionelle Kompressoren oder Heizkessel an.

Höheres Temperaturniveau als bei klassischer Wärmerückgewinnung

Der Gasmotor von Sokratherm und der ölspritzgeköhlte Schraubenkompressor aus der Baureihe S-4 von Boge sind wesentliche Bestandteile des neuen Druckluft-Heizkraftwerkes. Der Kompressor ist durch die Verdichterstufe mit integriertem, vollständig gekapseltem Getriebe bereits effizienzoptimiert. Mit der effizient konzipierten Wärmerückgewinnung des Verdichters trägt der Kompressor maßgeblich zu dem hohen Wirkungsgrad des Gesamtsystems bei. Zwar erzielt diese moderne Wärmerückgewinnung auch bei herkömmlichen Kompressoren eine effiziente Wärmebereitstellung, allerdings ist bei diesen das Temperaturniveau für eine Nutzung als industrielle Prozesswärme meist zu gering. Die Wärmeauskopplung aus dem Gasmotor ermöglicht dagegen ein deutlich höheres Temperaturniveau. Mit Heizungsvorlauftemperaturen bis zu 95 °C können die Aggregate somit industrielle Prozesswärme erzeugen, die für die Kunststoffformung oder zur Beheizung von galvanischen Bädern zur Verfügung steht.

Bewährte Technik für eine lange Lebensdauer

Eine Herausforderung bestand darin, die beiden Steuerungen – von BHKW und Kompressor – zu vereinen. Zunächst wurde die Steuerung von Sokratherm erweitert und so mit der Steuerung von Boge kombiniert, dass der Anwender auf alle Komponenten mit einer Steuerung zugreifen kann. Sind zusätzlich zum Gasmotor-Kompressormodul herkömmliche Kompressoren oder Heizkessel im Einsatz, bietet sich die Steuerung Airtelligence Provis 3 von Boge an, mit der sich eine unbegrenzte Anzahl von Komponenten vorausschauend und verbrauchsabhängig steuern lässt. Die neue Konstruktion basiert auf Standardkomponenten und bewährter Technik, was einen zuverlässigen Betrieb garantiert. Das Getriebe ist gekapselt,

nahezu wartungsfrei und in den Ölkreislauf des Verdichters eingebunden.

Schnelle Amortisation und erste Industrieanwendung

Das neue Gasmotor-Kompressormodul wird am besten zur Abdeckung der Grundlast eingesetzt. Idealerweise benötigt der Kunde kontinuierlich Druckluft und kann die Wärme ebenfalls dauerhaft nutzen. „Das neue Aggregat liefert einen thermischen Wirkungsgrad von fast 90 %“, so Joachim Voigt. „Damit ist die Anlage wärmeseitig bereits vergleichbar mit einem regulären Heizkessel, der Jahresnutzungsgrade in ähnlicher Höhe erzielt. Dazu kommt natürlich die Druckluft, die bei der Betrachtung quasi als Nebenprodukt der Wärmeerzeugung anfällt.“ Durch die kombinierte Druckluft- und Wärmeerzeugung verwertet das Modul fast die gesamte im Brennstoff gespeicherte Energie. Denn nicht nur die Wärme aus dem Abgas, sondern auch die aus Motorkühlwasser und Verdichteröl wird genutzt. Wenn das Druckluft-Heizkraftwerk zur Abdeckung der Grundlast kontinuierlich in Betrieb ist, amortisiert sich das neue Druckluft-Heizkraftwerk innerhalb von zwei bis drei Jahren. Hat der Kunde im Sommer einen geringeren Wärmebedarf, kann die überschüssige Wärme durch Kopplung mit einer Absorptionskältemaschine zusätzlich in Kälte umgewandelt werden. Das Druckluft-Heizkraftwerk würde in diesem Fall sogar drei Energieformen liefern: ganzjährig Druckluft und Wärme sowie Kälte in den Sommermonaten, bspw. als Prozesskälte für die Maschinenkühlung. Somit lässt sich die Auslastung noch einmal steigern.

Fazit: wirtschaftlich und ökologisch

Mit den neuen Gasmotor Kompressormodulen werden rund 90 % der eingesetzten Brennstoffenergie thermisch genutzt und gleichzeitig steht Druckluft zur Verfügung. Der Anwender profitiert von einem hohen Wirkungsgrad für die Wärmeerzeugung, der mit dem eines herkömmlichen Brennkessels vergleichbar ist, und spart gleichzeitig die Stromkosten für die Druckluftherzeugung. Durch den Einsatz

eines Druckluft-Heizkraftwerkes zur Abdeckung der Grundlast lassen sich in Verbindung mit konventionellen Kompressoren für die Spitzenlast die Effizienz und die Wirtschaftlichkeit der gesamten Druckluftherzeugung deutlich steigern. „Mit erneuerbaren Brennstoffen wie Biomethan oder grünem Wasserstoff können Druckluft und Wärme nicht nur sehr effizient, sondern sogar CO₂-neutral generiert werden“, sagt Wilhelm Meinhold, Marketingleiter bei Sokratherm. „Schon heute sind bis zu 20 % Wasserstoff im Brennstoff möglich, mit einer entsprechenden Nachrüstung können die Module auch mit 100 % Wasserstoff betrieben werden.“

Wiley Online Library



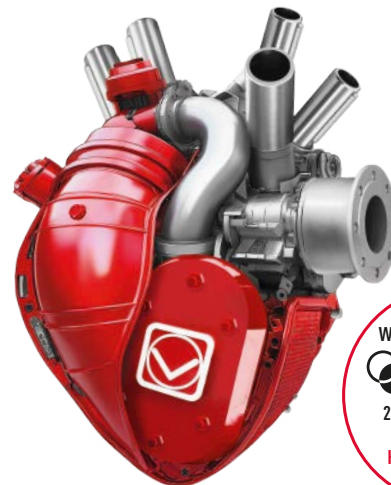
Boge Kompressoren Otto Boge GmbH & Co. KG, Bielefeld

Tel.: +49 5206 601 0
info@boge.de · www.boge.de

Sokratherm GmbH, Hiddenhausen

Tel.: +49 5221 9621 0
info@sokratherm.de · www.sokratherm.de

© Bilder Sokratherm



Wir sehen uns auf der
PUMPS & VALVES
25.-26. Februar 2026
Dortmund
Halle 7, Stand 7230

PUMPEN SIND DAS HERZSTÜCK IHRER ANLAGE

Pumpentechnik vom Innovations-Leader

Verlassen Sie sich drauf: Industripumpen von Vogelsang überzeugen durch ihre überragende Leistung, sind besonders langlebig, einfach zu warten und können auf Wunsch individuell an nahezu jede Anforderung angepasst werden. Wenn es um Pumpen geht – Vogelsang.



VOGELSANG –
LEADING IN TECHNOLOGY
vogelsang.info



Zentrale Technik für saubere Abluft

Einsatz von Aktivkohle im Rahmen der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft



Pelletierte Aktivkohle DGF 4
zur Adsorption von VOC



Keywords

- **TA-Luft**
- **Emissionsminderung**
- **Aktivkohlefilter**

Für Unternehmen, die Luftschadstoffe emittieren, ist die Einhaltung der TA-Luft (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft) von entscheidender Bedeutung. Sie ist ein zentrales Instrument der deutschen Immissionsschutzpolitik und legt Grenzwerte für Staub, gasförmige anorganische Stoffe, flüchtige organische Verbindungen (VOC), für karzinogene, keimzellmutagene oder reproduktionstoxische Stoffe und Gerüche fest. Mit der Neuerung von 2021 wurden die Anforderungen an genehmigungsbedürftige Anlagen nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz auf den aktuellen Stand der Technik gesetzt. Neben allgemeinen Grenzwerten gelten zum Teil auch abweichende anlagen- und prozessspezifische Anforderungen. Zur Reinigung der Abluft stehen unterschiedliche Techniken wie die absorptive Abluftreinigung mittels Gaswäschern, die thermische Nachverbrennung, die biologische Abluftreinigung mittels Biofilter und Biowäscher oder die Adsorption durch Aktivkohlefilter zur Verfügung.

