



# chemie & more

Innovative Lösungen für die  
Chemie-, Pharma- und Lebensmittelindustrie

**Prozesstechnik**

**Im Fokus**

**Best of AICHEMA 2015**

**Verfahren**

Optimierte MOF-Synthese

**Membranpumpen**

Intelligente Energieeinsparung

**Ex-Schutz**

Hohe Flexibilität



Druckmessung  
ist Familiensache.  
Lernen Sie die neuen  
Mitglieder unserer  
Druckmesstechnik kennen!

**SIEMENS**



## Zuverlässige Messtechnik für die Sicherheit Ihrer Prozesse



### **Füllstand- und Druckmesstechnik für eine hohe Anlagensicherheit**

VEGA-Sensoren erfüllen mit innovativer Technik alle Sicherheitsanforderungen einer modernen Chemieranlage. Selbst in anspruchsvollsten Anwendungen und bei extremen Temperaturen und Drücken liefern die Füllstand-, Grenzstand- und Drucksensoren exakte Messergebnisse.

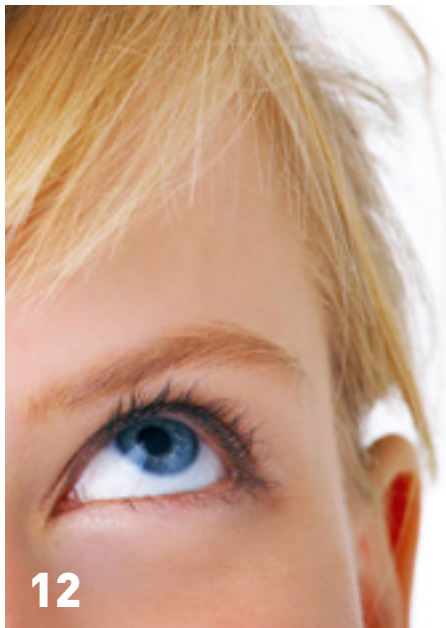
- Kontinuierliche Selbstüberwachung und Diagnosefunktionen
- Funktionsprüfungen ohne Sensorausbau
- Normierte Statusmeldungen nach NE 107
- Datenspeicher zur Dokumentation von Asset-Management-Funktionen



Mobil zur Webseite:  
[www.vega.com/de/chemie.htm](http://www.vega.com/de/chemie.htm)

**Auf lange Sicht**

# VEGA



12



22



30

## Forschung & Innovation

### 02 Leitartikel

#### Zukunftsthemen

Prof. Dr.-Ing. Hans-Jörg Bart

### 12 Verfahrenstechnik

#### Nanoporöse Multitalente

Dipl.-Ing. Angelos Polyzoidis,  
Dr. Giancarlo Calogero Piscopo,  
Dr. Stefan Löbbecke

## Kunststoffe & Verarbeitung

### 16 Kunststofftechnik

#### Der Prozess bestimmt die Eigenschaften

M.Sc. Otto Skrabala,  
Prof. Dr.-Ing. Christian Bonten

## Mess- & Regeltechnik

### 20 Praxis: Messtechnik

#### Messen ohne zu berühren

Dr.-Ing. Thomas Köster

## Rückblick AICHEM 2015

### 22 VIP-Interview

#### Neue Chancen

#### für die Prozessindustrie

chemie&more im Gespräch  
mit Dr. Kathrin Rübberdt

## Pumpen & Armaturen

### 24 Praxis: Pumpen

#### Elektromechanische Membranpumpen

Roland Kroth

### 27 Praxis: Armaturen

#### Dreifach-exzentrische

#### Klappe mit dualer Funktion

Daniel Zwick

## Sicherheit & Arbeitsschutz

### 28 Praxis: Explosionsschutz

#### Flexibilität ist Trumpf

Oliver Korb

## Neue Materialien & More

### 30 Materialforschung

#### Revolutionärer Werkstoff

Dr.-Ing. Andreas Bablich,  
Prof. Dr. Max C. Lemme

04 Interna

06 Unternehmen

08 Personalia

09 Branche

10 Veranstaltungen

34 Anlagenbau

36 Was es alles gibt

Best of AICHEM

43 Impressum

44 Ende



Safety is for life.

T +49 2961 7405-0 | info@rembe.de



Ihr Spezialist für  
**PROZESSICHERHEIT  
EXPLOSIONSSCHUTZ  
INDUSTRIELLE MESSTECHNIK**



Consulting. Engineering. Products. Service.

