

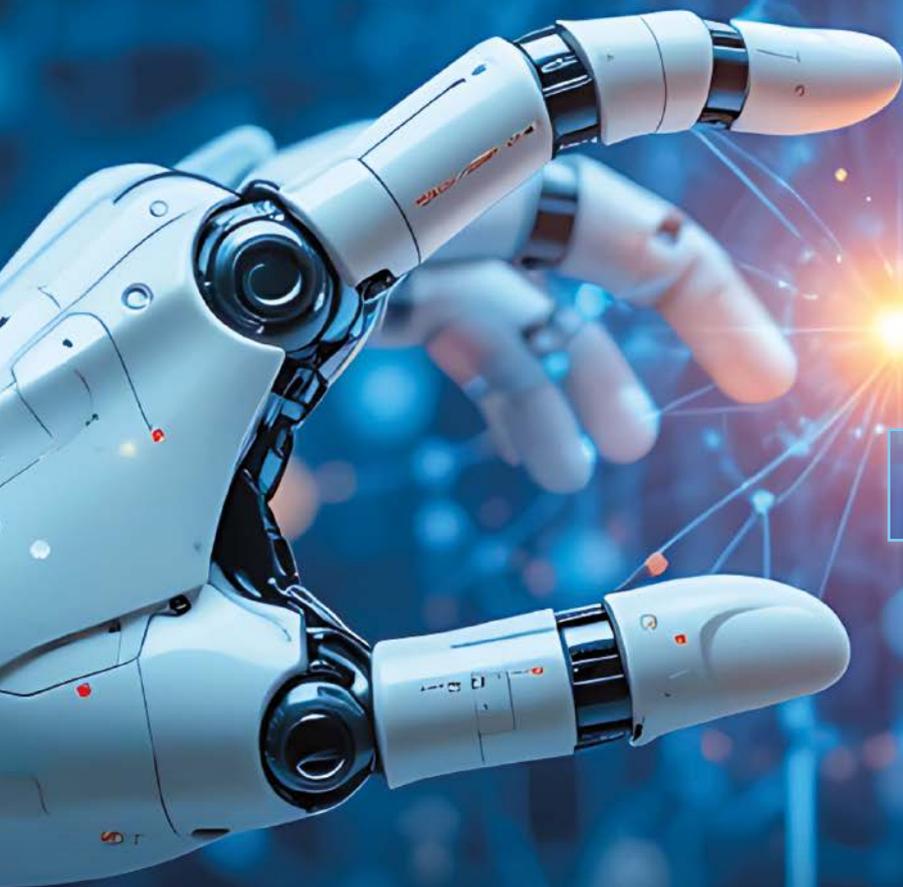
# CIT plus

7-8

28. Jahrgang · Juli · 2025

Das Praxismagazin für **Verfahrens- und Chemieingenieure**

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



AI

Sonderteil Logistik und Verpackung

## KI in Verpackung und Logistik

### Fachpack 2025

Digital und nachhaltig –  
Verpackungstechnologie  
im Wandel

S. 16

### Kognitive Robotik

Autonome Systeme als  
Lösung für Fachkräfte-  
mangel

S. 18

### KI im Engineering

Mehr Effizienz und  
Sicherheit in der  
Prozessindustrie

S. 32

WILEY VCH



Seminare & Tagungen

# Verfahrenstechnik

## **1 x 1 der Verfahrenstechnik**

Grundlagen und ausgewählte Anwendungen  
aus der Praxis

26. - 28.08.25 in Timmendorfer Strand  
25. - 27.11.25 in Berlin

## **Verfahrenstechnische Fließbilder**

29.08.25 in Timmendorfer Strand  
28.11.25 in Berlin

## **Basiswissen Chemie für Kaufleute und Techniker**

01. - 03.09.25 in Essen  
19. - 21.11.25 in Berlin

## **Grundlagen des Zerkleinerns und Windsichtens**

02. - 03.09.25 in Essen

## **ABC der Mechanischen Verfahrenstechnik**

08. - 09.09.25 in Essen

## **Industrielle Klebtechnik – Grundlagen und Verfahren**

09. - 10.09.25 in Essen

## **19. Essener Explosionsschutztage**

mit fachbegleitender Ausstellung  
16. - 17.09.25 in Essen

## **Druckbehälter nach EN 13445**

16. - 17.09.25 in Essen

## **Anwendung der Druckgeräterichtlinie (DGRL)**

18. - 19.09.25 in Essen  
07. - 08.05.26 in Essen

## **Rektifikation in Theorie und Praxis**

22. - 23.09.25 in Essen

## **Technische Thermodynamik für Praktiker der Verfahrens- und Chemietechnik**

08. - 09.10.25 in Essen

## **Sicherer Betrieb von Anlagen – Betreiberver- antwortung und Anlagendokumentation**

04. - 05.11.25 in Essen

## **Druckstöße, Dampfschläge und Pulsationen in Rohrleitungen**

10. - 11.11.25 in Essen

## **Dispergieren von Pulvern in Flüssigkeiten**

11.11.25 in Essen

## **Der Betriebsleiter in der chemischen – und Prozessindustrie**

17. - 21.11.25 in Essen

## **IHR ANSPRECHPARTNER:**

Dipl.-Ing. Kai Brommann  
Leiter Fachbereich Chemie –  
Brandschutz – Verfahrenstechnik



[hdt.de/verfahrenstechnik](https://hdt.de/verfahrenstechnik)

# KI revolutioniert Verpackung und Logistik

Liebe Leserinnen und Leser,

können Roboter denken lernen? Was noch vor wenigen Jahren wie Science Fiction klang, wird heute in deutschen Produktionshallen Realität. Wie KI und Robotik die Verpackungsbranche transformiert, lesen Sie in dieser Ausgabe von CITplus. Mit dem Ausblick auf den Messeherbst, der mit Fachpack und Powtech startet, lesen Sie im Sonderteil Logistik und Verpackung, wie Künstliche Intelligenz, nachhaltige Verpackungslösungen und innovative Automatisierungskonzepte zunehmend industrielle Anwendungen finden.

So erobert kognitive Robotik die Produktionslinien und löst dabei gleich mehrere Herausforderungen: den Fachkräftemangel, die Flexibilitätsanforderungen moderner Fertigung und die Notwendigkeit, komplexe Handhabungsaufgaben zu automatisieren. David Reger von Neura Robotics erläutert ab S. 18, wie autonome Systeme die Automatisierung grundlegend verändern und warum er darin einen entscheidenden Wendepunkt für die deutsche Industrie sieht. Wie künstliche Intelligenz Robotern das „Sehen“ beibringt und damit Pick-and-Place-Anwendungen revolutioniert zeigt der Verpackungsmaschinenhersteller Schubert ab S. 20. Ohne aufwendige Programmierung können Cobots nun verschiedenste Produkte erkennen und handhaben – ein Meilenstein für die flexible Produktion.

Unter dem Leitthema „Transition in Packaging“ stehen auf der Fachpack 2025 vom 23. bis 25. September Nachhaltigkeit und Digitalisierung im Fokus. Unser Bericht ab S. 16 beleuchtet, wie innovative Verpackungstechnologien den Wandel vorantreiben und welche Lösungen Aussteller und Besucher erwarten können. Nachhaltig ist auch die Lösung von Bälz, die am Beispiel des Folienherstellers Mondi zeigt, wie die Nutzung der Kompressorenabwärme die Effizienz der Produktion steigert. Bei fast allen Entwicklungen geht es darum, Kosten zu senken, den Energiebedarf und damit auch CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren.

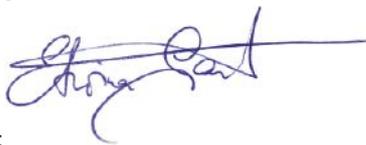
Das ist auch das Ziel der Elektrifizierung von Nieder- und Hochtemperaturprozessen in der Chemieindustrie. Wie das in der Praxis aussehen kann, ist in dem gemeinsamen Whitepaper von ABB und dem Fraunhofer IPA zu lesen. Besonders beeindruckend: BASF hat am Standort Ludwigshafen den größten Protonenaustausch-Membran-Elektrolyseur Deutschlands in Betrieb genommen und kann damit jährlich bis zu 72.000 Tonnen CO<sub>2</sub> einsparen.

Die Beiträge in dieser Ausgabe verdeutlichen: Die Transformation der Prozessindustrie nimmt Fahrt auf. KI, Elektrifizierung und nachhaltige Verpackungslösungen schaffen bereits heute messbaren Mehrwert. Entscheidend für den Erfolg ist die intelligente Integration dieser Technologien – mit dem Menschen als Gestalter und Nutznießer des Wandels.

Ich wünsche Ihnen eine erkenntnisreiche Lektüre und freue mich wie immer auf Ihr Feedback und Ihre Anregungen.

Viele Grüße

Ihre  
**Etwin 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.

[www.processtechnology.wiley.com](http://www.processtechnology.wiley.com)

# NETZSCH

Proven Excellence.

Ihr globaler Partner  
für komplexes  
Fluidhandling



## TORNADO® T1 XXL-B

Ihre Drehkolbenpumpe für anspruchsvolle Anwendungen wie Membranfiltration, Grundwasserabsenkung, Stärke in der Papierindustrie oder in der Petrochemie.

Profitieren Sie von den folgenden **Vorteilen**:

- ✓ Hohe Förderleistung und Förderdruck
- ✓ Förderung von hochviskosen, feststoffbeladenen oder zähflüssigen Medien
- ✓ Einfache Installation, Reinigung und Wartung (FSIP®)

## Partnerschaft hört bei uns nicht mit dem Kauf auf

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



Jetzt unsere Experten kontaktieren:



**NETZSCH Pumpen & Systeme GmbH**  
[www.pumps-systems.netzsch.com](http://www.pumps-systems.netzsch.com)



18

© Neura Robotics

# Kognitive Robotik wird zum Wendepunkt

## Autonome Systeme als Lösung für Fachkräftemangel

Maschinensysteme, die ihre Umgebung wahrnehmen, autonom lernen und flexibel reagieren, verändern die Automatisierung grundlegend. Neura-Robotics-CEO David Reger sieht darin einen entscheidenden Wendepunkt für die deutsche Industrie. Auf dem VDI-Kongress Automation in Baden-Baden erläutert er, wie diese Technologie den Fachkräftemangel abfedert, komplexe Fertigungsprozesse optimiert und eine natürlichere Mensch-Roboter-Interaktion ermöglicht.



30

© scharfsm86 - stock.adobe.com

# Herausforderungen von Wasserstoff an die Druckmesstechnik

## Titannitrid statt Gold in H<sub>2</sub>-Drucksensoren

### KOMPAKT

- 6 Wirtschaft + Produktion
- 8 Forschung + Entwicklung
- 10 Termine
- 14 Personalia
- 34 Podcast

### THEMA PERSONALMANAGEMENT

- 12 Vier Generationen – ein Ziel  
Generationenübergreifend ein attraktiver Arbeitgeber sein  
H.-P. Machwirth, Machwirth Team International

### SONDERTEIL LOGISTIK UND VERPACKUNG

- 16 Fachpack 2025  
Digital und nachhaltig – Verpackungstechnologie im Wandel
- 18 Kognitive Robotik wird zum Wendepunkt  
Autonome Systeme als Lösung für Fachkräftemangel  
Interview mit D. Reger Neura Robotics
- 20 Verpackungsprozesse mit KI unterstützt  
Robotertechnologie jenseits der Programmierung  
Gerhard Schubert Verpackungsmaschinen
- 17, 22, 23 Produkt  
von Bosch Rexroth, Flir, Fricke, Geiss, Lauda, Turck und Schmalz

### BETRIEBSTECHNIK | SICHERHEIT

- 24 Kompressorenabwärme nutzen  
Die fleißige Hummel kühlt mit Abwärme von Druckluft-Kompressoren Produktionsmaschinen  
R. Kilpper und T. Wäsche, Baelz & Sohn
- 26 Effiziente Hydraulik für den richtigen Mix  
Dispergieren bei optimaler Energieeffizienz und hoher Reproduzierbarkeit  
W. Ehmke, Bosch Rexroth
- 28 Produkt  
von Jumo

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

**29 Ethernet-APL bewährt sich**

Endress+Hauser

**30 Herausforderungen von Wasserstoff  
an die Druckmesstechnik**

Titannitrid statt Gold in H<sub>2</sub>-Drucksensoren

C. Wirt, Wika Alexander Wiegand

**32 KI im Engineering**

Mehr Effizienz und Sicherheit  
in der Prozessindustrie

E. Landgraf, Rösberg Engineering

**35 Emissionsreduzierung  
in der chemischen Industrie**

Strategien zur Dekarbonisierung  
umfassen die Elektrifizierung von Nieder-  
und Hochtemperaturprozessen

V. Oestreich, CITplus

**38 Bezugsquellenverzeichnis**

**39 Index/Impressum**

**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, Forschungseinrichtungen, Gesellschaften und Einzelpersonen, um digitale Inhalte, Lernmittel, Prüfungs- und Zertifizierungsmittel zu entwickeln. Auch in Zukunft wird Wiley weiterhin Anteil an den Herausforderungen der Zukunft haben und Antworten geben, die Sie bei Ihrer Aufgabe weiterbringen.

WILEY  VCH

**Regionale  
Fachmesse**

**MEORGA**  
MSR-Spezialmessen

**Ludwigshafen**

**10.09.2025**

Friedrich-Ebert-Halle

Erzbergerstr.89

67063 Ludwigshafen

**Landshut**

**15.10.2025**

Sparkassen-Arena

Niedermayerstr. 100

84036 Landshut



**Messtechnik**

**Steuerungstechnik**

**Regeltechnik**

**Automatisierungstechnik**

**Prozessleitsysteme**

Kostenlos  
registrieren

**QR-Code  
scannen**

oder über  
unsere Internetseite  
**www.meorga.de**





Ministerin Daniela Schmitt übergab einen entsprechenden Förderbescheid an die Stadtwerke-Vorständin Kerstin Stumpf sowie den Geschäftsführer der Mainzer Netze, Michael Worch sowie einen weiteren Förderbescheid an Bernd Hübner, Finanzvorstand von Hy2gen.

### Mainz plant Wasserstoffnetz mit Leitung, Elektrolyseur und Tankstelle

Mainzer Netze – die Tochter der Mainzer Stadtwerke (MSW) – plant gemeinsam mit einem Partner ein initiales Wasserstoffnetz in Mainz. Vorgesehen ist eine rund 2,6 km lange Leitung vom Mombacher Kreisel bis zur Rheinallee. Ein Elektrolyseur soll grünen Wasserstoff für Industrie und eine Tankstelle bereitstellen. Das Land unterstützt das Projekt mit rund 7,2 Mio. EUR.

„Gemeinsam mit unseren Unternehmen, den Kommunen sowie den Forschungsinstituten bringen wir als Landesregierung den Wasserstoff im Land voran“, sagte Wirtschaftsministerin Daniela Schmitt. „Mit der Pipeline und dem Elektrolyseur, die auch eine Wasserstoff-Tankstelle versorgen werden, schaffen die Mainzer Stadtwerke und das Unternehmen Hy2gen weitere wichtige Bausteine für ein ganzheitliches Wasserstoffökosystem.“

Die Leitung soll Industrieunternehmen, Logistikbetriebe und den öffentlichen Verkehr versorgen. Die bestehende Tankstelle wird nach Mombach verlegt und soll auch öffentlich zugänglich sein. Ein Großteil potenzieller Abnehmer liegt im Einzugsgebiet. Die finale Investitionsentscheidung wird Ende 2025 erwartet. Der Elektrolyseur entsteht auf einem Grundstück an der Rheinallee. „Als Meenzer Bub ist es mir eine besondere Freude dieses zukunftsweisende Projekt an der Seite der Mainzer Stadtwerke zu realisieren“, sagte Matthias Lisson, Geschäftsführer bei Hy2gen.

[www.hy2gen.com/de](http://www.hy2gen.com/de)



Georg Stawowy, CEO, Meike Querengässer CHRO / CPO Bürkert Fluid Control Systems und Stefan Klemm, Gründer und Inhaber des Entrepreneurs Club (v.l.n.r.)

### Karrieretag Familienunternehmen – 700 Talente und 60 Aussteller

Am 6. Juni 2025 fand der 34. Karrieretag Familienunternehmen auf dem Campus Criesbach statt. Über 700 vorausgewählte Talente trafen auf 60 ausstellende Unternehmen. In mehr als 1.000 vorterminierten Einzelinterviews und zahlreichen Standgesprächen informierten sich die Teilnehmenden über berufliche Perspektiven. Der Anteil an MINT-Talenten lag bei über 50%. Besonderes Interesse galt den Exponaten im Tech Lab und dem Austausch mit den Unternehmen. Familienunternehmen stellen laut Veranstalter 90% der Unternehmen in Deutschland und 60% der Arbeitsplätze. Die Veranstaltung bot Einblicke in individuelle Karrierekonzepte und nachhaltige Unternehmensführung. „Als Familienunternehmen mit weltweiter Präsenz investieren wir bei Bürkert gezielt in Nachwuchs- und Fachkräfteförderung“, so Georg Stawowy. Meike Querengässer ergänzt: „Menschen bleiben dort, wo sie gesehen, gefördert und wertgeschätzt werden“. Auch Stefan Heidbreder betont: „Familienunternehmen zeichnen sich durch ihre hohe Innovationskraft aus“. Der nächste Karrieretag ist für den 14. November 2025 in Münster geplant.

[www.karrieretag-familienunternehmen.de](http://www.karrieretag-familienunternehmen.de)

### ZVEI: Deutscher Batteriemarkt 2024 rückläufig

Der deutsche Batteriemarkt erreichte 2024 ein Volumen von 20,5 Mrd. EUR – ein Rückgang um 3,8 Mrd. EUR bzw. 16% gegenüber dem Vorjahr. Hauptursache ist der Einbruch bei Lithiumbatterien, deren Umsatz um knapp 3 Mrd. EUR sank. Die schwache Entwicklung der Elektromobilität, unter anderem durch das Auslaufen der E-Auto-Prämie Ende 2023, trug wesentlich dazu bei. „Ohne Batterien bleibt der Umstieg von fossilen Brennstoffen eine Illusion“, so Dr. Christian Rosenkranz, Vorsitzender des ZVEI-Fachverbands Batterien. Er fordert wettbewerbsfähige Energiekosten, schnellere Genehmigungen, Bürokratieabbau und gezielte Förderprogramme, insbesondere in der Forschung.

Der Markt für Bleibatterien blieb stabil. Die Batterieexporte gingen auf knapp 8 Mrd. EUR zurück (-3%), zwei Drittel davon gingen nach Europa. Die Produktion von Lithiumbatterien sank um 7% auf 3,6 Mrd. EUR. Die Importe lagen bei 18,3 Mrd. EUR (-15%), das gesamte Importvolumen bei 21 Mrd. EUR (-16%). Asien ist wieder Hauptlieferant, insbesondere China (8,9 Mrd. EUR) und Ungarn (2,9 Mrd. EUR). Die Importe aus Europa gingen um 26%, aus Asien um 6% zurück. Viele Branchen in Deutschland sind auf zuverlässige Batterien angewiesen. Die Bundesregierung plant neue Kaufanreize für E-Autos. Auch der Markt für Speicherlösungen wächst. Der ZVEI rechnet mit einer Erholung im laufenden Jahr.

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



### Meorga MSR-Spezialmesse in Ludwigshafen

Die Meorga veranstaltet am 10. September 2025 in der Friedrich-Ebert-Halle in Ludwigshafen 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 36 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. Dabei werden nicht nur neue Kundenkontakte aufgebaut, sondern auch bestehende gepflegt. 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. Die erforderliche Besucherregistrierung erfolgt über unsere Internetseite.

[www.meorga.de/besucher-anmeldung/ludwigshafen](http://www.meorga.de/besucher-anmeldung/ludwigshafen)



### BASF übernimmt Joint Venture Alsachimie vollständig

BASF hat den 49%-Anteil von Domo Chemicals am Joint Venture Alsachimie übernommen. Damit ist BASF alleiniger Eigentümer der Produktionsgesellschaft in Chalampé, Frankreich. Dort werden zentrale Vorprodukte für Polyamid 6.6 (PA 6.6) hergestellt, darunter KA-Öl, Adipinsäure und AH-Salz. Über finanzielle Details wurde Stillschweigen vereinbart. Mit der Übernahme stärkt BASF die operative Präsenz am Standort Chalampé. Die Maßnahme ermöglicht eine verbesserte Rückwärtsintegration und soll eine stabile Versorgung entlang der PA 6.6-Wertschöpfungskette sicherstellen. Domo Chemicals verfolgt weiterhin die Strategie, sich auf maßgeschneiderte Polyamidlösungen für Kernindustrien zu konzentrieren.

Die Transaktion ergänzt bestehende Maßnahmen zur Stärkung der PA 6.6-Produktion. Dazu zählen eine neue Anlage für Hexamethyldiamin (HMD) in Chalampé sowie die Erweiterung der Polymerisationskapazitäten in Freiburg, Deutschland.

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

### Ingenieurarbeit neu denken: VDI fordert gezielte KI-Kompetenz

Die rasante Entwicklung generativer Künstlicher Intelligenz (KI) verändert die Arbeitswelt – besonders im Ingenieurwesen. Laut einer aktuellen Studie des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) sehen 75 % der Ingenieurinnen und Ingenieure sowie Arbeitgeber großes Potenzial in KI-gestützten Prozessen, insbesondere zur Automatisierung von Routinetätigkeiten. Doch mit den Chancen wachsen auch die Herausforderungen: Der VDI fordert deshalb eine gezielte Integration generativer KI in die tägliche Ingenieurarbeit – mit klaren Qualitätsstandards, ethischen Leitlinien und sicheren Datenräumen. „KI soll unterstützen, nicht ersetzen“, betont der VDI. Der Mensch bleibt die entscheidende Instanz. Ein zentrales Ergebnis der Studie: 24 % der Befragten erwarten tiefgreifende Veränderungen in ihrem Berufsalltag. Der VDI empfiehlt daher, KI-Kompetenz als Schlüsselqualifikation in Ausbildung und Weiterbildung zu verankern – praxisnah, technisch fundiert und ethisch reflektiert. Auch der Datenschutz steht im Fokus: Der VDI warnt vor der Nutzung offener Plattformen für sensible technische Daten und plädiert für unternehmensinterne, regulierte KI-Lösungen. Mit der neuen Studie und konkreten Handlungsempfehlungen positioniert sich der VDI als Kompass in der KI-Transformation – für eine sichere, souveräne und zukunftsfähige Ingenieurarbeit.