Um die Vorgaben der TA-Luft zu erfüllen und die Umweltbelastung zu minimieren, stellt Aktivkohle als Adsorptionsmittel für einige Schadstoffe aus Abluftquellen eine effektive und bewährte Lösung dar. Typische Schadstoffe, die mittels Aktivkohle eliminiert werden können und typische Einsatzgebiete von Aktivkohlefiltern sind:

- flüchtige organische Verbindungen in Chemieindustrie, pharmazeutische Produktion, Lack- und Druckindustrie und Textilindustrie,
- Schwefelverbindungen wie Schwefelwasserstoff und Mercaptane in Biogasanlagen, Petrochemie und Abwasserbehandlung,
- Gerüche, die z. B. aus Ammoniak, organischen Verbindungen oder Schwefelkomponenten resultieren, in Lebensmittelindustrie, Landwirtschaft und Abfallwirtschaft,
- Schadstoffe aus Rauchgasen wie Stickoxide oder Quecksilber in Kraftwerken, Industrieöfen in Glas- und Metallverarbeitung oder Müllverbrennungsanlagen.

Die Adsorption an Aktivkohlen gehört dabei zu den von der EU empfohlenen „Best Available

Techniques“ (BAT) zur Emissionsminderung gasförmiger Verunreinigungen aus Abluftströmen. Physisorptive Aktivkohlepellets und -granulate auf Basis von Steinkohle und Kokosnussschalen trennen flüchtige organische Verbindungen und Lösemittel sicher ab. Durch imprägnierte Aktivkohlen können saure Gase wie Schwefelwasserstoff und basische Gase wie Ammoniak und Schwermetalle wie Quecksilber zuverlässig selbst bei niedrigen Konzentrationen abgeschieden werden. Als Imprägnierchemikalien kommen unter anderem Kaliumcarbonat und -iodid, Phosphorsäure oder schwefelhaltige Imprägnierungen zum Einsatz. Je nach Prozessführung

kommt die Aktivkohle dabei pelletiert, granuliert oder pulverförmig zum Einsatz.

Effektive Abluftreinigung – passend zu Ihrem Prozess

Der Adsorptionsprozess wird von Prozessparametern wie Art und Konzentration der Schadstoffe, Volumenstrom, Emissionsquelle, Ablufttemperatur sowie der Arbeitsweise der emittierenden Produktionsanlage beeinflusst. In einer professionellen Beratung werden diese Parameter berücksichtigt, um die Grenzwerte der TA-Luft einzuhalten. Nur mit der richtigen Aktivkohleauswahl, Auslegung und Dimensionierung des Filtersystems ist eine effektive und kosteneffiziente Aufreinigung der Abluft möglich.

Eine flexible Lösung zur Abluftreinigung stellt der Einsatz von mobilen Filtersystemen dar, die von verschiedenen Anbietern gemietet werden können. Die Adsorberreihe Plug & Clean von CarboTech bietet eine zuverlässige Lösung zur Reinigung der Abluft, auch bei komplexen Emissionsprofilen. Die Plug & Clean-Systeme stehen für verschiedene Volumenströme zur Verfügung, von 100 Nm³/h bis zu 40.000 Nm³/h. Sie eignen sich sowohl für den seriellen als auch parallelen Betrieb mehrerer Filter. Der Einsatz der Aktivkohlefilter ist eine wirtschaftliche und umweltfreundliche Lösung, mit der sich die gesetzlichen Vorgaben sicher erfüllen lassen. Als Full-Service-Anbieter kümmert sich CarboTech um die betriebsbereite Lieferung und bietet einen Wechselservice sowie die Entsorgung der beladenen Aktivkohle an.

Aktivkohlefilter zur Geruchs- und Gesamtkohlenstoffabscheidung in einem Abfallsammellager

Die Kontrolle von Gerüchen und Schadstoffemissionen in Abfallsammellagern stellt Betreiber vor erhebliche Herausforderungen. Die Schadstoffe werden entweder aus Abfallmaterialien freigesetzt oder entstehen durch Zersetzung organischer Verbindungen. Die Zusammensetzung und Konzentration der Emissionen in Abfallsammellagern variiert je nach Art und Menge der deponierten Abfälle und den Lagerungsbedingungen. Zu den häufigsten Emissionen gehören auf der einen Seite Geruchsstoffe oder flüchtige organische Verbindungen folgender Klassen: Aldehyde, Ketone, aromatische Verbindungen, Alkane, Alkene und Schwefelverbindungen. Die Freisetzung dieser Substanzen führt zu einer Geruchsbelastung, viele sind zudem gesundheitsschädlich, giftig oder krebserregend, weshalb ihre Freisetzung zwingend unterbunden werden muss. Die TA-Luft

legt spezifische Grenzwerte für die genannten Stoffgruppen in Abfallsammellagern fest, wobei die genauen Werte von Anlagentyp und lokalen Bedingungen abhängig sind.

Die in Abfallsammellagern zu behandelnden Volumenströme sind abhängig von der Größe der Lagerhalle und dem damit verbundenem Luftwechsel. Die Luftwechsel finden oft diskontinuierlich statt, typischerweise liegen die Volumenströme in einer Range von 10.000 bis 60.000 m³/h. Die modulare Bauweise des CarboTech Plug & Clean 40.000 stellt eine passende Lösung für diesen Anwendungsbereich dar, bei hohen Volumenströmen ist eine parallele Installation mehrerer Linien möglich. Eine serielle Installation ermöglicht die kontinuierliche Einhaltung der Grenzwerte. Der erste Filter fungiert als Betriebsfilter, während der nachgeschaltete Filter als Polizeifilter dient, in dem die Feinreinigung stattfindet. Durch die Reihenschaltung wird das Filterbett des Betriebsfilters auch dann weiter genutzt, wenn die Emissionswerte am Auslass des Betriebsfilters bereits die Grenzwerte überschreiten. Dadurch können Betriebskosten optimiert und das Filterbett bestmöglich ausgenutzt werden. Die Messung der Grenzwerte erfordert das Überwachen der Ein- und Auslässe beider Filter. Das Überwachungsintervall (kontinuierlich oder diskontinuierlich) wird durch behördliche Genehmigungen festgelegt.

Sobald der Betriebsfilter gesättigt ist, wird das Filtermodul ausgetauscht. Der Polizeifilter rückt an die Stelle des Betriebsfilters und ein neues Modul wird als Polizeifilter installiert. Die Plug & Clean Bauart ermöglicht bei geschickter Anordnung der Abluftführungssysteme einen Modulwechsel innerhalb von einer Stunde. Dies verhindert längere Betriebsausfälle und der Betrieb kann kontinuierlich und reibungslos fortgesetzt werden.



Johanna Muthmann,
Anwendungstechnikerin,
CarboTech Gruppe

Wiley Online Library



CarboTech Gruppe, Essen
Tel.: +49 201 2489 900
info@carbotech.de · www.carbotech.de

Batterierecycling – Herausforderungen, Technologiepfade und Perspektiven

Prof. Sabrina Zellmer von der TU Braunschweig erläutert im Interview mit CITplus die aktuellen Hürden, technologischen Ansätze und regulatorischen Entwicklungen für effizientes Batterierecycling.