REMBA® GmbH Safety+ Control

Gallbergweg 21 | 59929 Brilon, Deutschland | F +49 2961 50714 | www.rembe.de

# Zukunftsthemen

Fluiddynamik und Trenntechnik –  
Perspektiven für den Produktions- und Forschungsstandort Deutschland

Prof. Dr.-Ing. Hans-Jörg Bart

Lehrstuhl für Thermische Verfahrenstechnik, Technische Universität Kaiserslautern,  
Vorsitzender der ProcessNet-Fachgemeinschaft Fluiddynamik und Trenntechnik (FDTT)

**Mit der Gründung von ProcessNet brachten 2007 DECHEMA und VDI-GVC (Gesellschaft für Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen) ihre Agenden zu verfahrenstechnische Themen ein. Hier betreut die Fachgemeinschaft FDTT unter ihrem Dach 16 thematische Fachgruppen (wie Adsorption, Extraktion, Fluidtrenntechnik, Membrantechnik, etc.). Neben der Organisation von jährlichen Fachtreffen ist ein wesentlicher Schwerpunkt die Initiierung von Forschungsinitiativen, wo einerseits im Bottom-up-Prinzip die einerseits die Industrie ihre Bedürfnisse äußert und andererseits in Strategiemeetings mittel- bis langfristiger Forschungsbedarf eruiert wird.**

Die ACHEMA 2015 (Ausstellung für chemisches Apparatewesen) vom 14. bis 19.6. in Frankfurt war wieder einmal eine Leistungsschau der Prozessindustrie (3.813 Aussteller aus 56 Ländern auf rund 133.000m<sup>2</sup> Ausstellerfläche) für chemische Technik, Verfahrenstechnik und Biotechnologie. Firmen und Akademia aus der FDTT waren wie immer sehr gut vertreten und haben gezeigt, dass man den Produktions- und Forschungsstandort Deutschland nachhaltig und zukunftssicher gestalten kann. Mit den drei Fokusthemen Biobased World, Innovative Prozessanalytik und Industrielles Wassermanagement hatten dabei die Organisatoren einen Nerv getroffen; viele Vorträge im angeschlossenen Kongressteil und zahlreiche Technologien in der Ausstellung widmeten sich diesen Bereichen.

Eine wesentliche Standortbestimmung hat ProcessNet mit seinem Strategieseminar 2013 unter Leitung des Vorsitzenden Dr.-Ing. M. Strohrmann, BASF, durchgeführt, wo man für die Themencluster Rohstoffe, Wasser, Energie und Mobilität sowie Gesundheit und Ernährung Forschungsperspektiven erörterte. Die Detailarbeit der Teams und „Kümmerer“ wird 2016 evaluiert werden. Neben der Initiierung von Forschungs-

anträgen in Verbundprojekten kam es zur Gründung des temporären Arbeitskreises von ProcessNet „Rohstoffe und Kreislaufwirtschaft“. Eine ähnliche Erfolgsstory ist der „Wanted Technologies“-Initiative beschieden, die gemeinsam von Industrie (Dr.-Ing. A. Kobus, Evonik) und Akademia (Prof. Dr.-Ing. A. Gorak, TU Dortmund) gestartet wurde. Ziel ist es, anwendungsrelevante Themen im Bereich der Fluidverfahrenstechnik und angrenzender Fachgebiete zu identifizieren und in konkrete Projektvorhaben umzusetzen. Der „Kümmerer“ und Geschäftsführer Dr.-Ing. R. Goedecke, Evonik, übergibt nun seine Agenden an Dr.-Ing. S. Zeck, BASF, und hat gerade im Finale seiner Amtszeit eine enorme Anzahl erfolgreicher Projekte in der Fluid- und Hochdruckverfahrenstechnik, Membran- und Extraktionstechnologie auf den Weg gebracht. „Wanted Technologies“ ist kein „Closed shop“, sondern eine offene Informations- und Diskussionsplattform für interessierte und auch neue Fachkollegen. Die Treffen finden zumeist bei der Dechema statt, wo die Geschäftsleitung von ProcessNet (Dr. A. Förster) nachhaltige Unterstützung gibt. Einen Rückblick zur Historie und zum Output dieser Ideenschmiede gibt es in einem Übersichtsvortrag beim

Jahrestreffen der FDTT vom 09. bis 11. September 2015 in Bamberg.