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



WILEY

Europe-wide,  
English-language  
virtual event

Virtual Event: October 22, 2025

# DIGITALIZATION IN THE CHEMICAL INDUSTRY

Efficiency, Sustainability,  
and Innovation

How digitalization can  
increase energy and  
resource efficiency in  
plant operation in the  
chemical industry.

## 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

### OPTION 1: **KEYNOTE SPONSORSHIP**

**€10,000**  
(excl. VAT)

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

### **SPONSORSHIP OPPORTUNITIES:**

### OPTION 2: **SESSION SPONSORSHIP**

**€7,900**  
(excl. VAT)

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

**Book your sponsorship now!**



### **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 and editorial coverage
- LinkedIn campaigns and targeted email marketing

### **PROPOSED SPEAKERS:**

Renowned representatives from leading companies and industry associations, including:

BASF, Covestro, Evonik, Linde Engineering, Thyssenkrupp, Bilfinger, Schneider Electric, Siemens, ABB, and the VCI (Verband der Chemischen Industrie)

### **CONTACTS:**



**Stefan Schwartz**

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



**Hagen Reichhoff**

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



**Thorsten Kritzer**

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

### **ORGANIZED BY:**

**CHEManager** | **CITplus**

# WILEY Online Library

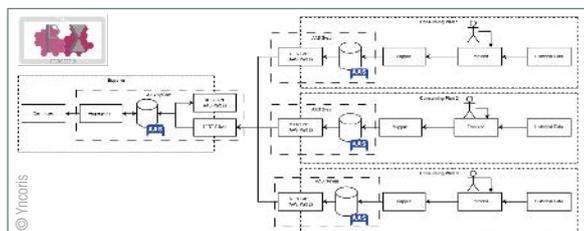
Aktuelle Veröffentlichungen in Chemie Ingenieur Technik 6/2025



onlinelibrary.wiley.com

## Process X – A Data Space for the Process Industry

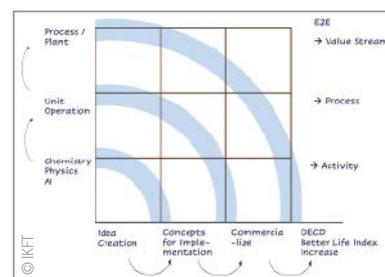
Review Article | The need for improved resilience, increased efficiency in production chains, and the need to raise resource efficiency require more cross-company information exchange. Data spaces are digital ecosystems, in which companies host their own information within their systems and thus retain sovereignty over the data and its access. The Manufacturing-X initiative is an industrial policy initiative to develop such a data space; in that context, Process-X deals with the process industry. Within the Process-X initiative, a showcase was developed. An exchange of regular steam forecasts enables the energy supplier to adjust the level of confidence to the forecast consumption and thus save primary energy in generation.



Dr.-Ing. Andreas Schueller, Yncoris GmbH & Co. KG, Huerth  
andreas.schueller@yncoris.com · DOI: 10.1002/cite.202500007

## Zirkularität – Die Herausforderung des Chemieingenieurwesens

Review Article | Die Erreichung der Klimaneutralität der chemischen Industrie erfordert einen grundlegenden Umbau der Wertschöpfungsketten in 20 Jahren. Um den Kohlenstoffkreislauf zu schließen, werden bekannte Technologien wie Pyrolyse oder Vergasung in neuen Wertschöpfungsketten eingesetzt. Die Endprodukte müssen weiterhin den hohen Qualitätsanforderungen der Abnehmerindustrien genügen. Die Herausforderung besteht darin, Prozesse zu entwickeln, die tolerant gegenüber der Vielzahl der Rohstoffe sind. Für eine erfolgreiche Umsetzung ist gründliches Scale-up erforderlich, das in der Regel eine Pilotierung einschließt. In der zur Verfügung stehenden Zeit können die Ziele nur erreicht werden, wenn neue Wege der Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Akteuren und Sektoren mit der Wissenschaft, besonders in der Aus- und Weiterbildung, beschritten werden.



Prof. Dr.-Ing. Jörg Sauer, Institut für Katalysatorforschung und -technologie (IKFT), Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Eggenstein-Leopoldshafen  
j.sauer@kit.edu · DOI: 10.1002/cite.202500009



## Green Ammonia as a Decentralized, Cross-Sector Energy Vector for the German Energy Transition

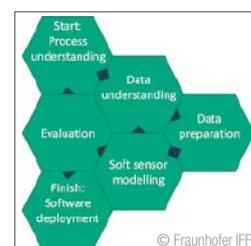
Review Article | The significance of ammonia as a carbon-free energy carrier is increasing amid the energy transition, especially for long-distance transport. The Fraunhofer flagship project “AmmonVektor” combines the competence of eight Fraunhofer Institutes to develop innovative technologies for decentralized ammonia synthesis, utilization, and logistics. The aim is to establish ammonia as a key technology to enhance Germany’s energy sovereignty. The research focuses

on developing flexible ammonia synthesis processes and robust ammonia cracking technologies with energy-efficient reactor designs and economically competitive catalysts. Additionally, innovative business models are investigated. This research ensures a sustainable energy supply while supporting UN climate goals.

Dr. Clara Maria Watermann, Fraunhofer Institute for Environmental, Safety and Energy Technology UMSICHT, Oberhausen  
clara.watermann@umsicht.fraunhofer.de · DOI: 10.1002/cite.202500020

## A Framework for the Development of Soft Sensors for Process Plants

Research Article | By monitoring sensors, problematic system states in process engineering plants and production lines can be detected and corrected before significant damage occurs. Soft sensors as a combination of data analysis and digitalization are tailored to a specific application. During their development, large amounts of time series data from sensors are therefore analyzed, interpreted in consultation with the plant operators, and applied as the basis for the design of data processing methods using digital models, which form the core of soft sensors. The framework presented here is employed in development processes to make the research, development, and integration of soft sensors into operational and technical processes more effective and efficient.



Mathias Vorbröcker und Marcus Kögler, Fraunhofer Institute for Factory Operation and Automation IFF, Energy Systems and Infrastructures, Magdeburg  
mathias.vorbroecker@iff.fraunhofer.de · marcus.koegler@iff.fraunhofer.de · DOI: 10.1002/cite.202500012

## August 2025

Summer School Biotransformations	18. – 21. Aug.	Bad Herrenalb	Dechema, <a href="https://dechema.de/en/summerschool2025">https://dechema.de/en/summerschool2025</a>
----------------------------------	----------------	---------------	--

## September 2025

Kristallisation – Grundlagen, Anwendung und Forschung	03. – 05. Sept.	Dortmund	GVT - Forschungs-Gesellschaft Verfahrens-Technik, <a href="mailto:gvt-hochschulkurse@gvt.org">gvt-hochschulkurse@gvt.org</a> , <a href="http://www.gvt.org">www.gvt.org</a>
EUROCORR 2025	07. – 11. Sept.	Stavanger/N	Dechema, <a href="https://eurocorr2025.org/">https://eurocorr2025.org/</a>
15 <sup>th</sup> European Congress of Chemical Engineering (ECCE) & 8 <sup>th</sup> European Congress of Applied Biotechnology (ECAB)	08. – 10. Sept.	Lissabon/Portugal	Dechema, <a href="https://ecce-ecab2025.eu/">https://ecce-ecab2025.eu/</a>
Zukunftskongress Logistik – 43. Dortmunder Gespräche	09. – 10. Sept.	Dortmund	Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, <a href="http://www.zukunftskongress-logistik.de">www.zukunftskongress-logistik.de</a>
Meorga MSR Spezialmesse	10. Sept.	Ludwigshafen	Meorga, <a href="mailto:info@meorga.de">info@meorga.de</a> , <a href="http://www.meorga.de">www.meorga.de</a>
Die Qualitätssysteme GMP (Gute Herstellungspraxis) und GLP (Gute Laborpraxis) im Überblick	15. Sept.	Frankfurt/Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), <a href="mailto:fb@gdch.de">fb@gdch.de</a> , <a href="http://www.gdch.de">www.gdch.de</a>
Schwingungsanalyse – Interpretation der Ergebnisse von Schwingungsberechnungen und -messungen	15. – 16. Sept.	Essen	Haus der Technik, <a href="mailto:info@hdt.de">info@hdt.de</a> , <a href="http://www.hdt.de/seminare-workshops">www.hdt.de/seminare-workshops</a>
Ilmac	16. – 18. Sept.	Basel	Messe Schweiz, <a href="http://www.ilmac.ch">www.ilmac.ch</a>
Bioflavour 2025	16. – 18. Sept.	Frankfurt/Main	Dechema, <a href="http://dechema.de/en/bioflavour2025.html">http://dechema.de/en/bioflavour2025.html</a>
Die Wichtigkeit von Normen für den technolog. Transfer: Wer sie gestaltet, beherrscht den Markt	17. Sept.	Frankfurt/Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), <a href="mailto:fb@gdch.de">fb@gdch.de</a> , <a href="http://www.gdch.de">www.gdch.de</a>
Brennstoffzellen – Grundlagen und Anwendungen	17. – 18. Sept.	online und Essen	Haus der Technik, <a href="mailto:info@hdt.de">info@hdt.de</a> , <a href="http://www.hdt.de/seminare-workshops">www.hdt.de/seminare-workshops</a>
Numerische Berechnung turbulenter Strömungen in Forschung und Praxis	17. – 19. Sept.	Dresden	GVT – Forschungs-Gesellschaft Verfahrens-Technik, <a href="mailto:gvt-hochschulkurse@gvt.org">gvt-hochschulkurse@gvt.org</a> , <a href="http://www.gvt.org">www.gvt.org</a>
Wasserstoffverbrennungsmotor – Grundlagen, Potenzial und Herausforderungen	18. Sept.	online und Essen	Haus der Technik, <a href="mailto:info@hdt.de">info@hdt.de</a> , <a href="http://www.hdt.de/seminare-workshops">www.hdt.de/seminare-workshops</a>
6 <sup>th</sup> European Conference on Metal Organic Frameworks and Porous Polymers (EuroMOF2025)	21. – 25. Sept.	Crete (GR)	Dechema, <a href="https://www.euromof2025.com">https://www.euromof2025.com</a>
Rheologische Charakterisierung von Emulsionen und Suspensionen	22. – 23. Sept.	Nürnberg	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), <a href="mailto:fb@gdch.de">fb@gdch.de</a> , <a href="http://www.gdch.de">www.gdch.de</a>
German Conference on Bioinformatics 2025	22. – 24. Sept.	Düsseldorf	Dechema, <a href="https://gcb2025.de/">https://gcb2025.de/</a>
Lithium-Ionen-Batterien für die Elektromobilität – von der Zelle zur Anwendung	23. – 24. Sept.	online und Aachen	Haus der Technik, <a href="mailto:info@hdt.de">info@hdt.de</a> , <a href="http://www.hdt.de/seminare-workshops">www.hdt.de/seminare-workshops</a>
Powtech/Partec	23. – 27. Sept.	Nürnberg	Messe Frankfurt, <a href="http://www.powtech.de">www.powtech.de</a>
Fachpack	23. – 27. Sept.	Nürnberg	Nürnberg Messe, <a href="http://www.fachpack.de">www.fachpack.de</a>
Raman/IR-Spektroskopie in der chemischen Analytik und Prozesskontrolle	23. – 25. Sept.	Essen	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), <a href="mailto:fb@gdch.de">fb@gdch.de</a> , <a href="http://www.gdch.de">www.gdch.de</a>
GLP-Intensivtraining mit QS-Übungsaufgaben: Methodenvalidierung und Gerätequalifizierung unter GLP	23. – 25. Sept.	Frankfurt/Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), <a href="mailto:fb@gdch.de">fb@gdch.de</a> , <a href="http://www.gdch.de">www.gdch.de</a>
Grundlagen der makromolekularen Chemie II: Charakterisierung, Eigenschaften und Anwendungen von Polymeren	29. Sept. – 14. Nov.	online	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), <a href="mailto:fb@gdch.de">fb@gdch.de</a> , <a href="http://www.gdch.de">www.gdch.de</a>
Neue analytische Methoden und rechtliche Vorgaben in der Pestizidanalytik	30. Sept.	Frankfurt/Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), <a href="mailto:fb@gdch.de">fb@gdch.de</a> , <a href="http://www.gdch.de">www.gdch.de</a>

## Oktober 2025

Einführung in Molecular Modeling für Chemiker (m/w/d)	01. Okt. – 19. Nov.	online	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), <a href="mailto:fb@gdch.de">fb@gdch.de</a> , <a href="http://www.gdch.de">www.gdch.de</a>
Fortgeschrittene praktische NMR-Spektroskopie für technische Beschäftigte	07. – 09. Okt.	Mainz	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), <a href="mailto:fb@gdch.de">fb@gdch.de</a> , <a href="http://www.gdch.de">www.gdch.de</a>
NMR-Spektrenauswertung und Strukturaufklärung	07. – 10. Okt.	Frankfurt/Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), <a href="mailto:fb@gdch.de">fb@gdch.de</a> , <a href="http://www.gdch.de">www.gdch.de</a>
KI und neuronale Netze in der Produktentwicklung	08. – 09. Okt.	Essen	Haus der Technik, <a href="mailto:info@hdt.de">info@hdt.de</a> , <a href="http://www.hdt.de/seminare-workshops">www.hdt.de/seminare-workshops</a>
Intensivkurs Marketing für Chemiker (m/w/d)	08. – 09. Okt.	online	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), <a href="mailto:fb@gdch.de">fb@gdch.de</a> , <a href="http://www.gdch.de">www.gdch.de</a>
Meorga MSR Spezialmesse	15. Okt.	Landshut	Meorga, <a href="mailto:info@meorga.de">info@meorga.de</a> , <a href="http://www.meorga.de">www.meorga.de</a>



## Keywords

- **Personalmanagement**
- **Mitarbeiterbindung**
- **Generationenmanagement**

# Vier Generationen – ein Ziel

## Generationenübergreifend ein attraktiver Arbeitgeber sein

In den meisten Betrieben arbeiten vier Generationen mit teils unterschiedlichen Werten und Bedürfnissen zusammen. Entsprechend herausfordernd ist es für Unternehmen, für alle Mitarbeitenden ein attraktiver Arbeitgeber zu sein und zu bleiben – speziell, wenn diese viele Joboptionen haben.

Für die meisten (größeren) Unternehmen arbeiten Angehörige folgender vier Generationen:

- Babyboomer  
(geb. zwischen 1956 und 1969),
- Generation X  
(geb. zwischen 1970 und 1979),
- Generation Y  
(geb. zwischen 1980 und 1995) und
- Generation Z  
(geb. zwischen 1996 und 2010).

In diesem Generationenmix für alle Mitarbeitenden ein attraktiver Arbeitgeber zu sein und zu bleiben, ist im Betriebsalltag oft schwer, unter anderem weil diese unterschiedlich sozialisiert wurden. So wuchsen z.B. die Angehörigen der Generationen Y und Z schon weitgehend mit dem Internet und den Social Media auf. Entsprechend selbstverständlich nutzen sie diese Medien. Zudem sammelten sie die Erfahrung „Unsere Arbeitskraft ist rar“. Entsprechend hohe Erwartungen stellen sie an ihre Arbeitgeber. Und erfüllt dieser diese nicht? Dann wechseln sie schnell den „Brötchengeber“.

### Ein attraktiver Arbeitgeber im Generationenmix sein

Den Mitarbeitenden ein gutes bis sehr gutes Gehalt zu bieten, reicht in diesem Umfeld nicht mehr aus, um ein attraktiver Arbeitgeber zu sein. Dies erachten inzwischen zumindest die höher qualifizierten Arbeitnehmer meist als selbstverständlich. Ähnliches gilt für die Möglichkeit, die Arbeitszeit flexibel zu gestalten. Auch dies ist nicht nur für die nachrückenden Mitarbeitenden heute weitgehend selbstverständlich. Womit Unternehmen aber oft noch punkten können, ist ihre Kultur – also unter anderem damit,

- wie wertschätzend und respektvoll in ihrer Organisation der persönliche Umgang miteinander ist,
- wie vertrauensvoll und offen in ihr kommuniziert wird und
- welche Entwicklungs- und Gestaltungsmöglichkeiten die Mitarbeitenden haben.

Eine Unternehmenskultur zu schaffen, die den Erwartungen aller Mitarbeitenden entspricht, fällt vielen Unternehmen auch schwer, weil

diese sich in verschiedenen Lebensphasen befinden. Entsprechend stark divergieren ihre Bedürfnisse. So haben Berufseinsteiger, die noch Singles sind, meist andere Erwartungen an ihren Arbeitgeber als gestandene Fach- und Führungskräfte, die Väter oder Mütter von Kindern sind. Und Arbeitnehmer, die in absehbarer Zeit in den Ruhestand gehen, haben wiederum andere Bedürfnisse als solche, die ihr Berufsleben nicht weitgehend vor sich haben. Entsprechend differenziert sollten die Förder- und Entwicklungsangebote für sie sein.

### Ein lebensphasenorientiertes Personalmanagement betreiben

Dies setzt ein Personalmanagement voraus,

- das reflektiert, dass die Bedürfnisse der Mitarbeitenden nicht nur individuell, sondern auch abhängig von der Lebensphase, in der sie sich befinden, verschieden sind und
- ein Arbeitsumfeld schafft, das für alle Mitarbeitenden – altersunabhängig – attraktiv und unterstützend ist.

### Weiterbildung und Entwicklung fördern

Die Führungskraft sollte Weiterbildungs- und Entwicklungsprogramme anbieten, um sicherzustellen, dass Mitarbeiter aller Generationen die Möglichkeit haben, sich beruflich weiterzuentwickeln.

### Konfliktlösung unterstützen

Wenn es zu Konflikten zwischen den Generationen kommt, sollte die Führungskraft als Vermittler agieren und dabei helfen, Lösungen zu finden, die für alle Beteiligten akzeptabel sind.

### Flexibilität ermöglichen

Die Führungskraft sollte flexible Arbeitsmodelle unterstützen, um den unterschiedlichen Bedürfnissen und Arbeitsstilen der verschiedenen Generationen gerecht zu werden.



Zentrale Funktionen von Führungskräften

### Sensibilität und Bewusstsein

Sensibilisierung und Bewusstsein schaffen: Die Führungskraft sollte sich der Bedeutung des Generationsmanagements bewusst sein und ein Bewusstsein für die verschiedenen Generationen im Team schaffen.

### Kommunikation fördern

Die Führungskraft sollte eine offene Kommunikation zwischen den verschiedenen Generationen im Team fördern und sicherstellen, dass alle Mitarbeiter respektvoll miteinander umgehen

### Wissenstransfer unterstützen

Die Führungskraft kann den Wissenstransfer zwischen den Generationen fördern, indem sie Mentoring-Programme oder andere Formen des Erfahrungsaustauschs implementiert.

© Machwürth

Dies im Betriebsalltag zu realisieren, ist herausfordernd, weil außer den Erwartungen der Mitarbeitenden an ihren Arbeitgeber, auch deren Motive, warum sie diese haben, meist sehr verschieden sind. Als Beispiel sei der Wunsch nach flexiblen Arbeitszeiten sowie auch (teilweise) im Homeoffice bzw. remote arbeiten zu können genannt. Berufseinsteiger wünschen sich diese Möglichkeiten oft, damit sie leichter auch ihren Hobbies nachgehen können oder weil sie eine Fernbeziehung führen. Bei Mitarbeitenden in der Lebensmitte ist das Motiv oft eher, dass ihnen dies das Betreuen ihrer Kinder oder die Pflege von Familienangehörigen erleichtert.

Entsprechendes gilt für das Bedürfnis „Wertschätzung“ zu erfahren. Was dies bedeutet, ist bei den Mitarbeitenden abhängig von ihrer Persönlichkeit und Lebenssituation oft sehr verschieden. Deshalb ist es für den Auf- und Ausbau eines lebensphasenorientierten Personalmanagements wichtig,

- in einem lebendigen Dialog mit den Mitarbeitenden zu stehen,
- sich regelmäßig Feedback von ihnen einzuholen und
- beim Finden passender Lösungen flexibel und kreativ zu sein.

### Unternehmenskultur: Eine gemeinsame Wertebasis schaffen

Wie die Mitarbeitenden eines Unternehmens zusammenarbeiten und miteinander kommunizieren, hängt maßgeblich von der Unternehmenskultur ab. In der von rascher Veränderung geprägten VUKA-Welt ändern sich jedoch außer den Herausforderungen, vor denen die Unternehmen stehen, auch die Erwartungen der Mitarbeitenden an ihre Arbeitgeber immer schneller.

Hierauf muss die Personalpolitik reagieren. Dies erfordert eine Unternehmenskultur,

- die offen für Veränderungen ist,
- die Individuen wahr- und ernstnimmt und
- deren Unterschiedlichkeit respektiert, sodass sich letztlich alle Mitarbeitenden wertgeschätzt fühlen.

### Talentmanagement: Einen gezielten Kompetenzaufbau betreiben

Aktuell wissen viele Unternehmen noch nicht, welche Fähigkeiten ihrer Mitarbeitenden künftig brauchen. Dessen ungeachtet ist ein an den strategischen Zielen orientiertes Talentmanagement für ihren mittel- und langfristigen Erfolg wichtig. Von zentraler Bedeutung ist dabei die Personalentwicklung. In den Unternehmen sollten individuelle Entwicklungspläne und Weiterbildungsprogramme existieren, die

- auf die jeweiligen Bedürfnisse und Ziele der Mitarbeitenden abgestimmt sind und
- ihnen die Möglichkeit eröffnen, sich kontinuierlich weiterzuentwickeln und neue Kompetenzen zu erwerben.

Bietet ein Unternehmen seinen Mitarbeitenden solche Entwicklungsperspektiven und damit verbunden Karrieremöglichkeiten, dann fördert dies ihre Bindung an das Unternehmen. Dies ist in Zeiten eines akuten Fach- und Führungskräftemangels extrem wichtig.

### Führung: Flexibel auf die verschiedenen Bedürfnisse reagieren

Die unterschiedlichen Erwartungen und Arbeitsweisen der Mitarbeitenden erfordern von den Führungskräften ein flexibles Rollenverhalten. Statt strenger Hierarchien und starrer Führungs-

modelle sind heute Empathie und Flexibilität beim Führen und Motivieren der Mitarbeitenden gefragt.

Wichtig ist es dabei, ein Gleichgewicht zwischen Autonomie und Unterstützung zu finden. Das bedeutet,

- den Mitarbeitenden genügend Freiraum für ein eigenverantwortliches Arbeiten und Entscheiden zu gewähren und
- ihnen zugleich als Führungskraft die nötige Unterstützung und das gewünschte Feedback zu geben.