Keywords

- Batterierecycling
- Batterierohstoffe
- Batterieverordnung



Prof. Sabrina Zellmer, Universitätsprofessorin für Batterie- und Brennstoffzellen-Prozesstechnik, Leiterin des Bereichs „Energiespeichermaterialien und Brennstoffzellen“ an der TU Braunschweig und stellvertretende Institutsleiterin und Abteilungsleiterin am Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST

Batterierecycling gilt als Schlüssel, um Rohstoffkreisläufe zu schließen und die Abhängigkeit von Importen zu reduzieren. Doch wie lassen sich die technischen, regulatorischen und ökonomischen Hürden überwinden? Prof. Dr.-Ing. Sabrina Zellmer, Universitätsprofessorin für Batterie- und Brennstoffzellen-Prozesstechnik, Leiterin des Bereichs „Energiespeichermaterialien und Brennstoffzellen“ an der TU Braunschweig und stellvertretende Institutsleiterin und Abteilungsleiterin am Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST, forscht an innovativen Ansätzen für effiziente Recyclingprozesse. Im Gespräch mit Dr. Etwina Gandert, Chefredakteurin von CITplus, erläutert sie, welche Entwicklungen das Input-Spektrum beim Recycling prägen, welche Technologiepfade für unterschiedliche Zellchemien sinnvoll sind und wie sich die EU-Batterieverordnung auf den Markt auswirkt.

CITplus: Was sind aus heutiger Sicht die drei größten, unmittelbar lösbaren Hürden im Batterierecycling – technisch, regulatorisch und ökonomisch?

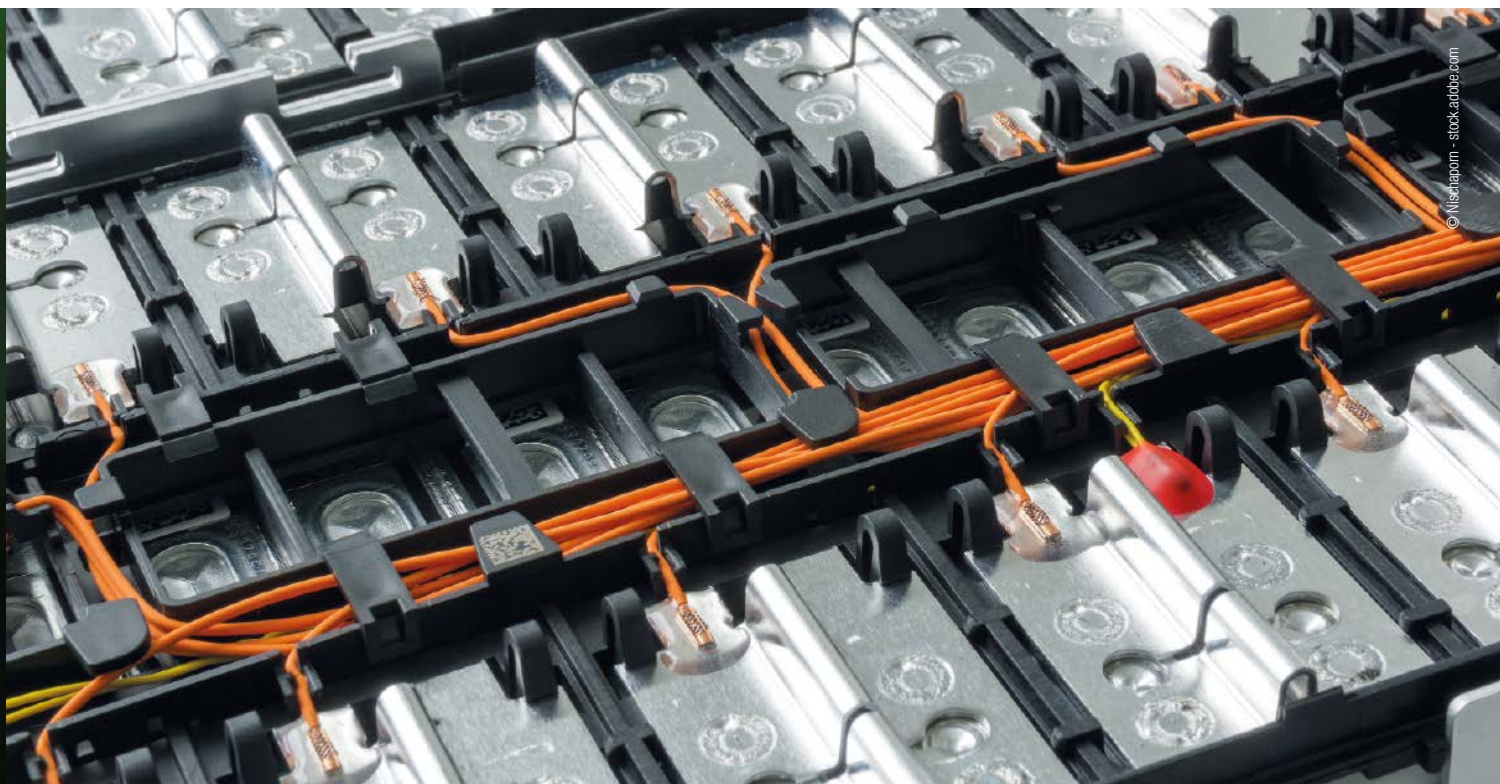
Prof. Sabrina Zellmer: Auf regulatorischer Ebene erschweren unterschiedliche internationale Vorgaben und Standards – etwa zu Recyclingquoten, Lager- und Transportbedingungen sowie Genehmigungsverfahren – eine einheitliche Umsetzung von Recyclingprozessen. Technisch stellt insbesondere die große Vielfalt an Batteriematerialien eine zentrale Herausforderung dar. Sie führt zu hoher Komplexität und teilweise eingeschränkter Übertragbarkeit von Erkenntnissen zwischen unterschiedlichen Technologien. Hinzu kommen ökonomische Herausforderungen, die u. a. auf schwankende Rohstoffpreise, die unklare Menge an Altbatterien und den Anteil an Batterien zurückzuführen sind, die für einen Second Use vorgesehen sind.

Wie entwickelt sich das Input-Spektrum aktuell: Produktionsausschuss vs. echte End-of-Life-Rückläufer – und was bedeutet das für Prozesse, Erlösstrukturen und die Qualitätsstabilität?

Prof. S. Zellmer: Der Anteil an Produktionsausschüssen und „echten“ EoL-Rückläufern wird weltweit stark durch die Absatzmärkte sowie den Aufbau von Produktionskapazitäten bzw. -infrastrukturen bestimmt und unterscheidet sich je nach Zellchemie. Aktuelle Studien zeigen, dass der Anteil an Produktionsausschuss den Markt bis 2030 dominieren wird. Ab 2035 wird von einem Anteil von > 80 % EoL ausgegangen. Hierbei zeigen Studien, dass der Anteil an Rückläufern durch den Produktionsausschuss bis 2030 dominiert wird. Durch den signifikanten Anstieg an EoL-Rückläufern nach 2030, wird von einem signifikanten Anteil von > 80 % in 2035 ausgegangen^[1].

Für Prozesse, Erlösstrukturen und die Qualitätsstabilität ergeben sich daraus unterschiedliche Rahmenbedingungen. Im Fall des klassischen Produktionsausschusses handelt es sich um sehr homogene Materialströme, die auf eindeutige Zellchemien und Rezepturen zurückzuführen sind. Eine Rückführung ist in der Regel mit einem geringeren apparativen Aufwand und damit geringeren Kosten verbunden und soll zukünftig über das sogenannte Direct Recycling erfolgen.

Voraussetzung sind hierbei gesicherte Nachweise, dass die rückgewonnenen Materialien eine mit Primärmaterialien vergleichbare Performance aufweisen. Ungebrauchte oder nur minimal gealterte Zellen verfügen in der Regel über einen State of Health (SOH) von über 95 % – auch hier ist ein direktes Recycling denkbar, wird derzeit jedoch überwiegend auf Forschungsebene betrachtet.