Dieses Jahrestreffen ist eine große Leistungsschau und dient dem Erfahrungsaustausch von Industrie und Akademia. Mit ca. 90 Plenary-, Tandem-, Übersichts- und Standardvorträgen und rund 30 Posterbeiträgen ist in drei parallelen Sessions das Programm voll ausgelastet – mit herzlichem Dank an Frau Dr. Böck, Wiley-VCH, Frau Dr. L. Woppowa, VDI, und an Frau N. Weingärtner, Dechema, für die hervorragende organisatorische Betreuung dieser Tagung. Ein Highlight ist auch sicherlich der „ChemCar“-Wettbewerb, wo studentische Teams unter Betreuung der kjVI (VDI) ihre mit Chemikalien betriebenen Hybridfahrzeugkonzepte im Minimaßstab vorstellen. Als Organisator dieser ProcessNet Tagung kann ich explizit den Besuch des schönen oberfränkischen Ortes Bamberg empfehlen. Neben der Fachinformation auf der Tagung lockt eine Stadt, die Moderne mit fränkischer Kultur und Lebensart ideal verbindet.

[bart@mv.uni-kl.de](mailto:bart@mv.uni-kl.de)



**Hans-Jörg Bart** studierte Chemieingenieurwesen an der TU Graz und promovierte in der Verfahrenstechnik auf dem Gebiet der Reaktivextraktion. Nach Studium und Promotion habilitierte er sich und leitete ein „Christian Doppler Labor für Modellierung Reaktiver Systeme in der Verfahrenstechnik“. 1994 erfolgte ein Ruf an die Thermische Verfahrenstechnik der TU Kaiserslautern, er leitet die ProcessNet-Fachgemeinschaft

FDTT sowie dort die Arbeitsgruppe „Extraktion“ und ist Head of the International Committee of Solvent Extraction. Er ist Beirat bei der GVC und Vorstandsmitglied beim Kompetenznetz Verfahrenstechnik PR03, Senior Fellow der Christian Doppler Gesellschaft und Organisator verschiedener Tagungen (FDTT, ISEC, etc.).

# Nach der ACHEMA ist vor der ACHEMA!

Die Veranstalter sind hochzufrieden – Dr.-Ing. Thomas Scheuring, Geschäftsführer der DECHEMA Ausstellungs-GmbH: „Die Besucher kommen an mehreren Tagen auf das Gelände.“ Erste Trends deuten zudem darauf hin, dass auch auf der Besucherseite der internationale Anteil signifikant gestiegen ist. Auf Ausstellerseite kamen mit 53,9% erstmals deutlich mehr als die Hälfte der Teilnehmer aus dem Ausland. Nach einem Kopf-an-Kopf-Rennen konnte sich China nach Ausstellerzahl als zweitgrößte Ausstellernation nach Deutschland positionieren, gemessen an der Fläche hatte Italien die Nase vorn. Auch die Beteiligung von Unternehmen aus der Türkei, Taiwan und Indien stieg deutlich an.

Mit 3.813 Ausstellern aus 56 Ländern präsentierten sich Unternehmen aus der Chemie-, Pharma- und Lebensmittelindustrie – insbesondere die Industrie, die in diese Industrien liefert. 166.447 Besucher nutzten die Messezeit, um sich über die neuesten innovativen Produkte der Aussteller zu informieren. Interessant wäre für jeden Aussteller, einmal festzustellen, wie die Besuchskontakte des eigenen Standes in dieses Bild passen. Die etwa 800 Fachvorträge wiesen einen Grundtenor auf:

## Wie entwickelt sich in Zukunft Deutschland als Wirtschaftsstandort?

Hochrangige Industrievertreter fordern bessere Rahmenbedingungen für eine schlagkräftige und wettbewerbsfähige Innovationskultur. Der Vorstandsvorsitzende der Linde AG, Dr. Wolfgang Büchele, forderte in einer Podiumsdiskussion mehr Offenheit gegenüber Neuem, damit Deutschland und Europa ihre weltweite Wettbewerbsfähigkeit weiterhin behaupten können.

Zurzeit sind Sie, liebe Leserinnen und Leser, mit der Nachbereitung der vielen Gespräche, Anfragen, Informationen und neuer Erkenntnisse beschäftigt. In der Industrie geht es weiter um eine Optimierung

der Prozesse – im Verkauf um die Entwicklung der neuen Kontakte.

Innovative Lösungen in der Prozesstechnik werden weiterhin für alle Unternehmen die Herausforderung und Chance in der Branche schlechthin sein, denn die Begrenzung bzw. Optimierung der Ressourcen und der Umweltschutz erfordern kluge Ideen, Kreativität und Entschlossenheit.