### Work-Life-Balance: Das Wohlbefinden der Mitarbeitenden fördern

Das Thema Work-Life-Balance betrifft alle Generationen. Während ältere Mitarbeitende oft Wert auf eine klare Trennung zwischen Beruf und Freizeit legen, wünschen sich Jüngere häufig, ihr Berufs- und Privatleben flexibel miteinander vereinbaren zu können. Dies erfordert Work-Life-Balance-Konzepte, die den unterschiedlichen Bedürfnissen gerecht werden.

Ein zentraler Schlüssel hierzu ist eine hohe Flexibilität beim Gestalten der Arbeitszeiten und -modelle. Sie ermöglicht es den Mitarbeitenden, ihre Arbeitssituation weitgehend ihren individuellen Bedürfnissen anzupassen. Wichtig sind zudem betriebliche Gesundheitsfördermaßnahmen, die die Gesundheit der Mitarbeitenden stärken und helfen, einen längerfristigen, krankheitsbedingten Ausfall von ihnen zu vermeiden.

### Kommunikation: Brücken zwischen den Generationen bauen

Beim Thema Kommunikation gilt es zu beachten, dass jede Generation Kommunikationsvorlieben hat. Während ältere Mitarbeitende z.B.

oft die direkte persönliche Kommunikation, sei es face-to-face oder per Telefon bevorzugt, präferieren die jüngeren zumindest in der Alltagskommunikation oft die digitalen Medien. Diesem Befund sollten die Unternehmen Rechnung tragen. Es gilt sich auf einen ausgewogenen Mix zwischen persönlicher und digitaler Kommunikation zu verständigen, in dem alle Mitarbeitenden sich wiederfinden, will er ihrem situations- und personenbedingten Bedarf entspricht.

Wichtig ist zudem eine von wechselseitigem Vertrauen und Respekt geprägte Kommunikationskultur, die alle Mitarbeitenden – generationen- sowie funktions- und hierarchieübergreifend – dazu ermutigt, ihre Ideen, Anliegen und Perspektiven einzubringen. Das schafft ein Umfeld, in dem sich jeder Einzelne gehört fühlt, was auch den Wissensaustausch zwischen den Generationen stimuliert.

**Weiterbildung:  
Das lebenslange Lernen stimulieren**

In der VUKA-Welt müssen die Mitarbeitenden stets neue Fähigkeiten entwickeln, um auch künftig beruflich erfolgreich zu sein. Deshalb sollten die Unternehmen eine Kultur des lebenslangen Lernens in ihrer Organisation fördern und ihren Mitarbeitenden Weiterbildungsmöglichkeiten offerieren, die sie hierbei unterstützen.

Dabei gilt es die unterschiedlichen Lernpräferenzen und -stile zu beachten. Während die älteren Mitarbeitenden oft traditionelle Lernformate wie Präsenzseminare bevorzugen, präferieren die jüngeren häufig digitale Formate – auch weil ihnen diese ein zeit- und ortsunabhängiges Lernen ermöglichen. Die Weiterbildungsangebote der Unternehmen sollten mit diesen Vorlieben korrespondieren. Das erhöht ihre Nutzung und Akzeptanz.

**Wissensmanagement:  
Aus den Erfahrungen lernen**

Ein professionelles Wissensmanagement schlägt eine Brücke zwischen dem (Fach- und) Erfahrungswissen der älteren Mitarbeitenden und der Innovationskraft der jüngeren. Dies ist in einer Zeit des raschen Wandels extrem wichtig, um in einer Organisation einerseits das vorhandene Wissen zu bewahren und andererseits den erforderlichen Raum für Innovationen zu schaffen.

Ein effektives Wissensmanagement setzt voraus, dass in dem Unternehmen eine Kultur der Offenheit und des wechselseitigen Austauschs besteht. Dies erfordert wiederum Plattformen, auf denen die Mitarbeitenden generationsübergreifend ihr Wissen teilen und voneinander lernen können. Demselben Ziel dienen Mentorship-Programme und intergenerationale Projektteams sowie Workshops und Schulungen.

**Erfolgsmessung: Mit KPIs den Erfolg messen und bewerten**

Eine regelmäßige Erfolgsmessung ist wichtig, um die Effektivität der Maßnahmen zum Steigern der Attraktivität als Arbeitgeber zu bewerten und zu optimieren. Ein zentraler Key Performance Indicator (KPI) ist die Mitarbeiterzufriedenheit. Regelmäßige Mitarbeiterbefragungen können Aufschluss darüber geben, wie zufrieden die Mitarbeiter mit ihrem Arbeitsumfeld, den Benefits, der Unternehmenskultur und der Führung sind. Eine hohe Mitarbeiterzufriedenheit wirkt außer auf das Arbeitgeberimage auch positiv auf die Mitarbeiterbindung und -motivation aus.

Ein weiterer wichtiger KPI ist die Mitarbeiterfluktuation. Eine niedrige Fluktuationsrate deutet darauf hin, dass die Mitarbeitenden sich mit

den Werten und Zielen des Unternehmens und dessen Kultur identifizieren. Ein hoher Anteil langjähriger Mitarbeiter weist zudem auf eine erfolgreiche Personalpolitik und -arbeit hin.

**Fazit**

Der Auf- und Ausbau eines attraktiven Arbeitgeberprofils ist in der VUKA-Welt nötig, um als Unternehmen auch künftig im Wettbewerb um die raren Fach- und Führungskräfte erfolgreich zu sein. Er zielt darauf ab, die Stärken der verschiedenen Mitarbeitergenerationen gezielt für den Unternehmenserfolg zu nutzen, indem das Unternehmen eine inklusive Unternehmenskultur entwickelt, die unter anderem das lebenslange Lernen fördert. Das Entwickeln einer solchen Kultur erfordert einen ganzheitlichen Ansatz, der von der Personalrekrutierung über die Personalentwicklung bis hin zur Personalführung reicht.



**Hans-Peter Machwüth,**  
Geschäftsführer, Machwüth  
Team International

Wiley Online Library



**Machwüth Team International GmbH,**  
Visselhövede  
Tel.: +49 04262 93 12-0  
info@mwteam.com · www.mticonsultancy.com



**Tobias Blach erhält Willy-Hager-Preis für Forschung zur Wasseraufbereitung**

Dr.-Ing. Tobias Blach von der TU Darmstadt wurde für seine wissenschaftliche Arbeit zum Thema „Aerobic and Electrochemical Treatment of Process Water from Hydrothermal Carbonization of Sewage Sludge“ mit dem Willy-Hager-Preis ausgezeichnet.

Seine Forschung trägt zur Bewertung der Einflüsse auf die Zusammensetzung des Prozesswassers bei der hydrothermalen Karbonisierung (HTC) von Klärschlamm bei und ermöglicht eine präzisere Erfassung wesentlicher

Faktoren zur Abbaubarkeit der Inhaltsstoffe. Die Verleihung fand am 26. Mai 2025 in Münster während der Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft statt. Der Willy-Hager-Preis würdigt jährlich herausragende Arbeiten junger Wissenschaftler auf dem Gebiet der Wasseraufbereitung und Abwasserbehandlung.

In seiner Arbeit untersucht Tobias Blach die Entstehung des Prozesswassers während des HTC-Prozesses und innovative Reinigungsmethoden durch aerob biologische Verfahren sowie elektrochemische Oxidation mit bor-dotierten Diamantelektroden. Die elektrochemische Oxidation führte zur fast vollständigen Entfernung aromatischer Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen und reduzierte das Inhibierungspoten-

zial des Prozesswassers. Bei niedrigen Stoffkonzentrationen traten jedoch Probleme wie limitierter Massentransfer und Nebenreaktionen an den Elektroden auf, was den Energieverbrauch erhöhte.

Auch bei hohen Stoffkonzentrationen betrug der Energiebedarf bei stromdichte-limitierter Abbaukinetik zwischen 20 und 45 kWh/kg CSB. Eine teilweise biologische Elimination des organischen Kohlenstoffs, gefolgt von einer Nachbehandlung zur Stickstoffentfernung und Oxidation nicht biologisch abbaubarer Kohlenstoffverbindungen, scheint energetisch sinnvoll. Verschiedene Behandlungsszenarien wurden anhand eines Modells einer Kläranlage mit 100.000 Einwohnerwerten vorgestellt. <https://dechema.de>

# 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



# 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](https://processtechnology.wiley.com)

**CIT**plus

**ReinRaum  
Technik**  
STERILTECHNIK  
HYGIENE  
PRODUKTION

**LVT**LEBENSMITTEL  
INDUSTRIE  
OVERSICHTS-ÜBERSICHT FÜR FOOD & BEVERAGE

**WILEY**  
Process  
Technology



## Keywords

- Nachhaltigkeit
- Digitalisierung
- Start-ups
- Student Day

Die Fachpack 2025 in Nürnberg findet parallel zu Powtech Technopharm statt.

# Fachpack 2025

## Digital und nachhaltig – Verpackungstechnologie im Wandel

Vom 23. bis 25. September 2025 kommt die Verpackungsbranche wieder in Nürnberg auf der Fachpack, Europäische Fachmesse für Verpackung, Technik und Prozesse, zusammen. Die Vorbereitungen bei der Nürnbergmesse sind in vollem Gange. Erwartet werden gut 1.400 Aussteller, verteilt auf elf Messehallen. 90 % der Fläche sind bereits vergeben. Fachbesucher erwartet auch in diesem Jahr neben einer Fülle an Produkten und Services rund um die Verpackung wieder ein spannendes Rahmenprogramm.

Die Fachpack 2025 bildet ausstellerseitig einmal mehr die Verpackungswertschöpfungskette ab, kompakt verteilt auf elf Messehallen. Im Fokus stehen Packstoffe & Packhilfsmittel sowie innovative Lösungen aus der Verpackungstechnologie. Beide Hauptsegmente werden um Verpackungsdruck und -veredelung bzw. Intralogistik ergänzt. Fachbesucher aus allen verpackungsintensiven Branchen, wie Lebensmittel/Getränke, Genussmittel, Pharma/Kosmetik, Chemie, Health Care, Non Food, Tiernahrung, weitere Konsumgüter sowie Auto-

motive, technische Artikel, Medizintechnik und weitere Industriegüter, dürfen sich die Fachpack 2025 nicht entgehen lassen.

Phuong Anh Do, Veranstaltungsleiterin der Fachpack, ergänzt: „Neben der umfangreichen, zukunftsweisenden Fachmesse freue ich mich insbesondere auf den lebendigen Dialog rund um das Fachpack-Leitthema ‚Transition in Packaging‘. Dieser Austausch ist immens wichtig, denn die Branche ist im Umbruch und eine nachhaltige sowie digitale Transformation unumgänglich.“

### Rahmenprogramm: Wichtige Impulse für eine sich wandelnde Branche

Fachpackteilnehmer erwartet auch 2025 ein vielfältiges Begleitprogramm. In beiden Fachpack-Foren geben Branchenexpertinnen und -experten Einblicke in aktuelle Herausforderungen, zeigen Chancen & Trends sowie konkrete Strategien auf und bieten Lösungen zu aktuellen Themen. In der Packbox stehen zukunftsweisende Themen wie der Einsatz von künstlicher Intelligenz in Entwicklung und Produktion, Strategien zur Umsetzung der EU-Verpackungsordnung (PPWR), Kreislaufwirtschaftsmodelle sowie internationale Markttrends im Fokus. Zudem werden u.a. Fragestellungen rund um nachhaltige Materialien und regulatorische Entwicklungen intensiv beleuchtet. Im Ausstellerforum Innovationbox präsentieren Fachpack-Aussteller wieder ihre Produktneuheiten und Prozessinnovationen in kurzen knackigen Vorträgen.

Zum zweiten Mal an den Start geht das Networking-Event „Women4Packaging“. Ziel ist, den Frauen der Branche, Ausstellerinnen wie Fachbesucherinnen, eine Plattform zu geben,

auf der sie sich austauschen, voneinander lernen und sich gegenseitig stärken können. In diesem Jahr steht das Doing im Fokus und es sind diverse Stationen zu unterschiedlichen Themen geplant. Wieder mit dabei ist auch der Pavillon Alternative Verpackungslösungen in Halle 3, der innovative Verpackungsmaterialien aus nachwachsenden Rohstoffen thematisiert und neue Entwicklungen bei bewährten Packstoffen zeigt. Die Fachpack kooperiert hier einmal mehr mit der Agentur pacoön, die im moderierten Forum Solpack 6.0 Fokusthemen rund um alternative und nachhaltige Verpackungslösungen präsentieren wird.

### Student Day: Innovation – Networking – Zukunftsausblicke

Am dritten Messetag findet auf der Fachpack wieder der Student Day in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Verpackungsinstitut (dvi) statt. Ziel der Veranstaltung ist der interaktive Austausch von Unternehmensvertretern und rund 100 Studierenden der Studiengänge Verpackungstechnologie, Nachhaltigkeit und Produktdesign in direkten Gesprächen und Workshops.

Für Unternehmen liegen die Vorteile auf der Hand: Ein schnelles Kennenlernen potenzieller zukünftiger Mitarbeiter (Praktikanten, Bachelor- und Masterarbeiten, Berufseinsteiger) ist im persönlichen Gespräch möglich. Zudem bekommen sie frische Ideen und direktes Feedback

der jungen Generation zu einem Thema oder Unternehmensprojekt im Workshop.

Die Studierenden wiederum kommen in den direkten Kontakt zu Praktikern aus allen Bereichen der Wertschöpfungskette von Verpackungen und profitieren von Vorträgen, Workshops und Diskussionen zu aktuellen Nachhaltigkeitsthemen. Außerdem lassen sich Zukunftsfragen klären sowie Trends und Best-Practices von Verpackungsdesigns kennenlernen.

### Start-ups jetzt anmelden und Teil der Community werden!

Der vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geförderte Gemeinschaftsstand „Young Innovators“ ermöglicht es deutschen Start-ups und jungen Unternehmen, sich auf der Fachpack 2025 der Fachöffentlichkeit vorzustellen und Produktinnovationen zu präsentieren. Internationale Start-Ups mit Firmensitz außerhalb Deutschlands zeigen interessierten Verpackungsspezialisten ihre neuartigen Produkte und Verfahren auf dem Newcomer-Pavillon.

### Powtech Technopharm in den Hallen 9 bis 12

Einen großen Mehrwert für zahlreiche Fachpack-Messegäste bietet in diesem Jahr auch der Gang durch die Hallen 9 bis 12 des Messezentrums, in denen zeitgleich zur Fachpack aktuelle und zukünftige Lösungen aus der Prozesstechnik, die der Verpackung vorgelagert

ist, auf der Powtech Technopharm präsentiert werden. Die Powtech Technopharm ist die internationale Fachmesse für Technologien zur Verarbeitung von Pulvern, Feststoffen und Flüssigkeiten in Europa. Mit der Erweiterung um den Messebestandteil Technopharm widmet sich die Powtech Technopharm zudem der GxP-konformen Herstellung von flüssigen, halbfesten und festen Pharmazeutika, bei der feste Produkte eine große Rolle spielen. Die internationale Fachmesse hält somit Lösungen für alle Industrien, die Pulver, Granulat, Schüttgut und Flüssigkeiten verarbeiten, bereit: Chemie, Pharma, Lebens- und Futtermittel, Energie, Maschinen- und Anlagenbau, Kunststoff und Gummi, Keramik und Glas, Umwelt und Recycling, Kosmetik und Körperpflege, Bau-Steine-Erden. Mit dem Ticket der Fachpack erhalten Besucherinnen und Besucher auch Zutritt zur Powtech Technopharm.

#### NürnbergMesse GmbH, Nürnberg

Tel.: +49 9 11 86 06 89 - 69  
 fachpack@nuernbergmesse.de  
<https://www.fachpack.de/>

## ATEX-konforme Abfüllanlagen für flüssige und pastöse Produkte

Die Fricke Abfülltechnik aus Minden präsentiert auf der Fachpack 2025 ihre Abfüllsysteme für flüssige und pastöse Produkte. Das Produktportfolio umfasst Abfüllsysteme von manuellen bis vollautomatischen Anlagen. Die Systeme sind für verschiedene Gebinde wie Eimer, Kanister, Fässer und IBC-Behälter ausgelegt. Anwendungsbereiche finden sich in der Chemie, Petrochemie, Baustoffindustrie, Farben- und Lackherstellung sowie der Nahrungsmittelproduktion. Die Abfüllsysteme erfüllen strenge Sicherheitsanforderungen einschließlich ATEX-Anforderungen für explosionsgefährdete Bereiche. Sie sind für die Verarbeitung explosiver, hochviskoser oder schäumender Produkte geeignet. Das Fricke-Füllventil ermöglicht eine präzise Dosierung im Grob-/Feinstromverfahren. „Unsere Erfahrung im Bereich der Abfülltechnik ermöglicht es uns, Lösungen anzubieten, die effizient und präzise, aber auch nachhaltig und sicher sind“, erklärt Dirk Novak, Chief Sales Officer BU Filling Technology.

Die Systeme ermöglichen schnelle Produkt- und Gebindewechsel sowie eine eichfähige Abfüllung. Das Unternehmen setzt auf energieeffiziente Technologien zur Reduzierung von Produktionskosten und Umweltbelastung. Die Abfüllsysteme berücksichtigen Aspekte wie Ressourcenschonung, Sicherheitsstandards und Ergonomie. [www.frickedosing.com](http://www.frickedosing.com)





## Keywords

- Robotik
- Fachkräftemangel
- Logistik

# Kognitive Robotik wird zum Wendepunkt

## Autonome Systeme als Lösung für Fachkräftemangel



Neura-Robotics-CEO David Reger

Maschinensysteme, die ihre Umgebung wahrnehmen, autonom lernen und flexibel reagieren, verändern die Automatisierung grundlegend. Neura-Robotics-CEO David Reger sieht darin einen entscheidenden Wendepunkt für die deutsche Industrie. Auf dem VDI-Kongress Automation in Baden-Baden erläutert er, wie diese Technologie den Fachkräftemangel abfedert, komplexe Fertigungsprozesse optimiert und eine natürlichere Mensch-Roboter-Interaktion ermöglicht.

### Herr Reger, welche disruptiven Veränderungen erwarten Sie durch kognitive Robotik für die Automatisierung?

**David Reger:** Die kognitive Robotik ermöglicht es Robotern, ihre Umgebung wahrzunehmen, zu verstehen und darauf zu reagieren. Sie können komplexe Aufgaben selbstständig ausführen und sich an veränderte Bedingungen anpassen, ohne ständige Neuprogrammierungen zu benötigen. Dadurch wird die kognitive Robotik die Flexibilität in der Produktion drastisch erhöhen und adaptive Fertigungssysteme ermöglichen, die sich schnell an neue Produkte oder Varianten anpassen können. Zudem kann sie den Fachkräftemangel abpuffern, indem sie Menschen in vielen Bereichen unterstützt und entlastet.

Damit ist die kognitive Robotik ein Wendepunkt in der Automatisierung, denn sie hat das Potenzial, ganze Branchen zu verändern und den Innovationsstandort Deutschland zu stärken.

### In welchen Anwendungsfeldern sehen Sie derzeit das größte Potenzial für kognitive Robotik? Im Speziellen auch für einen frühen Rollout.

**D. Reger:** Das größte Potenzial der kognitiven Robotik sehe ich derzeit in der Industrie, insbesondere in der Automobilproduktion. Hier können kognitive Roboter wie Maira oder auch der humanoide Roboter 4NE-1 die Effizienz steigern, indem sie Aufgaben übernehmen, die sich bisher nur sehr schwer automatisieren

ließen – etwa weil die Bauteile eine zu komplexe Form haben oder die Montage zu schwierig ist. Gleichzeitig können kognitive Roboter flexibel auf wechselnde Anforderungen reagieren. Darüber hinaus kann die Automobilbranche, die in vielen Bereichen der Automatisierung bereits sehr fortgeschritten ist, ein neues Effizienz-Level erreichen und wieder international konkurrenzfähig werden.

Ein weiteres vielversprechendes Anwendungsfeld ist die Logistik. Kognitive Roboter können hier durch ihre Fähigkeit, autonom zu lernen und sich anzupassen, Prozesse optimieren und Engpässe beseitigen. Auch im Dienstleistungssektor, etwa in der Pflege oder Gastronomie, sehe ich großes Potenzial

für einen frühen Rollout. Roboter könnten hier Menschen entlasten und gleichzeitig die Qualität der Dienstleistungen verbessern.

Durch ihre einfache Bedienbarkeit und den Wegfall teurer Peripherie sind kognitive Roboter zudem für Unternehmen attraktiv, die bisher keine Automatisierung in Betracht gezogen haben. Es gibt also zahlreiche Use Cases in verschiedensten Branchen.

### Was sind aus Ihrer Sicht aktuell die größten Herausforderungen in der Entwicklung kognitiver Robotik – ob in Bezug auf Hard- oder Software?

**D. Reger:** Eine der größten Herausforderungen der Branche besteht in der Verfügbarkeit qualifizierter Trainingsdaten, denn KI-basierte Roboter müssen aus realen Erfahrungen lernen, um zuverlässig und effizient zu arbeiten. Die großen LLMs und Foundational Models sind nicht zuletzt deswegen aktuell hauptsächlich in Text, Bild und Video so erfolgreich, weil das Internet hier frei verfügbare Daten in großer Fülle bietet. Daten aus physischer Interaktion mit realen Menschen und Objekten, sei es in der Industrie- oder Alltagswelt, sind dagegen noch vergleichsweise rar.

Neura Robotics punktet hier jedoch mit einem großen internationalen Partnernetzwerk, in dem Unternehmen unsere kognitiven Roboter einsetzen und von einem gemeinsamen Pool mit realen, praxisnahen Daten profitieren können. Mit eigener Technologie und Unterstützung von Technologie aus dem Nvidia Early Access Program trainieren wir so industrie-relevante Modelle, für die es bislang wenige oder keine verfügbaren Trainingsdaten gibt. Mit expliziten Data Sharing Agreements und Techniken wie Federated Learning stellen wir dabei sicher, dass Daten- und IP-Schutz immer gewährleistet sind.

### Wie wird sich das Zusammenspiel von maschinellem Lernen, Sensorik und Echtzeit-Datenverarbeitung weiterentwickeln?

**D. Reger:** Tatsächlich orientieren wir uns dahingehend stark am menschlichen Vorbild, insbesondere an der Art und Weise, wie unser Nervensystem und Gehirn zusammenarbeiten. Wir haben unsere KI-Architektur daher in drei Schichten aufgebaut, die die verschiedenen Ebenen der menschlichen Informationsverarbeitung nachahmen.