Demgegenüber zeigen unterschiedliche Studien einen signifikanten Anstieg „echter“ EoL-Rückläufer in den kommenden Jahren. Abhängig von der Zellchemie sind die Prozesse, Erlösstrukturen und Qualitätsstabilität unterschiedlich zu bewerten. Letztere wird insbesondere durch den Mix der Eingangsstoffe bestimmt. Aktuell wird der Rückläufermarkt durch nickelreiche Zellchemien dominiert; aufgrund des zunehmenden Einsatzes von LFP und anderen Zellchemien ist auch von einem signifikanten Anstieg von LFP und weiteren Materialien im Rückläufermarkt auszugehen.

Die Erlösstrukturen der Recyclingunternehmen werden maßgeblich durch die verfügbaren Materialmengen bestimmt. Ein wachsender

Anstieg von Materialien wie LFP im Vergleich zu nickelreichen Materialien wird den Erlösdruck für die Recycler voraussichtlich weiter erhöhen.

Welche Technologiepfade sind für welche Batteriematerialien sinnvoll: Pyro, Hydro oder Direct Recycling – und woran entscheidet sich die Wahl?

Prof. S. Zellmer: Typischerweise werden EoL-Batterien heute deaktiviert, demontiert und anschließend mechanisch und ggf. thermisch aufbereitet. In einem nächsten Schritt erfolgt je nach Recycler eine pyro- und/oder hydro-metallurgische Aufbereitung. Der Vorteil dieser Technologien liegt darin, dass hohe Rückgewinnungsquoten für wertvolle Metalle erreicht wer-

den können und die Prozesse sowohl skalierbar als auch weitgehend industriell etabliert sind. Darüber hinaus lassen sich diese Aufbereitungstechnologien mit entsprechenden Anpassungen für unterschiedliche Zellchemien einsetzen. Das Ergebnis sind u. a. Metallsalze, die anschließend wieder für die Materialsynthese genutzt werden können. Durch Prozessanpassungen und technologische Weiterentwicklungen können dabei sowohl CO₂-Emissionen als auch der Chemikalienverbrauch weiter reduziert werden.

Im Vergleich dazu steht das sogenannte Direct Recycling. Darunter werden Verfahren verstanden, bei denen aktive Batteriematerialien wie z. B. Anoden- und Kathodenmaterialien weitgehend in ihrer funktionalen Struktur

erhalten bleiben und ohne vollständige chemische Zerlegung wieder in der Zellproduktion eingesetzt werden. Durch die Reduktion der Aufbereitungsschritte sinken der Energiebedarf und die CO₂-Emissionen sowie die damit einhergehenden Kosten. Aktuelle Herausforderung sind Verunreinigungen in den Eingangsströmen, die daraus resultierenden Qualitätsmerkmale der rekonditionierten Aktivmaterialien sowie die Notwendigkeit skalierten Prozesse, die den jeweils spezifischen Anforderungen der unterschiedlichen Batteriechemien gerecht werden.

Welche Qualitätsmetriken sind für „Battery-grade“-Rohstoffe entscheidend, und wie werden Verunreinigungen, Trace Metalle oder Partikelgrößen über die Prozesskette gemessen und kontrolliert?

Prof. S. Zellmer: Die Qualitätsmetriken für „Battery-grade“-Rohstoffe sind entscheidend, um eine hohe Leistung, Sicherheit und Lebensdauer von Batterien sicherzustellen. Besonders wichtig sind dabei u. a. die Reinheit, die Oberflächenchemie, die Kristallinität, die Kontrolle von Verunreinigungen und Spurenelementen, eine definierte Partikelgrößenverteilung sowie ein möglichst niedriger Feuchtigkeitsgehalt. Um diese Anforderungen zu erfüllen, werden während der Verarbeitung kontinuierlich Proben entnommen und diese mit Methoden wie u. a. der chemischen Analyse (ICP-MS, AAS), der Röntgenfluoreszenzanalyse (XRF), der Massenspektrometrie oder Siebanalysen geprüft.

Wie hoch sind die zu erwartenden Materialrückgewinnungsgrade (Lithium, Nickel, Kobalt, Graphit) je Pfad – und welche Werte sind heute industriell wiederholbar?

Prof. S. Zellmer: Die vorgegebenen Rückgewinnungsquoten für Lithium, Nickel und Kobalt sind entsprechend der EU-Batterieverordnung^[2] definiert. Die Batterieverordnung enthält einerseits Vorgaben hinsichtlich der Gesamtrückgewinnungsrate für Lithium-Ionen-Batterien von 65 % (2025) und 70 % (2030) und andererseits Materialrückgewinnungsziele für Kobalt und Nickel von 90 % (2027) und 95 % (2031) sowie für Lithium von 50 % (2027) und 80 % (2031). Konkrete Materialrückgewinnungsquoten für Graphit sind in der Verordnung nicht vorgegeben; zur Erreichung der Gesamtrückgewinnungsrate ist es jedoch erforderlich sowie weitere Materialien wie Graphit zurückzugewinnen. Der Vergleich der Prozessrouten – auch in der industriellen Umsetzung – zeigt, dass die geforderten Ziele für 2027 für Co, Ni und Cu von über 90 % erreicht werden können. Im Bereich der Lithium-Rückgewinnung können die Ziele von 2027 über hydrometallurgische Prozesse mit mehr als 50 % erreicht werden. Häufig wird eine Kombination beider Verfahren eingesetzt – beispielsweise Pyrometallurgie zur Vorbehandlung und Hydrometallurgie zur Feinanreicherung. Aus unterschiedlichen Veröffentlichungen, wie z. B. Blömeke et al. (2022)^[3], lassen sich je nach

Verfahrenskombination unterschiedliche Rückgewinnungsquoten ableiten.

Wie groß ist das Potenzial, durch Recycling die Importabhängigkeit bei kritischen Rohstoffen real zu senken – und ab wann ist dies aus Ihrer Sicht in nennenswertem Umfang zu erwarten?

Prof. S. Zellmer: Recycling besitzt ein erhebliches Potenzial, die Importabhängigkeit bei kritischen Batterierohstoffen wie Lithium, Nickel oder Kobalt deutlich zu verringern und damit einen wichtigen Beitrag zur Versorgungssicherheit zu leisten. Zeitpunkt und Umfang dieses Beitrags sind jedoch von mehreren Faktoren abhängig. Entscheidend sind einerseits wirksame Sammel- und Rückführungsstrategien, die sicherstellen, dass ausgediente Batterien tatsächlich dem Recyclingprozess zugeführt werden. Hinzu kommt der zeitgerechte Ausbau von Recycling-Kapazitäten, um die künftig wachsenden Mengen an End-of-Life-Batterien aus Elektrofahrzeugen verarbeiten zu können. Maßgeblich ist außerdem die rechtzeitige Verfügbarkeit solcher EoL-Batterien, da sich viele Fahrzeuge aktuell noch in der Nutzung befinden und erst in den kommenden Jahren größere Rücklaufmengen erwartet werden. Die prognostizierten Werte sind aktuell noch sehr schwankend.

Ebenso wichtig ist der Einsatz technologisch ausgereifter Recyclingverfahren, die eine hohe Rückgewinnungsquote bei gleichzeitig wirtschaftlicher und ökologisch verträglicher Verarbeitung ermöglichen. Schließlich spielen geeignete politische Rahmenbedingungen sowie gezielte Marktanreize eine zentrale Rolle, um Investitionen zu fördern und Recyclingprozesse wettbewerbsfähig zu machen.

Welche Stellhebel bestimmen die Kosten und damit die Wirtschaftlichkeit am stärksten: Energie, Chemikalien, Verbrauchsmaterialien, CAPEX-Amortisation, Logistik, Genehmigungen? Welche Rolle spielen sinkende oder volatile Rohstoffpreise für die Profitabilität?

Prof. S. Zellmer: Die Wirtschaftlichkeit des Batterierecyclings wird von einer Vielzahl an Faktoren beeinflusst. Von zentraler Bedeutung ist die Zusammensetzung des Input-Streams: Die jeweilige Zellchemie und insbesondere der Anteil an werthaltigen Metallen wie Nickel und Kobalt bestimmen maßgeblich die erzielbaren Erlöse. Einen großen Kostenfaktor stellt demgegenüber die Logistik dar, da Gefahrguttransporte, die Sortierung nach Zellchemien sowie Vorbehandlungsschritte notwendig sind. Auch die Wahl des Recyclingprozesses hat einen entscheidenden Einfluss auf die Kostenstruktur. Während pyrometallurgische Verfahren durch hohen thermischen Energiebedarf gekennzeichnet sind, bedingen hydrometallurgische Verfahren höhere Materialkosten durch den Einsatz von Chemikalien, bieten jedoch höhere Rückgewinnungsraten. Weitere Kostentrei-

Battery LabFactory Braunschweig

Die Battery LabFactory Braunschweig ist eine interdisziplinäre Forschungsplattform für Batterieentwicklung. Derzeit forschen 19 Mitglieder von der TU Braunschweig, TU Clausthal, Leibniz Universität Hannover, Fraunhofer IST und PTB gemeinsam in der BLB. Durch die Integration mit dem Automotive Research Centre Niedersachsen (NFF), der Open Hybrid LabFactory (OHLF), dem Aeronautics Research Centre Niedersachsen (NFL), dem Zentrum für Brandforschung (ZeBra) und dem Intelligent Systems Technologies Hub (IST.hub) bietet die BLB eine einzigartige transdisziplinäre Plattform zur Entwicklung der Batterie der Zukunft. Die BLB ist Teil des regionalen Verbunds „Braunschweig LabFactories for Batteries and More“.

Teil der BLB+ ist außerdem das Fraunhofer-Zentrum für Energiespeicher und Systeme (ZESS). Das ZESS entwickelt innovative, nachhaltige und sichere Batterie- und Wasserstofftechnologien. Im Fokus stehen u. a. zukunftsweisenden Festkörperbatterien sowie innovative Wasserstofftechnologien.

Im Bau befindet sich das Center for Circular Production of Next Batteries and Fuel Cells (CPC) in Braunschweig. Zielsetzung des CPC ist die Erforschung und Entwicklung eines nachhaltigen Kreislaufes bei der Herstellung, Nutzung und Wiederverwertung von Batterien und Brennstoffzellen. Hierfür soll im geplanten Neubau ein interdisziplinäres Team aus instituts- und fachübergreifenden Arbeitsgruppen angesiedelt werden.

ber sind lange Genehmigungszeiten, strenge Umweltschutzauflagen und die regelkonforme Abfallentsorgung, die in Deutschland zusammen mit vergleichsweise hohen Lohnkosten ins Gewicht fallen. Neben den Betriebskosten ist auch der Kapitaleinsatz (CAPEX) ein relevanter Faktor, wobei die Skalierung und die enge Anbindung an OEMs bzw. Gigafactories für die Wirtschaftlichkeit entscheidend sind. Schließlich spielt die Entwicklung der Rohstoffpreise eine wesentliche Rolle. Kurzfristige Preisstürze können die Profitabilität erheblich beeinträchtigen, während langfristige regulatorische Vorgaben – etwa die EU-Richtlinien zum Recycling – für eine verlässliche Nachfrage an recycelten Materialien sorgen.

Wie wichtig ist der Zugang zu „bankable feedstock“ im Vergleich zu reiner Technologie-Exzellenz?

Prof. S. Zellmer: Der Zugang zu verlässlich gesicherten, planbaren und qualitativ stabilen Eingangsmaterialien bildet die Grundlage für Wirtschaftlichkeit, Skalierung und Finanzierung. Gleichzeitig ist technologische Exzellenz ent-

scheidend, um den Einsatz ausgereifter, effizienter und skalierbarer Recyclingverfahren mit hoher Rückgewinnungsquote und ökologischer Verträglichkeit sicherzustellen.

Welche Wirkungen wird die EU-Batterieverordnung entfalten?

Prof. S. Zellmer: Die aktuellen regulatorischen Entwicklungen im Batterie- und Recyclingsektor entfalten ihre Wirkungen in mehreren zentralen Bereichen, die sowohl technologische als auch marktstrategische Dimensionen umfassen. Gleichzeitig sorgt die Harmonisierung auf EU-Ebene zu einheitlichen Benchmarks, die Investitionen planbarer machen. Zudem führen die festgelegten Rezyklatquoten zu einer steigenden Nachfrage nach recycelten Materialien. Die Einführung des Batteriepasses führt zudem zu einer erhöhten Transparenz und Nachverfolgbarkeit, was die möglichst sortenreine Zuführung von Batterien zum Recycling ermöglichen kann. Der CO₂-Fußabdruck entwickelt sich weiterhin zu einem entscheidenden Wettbewerbsfaktor – hier ist es relevant, auch weitere Wirkungskategorien zu berücksichtigen.

Sind bereits heute Rezyklatanteile in neuen Zellen (Li/Co/Ni/Graphit) im Einsatz und wo?

Prof. S. Zellmer: Ja, es gibt einige Forschungsprojekte mit und ohne Industriebeteiligung auf nationaler und internationaler Ebene, in denen rezyklierte Materialien als Aktivmaterialien auf Basis von Sekundärmaterialien wiederverwendet werden. Diese Sekundärmaterialien stammen in der Regel aus dem klassischen EoL-Recycling. Darüber hinaus existieren insbesondere für Aktivmaterialien wie LFP, Studien zum Wiedereinsatz der Materialien aus dem Direct Recycling. In der Fachliteratur bzw. öffentlichen Bekanntgaben sind zudem erste Informationen von Materialherstellern enthalten, die im Rahmen von Pilotversuchen recycelte Materialien zur Verfügung stellen.

Welche eine Maßnahme würde den Standort Deutschland für wirtschaftliches Batterie-recycling in 24 Monaten am stärksten voranbringen – und warum?

Prof. S. Zellmer: Eine mögliche Maßnahme wäre die Sicherstellung, dass alle in Deutschland in den Verkehr gebrachten Batteriesysteme auch wieder in Deutschland dem Recycling zugeführt werden. Dies würde die Planbarkeit für die Recyclingunternehmen hinsichtlich der verfügbaren Mengen und Eingangsströme erhöhen und damit die Wirtschaftlichkeit verbessern.

Literatur

- [1] <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/battery-recycling-takes-the-drivers-seat>
- [2] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32023R1542>
- [3] <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134344>

Das Interview führte Dr. Etwina Gandert, Chefredakteurin CITplus.

Wiley Online Library



Fraunhofer IST, Braunschweig

Tel.: +49 531 2155 0

info@ist.fraunhofer.de · www.ist.fraunhofer.de

Technische Universität Braunschweig

Battery LabFactory, Braunschweig

blb@tu-braunschweig.de · www.tu-braunschweig.de

CITplus Buch-Tipp

The Secrets of German Family Businesses

In Zeiten globaler Unsicherheit, geopolitischer Spannungen und wirtschaftlicher Umbrüche rückt das Buch „The Secrets of German Family Businesses“ eine besondere Stärke Deutschlands in den Fokus: seine Familienunternehmen. Denn sie bilden als größte Arbeitgeber, Steuerzahler und maßgebliche Wirtschaftskraft das Rückgrat der deutschen Wirtschaft. Dabei reicht ihre Bedeutung weit über nationale Grenzen hinaus: Deutsche Familienunternehmen stehen weltweit für beständige Qualität, technische Exzellenz und unternehmerische Verlässlichkeit, gerade in einer Zeit, in der Stabilität zum entscheidenden Erfolgsfaktor wird. In fundierten Essays beleuchten führende Expertinnen und Experten aus Wissenschaft und Praxis die Vielfalt und Stärke deutscher Familienunternehmen – The Secrets – anhand persönlicher Erfahrungen, Praxisbeispielen und Analysen.