Die erste Ebene besteht aus einer lokalen Sensorik und kleinen KI-Modellen. Sie ist vergleichbar mit den Reflexen des menschlichen Körpers und ermöglicht blitzschnelle, instinktive Reaktionen auf unmittelbare Reize. Zum Beispiel könnte ein Roboter sofort reagieren, wenn er eine heiße Oberfläche berührt, ohne dass eine umfangreiche Datenverarbeitung erforderlich ist. Die zweite Ebene nutzt ein größeres KI-Modell und ist für komplexere Aufgaben zuständig, wie das Verstehen der Umgebung und die Planung von Handlungen. Sie entspricht in etwa den



Seit der Gründung 2019 hat sich Neura Robotics auf die kognitive Robotik fokussiert und den ersten kognitiven Cobot der Welt auf den Markt gebracht.

höheren Funktionen unseres Gehirns, die für bewusste Entscheidungen und Problemlösungen verantwortlich sind. Die dritte und umfangreichste Ebene ist eine Cloud-basierte KI. Diese Schicht wird für die anspruchsvollsten Aufgaben eingesetzt, die über die unmittelbaren Fähigkeiten des Roboters hinausgehen. Sie ermöglicht es dem Roboter, auf ein enormes Wissensreservoir zuzugreifen und komplexe Probleme zu lösen, ähnlich wie Menschen externe Ressourcen oder Expertenwissen nutzen.

Diese mehrschichtige Architektur ermöglicht es den Robotern, flexibel und effizient auf verschiedene Situationen zu reagieren. Sie können sowohl schnelle, instinktive Handlungen ausführen als auch komplexe Aufgaben bewältigen, die tieferes Nachdenken erfordern. Zudem erlaubt die Vernetzung über die Cloud ein kollektives Lernen: Wenn ein Roboter eine neue Fähigkeit erlernt, kann dieses Wissen sofort auf andere Roboter übertragen werden.

### Wie werden kognitive Systeme diese Interaktion verändern?

**D. Reger:** Kognitive Systeme werden die Mensch-Roboter-Interaktion grundlegend verändern und sie natürlicher, sicherer und produktiver gestalten. Sie ebnen den Weg für eine echte Partnerschaft zwischen Mensch und Maschine in vielen Anwendungsbereichen.

So können kognitive Roboter beispielsweise aufgrund fortschrittlicher Sensorik und KI-Funktionen ihre Umgebung wahrnehmen und verstehen. Sie erkennen Gesichter und Objekte – und sogar Emotionen. Dies ermöglicht eine natürlichere Kommunikation zwischen Mensch und Roboter durch Sprache, Gestik und Mimik, ähnlich der Interaktion zwischen Menschen.

Darüber hinaus können kognitive Roboter aus Erfahrungen lernen und ihre Leistung kontinuierlich verbessern. Sie passen sich an neue Situationen an und treffen autonome Entscheidungen. Dies führt zu einer flexibleren und effizienteren Zusammenarbeit, bei der der Roboter als echter Teampartner agiert.

Wiley Online Library



NEURA Robotics, Metzingen  
Tel.: +49 7123 879 - 700  
www.neura-robotics.com/de

Die KI-gestützte Bildverarbeitung des Cobots gewährleistet, dass andere Produkte, unterschiedliche Formate oder neue Verpackungsaufgaben ohne zusätzlichen Programmieraufwand sofort verarbeitet werden.



# Verpackungsprozesse mit KI unterstützt

## Robotertechnologie jenseits der Programmierung



### Keywords

- *Verpackungstechnik*
- *Künstliche Intelligenz*
- *Cobot*

Künstliche Intelligenz (KI) ist sicher kein Allheilmittel für die heutigen Anforderungen in der Verpackungsbranche, kann aber, sinnvoll eingesetzt, Prozesse vereinfachen und beschleunigen. Als Innovationstreiber setzt sich der Verpackungsmaschinenhersteller Schubert seit Jahren mit dem Potenzial von KI auseinander und hat bereits neue Technologien für robotergestützte Verpackungslösungen entwickelt.

Entlang der Lieferkette vom Rohstoff bis zum verkaufsfertigen Konsumprodukt werden heute zahlreiche Möglichkeiten diskutiert, um KI zur Verbesserung von Prozessen einzusetzen. Ein konkreter Ansatz ist auf jeden Fall die roboterbasierte Verpackungsanlage, denn die Steuerung der Roboter läuft in der Regel über programmierte Algorithmen, die je nach Anforderung zukünftig durch eine KI unterstützt oder sogar ganz ersetzt werden können. An diesem Punkt hat der Crailsheimer Verpackungsmaschinenbauer Schubert mit der Forschung und Entwicklung von KI-Anwendungen schon vor Jahren

angesetzt. Ralf Schubert, geschäftsführender Gesellschafter der Firma Gerhard Schubert, ist tief in der Maschinentechologie verhaftet und verantwortet die technische Stoßrichtung des Familienunternehmens. Für ihn ist das Thema künstliche Intelligenz klar umrissen: „Ich sehe überall dort Chancen für den Einsatz von KI, wo die Programmierung von Algorithmen zu aufwendig oder die Algorithmen zu langsam sind.“ Ein anschauliches Beispiel, wie KI auf Basis neuronaler Netze für ein einfaches Handling und hohe Flexibilität beim Kunden sorgt, ist der Schubert-Cobot tog.519.

### KI beim Cobot für den schnellen Griff aus der Unordnung

Ausgelegt ist der Cobot für leistungsstarke Pick-and-Place-Anwendungen mit leichten Produkten bis hin zum sogenannten Bin Picking, dem Aufnehmen von unsortierten Teilen aus der Kiste. Mit bis zu 90 Takten pro Minute greift der tog.519 verschiedenste Produkte oder Packmittel aus der Ordnung oder Unordnung auf und platziert sie in jedes denkbare Ziel – ohne jede Programmierung. Dabei ist das Bin Picking die weitaus komplexeste Pick-and-Place-Aufgabe, denn unsortierte Produkte verhalten sich



Durch die selbst entwickelte, KI-gestützte Bildverarbeitung ist der Cobot auch in der Lage, Produkte aus der Unordnung aufzunehmen und woanders zu platzieren.

immer wieder anders. Der Cobot muss also nach jedem Griff in die Kiste neu herausfinden, welches Produkt an oberster Stelle liegt und am besten aufgenommen werden kann.

Ralf Schubert erklärt, wie das funktioniert: „Als Grundlage für die Steuerung des tog.519 nutzen wir eine selbst entwickelte, KI-gestützte Bildverarbeitung. Sie erkennt sowohl die Produkte beim Aufnehmen als auch die Umgebung, in der sie platziert werden sollen. Dafür benötigen wir keine hochpreisige 3D-Kamera, eine übliche 2D-Kamera reicht vollkommen aus. Selbst für das Bin Picking, denn hier erzeugt die KI die für den Cobot notwendigen 3D-Bilder einfach aus den gelieferten Kamerabildern.“ So „sieht“ der Cobot quasi durch die erzeugten Bilder permanent, was er zu tun hat. Damit ist bei einem Formatwechsel oder einer neuen Aufgabe an einem anderen Standort praktisch kein Einlern-

oder Anfahrprozess mehr notwendig – einmal in Betrieb genommen legt der Cobot sofort los.

Das neuronale Netz des Cobots ist so umfassend trainiert, dass der Roboter neue Produkte aus derselben Produktgruppe sofort verarbeiten kann. Das sind z.B. Pouches (Sachets, Flowpacks, Standbodenbeutel, Siegelrandbeutel etc.) in verschiedenen Größen oder Flaschen in unterschiedlichen Formen und Materialien. „Pro Produktklasse trainieren wir ein Netzwerk“, berichtet Ralf Schubert. Die Toleranz der KI hat das Schubert-Team so ausgelegt, dass variable Größen, Materialien, Oberflächen oder Dicken innerhalb einer Produktgruppe akzeptiert werden. „Würde man ähnliche Abläufe mit herkömmlichen Algorithmen programmieren, wäre schon eine andere Farbe bei ansonsten identischer Verpackung problematisch“, sagt der Geschäftsführer, und

ergänzt: „Bin Picking ist daher eine der Anwendungen im Verpackungsprozess, die ohne KI in der Praxis nicht realisierbar sind.“

### Training mit einem generierten Bilddatensatz

Das Trainieren von neuronalen Netzen, das Machine Learning, dauert dennoch seine Zeit. Generell wird zwischen Supervised Learning, also überwachtem Lernen, und Reinforcement Learning, also bestärkendem Lernen, unterschieden. Beide Trainings basieren im Grunde auf einem großen Datensatz an Bildern, unterscheiden sich aber in der Durchführung. „Beim Supervised Learning ist das Ergebnis der gewünschten Aktion bekannt und genau definierbar“, erklärt Ralf Schubert, „beim Reinforcement Learning dagegen nicht“. Deshalb muss jedes Bild aus dem Datensatz für das überwachte Lernen vorab mit Labels versehen werden, die ein eindeutiges Ja oder Nein beinhalten, wohingegen für das bestärkende Lernen eine deutlich geringere Anzahl an Bildern ausreicht, die auch nicht gekennzeichnet werden müssen. Das Netz trainiert sich in diesem Fall mit einem wiederholten Zyklus anhand von einem Belohnungssystem mehr oder weniger selbst, muss dafür aber seine Umgebung wahrnehmen können. Das heißt, es müssen Kameras und verschiedenste Sensoren im Roboter integriert sein, die Rückmeldungen zu aktuellen Positionen von Roboter, Verpackung und Produkt geben können.

Für ein gutes Training ist in jedem Fall eine große Zahl an Bildern notwendig, die im Vorfeld künstlich erzeugt werden. Ralf Schubert beschreibt, wie das für ein Cobot-Netzwerk abläuft: „Wir arbeiten für eine neue Produktgruppe zum Beispiel mit 50.000 Bildern, die wir über zwei Tage generieren. Dann wird das Netz weitere zwei Tage bei uns im Haus trainiert. Sollen nachträglich noch Erweiterungen zu dieser Produktgruppe trainiert werden, beispielsweise eine völlig andere Verpackungsoberfläche, die nicht erkannt wird, können das unsere Kunden mit ein paar Bildern selbst vor Ort übernehmen.“

### Mehr Flexibilität in der Produktion durch schnelle Formatwechsel

Das trainierte Netz im vorgestellten Cobot zeigt, wie schnell neue Formate mit anderen Produkten eingeführt werden können, wenn nicht jedes Mal neu programmiert werden muss. Ganz zentral dafür ist die Bildverarbeitung: Sie gewährleistet, dass andere Produkte, unterschiedliche Formate oder neue Verpackungsaufgaben ohne zusätzlichen Aufwand sofort verarbeitet werden. Dank KI lassen sich Produktionsumstellungen demnach äußerst effizient und ohne lange Ausfallzeiten durchführen. Sei es in Bezug auf die Größe und Form der Produkte oder das Format und das Material der Verpackungen. Kunden, die ihre Pick-and-Place-Prozesse ständig an marktspezifische Anforderungen anpassen

müssen, können mit mehreren Cobots also eine sehr hohe Flexibilität in ihrer Produktion erreichen. Entweder immer wieder einzeln an unterschiedlichen Prozessschritten und Standorten eingesetzt oder auch als Linie aufgestellt.

### Effizienz steigern und Kosten sparen mit optimierten Roboterbahnen

Bei dem Anlagenbauer verhilft KI nicht nur dem Cobot zum „Sehen“, sondern den Robotern in den Verpackungsmaschinen auch zu besseren Bahnen. Genauer gesagt, zu organischeren Bewegungsabläufen, genannt Schubert Motion. Dahinter steckt ein kleines, hochkompetentes Schubert-Team in Dresden, das sich die Entwicklung der Motion-Software als ersten Meilenstein gesetzt und im F2-Roboter mit der Serienfertigung bereits erreicht hat. Mit der KI-gesteuerten Software lassen sich die Bewegungen der Verpackungsroboter auf Schnelligkeit, signifikante Schwingungsreduktion oder sogar Energieeffizienz optimieren. Ralf

Schubert arbeitet eng mit dem Dresdner Team zusammen: „Schubert Motion bedeutet, dass wir die Bahnen der Roboter mit Hilfe einer KI erzeugen und auf diese Weise verbessern. Gegenüber programmierten Roboterbahnen von Menschen sind diese Bewegungsabläufe bis zu 20% schneller, sparsamer im Energieverbrauch und schonender für die Mechanik, die weniger belastet wird“. Für Kunden bringt das gleich auf mehreren Ebenen Vorteile: Die Verpackungsgeschwindigkeit steigt, der Energieverbrauch in der Maschine sinkt und die beteiligten Komponenten der Verpackungsanlage werden geschont. Alles zusammen wirkt sich positiv auf die Nachhaltigkeit im Verpackungsprozess aus und reduziert zudem die Betriebskosten. Gleichzeitig verringert ein vibrationsarmer Lauf die Geräuschkulisse in der Produktion, was das Arbeiten angenehmer macht.

Ralf Schubert wirft zum Schluss einen Blick voraus: „Einfachheit ist und bleibt der Schlüssel für die Verpackungstechnologie der Zukunft.

Was in dem Zusammenhang hochinteressant sein könnte, ist KI zur Programmierung, zur Problemlösung und zum Wissensmanagement – ähnlich wie Chat GPT, aber als Schubert GPT. So könnte man eines Tages vielleicht, wie mit einem Bot, direkt mit der Verpackungsmaschine sprechen.“

Wiley Online Library



Gerhard Schubert GmbH Verpackungsmaschinen, Crailsheim

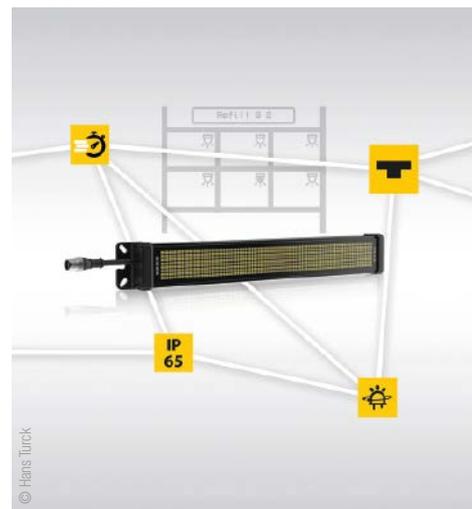
Tel.: +49 7951 400 - 0  
info@gerhard-schubert.de · www.schubert.group

© Bilder Gerhard Schubert

### LED-Matrix-Display für Maschinen- und Prozessinformationen

Ein programmierbares Matrix-LED-Display ermöglicht die Visualisierung von Maschinen-, Prozess- oder Bedienerinformationen in industriellen Umgebungen. Das Display von Turck kombiniert eine Textanzeige mit Statusanzeigen für die Kommunikation von Betriebszuständen, Arbeitsschritten oder Störungen. Das SD50 verfügt über eine weiße 8x96-LED-Matrix mit den Abmessungen 300x50 mm. Ergänzend sind auf jeder Seite acht Multicolor-RGB-LEDs für Statussignale integriert. Das Gehäuse entspricht der Schutzart IP65 und ist mit einer M12-Steckverbindung ausgestattet. Die Anzeige kann bis zu 16 statische oder 32 laufende Zeichen darstellen. Je nach Konfiguration fungiert sie als Textanzeige, Messwertdarstellung oder Timer- bzw. Zählvisualisierung. Das Display ist in drei Kommunikationsvarianten verfügbar: Discrete Control, IO-Link und Modbus RTU. Diese Optionen ermöglichen sowohl einfache Signalanwendungen als auch datenbasierte Visualisierungen direkt aus der Steuerung. Die Konfiguration erfolgt über die Software Pro-Editor ohne zusätzliche Programmierung. Der Anwender kann verschiedene Anzeigemodi einstellen und die Funktionalität an die jeweilige Anwendung anpassen.

Typische Einsatzgebiete sind Kommissionierplätze, mobile Roboter (AGV), Förderanlagen und Maschinenbedientafeln. Das Display eignet sich für Anwendungen, bei denen Informationen weithin sichtbar und gut lesbar dargestellt werden müssen. Die robuste Bauweise ermöglicht den Einsatz in rauen Industrieumgebungen. Die Kombination aus Text- und Statusanzeigen vereinfacht die Interpretation der dargestellten Informationen und reduziert die Komplexität der Maschinenkommunikation. [www.turck.de](http://www.turck.de)



### Roboterbasierte Sandwich-Produktion mit flexiblen Fingergriffen

Ein automatisiertes System zur Herstellung belegter Brötchen demonstriert den Einsatz flexibler Greiftechnologie in der Lebensmittelproduktion. Die Lösung kombiniert Robotertechnik mit speziellen Endeffektoren für das Handling empfindlicher Produkte. Das Robotersystem verwendet zwei verschiedene Greifertypen: Der Fingergreifer mGrip übernimmt das Handling der Brötchenhälften und bewegt diese zu den einzelnen Belegstationen. Ein Strömungsgreifer SCG platziert mittels Luftpolster zarte Komponenten wie Salatblätter auf dem Sandwich. Die Automatisierungszelle integriert Schneidemaschinen für Aufschnitt, Dosiersysteme für Mayonnaise und eine Steuerungsplattform zur Prozesskoordination. Das System belegt Brötchen nach individuellen Vorgaben mit verschiedenen Zutaten. Der mGrip zeichnet sich durch seine anpassungsfähige Geometrie aus, die sich an Form und Beschaffenheit unterschiedlicher Produkte anpasst. Dies ermöglicht das schonende



Greifen ohne Verformung der Lebensmittel. Der Greifer ist in verschiedenen Größen verfügbar. Das Hygienic Design entspricht der Schutzart IP69K und ermöglicht den direkten Einsatz in der Lebensmittelproduktion. Die offene Bauweise reduziert Kontaminationsrisiken, während die Kontaktelemente lebensmittelecht und FDA-konform sind. Der Strömungsgreifer arbeitet mit hohem Saugvolumenstrom und bewältigt auch poröse und strukturierte Oberflächen bei geringem Belegungsgrad der Saugfläche. Der minimale Oberflächendruck schont empfindliche Produkte. Die Technologie eignet sich für die automatisierte Handhabung variabler Lebensmittel in industriellen Produktionsprozessen. Das System demonstriert die Automatisierung von Arbeitsgängen, die bisher manuelle Fertigung erforderten. Die Greifer lassen sich schnell reinigen und sind für den kontinuierlichen Betrieb in hygienekritischen Umgebungen konzipiert. [www.schmalz.com](http://www.schmalz.com)

### 4K-Wärmebildkamera für Perimeterüberwachung

Die PT-Serie AI SR von Flir vereint einen ungekühlten Wärmebildsensor mit einem hochauflösenden 4K-Sensor. Die schwenk- und neigbare Kamera eignet sich zur Überwachung von Industrie- und Gewerbeflächen sowie kritischen Infrastrukturen. Der MWIR-Infrarotsensor bietet eine Auflösung von 640 x 512 Pixeln und einen 4-fachen optischen Zoom. Mit einem NETD-Wert von < 25 mK erkennt das System kleinste Temperaturunterschiede und liefert detailreiche Wärmebilder. Ergänzt wird dies durch eine 4K-Kamera mit 25-fachem optischem Zoom. Die Kamera arbeitet zuverlässig bei Dunkelheit, Sonneneinstrahlung und bei schwierigen Wetterbedingungen. KI-gestützte Funktionen ermöglichen die automatische Erkennung und Klassifizierung von Objekten. Über das Nexus-Kommunikationsprotokoll kann die Kamera mit weiteren Kameras gekoppelt werden. Die Datenübertragung erfolgt automatisch und ohne zusätzliche Software. Typische Einsatzbereiche sind Öl- und Gasanlagen, Energieversorger, Häfen, Rechenzentren und weitläufige Gewerbeareale. Die PT-Serie AI SR lässt sich in Sicherheitskonzepte integrieren. Durch die Kopplung mehrerer Einheiten kann eine vollständige Flächenabdeckung mit weniger Geräten erreicht werden. Das System ermöglicht eine schnelle Reaktion auf sicherheitsrelevante Ereignisse durch Kombination aus Erkennung, Verfolgung und automatischer Weiterleitung von Informationen.



© Flir

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

### Sicherheitsgebilde für modifizierte Alkohole und Kohlenwasserstoffe

Ein doppelwandiges Sicherheitsgebilde für modifizierte Alkohole und Kohlenwasserstofflösungen ermöglicht sicheren Transport und Lagerung ohne zusätzliche Sicherheitsauffangwannen. Das System von Richard Geiss bietet 110% Rückhaltevolumen und verhindert das Austreten von Lösemitteln. Die Varibox 250 besteht aus robusten Monomaterialien, die zu 99% recycelbar sind und sich leicht austauschen lassen. Die Lebensdauer beträgt bis zu zehn Jahre. Das Gebinde verfügt über eine Kontrolleinheit zur Leckageprüfung. Mit 600x800x1.200 mm ist es kompakt und lässt sich mit Stapler oder Hubwagen transportieren und bis zu 522 kg stapeln. Es gibt zwei Varianten: das blaue Gebinde mit 3-Pin-Kupplung für Frischware und das gelbe Gebinde mit 4-Pin-Kupplung für Altware. Diese verhindern Verwechslungen und Fehlbefüllungen. Die Connect-Variante ermöglicht mobile Überwachung über ein Dashboard mit Standort-, Temperatur- und Füllstanddaten. Das System prognostiziert Leerstand und organisiert Nachschub. Das Design eliminiert die Notwendigkeit von Sicherheitsauffangwannen. Das Gebinde eignet sich für den Transport und die Lagerung modifizierter Alkohole und Kohlenwasserstofflösungen in industriellen Anwendungen.



© Richard Geiss

[www.geiss-gmbh.de](http://www.geiss-gmbh.de)

### Temperiergeräte-Steuerung per Smartphone und Tablet

Eine neue App ermöglicht die Fernsteuerung und Überwachung von Temperiergeräten über mobile Endgeräte innerhalb des Firmennetzwerks. Die Professional-Version erweitert den Funktionsumfang der Basisversion um zusätzliche Steuerungs- und Dokumentationsfunktionen. Die Command Professional App von Lauda bietet erweiterte Steuerungsmöglichkeiten: Temperatur-Sollwerte eingeben, Parameter ändern und auf Grundeinstellungen zugreifen. Ein integrierter Programmgeber ermöglicht das Programmieren, Speichern und Starten von Temperatur-Zeit-Programmen. Bis zu fünf Programme können gespeichert werden. Temperaturverläufe werden grafisch dargestellt und als Bilddateien exportiert. Mess- und Sollwerte können aufgezeichnet und exportiert werden. Die App übermittelt Alarmmeldungen und ermöglicht Echtzeitüberwachung. Sie arbeitet ausschließlich im geschützten Firmennetzwerk. Alle Daten werden verschlüsselt übertragen. Zwei-Faktor-Authentifizierung und PKI-Zertifikate sorgen für zusätzliche Sicherheit. Die App unterstützt die Maschinenrichtlinie für Temperiergeräte und lässt sich in bestehende Laborinfrastrukturen integrieren. Sie ist für Prozessthermostate Integral und Variocool verfügbar, eine Freischaltung für die Universa-Gerätelinie ist geplant. Regelmäßige Updates erweitern den Funktionsumfang. Die Command Professional App ist für gängige mobile Betriebssysteme verfügbar und wird über ein Abonnementmodell mit jährlicher Kündigungsfrist angeboten. Die kostenfreie Grundversion Command App bleibt verfügbar. Updates erweitern den Funktionsumfang und passen die App an neue Anforderungen an. Die Weiterentwicklung erfolgt über führende App-Stores.