Ergänzend werden 50 deutsche Familienunternehmen porträtiert – die Aufstrebenden, die Traditionsreichen, die Weltmarktführer, die Marken und die „Hidden Champions“ – und die faszinierenden Geheimnisse, die hinter ihrem Erfolg stehen, beleuchtet. Ihre Geschichten geben einen einzigartigen Einblick in die DNA dieser Unternehmen und zeigen, wie unternehmerische Vision und familiäre Werte zusammenwirken. Daraus entsteht ihre zentrale Rolle für wirtschaftliche Resilienz, Stabilität und Zukunftsfähigkeit weltweit. Das Buch erscheint in englischer Sprache und wird international vertrieben.

The Secrets of German Family Businesses

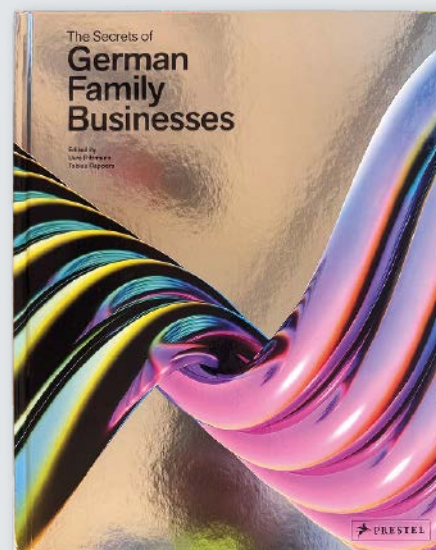
From Unsung Heroes to World Market Leaders

Expert Insight and Best Practice Revealed

Uwe Rittmann, Tobias Rappers

Prestel Verlag, 304 Seiten, in englischer Sprache

ISBN 978-3-7913-9190-8



Pulver und Stäube dosieren – und flexibel absaugen

Flexibler Industriesauger bei Kubota Brabender Technologie



Keywords

- Schüttgut
- Staub
- Industriesauger



Feinarbeit in der Produktanalyse: Die Projektierung beginnt mit einer Analyse der Eigenschaften des Pulvers oder Granulates, das gewogen oder dosiert werden soll.



Der Technikumsauger wird auch für die Bodenreinigung im Umfeld der Versuchsanlagen genutzt.

Wäge- und Dosiereinrichtungen mit einer feinen Düse aus. Für die Bodenreinigung kommen klassische Bodendüsen zum Einsatz.

Sowohl im Labor als auch im Technikum nutzt Kubota Brabender kompakte Ruwac-Industriesauger vom Typ DS 1220 mit Drehstromantrieb. Diese Geräte sind staubexplosionsgeschützt und mit Filtern der Staubklasse H nach EN 60335-2-69 ausgestattet, die auch gesundheitsgefährliche Stäube sicher abscheiden. Damit gewährleistet Kubota höchste Sicherheit, da die Mitarbeiter mit einer Vielzahl von Produkten, darunter auch Gefahrstoffen, arbeiten.

Kubota Brabender Technologie entwickelt in Duisburg maßgeschneiderte Dosiersysteme für Pulver und Granulate. Der Prozess beginnt mit der Analyse der Produkt- und Fließeigenschaften im Labor und setzt sich mit Dosierversuchen im Technikum fort. Flexible Industriesauger sorgen dabei für Sauberkeit und Sicherheit.

Mit der Übernahme des Dosierspezialisten Brabender Technologie erweiterte Kubota 2022 sein Portfolio in der Dosiertechnik. Heute zählt das Unternehmen zu den weltweit führenden Anbietern von gravimetrischen und volumetrischen Dosiergeräten sowie Austragsvorrichtungen. Diese Geräte finden in der Pharma-, Lebensmittel-, Kunststoff- und Chemieindustrie Anwendung, wo sie Schüttgüter und Flüssigkeiten dosieren und austragen.

Die Auswahl der Geräte erfolgt stets individuell. Erfahrene Mitarbeiter analysieren zunächst

die Eigenschaften des Produkts – etwa Korngrößenverteilung, Schüttdichte und Fließfähigkeit – mit modernem Laborequipment. Anschließend testen sie das Kundenprodukt im Technikum, um sicherzustellen, dass die Anlagen die Anforderungen optimal erfüllen.

Arbeitssicherheit im Labor und Technikum

Im Labor verhindert ein mobiler Ruwac-Sauger mit Absaugarm, dass Pulver und Stäube in die Umgebung gelangen. Er saugt den Staub direkt an den Prüfanlagen ab. Beim Umfüllen und Einfüllen, wo unvermeidlich Produkt verschüttet wird, kommt der Sauger auch zur Bodenreinigung zum Einsatz.

Im Technikum, wo größere Produktmengen getestet werden, entstehen mehr Stäube. Hier übernimmt ein leistungstärkerer Industriesauger die Arbeit. Er saugt Staub direkt an der Entstehungsstelle ab, etwa beim Umfüllen aus Kundengebinden in Vorlagebehälter. Der Absaugarm wird dabei flexibel eingesetzt. Bei Produktwechseln reinigen die Mitarbeiter die Technikumsanlagen gründlich, um Verunreinigungen zu vermeiden, die die Fließeigenschaften und Messergebnisse beeinträchtigen könnten. Dafür tauschen sie den Absaugarm gegen einen Saugschlauch und saugen Behälter sowie

Robuste und zuverlässige Absaugtechnik

Die Verantwortlichen bei Kubota Brabender sind mit den Ruwac-Saugern rundum zufrieden. Jochen Keesen, Leiter des Technikums, erklärt: „Die Sauger passen perfekt zu unseren Anforderungen. Der Absaugarm ist robust, die Geräte sind einfach zu bedienen und äußerst flexibel.“ Letztlich übernehmen die Ruwac-Industriesauger eine ähnliche Aufgabe wie die Anlagen von Kubota Brabender: Sie handhaben Pulver und Stäube – allerdings ohne Wägen und Dosieren, sondern am Ende der Prozesskette.

Gerald Scheffels,

Fachjournalist für Ruwac Industriesauger

Wiley Online Library



Ruwac Industriesauger GmbH, Melle

Tel.: +49 5226 9830 0
evamaria.lohmann@ruwac.de
www.ruwac.de

LED-Notlichtleuchte für explosionsgefährdete Bereiche mit DALI-Schnittstelle

R. Stahl hat eine LED-Notlichtleuchte für explosionsgefährdete Bereiche entwickelt. Die Exlux Pro 6009 verfügt über eine integrierte Batterie, die bei Stromausfall eine Notbeleuchtung von bis zu 3 Stunden gewährleistet. Dabei liefert die Leuchte bis zu 50 % des regulären Lichtstroms. Dies ermöglicht Evakuierungen, Prozesssicherungen und den Einsatz von Rettungskräften. Die Leuchte arbeitet etwa 25 % effizienter als das Vorgängermodell. LED und Elektronik erreichen eine Lebensdauer von bis zu 100.000 Betriebsstunden. Der Batteriewechsel kann im laufenden Betrieb ohne Unterbrechung der Spannungsversorgung durchgeführt werden, was Stillstandszeiten minimiert. Über die optionale DALI-Schnittstelle lassen sich die Leuchten überwachen, steuern und testen. Das System führt automatische Funktions- und Betriebsdauertests durch, die sich selbstständig dokumentieren. Die Dokumentation erfolgt entweder per LED-Anzeige direkt an der Leuchte oder zentral über das DALI-System. Dies reduziert den manuellen Wartungsaufwand und unterstützt die Einhaltung von Prüfintervallen. Die DALI-Schnittstelle ermöglicht die Integration in bestehende Gebäudeautomationssysteme. Betreiber können mehrere Leuchten zentral verwalten und Statusmeldungen abrufen. Testprotokolle

werden automatisch erstellt und gespeichert. Die Leuchte verfügt über Schutzart IP66/67 und Schlagfestigkeit IK10. Sie ist für einen Temperaturbereich von -40 °C bis +55 °C ausgelegt. Die Montage kann als Decken-, Hänge- oder Mastleuchte erfolgen, was unterschiedliche Installationsszenarien ermöglicht. Die Ex-Schutz-Zulassung qualifiziert die Leuchte für den Einsatz in Bereichen mit potenziell explosionsfähigen Atmosphären. Die Notbeleuchtungsfunktion ist besonders in Bereichen relevant, in denen bei Stromausfall eine sichere Evakuierung gewährleistet sein muss oder kritische Prozesse kontrolliert heruntergefahren werden müssen. Die lange Lebensdauer der Komponenten reduziert die Häufigkeit von Wartungseinsätzen. In schwer zugänglichen Bereichen oder im kontinuierlichem Betrieb kann dies einen betrieblichen Vorteil bieten.

www.r-stahl.com



Mobile SCADA-App mit neuer Benutzeroberfläche und erweiterten Funktionen

Emerson hat seine mobile Anwendung für Cloud-basierte SCADA-Systeme grundlegend überarbeitet. Zu den Neuerungen gehören eine neu gestaltete Benutzeroberfläche, anpassbare Berichte, Push-Benachrichtigungen und eine integrierte Routenplanung. Die überarbeitete mobile Anwendung für das DeltaV SaaS SCADA ermöglicht Bedienern und Technikern die Überwachung und Steuerung von Industrieanlagen direkt über mobile Endgeräte. Die Neuentwicklung richtet sich an Anwender in kritischen Branchen wie der Öl- und Gasindustrie sowie der Spezialchemie, die ihre Produktionsabläufe vor Ort verwalten müssen. Mobile Anwendungen haben sich in der Industrieautomation etabliert, da Bediener zunehmend von verschiedenen Standorten innerhalb einer Anlage oder eines Unternehmens arbeiten. Die aktuelle Version wurde entwickelt, um den Einsatz von Laptops im Feld zu vermeiden und alle notwendigen Funktionen auf mobilen Geräten bereitzustellen.

Die Anwendung verfügt über eine vollständig neu gestaltete Benutzeroberfläche, die eine intuitivere Darstellung von Betriebsinformationen ermöglicht. Anwender können eigene Berichte erstellen und an ihre Anforderungen anpassen. Die Funktion zum Vergleich mehrerer Sensoren und Standorte bietet einen Überblick über verschiedene Arbeitsabläufe im Feld. Das System liefert Alarmmeldungen über Push-Benachrichtigungen, sodass Bediener und Techniker zeitnah über Probleme informiert werden. Neue Widgets vereinfachen die Bedienung und ermöglichen einen schnellen Überblick über alle Alarmer an ausgewählten Standorten sowie einen Vergleich der produzierten Mengen.

Eine neue Funktion zur Planung von Routengängen ermöglicht die Erstellung und Verwaltung von Routen direkt in der mobilen Anwendung. Bediener und Techniker können ihre Fahrten an spezifische Zeitpläne anpassen und sich Haltepunkte entlang der Route anzeigen lassen. Die Anwendung zeigt an, welche Halte-

punkte sich im Alarmzustand befinden. Standortinformationen lassen sich an die Mapping-App des mobilen Geräts weiterleiten, um eine direkte Navigation zu den jeweiligen Standorten zu ermöglichen.

Das System basiert auf einer Cloud-basierten SCADA-Architektur (Supervisory Control and Data Acquisition), die Überwachung, Steuerung und Datenerfassung umfasst. Die mobile Anwendung dient als Schnittstelle zu diesem System und ermöglicht den Zugriff auf Betriebsdaten sowie die manuelle Dateneingabe, Änderung von Einstellungen und Erteilung von Aufträgen von beliebigen Standorten aus. Die Entwicklung trägt dem Trend Rechnung, dass mobile Geräte zunehmend als primäre Schnittstelle zu SCADA-Systemen genutzt werden. Die Anwendung bietet Zugriff auf alle wichtigen Informationen im gewünschten Format, unabhängig vom jeweiligen Standort in der Anlage oder im Unternehmen.

www.emerson.com

Silomischer mit Präzessionsbewegung für Einzelfertiger

Amixon aus Paderborn bietet einen Gyration-Silomischer an, einer Lösung für die Homogenisierung von Pulvermengen bis 100 m³. Das System kombiniert drei Anforderungen: Erreichung definierter Mischgüter, Anwendbarkeit für Chargen bis 100 m³ und Betrieb mit kleinem Antriebsmotor. Das Funktionsprinzip basiert auf einer konischen Mischwerkwendel, die eine kombinierte Bewegung ausführt. Während sie rotierend das Mischgut nach oben fördert, beschreibt sie gleichzeitig eine Präzessionsbewegung um einen Pivotpunkt. Diese Bewegungskombination erfasst das gesamte Silovolumen ohne Toträume. Der kalottenförmige Boden und der angepasste Mischarm ermöglichen eine

weitgehende Entleerung, was Produktverluste reduziert und die Reinigung vereinfacht. Das System arbeitet mit geringem spezifischen Leistungseintrag, da es langsam betrieben werden kann. Die gesamte Einlagerungszeit im Silo wird für den Mischprozess genutzt, was einen kleinen Antriebsmotor ermöglicht. Trotz des langsamen Betriebs werden definierte Mischgüter erreicht. Der Silomischer kann chargenweise oder kontinuierlich betrieben werden und ist in verschiedenen Größen bis 100 m³ verfügbar. Dies ermöglicht die Integration in unterschiedliche Produktionsprozesse und Anlagenkonzepte. Die langsame Betriebsweise reduziert mechanische Beanspruchung und Verschleiß

der Komponenten. Die Konstruktion entspricht Hygieneanforderungen durch polierte Oberflächen, gasdichte Ausführung und Inspektionsöffnungen. Dies erleichtert sowohl trockene als auch nasse Reinigungsverfahren. Das System eignet sich für Anwendungen in der Lebensmittel-, Chemie- und Pharmaindustrie, wo hygienische und prozesssichere Verarbeitung gefordert ist. Die gasdichte Konstruktion verhindert Produktaustritt und Kontamination. Die Inspektionsöffnungen ermöglichen visuelle Kontrolle und Zugang für Wartungsarbeiten. Die polierten Oberflächen reduzieren Anhaftungen und erleichtern die Reinigung.

www.amixon.com

Anlagentechnik

Armaturen



**GEMÜ Gebr. Müller
Apparatebau GmbH & Co. KG**
Gert-Müller-Platz 1
74635 Kupferzell
Tel.: +49 79 40 123-0
E-Mail: info@gemu.de
<http://www.gemu-group.com>

Armaturen



NOGE TECHNIK GMBH
Pappelstr. 2
85649 Brunnthal-Hofolding
Tel.: +49 8104 6498048
Fax: +49 8104 648779
E-Mail: info@noge-technik.de
<http://www.noge-technik.de>

Dichtungen/Pumpen



**RCT Reichelt
Chemietechnik GmbH & Co.**
Englerstraße 18 · D-69126 Heidelberg
Tel.: +49 6221 3125-0 · Fax: -10
info@rct-online.de · www.rct-online.de
*Schläuche & Verbinder, Halbzeuge aus
Elastomeren & Kunststoffen*

Pumpen



Lutz Pumpen GmbH
Erlenstr. 5-7 · Postfach 1462
97877 Wertheim
Tel./Fax: +49 9342 879-0 / 879-404
info@lutz-pumpen.de
<http://www.lutz-pumpen.de>



JESSBERGER GMBH

Jaegerweg 5 · 85521 Ottobrunn
Tel.: +49 89 6 66 63 34-00
Fax: +49 89 6 66 63 34-11
info@jesspumpen.de
www.jesspumpen.de