© Lauda

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

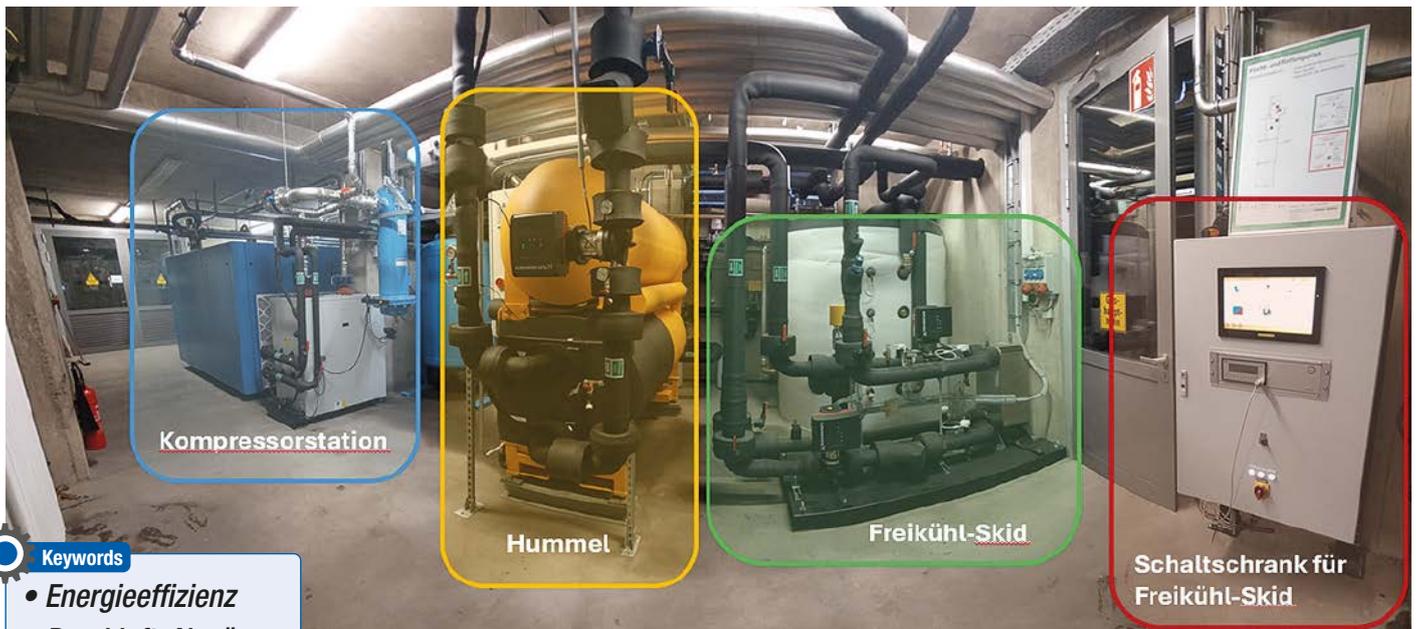
### Elektrifizierte Module für Transfersystem TS 1

Das Transfersystem TS1 von Bosch Rexroth für kleine, leichte Produkte und Baugruppen bis 3 kg wurde um elektrifizierte Module erweitert. Die neuen Komponenten verwenden Schrittmotoren statt konventioneller Antriebe und ermöglichen kompaktere Anlagenlayouts. Die Module umfassen schrittmotorgetriebene Bandstrecken, 90°- und 180°-Kurven sowie vollelektrische Hub-Quer-Einheiten. Kompakte 48 V-Schrittmotoren treiben die Komponenten an und benötigen weniger Bauraum als herkömmliche Asynchron-Getriebemotoren. Die Fördergeschwindigkeit ist stufenlos bis 24 m/min einstellbar. In den Hub-Quer-Einheiten ersetzen Schrittmotoren pneumatische Aktoren, wodurch Ventile und Schläuche entfallen. Die Ansteuerung erfolgt über dezentrale Motortreiber, sog. Schnittstellenmodule. Sie kommunizieren über einen IO-Link-Master mit der übergeordneten Anlagensteuerung. Bewegungsprofile werden als individuelle Parametersätze hinterlegt und von der Steuerung abgerufen. Die Schrittmotoren ermöglichen sanftes Anfahren und Stoppen der Bandstrecken, was beim Transport empfindlicher Werkstücke oder flüssigkeitsgefüllter Komponenten wichtig ist. Parametrierte Rampen gewährleisten ruckfreie Bewegung. Bandstrecken können ohne Vereinzeler Werkstückträger definiert stoppen. Durch segmentierte Bandstrecken lassen sich taktzeitunabhängige Streckenabschnitte in den Montagefluss integrieren. Die Komponenten sind in leitfähiger Ausführung für elektrostatik gefährdete Bereiche (EPA) verfügbar. Das System erfüllt die Anforderungen für Reinräume nach ISO 14644-1 und eignet sich für die Medizintechnik. Die Planungssoftware MTpro unterstützt bei der Projektierung von Montagesystemen und führt durch die Konfiguration. Sie ist als lokal installierbare Vollversion und als installationsfreie Webversion verfügbar. Das modulare System deckt verschiedene Anlagenlayouts ab. Die stufenlos einstellbare Geschwindigkeit einzelner Segmente vereinfacht die Integration zusätzlicher Stationen.



© Bosch

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



**Keywords**

- *Energieeffizienz*
- *Druckluft, Abwärme*
- *Absorptionskühlung*

Abb. 1: Absorptionskälteanlage Hummel mit Kompressoren und Freikühl-System.

# Kompressorenabwärme nutzen

Die fleißige Hummel kühlt mit Abwärme von Druckluftkompressoren Produktionsmaschinen

Die weitverbreitete Anwendung von Druckluftkompressoren für die industrielle Produktion sorgt für enormen Stromverbrauch und für eine entsprechende Menge an Wärme. Um diese nicht als Abwärme an die Umgebung zu verlieren, erzeugt eine Absorptionskältemaschine bei dem Folienhersteller Mondi Steinfeld im Sommer über Wärmerückgewinnung aus Heißwasser Kaltwasser für die energie- und kosteneffiziente Kühlung von Maschinen. Im Winter steht die Wärme für die Werksheizung zur Verfügung.

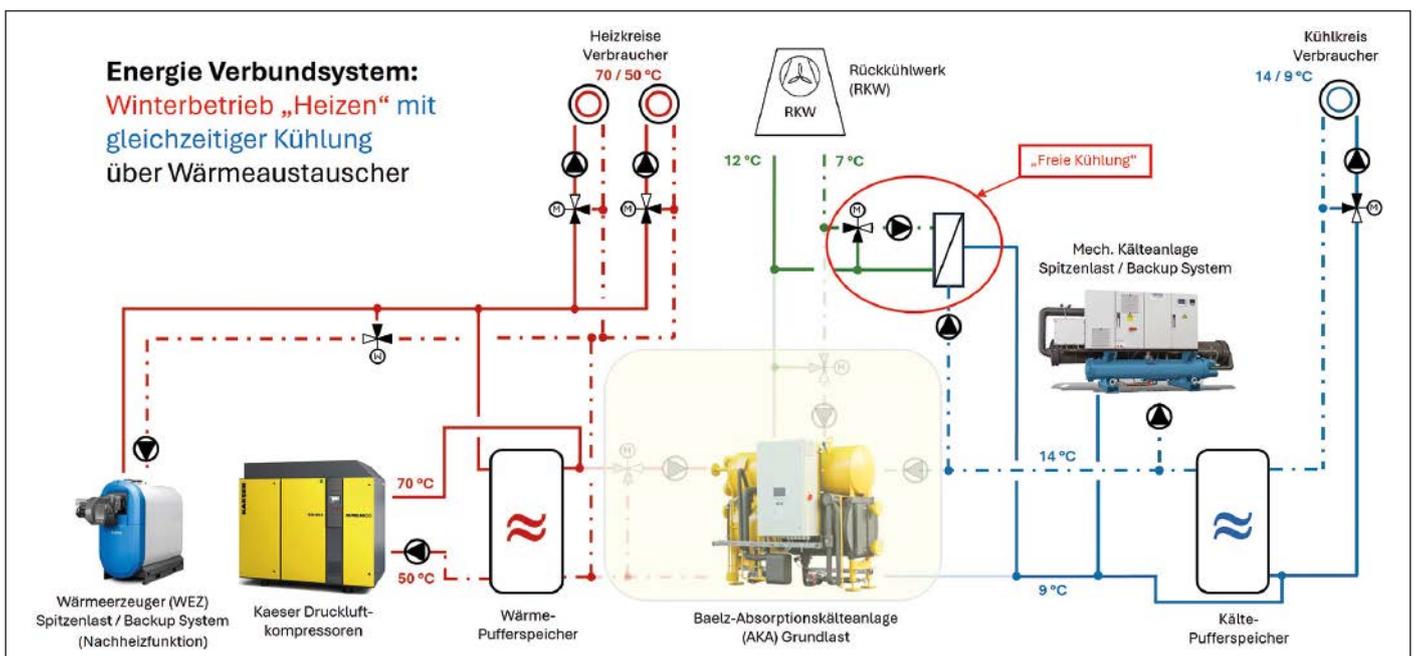


Abb. 2: Im Winterbetrieb: Abwärme für die Zentralheizung und Maschinenkühlung mit dem Freikühl-Skid.



Abb. 3: Nils Kruse, Mondi, vor der Hummel.

Druckluft ist in der Industrie ein unverzichtbares Medium für den Antrieb von Maschinen und Anlagen. Gleichzeitig haben Druckluftkompressoren einen beträchtlichen Anteil am Gesamtstromverbrauch eines Unternehmens. Bei Mondi Steinfeld, einem Unternehmen für die Produktion von nachhaltigen Kunststoffverpackungen, sorgt eine große Kompressorstation für die Bereitstellung der benötigten Druckluft.

Bisher gaben die luftgekühlten Druckluftkompressoren im Werk ihre Abwärme ganzjährig ungenutzt an die Umgebungsluft ab. Zudem stellten energieintensive Kaltwassersätze die Kühlung der Produktionsmaschinen mit Kaltwasser sicher. Während der Heizperiode diente überdies eine Gasheizung zur Wärmeversorgung. Um diese ineffiziente Nutzung von Energie zu optimieren, wurde eine Lösung verwirklicht, die Energieverbrauch und Kosten senkt.

### Wärmerückgewinnung und effiziente Nutzung der Abwärme

Im Rahmen einer umfassenden Modernisierung wurden die alten Kompressoren durch neue, wassergekühlte energieeffiziente Modelle mit Wärmerückgewinnung ersetzt. Zudem wurde eine Absorptionskältemaschine Hummel der Firma Baelz integriert, die einen wesentlichen Beitrag zur Nutzung der Abwärme leistet.<sup>[1]</sup>

Im Gegensatz zu klassischen Kompressionskältemaschinen, die einen hohen Stromverbrauch zur Kälteerzeugung aufweisen, nutzt die Absorptionskältemaschine die Wärmeenergie von Wasser ab ca. 60 °C als Antriebsquelle. Sie hat eine Nennleistung von 160 kWh und benötigt nur einen Bruchteil der elektrischen Energie im Vergleich zu konventionellen Kälteerzeugern. Mit dem CO<sub>2</sub>-neutralen Kältemittel Wasser und recyceltem Lithiumbromid als Lösungsmittel unterliegt sie nicht der Kältemittelverordnung.

Weil Absorptionskältemaschinen besonders nachhaltig und umweltfreundlich sind, gibt es von der BAFA hohe Fördermittel.<sup>[2]</sup>

### Effizienter Energieeinsatz

#### Kühlung im Sommer:

Die thermisch angetriebene Absorptionskälteanlage (AKA) nutzt die 185 kW Abwärme der Druckluftkompressoren und erzeugt daraus 150 kW Kälte. Die Kälte steht in Form von Kaltwasser für die Kühlung der Produktionsmaschinen bereit. So ermöglicht es die AKA, zwei energieintensive Kaltwassersätze abzuschalten.

#### Mit Abwärme heizen und mit Außenluft kühlen im Winter:

- Heizen im Winter: Die Abwärme der Kompressoren wird direkt für die Zentralheizung genutzt, wodurch der Gasverbrauch erheblich reduziert wird.
- Freikühl-Skid für Winterkälte: Um dennoch Kaltwasser für die Maschinenkühlung bereitzustellen, wurde zusätzlich ein Freikühl-Skid installiert. Es nutzt die kalte Außenluft. In dem Moment, in dem die Außentemperatur kalt genug ist, in der Übergangszeit und vor allem im Winter kühlt das System der freien Kühlung das Prozesswasser. Die Druckluftabwärme steht der Heizung also vollständig zur Verfügung. Der Stromverbrauch reduziert sich weiter, da mechanische Kälteerzeugung in der kalten Jahreszeit kaum erforderlich ist.

### Projektumsetzung, Förderung und Bilanz

Die Planung und Umsetzung dieser energieeffizienten Maßnahmen erfolgte durch die Firma Friedrich Jacob aus Weyhe, mit Unterstützung von Baelz in der Planungsphase.

Zur wirtschaftlichen Attraktivität des Projekts trägt die Förderung nach der BAFA-Kälte-Klima-Richtlinie bei. Absorptionskältemaschinen werden dabei mit ca. 30 bis 40 % bezuschusst, was die Investitionskosten erheblich senkt.

Diese Maßnahmen zeigen eindrucksvoll, wie durch intelligente Nutzung vorhandener Energiequellen erhebliche Einsparpotenziale realisiert werden können – sowohl ökologisch als auch ökonomisch. Mit dieser Lösung setzt Mondi Steinfeld ein klares Zeichen für nachhaltigen Energieeinsatz in der Industrie.

Nils Kruse, Head of Maintenance bei Mondi in Steinfeld, zeigt sich mit dem Konzept und mit der neuen Anlage sehr zufrieden. Die erfolgreiche Umsetzung der Maßnahmen bringt dem Unternehmen nicht nur wirtschaftliche Vorteile, sondern leistet auch einen wertvollen Beitrag, um den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu reduzieren.

Mit der Absorptionskälteanlage Hummel wird die Abwärme, die durch den Betrieb der Druckluftkompressoren in großer Menge entsteht, energiesparend verwendet. Im Sommer stellt die thermisch angetriebene Hummel mit

80 °C heißem Wasser das Kaltwasser für die Kühlung der Produktionsmaschinen bereit. In der kühlen Jahreszeit, wenn die Abwärme energiesparend für die Werksheizung verwendet wird, übernimmt ein Freiluft-Skid die Kühlung der Maschinen mit Kaltwasser.

#### Literatur

[1] Zugleich heizen und kühlen mit Abwärme, Wintgens, C.; Kilpper, R.: Zeitgleich Heizen und Kühlen mit Abwärme. Stuttgart: Gentner Verlag, TGA 10-2019

[2] Kälte aus Wärme mit niedriger Temperatur Kilpper, R.; Bälz, U. TGA Fachplaner 05 2015

### Einsparungen und Nachhaltigkeit

Diese Wärmerückgewinnungslösung führt zu beeindruckenden Einsparungen:

#### Kälteerzeugung

**Energieeinsparung:** 218.560 kWh elektrische Energie pro Jahr

**Kosteneinsparung:** 54.560,- EUR pro Jahr

**CO<sub>2</sub>-Reduktion:** 83 t pro Jahr

**Gesamteinsparung:** 85 % des bisherigen Energieverbrauchs

**Amortisationszeit:** ca. 4 Jahre

#### Heizung

**Energieeinsparung:** 740.000 kWh Erdgas pro Jahr

**Kosteneinsparung:** 74.000,- EUR pro Jahr

**CO<sub>2</sub> Reduktion:** 148 t pro Jahr



**Renate Kilpper,**  
Öffentlichkeitsarbeit,  
W. Baelz & Sohn



**Timo Wäsche,**  
Vertrieb Nord,  
W. Baelz & Sohn

Wiley Online Library



W. Baelz & Sohn GmbH & Co., Heilbronn  
Tel.: +49 7131 1500-0  
renate.kilpper-baelz@baelz.de · www.baelz.de



## Keywords

- *Hydraulische Antriebe*
- *Rührwerke*
- *Hydrauliköl*

# Effiziente Hydraulik für den richtigen Mix

**Dispergieren bei optimaler Energieeffizienz und hoher Reproduzierbarkeit**

Lange Zeit verbrauchten die mehr als 20 Rührwerke und Mischer, mit denen die Firma Stahl im Werk Leinfelden Prozesschemikalien für Hochleistungsbeschichtungen herstellt, viel Strom. Dank einer neuen Hydrauliklösung arbeitet die Produktionsanlage jetzt um 60 % energieeffizienter. Gleichzeitig profitiert das Unternehmen von einer höheren Prozesssicherheit und -qualität.

Es gibt Produkte, die nur wenige Menschen kennen, obwohl sie aus ihrem Alltag nicht wegzudenken sind. Solche Hidden Champions sind z.B. Hochleistungsbeschichtungen für Schuhe, Kleidung, Heimtextilien oder die Innenausstattung von Autos. Als führend auf dem Gebiet dieser Performance Coatings gilt die Firma Stahl, die in ihrem Werk in Leinfelden bei Stuttgart hunderte von Rezepturen herstellt.

Das Gelingen der sensiblen Reaktions-, Misch- und Dispergierprozesse hängt unmittelbar von der Drehzahl der Hydraulikmotoren ab, die an den insgesamt 23 Rührwerken der Anlage montiert sind. Je nach Prozessschritt müssen die hydraulischen Antriebe über weite Strecken ein möglichst konstantes Wellendrehmoment, zeitweise aber auch ein deutlich höheres Kraftniveau, erzeugen. Um

den Normalbetrieb und die vereinzelt Leistungsspitzen möglichst energieeffizient abzubilden, beauftragte Stahl Bosch Rexroth mit der Modernisierung der Hydraulik.

### **Das Ziel: 60 % Energieersparnis**

Konkreter Anlass für die Entwicklung des neuen Antriebskonzepts war die Einstellung der Produktion des bisherigen Hydromotorenherstel-



Abb. 1: Für den Maschinenraum in der Ex-Zone realisierte Bosch Rexroth die Kompaktaggregate in ATEX-Ausführung.

lers, wodurch letztlich auch die Ersatzteilversorgung gefährdet war. Auf der Suche nach einer Alternative wandte sich Stahl an Bosch Rexroth.

Neben den Hydromotoren sollte auch die bisherige Zentralversorgung im laufenden Betrieb schrittweise durch ein effizienteres Antriebskonzept ersetzt werden. „Uns war aufgefallen, dass der Stromverbrauch der Anlage nicht mit der Auslastung korrelierte“, berichtet Miquel Forcadell, Projektleiter bei Stahl in Leinfelden. „Entsprechende Verbrauchsmessungen ergaben ein Einsparpotenzial von über 6%, was auf das gesamte Werk bezogen einer Energie-

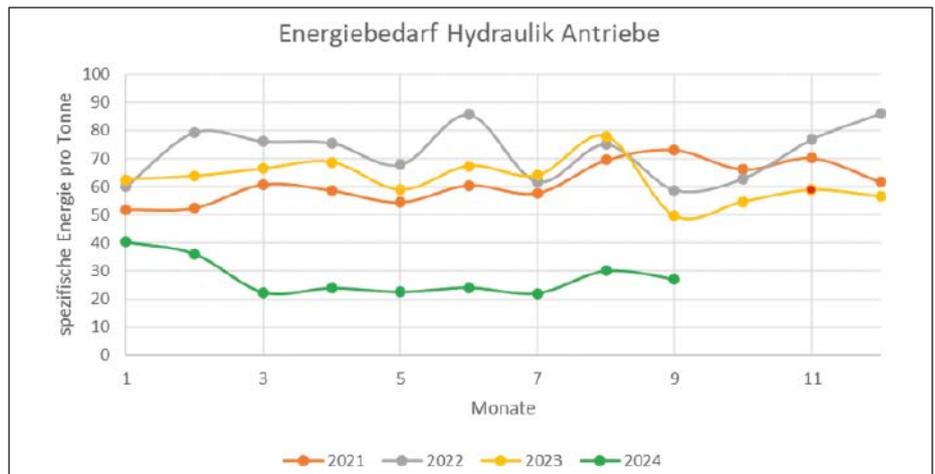


Abb. 2: Nachhaltige Energieeffizienz: Der Stromverbrauch der Hydraulikversorgung bleibt seit Abschluss der Installation im März 2024 auf einem niedrigen Niveau.



Abb. 3: Leicht und leistungsstark: Der neue Hågglunds Radialkolbenmotor AMX (rechts) baut deutlich kompakter als der vorherige Hydromotor (links).

einsparung von rund 15% entspricht. Diese Einsparung bei den größten Verbrauchern unseres Standorts war die Vorgabe für das Projekt.“

### Digitalisierung schafft Transparenz

Verantwortlich für die große Diskrepanz zwischen erzeugter und tatsächlich benötigter Energie war die vorhandene zentrale Energieversorgung, deren Kapazität ursprünglich nur für sieben Rührwerke ausgelegt war. Die elektrisch angetriebenen Hydraulikpumpen erzeugten einen konstant hohen Druck, der permanent viel Strom verbrauchte. Abgesehen von gelegentlichen Leistungsspitzen wurde das System durch Ventile gedrosselt, sodass ein Großteil der hydraulischen Energie in Wärme umgewandelt wurde.

„Im Rahmen unserer ESG-Strategie arbeiten wir kontinuierlich daran, Großverbraucher zu identifizieren und ihren Energiebedarf zu optimieren“, erklärt Standortleiter Salvatore Alfieri. Außerdem wollte Stahl mit dem Modernisierungsprojekt die Produktionsprozesse trans-

parent und besser steuerbar machen. Durch die Erfassung und Bereitstellung aller Antriebsdaten an die übergeordnete Steuerung können Prozesse in Zukunft weiter optimiert werden.