Rohrbogen/Rohrkupplungen



HS Umformtechnik GmbH
Gewerbestraße 1
D-97947 Grünsfeld-Paimar
Tel.: +49 93 46 92 99-0 · Fax: -200
kontakt@hs-umformtechnik.de
www.hs-umformtechnik.de

Ventile



**GEMÜ Gebr. Müller
Apparatebau GmbH & Co. KG**
Gert-Müller-Platz 1
74635 Kupferzell
Tel.: +49 79 40 123-0
E-Mail: info@gemu.de
<http://www.gemu-group.com>

Gefahrstoffe

Gefahrstofflagerung



Bauer GmbH
Eichendorffstr. 62
46354 Südlohn
Tel.: +49 2862 709-0
info@bauer-suedlohn.com
www.bauer-suedlohn.com



DENIOS SE
Dehmer Str. 54-66
32549 Bad Oeyenhausen
Fachberatung: +49 800 753 000-3

Containment



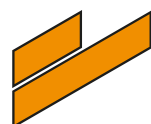
Bauer GmbH
Eichendorffstr. 62
46354 Südlohn
Tel.: +49 2862 709-0
info@bauer-suedlohn.com
www.bauer-suedlohn.com



DENIOS SE
Dehmer Str. 54-66
32549 Bad Oeyenhausen
Fachberatung: +49 800 753 000-3

Ingenieurbüros

Biotechnologie



**VOGELBUSCH
Biocommodities**
Vogelbusch Biocommodities GmbH
A-1051 Wien · PF 189
Tel.: +43 154661 · Fax: 5452979
vienna@vogelbusch.com
www.vogelbusch-biocommodities.com

*Fermentation, Destillation
Evaporation, Separation
Adsorption, Chromatographie*

Mechanische Verfahrenstechnik

Koaleszenzabscheider



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



THIELMANN ENERGIE TECHNIK GmbH
Dormannweg 48 · 34123 Kassel
Tel.: +49 561 50785-0
E-Mail: info@gts-thielmann.de
Website: www.gts-thielmann.de

Tröpfchenabscheider



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



THIELMANN ENERGIE TECHNIK GmbH
Dormannweg 48 · 34123 Kassel
Tel.: +49 561 50785-0
E-Mail: info@gts-thielmann.de
Website: www.gts-thielmann.de

Vibrationstechnik



Thermische Verfahrenstechnik

Abluftreinigungsanlagen



ENVIROTEC® GmbH
63594 Hasselroth
Tel.: +49 6055 88 09-0
info@envirotec.de · www.envirotec.de



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



A CECO ENVIRONMENTAL BRAND

**WK Wärmetechnische Anlagen
Kessel- und Apparatebau GmbH**
Industriestr. 8-10
D-35582 Wetzlar
Tel.: +49 641 92238-0 · Fax: -88
E-Mail: info@wk-gmbh.com
Website: www.wk-gmbh.com

Vakuumsysteme

www.vacuum-guide.com

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

Verdampfer



THIELMANN ENERGIE TECHNIK GmbH
Dormannweg 48 · 34123 Kassel
Tel.: +49 561 50785-0
E-Mail: info@gts-thielmann.de
Website: www.gts-thielmann.de

Wärmekammern



Bauer GmbH
Eichendorffstr. 62
46354 Südlohn
Tel.: +49 2862 709-0
info@bauer-suedlohn.com
www.bauer-suedlohn.com



DENIOS SE
Dehmer Str. 54-66
32549 Bad Oeyenhausen
Fachberatung: +49 800 753 000-3



Will & Hahnenstein GmbH
D-57562 Herdorf
Tel.: +49 2744 9317-0 · Fax: 9317-17
info@will-hahnenstein.de
www.will-hahnenstein.de

AK PAT, GDCh	8	Envirotec	50	Maschinenfabrik Gustav Eirich	10	Spetec	38
Alino	50	Findeva	50	Meorga	5, 16, Beilage	Thielmann	50
Amixon	49	Fraunhofer IST	44	Messe München	7, 11	TU Braunschweig	44
BASF	16	GDCh Gesellschaft Deutscher Chemiker	8, 19	NAMUR	20	TU Dresden	14
Bauer Südlohn	50	GEMÜ Gebr. Müller	50	Noge Technik	50	VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen	12, 14, 19
Boge Kompressoren	40	Göhler Anlagentechnik	36	Pepperl+Fuchs	24	VDMA	6
CAD Schroer	32	Haus der Technik	2. US, 19	Prof. Dr. Jaberg & Partner	7	Vega Grieshaber	10
CarboTech	42	HS-Umformtechnik	50	Profibus-Nutzerorganisation	10	Venjakob	50
Concept Heidelberg	17	Ing.-Büro Pierre Strauch	50	R. Stahl	26, 49	Vogelbusch	50
Dechema	19	Jessberger	50	RCT Reichelt Chemietechnik	35, 50, Beilage	Vogelsang	39, 41
Denios	50	KNF Neuberger	17	Rembe	39	Will & Hahnenstein	50
EasyFairs Deutschland	7, Beilage	Prestel Verlag	47	Ruwac Industriesauger	48	WK Wärmetechnische Anlagen Kessel- und Apparatebau	50
Emerson Process Management	49	Lutz Pumpen	50	SEW-Eurodrive	29	Ziemann Holvrieka	39
Endress+Hauser	17						

Impressum

Herausgeber

GDCh, Dechema e.V., VDI-GVC

Verlag

Wiley-VCH GmbH
Boschstraße 12, 69469 Weinheim
Tel.: +49 6201/606-0,
processtechnology@wiley.com,
www.processtechnology.wiley.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. Etwin Gandert
Tel.: +49 6201/606-768
etwin.gandert@wiley.com

Redaktion

Dr. Volker Oestreich
voe-consulting@web.de

Redaktionsassistentz

Lisa Colavito
Tel.: +49 6201/606-018
lisa.colavito@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 2026

8 Ausgaben im Jahr
Druckauflage 8.000
IWW Auflagenmeldung: Q4 2025
Gesamtverbreitung 18.584
davon 3.829 E-Paper (tva)



Bezugspreise Jahres-Abo 2026

8 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 2025

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

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

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

Sonderdrucke

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

Originalarbeiten

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

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

Unverlangt zur Rezension eingegangene Bücher
werden nicht zurückgesandt.

Druck

westermann **DRUCK** | pva

Printed in Germany | ISSN 1436-2597



WILEY-VCH

WILEY

Für Werbemaßnahmen auf unserem neuen Portal können Sie gerne ab sofort unser Sales-Team kontaktieren:

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

Stefan Schwartz
sschwartz@wiley.com
Tel.: +49 6201 606 491

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

Die Redaktion erreichen Sie unter:

Dr. Etwina Gandert
Chefredakteurin CITplus
egandert@wiley.com
Tel.: +49 6201 606 768

Dr. Roy T. Fox
Chefredakteur
ReinRaumTechnik/
Lebensmittel
royfox@wiley.com
Tel.: +49 6201 606 714

© Julien Eichinger, LimesSky - stock.adobe.com



Wiley Process Technology

Wir präsentieren Ihnen unsere neue Online-Präsenz für die Prozess-industrie. Hier finden Sie alle Informationen zu Themen rund um die Produktion in Chemie-, Pharma-, Life Science- und Lebensmittelindustrie. Wir berichten über innovative Anwendungen, neue Produkte, wichtige Branchenevents und veröffentlichen Nachrichten aus und für die Prozess-industrien. Unsere benutzerfreundliche Navigation und das moderne Design sorgen dafür, dass Sie schnell und einfach finden, was Sie suchen – und darüber hinaus viele wertvolle Informationen. **Schauen Sie sich um und entdecken Sie, was wir für Sie bereithalten!**

processtechnology.wiley.com

CITplus

**ReinRaum
Technik**

LVT UNTERNEHMEN FÜR FOOD & BEVERAGE
LEBENSMITTEL
Industrie

WILEY
Process
Technology