### Multitechnologieansatz überzeugt

Doch die Anforderungen an das Projekt waren noch komplexer: Neben den Nachhaltigkeits- und Digitalisierungszielen sollte Bosch Rexroth ein Antriebskonzept entwickeln, das neben den bedarfsabhängigen Rührvorgängen auch die Arbeitsbedingungen in unterschiedlichen ATEX-Zonen berücksichtigt. Zudem musste das neue Hydrauliksystem bei laufender Produktion installiert und in Betrieb genommen werden. Bosch Rexroth erfüllte diese komplexen Anforderungen mit einem maßgeschneiderten Konzept, übernahm die Projektierung und lieferte unter anderem neun Radialkolbenmotoren der Hågglunds Baureihe AMX für die langsam laufenden Hochmoment-Reaktoren. Diese sind im Vergleich zur bisherigen Lösung deutlich kompakter und leistungsstärker. Darüber hin-

aus wurde die Ölversorgung für alle 23 Antriebe durch neue Kompaktaggregate ersetzt, wobei alle Hochdruckmodule mit drehzahlgeregelten Pumpen betrieben werden.

Von den beiden zentralen Einspeiseeinheiten ist jeweils eine Pumpeneinheit redundant ausgeführt. Da sich einer der beiden Maschinenräume im Ex-Bereich befindet, wurden die dort installierten Kompaktaggregate in ATEX-Ausführung realisiert. Für die präzise Steuerung der drehzahlvariablen Hydraulikantriebe kommen Rexroth Frequenzumrichter zum Einsatz. Certified Excellence Partner Hydrobar sorgte für die exakte Verrohrung der Anlage und stellt die Wartung sicher.

### Reibungslose Umsetzung im laufenden Betrieb

Aus Sicht von Stahl war das Engineered-to-Order-Projekt ein voller Erfolg. In nur fünf Monaten gelang es Bosch Rexroth und den für die verschiedenen Gewerke beauftragten Partnern, die Hydromotoren und drehzahlvariablen Antriebe auszutauschen. „Nach der Vorbereitung der Verrohrung und Elektrik inklusive der Frequenzumrichter wurde das betroffene Rührwerk in der produktionsfreien Zeit am Wochenende vom bestehenden Konstantdrucknetz getrennt“, beschreibt Projektleiter Forcadell das schrittweise Vorgehen. „Die modernisierten Rührwerke konnten in der Regel nach drei Tagen wieder in Betrieb genommen werden.“

Für eine termingerechte Umsetzung unterstützte der Antriebsspezialist das Montageteam nach Bedarf auch bei der Installation der neuen Hydraulikmotoren und der Kompaktaggregate. „Trotz seiner Komplexität wurde das Projekt sehr schnell umgesetzt, insbesondere auf der Steuerungsseite. Die Verrohrung durch Hydrobar war vorbildlich. Jede Anlage wurde sehr gut vorbereitet, getestet und immer schneller schlüsselfertig übergeben. Die letzten sechs Antriebe waren innerhalb einer Woche ausgetauscht.“

### Meilenstein in der ESG-Roadmap von Stahl

Auch die geplanten Energieeinsparungen konnten in vollem Umfang realisiert werden. „Das Multitechnologie-Projekt von Bosch Rexroth war ein weiterer Meilenstein in unserer ESG-Roadmap“, sagt Alfieri. „Durch den drehzahlvariablen Ansatz zur bedarfsgerechten Stromversorgung bleibt der absolute Stromverbrauch auf einem konstant niedrigen Niveau. Auch bei einer hohen Auslastung der Rührwerke treten keine Schwankungen mehr auf, so dass die Prozesssicherheit durchgehend gewährleistet ist.“

„Da die moderne Steuerung für jeden Prozessschritt genau die benötigte Leistung bereitstellt, können wir die Rührbedingungen jederzeit unter Kontrolle halten“, ergänzt Projektleiter Forcadell. „Auf diese Weise profitieren wir bei optimaler Energieeffizienz von einer hohen Reproduzierbarkeit des Produktionsprozesses und einer konstanten Qualität unserer Produkte.“ Auch mit der Stabilität ist Forcadell zufrieden. „Die Dimensionierung der kompakten Aggregate mit einer redundanten Pumpe ist genau richtig. Bis heute gab es keinen einzigen Stillstand.“

### Neue Prozesstransparenz

Durch die neue digitale Steuerung der hydraulischen Antriebe stehen dem Chemieunternehmen nun zahlreiche digitale Informationen zur Analyse und Dokumentation der Produktionsprozesse zur Verfügung. „Wir bauen gerade ein Prozessleitsystem auf, um alle Parameter zu visualisieren“, erklärt Alfieri. „Bisher personengebundenes Wissen wird so übertragbar. Die gewonnenen Informationen über bestimmte Einstellungen und schnelle Fehleranalysen vereinfachen die Produktion nachhaltig.“

Durch die digital gesteuerte Hydraulik von Bosch Rexroth kann Stahl die Prozessqualität nun gezielt über die Drehzahl optimieren. Ein willkommener Nebeneffekt der Modernisierung ist zudem der deutlich leisere Betrieb der neuen Häßglunds Hydromotoren und der Kompaktag-

gregate in den Maschinenräumen. Benötigt das angeschlossene Rührwerk keine Leistung, wird das zuständige Hochdruck-Aggregat komplett abgeschaltet. In der zentralen Serviceeinheit werden automatisch Speisepumpen bedarfsgerecht zugeschaltet. Dieser Standby-Betrieb reduziert zugleich den Geräuschpegel und den Energiebedarf.

### Idealer Mix am Stahl Standort Leinfelden

Nach der gelungenen Modernisierung der Hydraulikantriebe ist für die Produktionsverantwortlichen am Stahl Standort Leinfelden eine neue Ära angebrochen. „Das Sustainability- und Digitalisierungsprojekt hat die Stabilität und Prozesstransparenz im Bereich Hochleistungsbeschichtungen nachhaltig gesteigert“, resümiert Alfieri. „Es war kein einfaches Projekt, aber die Leistung und Zusammenarbeit von Bosch Rexroth und den beteiligten Partnern war exzellent. Alle Anforderungen wurden innerhalb der geplanten Zeit und des vorgegebenen Budgets realisiert.“



Wolfgang Ehmke,  
Bosch Rexroth

Wiley Online Library



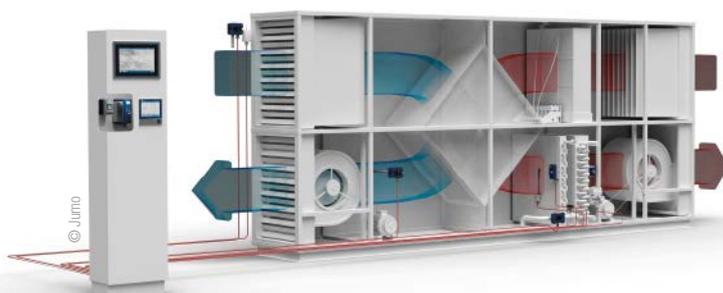
Bosch Rexroth AG, Lohr am Main  
Tel.: +49 711 51046-139  
wolfgang.ehmke@boschrexroth.de  
www.boschrexroth.com

© Bilder Stahl

### Präzision in der raumlufttechnischen Anlage

Die Applikation „Raumlufttechnische Anlage“ steuert und überwacht industrielle Klimaanlage. Mit Sensoren und automatisierten Systemen bietet Jumo eine hohe Genauigkeit bei der Kontrolle von Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Kohlenstoffdioxid an. Die Applikation integriert fortschrittliche Automatisierungstechniken, die den gesamten Prozess der Luftqualität effizienter gestaltet. Durch die Automatisierung der Prozessschritte wie Ventilation, Heizen, Kühlen und Befeuchten wird nicht nur die Luftqualität verbessert, sondern auch die Betriebseffizienz gesteigert. Dies führt zu einer Reduzierung der Betriebskosten und steigert das Wohlbefinden der Anwesenden im Gebäude. Mit der Applikation „Raumlufttechnische Anlage“ (RLT-Anlage) präsentiert der Hersteller eine zukunftsweisende Lösung für die Gebäudeautomation. Die Applikation ist ein integraler Bestandteil für das moderne Leben und Arbeiten in Gebäuden und bietet Lösungen für die Herausforderungen der Branche, wie die Einhaltung von Vorschriften und die Bewältigung von sich immer wieder ändernden Ausgangsbedingungen. „Diese innovative Applikation ist ein Muss für alle, die in der Raumlufttechnik tätig sind und deren Prozesse ständig optimiert werden müssen“, betont

Bott. Sie bietet nicht nur eine verbesserte Luftqualität, sondern auch eine nachhaltige und effiziente Lösung für die Herausforderungen der modernen Gebäude. Die Nachfrage wird weiter steigen, meint Bott. [www.jumo.net](http://www.jumo.net)



Applikation „RLT-Anlage“: Mit hochentwickelten Sensoren und automatisierten Systemen bietet Jumo eine hohe Genauigkeit bei der Kontrolle von Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Kohlenstoffdioxid an.

# Ethernet-APL bewährt sich

Ethernet-APL ist nicht mehr nur einsatzbereit. Der Messgerätehersteller Endress+Hauser hat eine weitere Reihe von Lasttests eines realistischen Profinet over Ethernet-APL-Aufbaus erfolgreich durchgeführt.

Zwei Jahre nach den letzten erfolgreichen Multi-Vendor-Tests hat die Technologie erneut ihre Stärken in einer realistischen Simulation bewiesen. Die Lasttests wurden auf kundenspezifische Anforderungen zugeschnitten und zeigten, dass Komponenten verschiedener Hersteller nahtlos zusammenarbeiten, um ein robustes und zuverlässiges System auf Basis von Profinet over Ethernet-APL aufzubauen. Die Anforderungen wurden von dem weltweit tätigen Chemieunternehmen BASF aus der Perspektive des Endanwenders definiert. Auf der Lieferantenseite wurden Geräte von Endress+Hauser, Pepperl+Fuchs, R. Stahl, Phoenix Contact und Samson in ein Emerson-Leitsystem integriert und deren Interoperabilität bestätigt.

Zwei Jahre nach den ersten erfolgreichen Tests mit anderen Automatisierungssystemen war Emerson DeltaV im Rahmen des Massenbelastungstests mit fast 240 Messgeräten von Endress+Hauser im Einsatz, darunter Durchfluss-, Druck-, Temperatur- und Füllstandssensoren sowie Stellungsregler von Samson. Sie wurden in einer Ringtopologie bestehend aus Ethernet-APL-Fieldswitches von Pepperl+Fuchs, Phoenix Contact und R. Stahl getestet. Emerson stellte das Leitsystem DeltaV DCS mit Profinet System Redundanz (S2) Unterstützung sowie das AMS Device Manager System zur Verfügung. Die Ergebnisse sprechen für sich: Ethernet-APL arbeitet zuverlässig unter Full-Scale-Bedingungen. Die Testszenarien in einem Netzwerk mit der maximalen Anzahl von Geräten haben sowohl die Leistungsfähigkeit als auch die Zuverlässigkeit der Pepperl+



Fuchs-Switches erfolgreich nachgewiesen. Wichtige Kennzahlen zur Leistungsfähigkeit – wie die Gesamtnetzlast und die Redundanz-Umschaltzeiten – erfüllten oder übertrafen sogar die Testanforderungen.

Die Fieldswitches von Phoenix Contact wurden anschließend ähnlichen Tests unterzogen und konnten ebenfalls ihre Leistungsfähigkeit unter Beweis stellen. Die Vorseriengeräte von R. Stahl wurden ebenfalls getestet und auf Basis der wertvollen Testergebnisse stehen die optimierten Geräte jetzt für die Markteinführung bereit. Gerd Niedermayer, Senior Expert Emerging Automation Technologies bei BASF, sagt: „Wir bedanken uns bei Endress+Hauser für die Möglichkeit, die Skalierungstests mit unseren Profinet-APL-Partnern durchzuführen. Mit Hilfe der digitalen Feldgeräte sind wir in der Lage, diverse Themen rund um Engineering, Inbetriebnahme und Lifecycle in BASF-Anlagen zu optimieren und Capex- und Opex-Kosten zu senken.“

## Eine Technologie mit Zukunft

„Mit dem Erfolg des jüngsten Skalierbarkeitstests haben die kooperierenden Unternehmen erneut bewiesen, dass die Multi-Vendor-Infrastruktur offen, zukunftssicher und bereit für das industrielle Internet der Dinge (IIoT) ist“, betont Harald Müller, technischer Leiter von Ethernet-APL und Director Technology bei Endress+Hauser Temperature+System Products. Damit erhalten Planer und Endanwender einen weiteren Beweis dafür, dass Ethernet-APL ein Enabler ist, um flexiblere, effizientere und kostengünsti-

gere industrielle Automatisierungssysteme zu schaffen und die Vorteile der Digitalisierung voll auszuschöpfen. Karl Büttner, Expert Product Manager System Integration und Marketingleiter von Ethernet-APL bei Endress+Hauser Flow, ist stolz und begeistert über den nachgewiesenen Erfolg der Technologie: „Seit 2023 bieten wir Instrumentierung für Ethernet-APL-Projekte weltweit an. Endress+Hauser ist sich sicher, dass die erfolgreiche Einführung der Technologie unseren Kunden hilft, ihre Prozessanlagen zu digitalisieren.“ Die Profinet-Unterstützung für Netilion ist ein weiterer Schritt zur Ethernet-basierten Kommunikation. Sie gewährleistet den Fernzugriff bspw. auf Prozesswerte und Diagnoseinformationen für alle nativen und Profinet-APL-Feldgeräte und sorgt so für eine hohe Anlagenverfügbarkeit. Ethernet-APL, das bereits durch ein breites Ökosystem unterstützt wird, ist auf Wachstumskurs da immer mehr Geräte und Hersteller in den Markt eintreten. Die hohe Nachfrage und erste weltweit erfolgreiche Implementierungen in mittleren und großen Projekten zeigen, dass die Ethernet-basierte Feldkommunikation in der Prozessautomatisierung eine große Zukunft hat.



Wiley Online Library



Endress+Hauser AG, Reinach, Schweiz

Tel.: +41 61 715 77-00

info@endress.com · www.endress.com/ethernet-apl



## Keywords

- *Wasserstoffdiffusion*
- *Signaldrift*
- *Wheatstonesche-Messbrücke*

© scharfsm86 - stock.adobe.com

# Herausforderungen von Wasserstoff an die Druckmesstechnik

## Titannitrid statt Gold in H<sub>2</sub>-Drucksensoren

Bei der Herstellung, Speicherung, dem Transport und Einsatz von Wasserstoff spielen Druckmessgeräte eine wichtige Rolle: egal ob elektronische Sensoren oder mechanische Manometer. Wasserstoff hat als alternativer Energieträger ein bedeutendes Zukunftspotenzial, birgt für die Messtechnik allerdings gewisse Herausforderungen. Was bedeutet das für den Einsatz von Druckmessgeräten in Applikationen mit Wasserstoff?

Wasserstoff hat die Eigenschaft, viele Materialien schnell zu durchdringen. In elektronischen Drucksensoren bspw. diffundieren H-Atome in die Metallmembran. Diese sog. Permeation kann auf Dauer die Messgenauigkeit beeinträchtigen, insbesondere bei hohen Temperaturen. Um eine Signaldrift zu vermeiden, beschichten Hersteller ihre Sensoren bislang häufig mit Gold. Hierzu gibt es jetzt eine alternative Technologie, die nicht nur kosteneffizienter, sondern auch robuster ist.

### Potenzielle Signaldrift durch H<sub>2</sub>-Diffusion

Das Messprinzip von Dünnschicht-Druckmesszellen beruht darauf, dass elektrische Widerstände auf einer Membrane angeordnet und zu einer Wheatstoneschen-Messbrücke zusammengeschaltet sind. Unter Druck verformt sich die Membran und die Widerstände werden je nach Position gestaucht oder gedehnt. So verändert sich proportional zum Druck der Widerstands-

wert. Dieser wird vom Sensor erfasst und in ein elektrisches Signal umgewandelt.

Das Medium Wasserstoff kann hier einen Signalversatz herbeiführen. Grund dafür ist, dass die H<sub>2</sub>-Moleküle zu atomarem Wasserstoff dissoziieren und die Atome in die Metallmembran eindringen. Sie diffundieren in die Widerstandselemente der Wheatstone-Brücke auf der anderen Seite der Membran. Dadurch verändern sich die Werte von einzelnen Widerständen. Da dies nicht gleichmäßig über alle Widerstände hinweg geschieht, ändert sich der Widerstandswert der Wheatstone-Brücke. Somit kommt es zu einer Signaldrift. Diese Problematik verstärkt sich bei hohen Temperaturen.

### State of the Art: Beschichtung mit Gold

Eine weit verbreitete, wirksame Lösung, um die Signaldrift durch eindringenden Wasserstoff zu vermeiden, ist eine Beschichtung aus Gold: In frontbündigen, ölfüllten Messsystemen werden

die medienberührten Strukturen mit dem Edelmetall beschichtet. Gold hat im Vergleich zu Stahl einen deutlich geringeren Diffusionskoeffizienten. Wasserstoff durchdringt zwar auf Dauer jedes Metall – Gold jedoch um Potenzen langsamer als Stahl. Eine Signaldrift lässt sich somit über die gesamte Produktlebensdauer minimieren.

Diese Methode hat allerdings mehrere Nachteile. Die Beschichtung mit Gold ist kostspielig: sowohl der Werkstoff als auch der entsprechende Schritt in der Herstellung des Sensors. Außerdem bedarf es besonderer Sorgfalt beim Einbau des Sensors, denn die frontbündig aufgebraute, sehr dünne Goldbeschichtung ist empfindlich. Jeder Kratzer verringert oder eliminiert gar die Wirkung des Goldes.

### Neuartige Technologie als Alternative

Wika hat jetzt eine Alternative zur Goldbeschichtung entwickelt und zum Patent angemeldet, welche die H<sub>2</sub>-Einwirkung ebenso effektiv mini-

miert und die genannten Nachteile eliminiert. Die Technologie kommt bei einem neuartigen Dünnschicht-Drucksensor zum Einsatz, den der Messtechnikhersteller vollständig inhouse fertigt. Das Unternehmen verwendet für den Sensorkörper den bewährten Werkstoff Elgiloy, eine Kobalt-Chrom-Nickel-Legierung. Das Material ist aufgrund seiner Elastizität und Festigkeit gut geeignet, um daraus Drucksensoren herzustellen. Darüber hinaus ist es unanfällig für Wasserstoffversprödung, sofern bestimmte Designvorgaben berücksichtigt werden. Auf dem Elgiloy-Sensor wird eine zusätzliche Schicht aus Titanitrid (TiN) aufgebracht, die den Einfluss von  $H_2$  auf die sensiblen Strukturen minimiert. Sie befindet sich zwischen der Isolationsschicht des Sensors und der Widerstandsschicht und ist ebenso wie diese Schichten nur wenige Nanometer dick.

### Mehrere Vorteile gegenüber der Goldbeschichtung

Die zusätzliche Schicht aus Titanitrid bietet im Vergleich zur frontbündigen Goldbeschichtung zahlreiche Vorteile. Ein Verkratzen bei der Montage ist ausgeschlossen, da die TiN-Schicht ohne direkten Kontakt mit dem Messmedium im Inneren des Geräts liegt. Sensoren mit einer zusätzlichen Schicht aus Titanitrid auszustatten, ist zudem deutlich kosteneffizienter. Zum einen ist der Werkstoff kostengünstiger als Gold und zum anderen ist die Herstellung weniger aufwendig, da bestehende Anlagen und Verfahren genutzt werden.

Ein Vorteil ist außerdem, dass Anwender die mit diesem Sensor aufgebauten Drucktransmitter einfach in ihre bestehenden Applikationen integrieren können. Während es für die goldbeschichteten Geräte frontbündige Prozessanschlüsse mit entsprechend bemaßten Gegenstücken braucht, können beim Einsatz des neuen Dünnschicht-Sensorelements Standard-Druckanschlüsse verwendet werden.

### $H_2$ und mechanische Manometer

Im Gegensatz zu elektronischen Druckmessgeräten oder Druckmittlern beeinflusst die Diffusion von  $H_2$  bei mechanischen Manometern die Messgenauigkeit nicht. Diese Geräte übernehmen etwa die Drucküberwachung an Messstellen, die eine Vor-Ort-Anzeige erfordern, oder dienen als Back-up für elektronische Systeme. Für Wasserstoffapplikationen, insbesondere im hohen Druckbereich, werden vorwiegend CrNi-Stahl-Manometer mit messstoffberührten Teilen aus austenitischem Stahl eingesetzt. Denn bestimmte austenitische Stähle wie 316L sind gegen eine Versprödung durch  $H_2$  resistent.

Dennoch kann über einen langen Zeitraum hinweg Wasserstoff durch das Messelement in das Manometergehäuse austreten: Aufgrund der Bauform des Gehäuses – das unter anderem Kunststoffbauteile enthält – findet ein  $H_2$ -Konzentrationsausgleich mit der Umgebung statt. Deshalb ist es immer empfehlenswert, das Manometer in einer belüfteten Umgebung einzusetzen.

In den meisten Applikationen tritt  $H_2$  gasförmig auf und ist dabei in der Regel Drücken zwischen 60 bar (Erstabfüllung) und 1.000 bar (Tankstelle) ausgesetzt. Die Anwender-Norm EN 837-2 für die Auswahl und den Einbau von Druckmessgeräten empfiehlt bei Gasen und Drücken  $>25$  bar Manometer in Sicherheitsausführung, mindestens Stufe S2. Bei CrNi-Stahl-Manometern sind jedoch die Sicherheitsausführungen S1 und S3 marktüblich.

### Geräte mit der höchsten Sicherheitsstufe

Mechanische Manometer für Wasserstoff-Anwendungen sollten daher der höchsten Sicherheitsstufe S3 entsprechen. Die jeweiligen Geräte verfügen etwa über eine nichtsplitternde Sichtscheibe, eine bruch sichere Trennwand zwischen Messsystem und Zifferblatt sowie eine ausblasbare Rückwand. Letztere sorgt dafür,

dass das Bedienpersonal an der Frontseite im Fehlerfall vor eventuell austretenden Bauteilen und Medium geschützt ist. Für jene Messstellen, an denen aufgrund der hohen Entzündlichkeit von bestimmten Wasserstoff-Gemischen Explosionsgefahr besteht, benötigen Manometer zudem eine ATEX-Zertifizierung.

### Fazit

Druckmessgeräte für Wasserstoff-Applikationen müssen der Eigenschaft von  $H_2$  Rechnung tragen, Werkstoffe schnell zu durchdringen. Bislang war eine frontbündige Schutzschicht aus Gold das Mittel der Wahl, um in ölgefüllten Sensoren die  $H_2$ -Permeation zu minimieren. Die neue Technologie von Wika, Dünnschicht-Drucksensoren aus Elgiloy mit einer zusätzlichen Schicht aus Titanitrid auszustatten, stellt eine kostengünstige, anwendungsfreundliche und ebenso effektive Option dar.

Bei mechanischen Manometern bieten medienberührte Teile aus austenitischem Stahl wirksamen Schutz vor Wasserstoffversprödung. Dennoch ist es empfehlenswert, dass die Geräte der höchsten Sicherheitsstufe S3 entsprechen, um Normvorgaben zu erfüllen.



Dünnschichtsensor

### Verbauter PG23HP



**Christian Wirl,**  
Portfolio Manager Wasserstoff,  
Wika Alexander Wiegand

Wiley Online Library



WIK A Alexander Wiegand SE & Co. KG,  
Klingenberg  
Tel.: +49 9372 132-8031 · www.wika.de

# KI im Engineering

**Mehr Effizienz und Sicherheit in der Prozessindustrie**

Sicherheit spielt in der Prozessindustrie eine wichtige Rolle. Vor diesem Hintergrund gilt die Branche als konservativ. Aber natürlich erfordert Sicherheit auch Innovationen. Eine Anlage der Prozessindustrie sicher zu betreiben ist aber nur eine Herausforderung. Der effiziente Betrieb eine weitere. In beiden und vielen weiteren Fällen kann künstliche Intelligenz (KI) Anlagenplaner und Anlagenbetreiber künftig unterstützen. Es braucht allerdings nicht nur KI-Wissen, sondern auch das passende Branchen-Know-how.



## Keywords

- *Künstliche Intelligenz*
- *Anlagenplanung*
- *Anlagenbetrieb*

Künstliche Intelligenz wird Anlagenplaner und Anlagenbetreiber der Prozessindustrie künftig in vielen Bereichen unterstützen. Die Automatisierungsexperten von Rösberg vereinen KI-Wissen mit dem passenden Branchen-Know-how.



Künstliche Intelligenz ist inzwischen auch in der Industrie verstärkt im Gespräch und in der Anwendung. Industrielle Anwender stellen jedoch ganz andere Anforderungen als private. Um Anforderungen und Lösungsansätze zu verstehen, hilft ein Blick in ein paar grundsätzliche Funktionsweisen von KI.

### Sprachmodelle, GPTs und Co.

Die Philosophie sieht einen engen Zusammenhang zwischen Sprache und komplexem Denken. Vor diesem Hintergrund lässt sich vermutlich auch erklären, dass künstliche Intelligenz auf große Sprachmodelle (Large Language Model – LLM) setzt. Man spricht in dem Zusammenhang auch von GPTs (generative pre-trained transformer). Diese Modelle nutzen künstliche neuronale Netzwerke, die mithilfe von generativen Modellen und Transformer-Architekturen anhand großer Text-Datensätze trainiert werden. Anschließend sind die GPTs in der Lage, neue Inhalte zu erzeugen.

### Open Source für Flexibilität und Sicherheit

Mittlerweile gibt es zahlreiche leistungsfähige Open-Source-Sprachmodelle. Sie sind für industrielle Anwendungen unter anderem deshalb interessant, weil man sie unabhängig von einem externen Serviceanbieter nutzen kann. Das macht sie nicht nur aus finanzieller Sicht attraktiv, sondern ist gerade im Zusammenhang mit sensiblen Daten ein großer Vorteil: Über den lokalen Betrieb der Modelle kann sichergestellt werden, dass solche Daten das Unternehmen nicht verlassen. Gleichzeitig lassen sich diese Sprachmodelle an individuelle Bedürfnisse anpassen, z.B. die einer Branche wie der Prozessindustrie. Retrieval Augmented Generation (RAG) ist in diesem Zusammenhang das Stichwort. Hier geht es darum, dass ein Sprachmodell auf weitere Daten außerhalb seiner ursprünglichen Wissensbasis zugreift. Das Sprachmodell wird also anwendungsspezifisch erweitert.

### Wie KI ins Unternehmen einführen?

Philip Parker arbeitet beim Prozessleittechnik-Experten Rösberg als Lead eines sechsköpfigen Entwicklungsteams, das über eine Projektlaufzeit von drei Jahren KI-Lösungen in die bestehenden Engineering-Softwarelösungen des Unternehmens integrieren soll. Er berichtet: „Wir wollten den Einzug generativer KI im Unternehmen proaktiv mitgestalten und dabei sicherstellen, dass die Lernkurve nicht jeder für sich allein bewältigen muss, sondern wir sie gemeinsam meistern.“ Der logische erste Schritt war daher die interne Nutzung von KI. Dazu wurden die Mitarbeiter geschult sowie Nutzungsvereinbarungen eingeführt. Seit Februar 2025 müssen Mitarbeiter, die mit KI arbeiten, nach Vorgaben des EU AI Acts geschult werden. Dann ging es darum, erste Lösungen für die interne Nutzung zu entwickeln. Hier sollten Erfahrungen gesammelt werden.

### Datenbasis an die eigenen Bedürfnisse anpassen

Das große Ziel des gesamten Projektes ist jedoch, dass Anwender vom Know-how der Prozesstechnikexperten profitieren. Parker sagt: „Unser Vorteil ist, dass viele Rösberg-Mitarbeiter unsere Software in verschiedenen Projekten nutzen. Das heißt, wir in der KI-Projektgruppe bekommen sehr schnell und sehr direktes Feedback. Davon profitiert natürlich auch die Weiterentwicklung von KI-gestützten Lösungen.“ Gleichzeitig kennen die Mitarbeiter die Welt der Prozessleittechnik sehr gut. Das zeichnet sich bei der Anpassung der Datenbasis aus. Je besser eine Datenbasis an die jeweiligen Bedürfnisse angepasst ist, desto effizienter lässt sich diese auch nutzen. Deshalb wird auf Open Source-Sprachmodelle wie LLaMa von Meta AI oder die Apache-2.0-Lizenz Mistral AI gesetzt, die je nach Anwendungsfall genutzt werden. Parker erklärt: „Über RAG stellen wir den angebotenen Sprachmodellen gezielt Daten aus unserem Arbeitsalltag bereit und passen damit die Datenbasis an unseren Einsatzbereich an.“

### Die passende Infrastruktur aufsetzen

Ebenso wichtig wie die Datenbasis ist die Infrastruktur. Einerseits muss die Hardware so dimensioniert sein, dass sie die Rechenprozesse in sinnvoller Zeit abarbeiten kann. Andererseits ist eine Infrastruktur gefragt, die sich lokal ausführen lässt. „In industriellen Anwendungen mit sensiblen Daten ist es zudem wichtig, dass Daten nicht in externen Clouds gespeichert werden, sondern im eigenen Haus bleiben“, ergänzt Paul Rösberg, Geschäftsführer des Unternehmens Rösberg. Er hat dem Projekt für die kommenden Jahre einen strategischen Fokus eingeräumt. Ein erstes Ziel war daher, eine Infrastruktur aufzubauen, mit der es möglich ist, KI-Funktionalität auf sichere Weise in der eigenen Software bereitzustellen. Es entstand eine lokale Lösung, die in kontrollierter Umgebung lauffähig ist. Für Entwicklungszwecke dient ein Mac Mini in maximaler Konfiguration als KI-Server.

### Erste KI-Lösungen für Engineering Software

Nachdem Datenmodell und Infrastruktur standen, wurden die ersten KI-Tools intern einer Community zur Nutzung bereitgestellt. Parker berichtet: „Es zeigte sich schnell, wie wichtig das Feedback dieser Personen für die weitere Entwicklung ist. Standen die Tools erst einmal zur Verfügung, haben die Ideen nur so gesprudelt, wo man davon überall profitieren könnte.“ Das KI-Entwicklungsteam hat diese Ideen gesammelt, geclustert, bewertet und priorisiert. Im ersten Schritt wurden zwei Anwendungsprototypen realisiert: Handbücher mit Chat-Interface und erleichterte Datenauswertung und -visualisierung.

Die Handbücher waren eine „low hanging fruit“, die sich, als die generelle Umgebung einmal entwickelt war, sehr einfach integrieren



© Daniel Sturm - Kapsitel Medien

„Wir wollten den Einzug generativer KI im Unternehmen proaktiv mitgestalten und dabei sicherstellen, dass die Lernkurve nicht jeder für sich allein bewältigen muss, sondern wir sie gemeinsam meistern. Darüber hinaus ist es uns dabei gelungen, wichtige Grundlagen für Kundenprojekte zu legen. Zudem konnten wir erste kleine Prototypen realisieren, von denen unsere Kunden schon jetzt profitieren.“

Philip Parker, Innovation and AI Lead, Rösberg

ließ. Handbücher waren in digitaler Form in verschiedenen Sprachen für die Software-Lösungen ProDok, LiveDok und LiveForms vorhanden und konnten mit verhältnismäßig wenig Aufwand eingebunden werden. Nun können Anwender direkt aus der Software heraus über ein Chat-Interface in natürlicher Sprache Fragen zur jeweiligen Software stellen. Die KI liefert mit Hilfe der Handbücher die passende Antwort.

Die zweite Lösung verbessert die Datenvisualisierung, denn in komplexen Anwendungen der Prozessindustrie ist oft gerade die Fülle vorhandener Informationen eine große Herausforderung. Der neue Ansatz ermöglicht nun eine bessere Datenfilterung in ProDok. Ebenfalls in ihrer gewohnten Sprache geben Anwender ein, nach welchen Vorgaben Informationen ausgewertet werden sollen. Die KI übersetzt

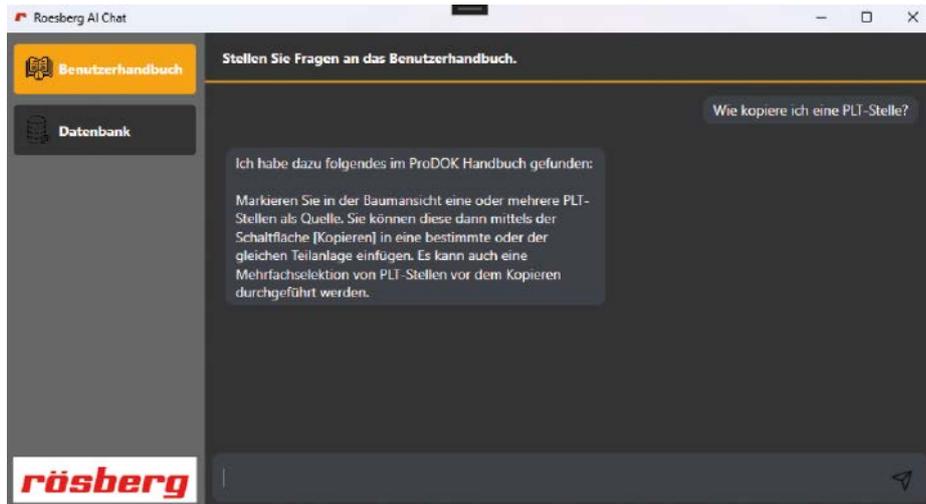


© Daniel Sturm - Kapsalat Medien

„KI hat bei uns in den kommenden Jahren einen strategischen Fokus. In industriellen Anwendungen mit sensiblen Daten ist es natürlich wichtig, dass Daten nicht in externen Clouds gespeichert werden, sondern im eigenen Haus bleiben. Daher war es im ersten Schritt wichtig, eine entsprechende lokale Infrastruktur zu aufzubauen.“

Paul Rösberg, Geschäftsführer, Rösberg

diese Anfrage in passende SQL-Abfragen. Dazu musste ihr unter anderem die dahinterliegende Datenbankstruktur beigebracht werden. Wichtig ist bei dieser Anwendung, dass die KI nur



**Pilotprojekt: Digitale Handbücher mit Chat-Interface. Anwender stellen in natürlicher Sprache ihre Fragen und erhalten die entsprechenden Antworten.**

lesenden Zugriff hat. Sie erstellt die SQL-Abfrage und übergibt diese dann an die Software, die das Datenbankhandling übernimmt und die Abfrage ausführt.

#### Anwenderbedarf ermitteln

Zwei Ideen aus der großen Sammlung, die den Prozessleittechnikern schon jetzt vorliegen, wurden also bereits umgesetzt. Viele weitere sollen folgen. Denkbar sind verschiedene Lösungen, die dabei helfen, interne Abläufe zu optimieren. Vor allem aber sollen Projekte realisiert werden, die Kunden einen Mehrwert bieten wie z.B. unterstützende Lösungen rund um die Funktionale Sicherheit oder Ansätze zur (teil) automatisierten PLT-Planung. Dazu möchten die Prozessleittechnik Experten in Erfahrung bringen, wo es bei ihren Kunden den größten Bedarf gibt. Deshalb ist im Laufe des Projektes auch hierfür immer wieder Zeit für Austausch geplant, z.B. über entsprechende Workshops.

Es wird deutlich, schon heute können Anwendungen in der Prozessindustrie die Vorteile von KI nutzen. Gerade die Bereiche Sicherheit und Effizienz werden davon sehr profitieren.

Wohin die Reise geht, ist letzten Endes neben dem Bedarf der Anwender auch abhängig davon, wie sich die Open Source Sprachmodelle weiterentwickeln. Bei aller Innovation und allen Möglichkeiten ist den Prozessleittechnikern aber eins wichtig: Der Mensch soll bei alledem im Mittelpunkt stehen und von KI nicht ersetzt, sondern unterstützt werden.



© Daniel Sturm - Kapsalat Medien

Evelyn Landgraf, Marketing, Rösberg Engineering

Wiley Online Library



Rösberg Engineering GmbH, Karlsruhe  
Tel.: +49 721 95018-0  
info.ka@roesberg.com · www.roesberg.com

### CITplus Podcast-Tipp – TECH, KI & SCHMETTERLINGE

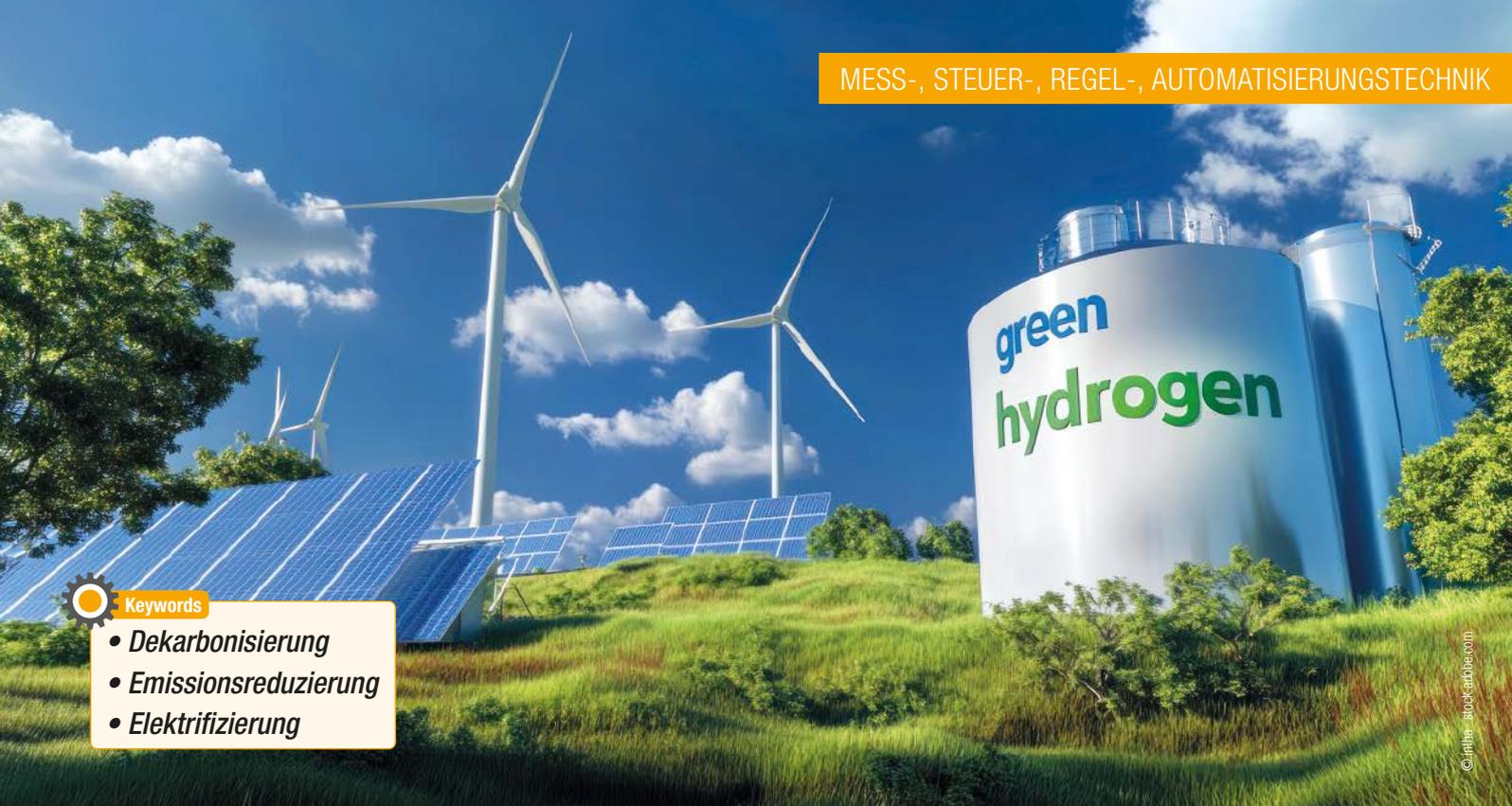


<https://schwarz-digits.de/publikationen/podcast>



Gemeinsam mit Sascha Lobo hat Schwarz Digits einen Podcast ins Leben gerufen, in dem die Protagonisten Technologie und Künstliche Intelligenz lebendig und nahbar erklären. Gastgeber Sascha Lobo spricht mit führenden Köpfen aus Wirtschaft, Forschung und Gesellschaft – regelmäßig auch mit Experten aus den Unternehmen der Schwarz Gruppe. Gemeinsam mit Schwarz Digits bringt er die Themen auf den Punkt, die unsere Zukunft gestalten: verständlich, relevant und mit Blick auf das große Ganze.

Wer Tech, KI & Schmetterlinge hört, bleibt auf Augenhöhe mit den wichtigsten Entwicklungen in Technologie, Digitalisierung und Künstlicher Intelligenz und entdeckt dabei überraschende Perspektiven, die so noch nicht erzählt wurden. Lobo und Gäste übersetzen komplexe Technologien in klare Gedanken, ohne an Tiefe zu verlieren. Unterhaltsam, präzise und immer mit Blick auf die großen Zusammenhänge. „Wir reden nicht nur über Technik – wir zeigen, warum sie uns alle betrifft. Denn KI verändert nicht nur Geschäftsmodelle, sondern auch unser Miteinander, unsere Kommunikation. Aber nicht unsere Werte, oder?“, fragen die Autoren. Jetzt Reinhören – es lohnt sich!



## Keywords

- Dekarbonisierung
- Emissionsreduzierung
- Elektrifizierung

# Emissionsreduzierung in der chemischen Industrie

## Strategien zur Dekarbonisierung umfassen die Elektrifizierung von Nieder- und Hochtemperaturprozessen

Dekarbonisierung kann die Effizienz steigern, die Kosten senken und einen Vorsprung im Bereich nachhaltiger Innovationen sichern. Sie wird damit zu einem wichtigen Faktor in der Wettbewerbsfähigkeit der chemischen Industrie – so sieht es ein aktuelles Whitepaper. Derweil hat die BASF am Standort Ludwigshafen den größten Protonenaustausch-Membran-Elektrolyseur Deutschlands in Betrieb genommen.

Die Industrie ist derzeit für etwa 29% der weltweiten Treibhausgasemissionen verantwortlich. Nie war der Druck auf schwer zu dekarbonisierende Sektoren größer, nachhaltige Praktiken wie die Nutzung alternativer Brennstoffe einzuführen. Praxistaugliche Verfahren zur Emissionsreduktion stehen heute bereits zur Verfügung, wobei Energieeffizienz und Elektrifizierung eine wichtige Rolle spielen.

Das Whitepaper „Your route from A to Zero – Technologies to cut emissions in five hard-to-abate sectors“ des ABB-Geschäftsbereichs Motion und des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) informiert über Möglichkeiten zu Emissionssenkungen in den fünf Sektoren Eisen und Stahl, Zement, Chemie, Bergbau sowie Öl und Gas und enthält praxistaugliche kurz- und langfristige Lösungsvorschläge für Unternehmen, die im komplexen Umfeld der industriellen Dekarbonisierung unterwegs sind.

### Schlüssellösungen Elektrifizierung, Kohlenstoffabscheidung und Wasserstoff

Markus Kröll, Leiter des Geschäftsbereichs Kreislaufwirtschaft und Klimaneutrale Produktion am IPA, erläutert: „Unsere Analyse identifiziert die emissionsintensivsten Prozesse innerhalb der einzelnen Industriesektoren und zeigt Technologien zur Minderung dieser Emissionen auf. Sie legt den Schwerpunkt auf Schlüssellösungen: Elektrifizierung der Prozesswärme, Kohlenstoffabscheidung und Wasserstoff. Es gibt kein Patentrezept für die Dekarbonisierung, aber es stehen heute schon verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. Dieser Bericht dürfte es Führungskräften leichter machen, den besten Weg zu finden.“

Chris Poynter, Leiter der Division System Drives des ABB-Geschäftsbereichs Motion, betont: „Unser Bericht macht deutlich, dass der Weg zu Netto-Null mehr ist als ein Umweltziel, er ist eine strategische Geschäftschance.“

„Der Weg zu Netto-Null ist mehr als ein Umweltziel, er ist eine strategische Geschäftschance.“



Chris Poynter, ABB

Die Dekarbonisierung der Industrie steigert die Effizienz, senkt die Kosten und sichert Unternehmen einen Vorsprung im Bereich nachhaltiger Innovationen. Durch Elektrifizierung und die Einführung von energieeffizienten Motoren, Frequenzumrichtern und alternativen Technologien kann die Industrie Emissionen reduzieren und gleichzeitig ihre betriebliche Wettbewerbsfähigkeit verbessern. Mit den Ergebnissen des



Insgesamt 72 Stacks umfasst der Elektrolyseur am BASF-Standort Ludwigshafen. In drei sogenannten Arrays sind die einzelnen Elektrolyse-Module miteinander und mit dem H<sub>2</sub>-Verbundnetz am Standort verknüpft.

Berichts helfen wir ihr, produktiver und nachhaltiger zu werden und kontinuierlich hohe Leistungen zu erbringen.“

Die Öl- und Gasindustrie bemüht sich verstärkt um die Reduzierung von Leckagen und die Elektrifizierung von Prozessen – Schlüsselmaßnahmen für deutliche Fortschritte in Richtung Dekarbonisierung. Zudem untersucht der Sektor alternative Brennstoffe wie Wasserstoff. Auf ähnliche Weise führt die Eisen- und Stahlindustrie Technologien wie direkt reduziertes Eisen und Elektrolichtbogenöfen ein, die emissionsärmer sind als herkömmliche Produktionsverfahren. Die Elektrifizierung ist auch eine Option für die Dekarbonisierung der Bergbau- und Zementindustrie. Dort kann eine Vielzahl von Geräten elektrifiziert werden, darunter alle neuen und alten Muldenkipper, Transportfahrzeuge, Bandförderer, Brecher, Mühlen und Pumpen.

Und welche Wege zur Emissionsminderung gibt es in der chemischen Industrie? Laut Studie lassen sich die Treibhausgasemissionen der chemischen Industrie drei verschiedenen Quellen zuordnen: direkten, wärme- und strombe-

dingten Emissionen. Jede dieser Quellen erfordert einen anderen Ansatz zur Dekarbonisierung.

**Direkte Emissionen**

Direkte Emissionen beziehen sich auf die Treibhausgase, die direkt aus chemischen Prozessen und der Brennstoffverbrennung freigesetzt werden – sie machen in der Chemieindustrie 42 % der gesamten Treibhausgasemissionen aus.

Die Ammoniakproduktion trägt etwa zwei Drittel zu diesen Emissionen bei und ist für über 1 % der weltweiten Treibhausgasemissionen verantwortlich. Das Haber-Bosch-Verfahren, die wichtigste Methode der chemischen Industrie zur Herstellung von Ammoniak, trägt erheblich zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen bei. Dies ist hauptsächlich auf das zur Wasserstoffherstellung benötigte Erdgas zurückzuführen, das ein wichtiger Reaktant im Prozess ist. Die Dekarbonisierung der Ammoniakproduktion konzentriert sich auf die Verwendung von kohlenstoffarmem Wasserstoff anstelle von synthetischem Wasserstoff. Der Bau der ersten Anlage zur Umwandlung von grünem Ammoniak in Strom ist ein wichtiger

„ Die Inbetriebnahme des Elektrolyseurs ist ein weiterer Schritt bei der Transformation des Stammwerks in Ludwigshafen.



Katja Scharpwinkel, BASF, Standortleiterin des Werks Ludwigshafen

Meilenstein für die chemische Industrie. Viele hoffen nun auf eine breitere Verfügbarkeit von grünem Ammoniak. Andererseits verursacht die Produktion von Salpetersäure (hergestellt aus Ammoniak) etwa ein Drittel der direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen der chemischen Industrie.

Die Methanolproduktion trägt ebenfalls erheblich zu den direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen bei. Glücklicherweise ist es möglich, Methanol mithilfe von CO<sub>2</sub> und kohlenstoffarmem Wasserstoff herzustellen. Das dafür benötigte CO<sub>2</sub> kann aus nahegelegenen Kraftwerken oder anderen Emissionen abgeschieden werden. Diese Methode vermeidet direkte Emissionen und recycelt CO<sub>2</sub>, was zu einem geschätzten Reduktionspotenzial von 65 % bis 95 % führt.

**Wärmebedingte Emissionen**

Wärmebedingte Emissionen machen einen erheblichen Anteil der gesamten Treibhausgasemissionen der chemischen Industrie aus. Der Einsatz industrieller Wärmepumpen kann bei Niedertemperaturanwendungen hilfreich sein – Studien zufolge können sie in der chemischen Industrie weltweit jährlich etwa 119 TWh Wärmeenergie erzeugen. Und in Prozessen wie der Ethanoldestillation kann der gesamte benötigte Dampf mithilfe von Wärmepumpen erzeugt werden. Eine geplante Wärmepumpe in Ludwigshafen soll CO<sub>2</sub>-freien Dampf produzieren, der dann zur Herstellung von Ameisensäure eingesetzt wird. In diesem Fall könnte die Wärmepumpe die Treibhausgasemissionen der Anlage um bis zu 98 % reduzieren. Hochtemperaturprozesse über 150 °C stellen größere Herausforderungen dar, vor allem, weil Wärmepumpen und auch Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen in diesem

**Resistive Heating**

- Electric Boilers
- Metallic Resistance

- Up to 2,400°C
- Up to 99% efficiency
- Can generate heat directly in water (electric boilers)

**Electromagnetic Heating**

- Induction
- Radio Wave
- Microwave
- Infrared

- Up to 3,000°C
- Up to 90% efficiency
- Is significantly faster than fossil fuel heating

**Electric Arc**

- Plasma Torches
- Electric Arc Furnace

- Up to 20,000°C
- Up to 90% efficiency
- Can reach higher temperatures than fossil fuels

© ABB

Technologien zur direkten Elektrifizierung von Hochtemperaturprozesswärme.

Temperaturbereich weniger praktikabel sind. Dennoch gibt es Technologien zur Erzeugung von Hochtemperaturdampf, z.B. Elektrifizierung durch elektromagnetische Erwärmung, Lichtbogenverfahren und Widerstandserhitzung.

### Elektrifizierung der Prozesswärmeerzeugung

Wärmepumpen sind die erste Wahl für die Elektrifizierung von Niedertemperatur-Prozesswärme (bis 150 °C); sie können drei- bis siebenmal mehr Wärmeenergie erzeugen als sie elektrische Energie verbrauchen. Das macht sie zu einer praktikablen Option zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen in allen Branchen. Sie erreichen besonders effektiv Temperaturerhöhungen von 30 bis 50 °C, was sich für Anwendungen im mittleren Temperaturbereich eignet. Für den industriellen Einsatz sind Wärmepumpen mit einer Temperatur von bis zu 200 °C erhältlich, die ein breites Spektrum an Anforderungen erfüllen – von der Gebäudeheizung bis hin zur Niedertemperatur-Prozesswärme. Effiziente Antriebe für elektrische Kompressionsmotoren können die Effizienz von Wärmepumpen zusätzlich steigern.

Auch für Hochtemperatur-Prozesswärme (Temperaturen über 150 °C) gibt es heute praktikable Alternative zu fossilen Brennstoffen: die Direktelektrifizierung. Dabei wird Strom zur Wärmeerzeugung genutzt, bspw. durch Widerstandserhitzung, elektromagnetische Erwärmung oder Lichtbogenerhitzung. Diese Technologien sind marktreif und können die CO<sub>2</sub>-Emissionen deutlich reduzieren. Direktelektrifizierung kann zudem auf spezifische Temperaturbereiche und industrielle Prozesse zugeschnitten werden, was sie zu einer vielseitigen Lösung macht.

Mit Widerstandsheizung (Elektroboiler, metallischer Widerstand) kann bei einem Wirkungsgrad von bis zu 99 % im Temperaturbereich bis zu 2.400 °C gearbeitet werden. Mit Verfahren der elektromagnetischen Heizung (Induktion, Mikrowelle, Radiowellen, Infrarot-Heizung) sind Temperaturen bis zu 3.000 °C erreichbar, ebenfalls mit bis zu 99 % Wirkungsgrad. Die Verfahren haben zusätzlich den Vorteil, dass sie deutlich schneller sind als das Heizen mit fossilen Brennstoffen. Mit Plasmabrennern oder Lichtbogenöfen sind Temperaturen bis zu 20.000 °C erreichbar bei einem Wirkungsgrad bis zu 90 % Wirkungsgrad – das geht weit über die Möglichkeiten fossiler Brennstoffe hinaus.

### Strombedingte Emissionen

Strombedingte Emissionen machen derzeit etwa 35 % der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen der chemischen Industrie aus. Davon sind 79 % auf Prozesse mit elektrischen Antriebssträngen (die Komponenten, die Strom in Bewegung umwandeln, einschließlich Motoren und Antrieben) zurückzuführen. Die Verbesserung der Effizienz elektrischer Antriebsstränge reduziert den Strombedarf für industrielle Prozesse – und senkt so den Stromverbrauch und die Emissionen. Untersuchungen haben gezeigt,

dass IE5-Motoren im Vergleich zu vergleichbaren Induktionsmotoren bis zu 40 % geringere Energieverluste aufweisen. Dies würde die Dekarbonisierungsbemühungen unterstützen und zudem die Betriebskosten senken. Nach der Einführung beträgt die typische Amortisationszeit eines IE5-Motors nur ein bis zwei Jahre. Eine weitere wichtige CO<sub>2</sub>-Einsparmaßnahme ist der Einsatz von drehzahleregelten Antrieben, die den Stromverbrauch im Vergleich zu Antrieben mit fester Drehzahl um bis zu 25 % senken.

### Wasserstoff

Wasserstoff dient vielfältigen industriellen Anforderungen. Er kann direkt genutzt oder in Derivate umgewandelt werden. Es wird erwartet, dass Wasserstoff in zukünftigen Netto-Null-Energiesystemen eine bedeutende Rolle spielen wird, insbesondere in Sektoren mit schwierigen Emissionsminderungspotenzialen, in denen eine Elektrifizierung nicht unmittelbar möglich ist.

Die Farben grün, grau und blau beschreiben die Wasserstoffproduktion und die damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Grauer Wasserstoff wird aus fossilen Brennstoffen gewonnen und führt zu hohen Treibhausgasemissionen (10 – 16 g CO<sub>2</sub>-Äquivalent/g H<sub>2</sub>). Blauer Wasserstoff wird ebenfalls aus fossilen Brennstoffen gewonnen, dessen Auswirkungen jedoch durch CO<sub>2</sub>-Abscheidung und -Speicherung gemildert werden. Grüner Wasserstoff hingegen wird durch Elektrolyse aus Wasser hergestellt, die wiederum aus erneuerbaren Energiequellen wie Wind, Sonne und Wasserkraft gewonnen wird. Die Herstellung von grünem Wasserstoff kostet derzeit zwei- bis dreimal so viel wie die von blauem Wasserstoff. Die Wirtschaftlichkeit von grünem Wasserstoff hängt von der Senkung der Produktionskosten von 4 – 6 USD pro kg auf 1 – 2 USD pro kg ab. Laut der Internationalen Agentur für Erneuerbare Energien könnten Leistungssteigerungen und eine Ausweitung der Produktion die langfristigen Kosten um bis zu 80 % senken.

### BASF nimmt 54-Megawatt-Wasserelektrolyseur in Betrieb

Am Standort der BASF in Ludwigshafen hat Deutschlands größter Protonenaustausch-Membran-Elektrolyseur (PEM) im März 2025 den Betrieb aufgenommen. Die Anlage zur Herstellung von grünem Wasserstoff hat eine Anschlussleistung von 54 MW und eine Jahreskapazität von bis zu 8.000 t Wasserstoff. Der in Zusammenarbeit mit Siemens Energy errichtete Wasserelektrolyseur ist eingebettet in die Produktions- und Infrastruktur am Standort Ludwigshafen und damit in seiner Schnittstelle und Integration in ein chemisches Produktionsumfeld weltweit einzigartig. Insgesamt wurden 72 sogenannte Stacks – Module, in denen der eigentliche Elektrolysevorgang stattfindet – in der Anlage verbaut. Der Elektrolyseur hat das Potenzial, die Treibhausgasemissionen am Stammwerk der BASF um bis zu 72.000 t pro Jahr zu senken.

Der hergestellte Wasserstoff wird in das H<sub>2</sub>-Verbundnetz des Standorts eingespeist und von hier aus den Produktionsanlagen als Rohstoff zur Verfügung gestellt. Neben dem Einsatz als Ausgangsstoff für chemische Produkte plant BASF den Wasserstoff bspw. für die Mobilität in der Metropolregion-Rhein-Neckar bereitzustellen, um die Entwicklung einer regionalen Wasserstoffwirtschaft zu unterstützen.

### Fazit

Die wichtigsten Strategien zur Dekarbonisierung der chemischen Industrie umfassen:

#### kurzfristig:

- Elektrifizierung von Niedertemperaturprozessen durch den Einsatz von Wärmepumpen
- Elektrifizierung von Hochtemperaturprozessen durch Widerstands- oder Strahlungsheizung
- Implementierung hocheffizienter elektrischer Antriebe

#### mittel- und langfristig:

- Nutzung von kohlenstoffarmem Wasserstoff zur Wärmeerzeugung
- Ersatz von Erdgas durch kohlenstoffarmen Wasserstoff für die Ammoniakproduktion.

Das englischsprachige Whitepaper „Your route from A to Zero“ von ABB und Fraunhofer IPA zeigt: Die Dekarbonisierung der Industrie ist komplex, aber es stehen schon heute umsetzbare Lösungen zur Verfügung. Durch Elektrifizierung und den Einsatz energieeffizienter Technologien und alternativer Brennstoffe kann die Industrie Emissionen reduzieren und gleichzeitig ihre Effizienz und Wettbewerbsfähigkeit erhöhen. In der chemischen Industrie bieten Niedrigtemperatur-Anwendungen wie Wärmepumpen die Möglichkeit zur Effizienzsteigerung und Emissionssenkung. Die Erkenntnisse aus dem Bericht geben Unternehmen einen Fahrplan an die Hand, um nachhaltigen Wandel voranzutreiben und zu einer kohlenstoffarmen Zukunft beizutragen.



Dr. Volker Oestreich,  
CITplus

Wiley Online Library



<https://new.abb.com/about/our-businesses/motion/decarbonize-your-processes-with-abb>

**Anlagentechnik**

**Armaturen**

**GEMÜ**

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

**Armaturen**

**NOGE**  
Technik

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

**Dichtungen/Pumpen**

**Reichelt Chemietechnik GmbH + Co.**

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

**Pumpen**

**Lutz** **JESCO**  
The Fluid Managers

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

**JESSBERGER**  
pumps and systems

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

**Rohrbogen/Rohrkupplungen**

**hs**  
Umformtechnik

**HS Umformtechnik GmbH**  
Gewerbestraße 1  
D-97947 Grünsfeld-Paimar  
Tel.: +49 93 46 92 99-0 · Fax -200  
[kontakt@hs-umformtechnik.de](mailto:kontakt@hs-umformtechnik.de)  
[www.hs-umformtechnik.de](http://www.hs-umformtechnik.de)

**Ventile**

**GEMÜ**

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

**Gefahrstoffe**

**Gefahrstofflagerung**

**BAUER**  
SÜDLOHN

**Bauer GmbH**  
Eichendorffstr. 62  
46354 Südlohn  
Tel.: +49 2862 709-0  
[info@bauer-suedlohn.com](mailto:info@bauer-suedlohn.com)  
[www.bauer-suedlohn.com](http://www.bauer-suedlohn.com)

**DENIOS**  
UMWELTSCHUTZ & SICHERHEIT

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

**Containment**

**BAUER**  
SÜDLOHN

**Bauer GmbH**  
Eichendorffstr. 62  
46354 Südlohn  
Tel.: +49 2862 709-0  
[info@bauer-suedlohn.com](mailto:info@bauer-suedlohn.com)  
[www.bauer-suedlohn.com](http://www.bauer-suedlohn.com)

**DENIOS**  
UMWELTSCHUTZ & SICHERHEIT

**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](mailto:vienna@vogelbusch.com)  
[www.vogelbusch-biocommodities.com](http://www.vogelbusch-biocommodities.com)

*Fermentation, Destillation  
Evaporation, Separation  
Adsorption, Chromatographie*

**Mechanische Verfahrenstechnik**

**Koaleszenzabscheider**

**ALINO-IS**  
Alino Industrieservice GmbH

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

**THIELMANN**  
ENERGIETECHNIK GTS

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

**Tröpfchenabscheider**

**ALINO-IS**  
Alino Industrieservice GmbH

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

**THIELMANN**  
ENERGIETECHNIK GTS

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

**Vibrationstechnik**

**Findeva**  
pneumatische Vibratoren + Klopfer

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

**Thermische Verfahrenstechnik**

**Abluftreinigungsanlagen**

**envirotec**

**ENVIROTEC® GmbH**  
63594 Hasselroth  
Tel.: +49 6055 88 09-0  
[info@envirotec.de](mailto:info@envirotec.de) · [www.envirotec.de](http://www.envirotec.de)

**Venjakob**  
UMWELTTECHNIK

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

**WK**  
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](mailto:info@wk-gmbh.com)  
Website: [www.wk-gmbh.com](http://www.wk-gmbh.com)

**Vakuumsysteme**

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

**Verdampfer**

**THIELMANN**  
ENERGIETECHNIK GTS

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

**Wärmekammern**

**BAUER**  
SÜDLOHN

**Bauer GmbH**  
Eichendorffstr. 62  
46354 Südlohn  
Tel.: +49 2862 709-0  
[info@bauer-suedlohn.com](mailto:info@bauer-suedlohn.com)  
[www.bauer-suedlohn.com](http://www.bauer-suedlohn.com)

**DENIOS**  
UMWELTSCHUTZ & SICHERHEIT

**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](mailto:info@will-hahnenstein.de)  
[www.will-hahnenstein.de](http://www.will-hahnenstein.de)

ABB	35	Fricke Abfülltechnik	17	Jumo	28	Richard Geiss	23
Alino	38	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)	11	Lauda Dr. R. Wobser	23	Rösberg Engineering	32
BASF	7	GEMÜ Gebr. Müller	38	Lutz Pumpen	38	Schwarz IT	34
Bauer Südlohn	38	Gerhard Schubert Verpackungsmaschinen	20	Machwüth Team International	12	Thielmann	38
Bosch Rexroth	23, 26	GVT Forschungsgesellschaft Verfahrenstechnik	11	Mainzer Stadtwerke	6	TU Darmstadt	14
Bürkert	6	Hans Turck	22	MCH Messe Schweiz	11	Verein Deutscher Ingenieure (VDI)	7, 18
Dechema	11, 14	Haus der Technik	2. US, 11	Meorga	5, 7, 11	Venjakob	38
Denios	38	HS-Umformtechnik	38	Messe Frankfurt	11	Vogelbusch	38
Der Entrepreneurs Club	6	Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML	11	Netzsch Pumpen & Systeme	3	W. Baelz & Sohn	24
Endress+Hauser	29	Ing.-Büro Pierre Strauch	38	Neura Robotics	18	Wika Alexander Wiegand	30
Envirotec	38	J. Schmalz	22	Noge Technik	38	Will & Hahnenstein	38
Findeva	38	Jessberger	38	Nürnbergmesse	11, 16	WK Wärmetechnische Anlagen Kessel- und Apparatebau	38
Flir Systems	23			RCT Reichelt Chemietechnik	38	Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI)	6

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

### Redaktion

Dr. Volker Oestreich  
 voe-consulting@web.de

### Redaktionsassistentz

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

### Fachbeirat

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

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

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

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

Dr. Christian Poppe,  
 Covestro, Leverkusen

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

Prof. Dr. Roland Ulber,  
 TU Kaiserslautern

### Erscheinungsweise 2025

10 Ausgaben im Jahr  
 Druckauflage 15.000  
 IWW Auflagenmeldung: Q1 2025  
 Gesamtverbreitung 19.187  
 davon 4.409 E-Paper (tvA)

### Bezugspreise Jahres-Abo 2025

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

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

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

### Wiley GIT Leserservice

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

Abbestellung nur bis spätestens 3 Monate  
 vor Ablauf des Kalenderjahres.

### Produktion

Wiley-VCH GmbH  
 Boschstraße 12  
 69469 Weinheim

### Bankkonto

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

### Herstellung

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

### Anzeigen

Zurzeit gilt die Anzeigenpreisliste  
 vom 1. Oktober 2024

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

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

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

### Sonderdrucke

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

### Originalarbeiten

Die namentlich gekennzeichneten Beiträge stehen in  
 der Verantwortung des Autors. Manuskripte sind an die  
 Redaktion zu richten. Hinweise für Autoren können beim  
 Verlag angefordert werden. Für unaufgefordert 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

messtec drives  
**Automation**

**inspect**  
WORLD OF VISION

# Digitale Events 2025

© galuboy - stock.adobe.com

SAVE THE  
**DATE!**

## 17. September 2025: **Protection & Safety in Automation with Robots – in cooperation with GIT SECURITY**

Die sichere Interaktion zwischen Mensch und Roboter erfordert zunehmend neue Technologien und Lösungen. Je näher sich Mensch und Maschine kommen, desto höher sind außerdem die Sicherheitsanforderungen. In unserem Webinar betrachten wir die vollständige Sicherheitsfunktion, damit eine sichere Zusammenarbeit zwischen Mensch und Roboter gewährleistet werden kann.

## Oktober 2025: **Embedded Vision: From Board-Level through Smart Cameras to Intelligent Vision Systems**

Dieser Technologietag bietet Informationen über die neuesten Technologien und Branchentrends, stellt neue Produkte vor und beantwortet die Frage, für welche Anwendungen ein maßgeschneidertes Vision-System erforderlich ist und wann eine gebrauchsfertige Vision-Lösung die bessere Wahl ist.

## Anfang Dezember 2025: **Industrial Solutions for the Mobile Automation**

In zahlreichen Branchen wie der Landwirtschaft, der Schifffahrt und der Bauindustrie sind robuste Lösungen gefragt. Wir präsentieren Technologien und Lösungen, die die Effizienz und Produktivität steigern.

Schauen Sie vergangene Events jederzeit on demand.

Gleich anmelden  
und einen  
Platz sichern:



Haben Sie eine spannende Innovation, die Sie Ihrer Zielgruppe vorstellen möchten?

Möchten Sie auf einer großen Bühne über relevante Branchenthemen sprechen?

Haben Sie Expertenwissen, das Sie gerne weitergeben möchten?

Dann sind die digitalen Events von **inspect** und **messtec drives Automation** genau das Richtige für Sie. Damit erreichen Sie über 200.000 Bildverarbeitungsanwender und -integratoren, Ingenieure, Automatisierungsspezialisten und Maschinenbauer weltweit.

### Interessiert? Dann sprechen Sie uns an.

Zusätzlich zu diesen Veranstaltungen planen wir mit Ihnen auch gerne ein individuelles Webinar zu einem Zeitpunkt und zu einem Thema, das am besten zu Ihrem Marketingplan passt.

**Sylvia Heider**  
Media Consultant  
Tel.: +49 6201 606 589  
sheider@wiley.com



**Birdie Ghiglione**  
Sales Development Manager  
Tel.: +1 206 677 5962  
bghiglione@wiley.com