Das Team von chemie&more beschäftigt sich mit diesen Aufgaben. Unser ständig wachsendes Netzwerk in Wissenschaft und den Industrien ist dabei sehr essentiell. Wir bieten innovative Lösungen in der Kommunikation und zeigen Trends für die Chemie-, Pharma- und Lebensmittelindustrie in einem erfrischenden Layout und einer herausragenden inhaltlichen Qualität, ein deutlicher Unterschied zu sonst eher langweiligen Publikationen.

Seit dem 1. Juli 2015 arbeite ich mit großer Freude für die Fachmagazine chemie&more und labor&more in einem sehr engagierten

und positiv gestimmten Team hier im südhessischen Darmstadt.

Ich bin damit nach fast 10-jähriger Tätigkeit für einen anderen Verlag wieder zu meinem früheren Verleger zurückgegangen. Wollen Sie wissen, warum ich das getan habe?

Er hat immer eine angenehme und kreative Arbeitsatmosphäre geschaffen, in dem gute Leistungen gedeihen können. Hier kann ich mit Spaß an der Sache eigene Ideen und Erfahrungen einbringen und Leistung wird anerkannt. Ich bin umgeben von sehr kreativen Menschen, die alle das gleiche Ziel haben:

Trends und Innovationen von Ihnen aufzunehmen, um diese für Sie in unseren Zeitschriften abzubilden!

Ich freue mich riesig auf die gemeinsame Arbeit mit Ihnen.

**Herzlichst  
Ihre Andrea Lippmann**



Immer der richtige Wissensmix für Ihre berufliche Praxis:

# HDT Know-how Termine



**Druckbehälter nach EN 13445: Allgemeine Anforderungen, Werkstoffe, Herstellung, Inspektion und Prüfung**  
am 16. - 17.09.15 in Essen

**Kryostatbau: Grundlagen und Arbeitstechniken, Materialien, Komponenten, Mess- und Regeltechnik, Konstruktionsbeispiele**  
am 23. - 25.09.15 in Karlsruhe

**Planung und Auslegung von Rohrleitungen**  
am 24. - 25.09.15 in Essen

**Rektifikation in Theorie und Praxis**  
am 28. - 29.09.15 in Essen

**9. Essener Explosionsschutztage**  
am 29. - 30.09.15 in Essen

**Anlagenbau und Korrosionsschutz – Systemlösungen mit Fluorpolymeren**  
am 01. - 02.10.15 in Essen

**Rohre und Rohrzubehör nach EN-Normen**  
am 06. - 07.10.15 in Siegen

**Molchtechnik: Kosten sparen im Anlagenbau**  
am 08. - 09.10.15 in Essen

**Technische Thermodynamik für Praktiker der Verfahrens- und Chemietechnik**  
am 12. - 13.10.15 in Essen

**Cost Engineering: Methoden zur Schätzung der Investitions- und Herstellkosten im Anlagenbau und in der Prozessindustrie**  
am 12. - 13.10.15 in Essen

**Sicherheitsventile und Berstscheiben**  
am 15.10.15 in Essen

**Der Betriebsleiter in der chemischen – und Prozessindustrie**  
am 19. - 23.10.15 in Essen

**Sicherer Betrieb von Anlagen – Betreiberverantwortung und Anlagendokumentation**  
am 26. - 27.10.15 in Essen

**Explosionsschutz im Anlagenbau**  
am 28. - 29.10.15 in Essen

**Grundlagen der Prozessleittechnik**  
am 28. - 29.10.15 in Essen

**Brandschutz im Tank- und Gefahrgutlager**  
am 16.11.15 in Essen

**16. Essener Brandschutztage mit fachbegleitender Ausstellung**  
am 25. - 26.11.15 in Essen



Fordern Sie ausführliche Programme an oder besuchen Sie uns im Internet.

Ihr Ansprechpartner im HDT:  
Dipl.-Ing. Kai Brommann  
Telefon 0201 / 1803-251  
E-Mail: fb5@hdt-essen.de

Infos zu allen Terminen finden Sie hier:  
[www.hdt-essen.de/verfahrenstechnik](http://www.hdt-essen.de/verfahrenstechnik)



**HAUS DER TECHNIK**

Partner der RWTH Aachen  
und der Universitäten Duisburg-Essen  
Münster - Bonn - Braunschweig

## Chemieanlagenbau Chemnitz (CAC) schloss Neubau einer Butadien-Anlage ab



Im März 2015 wurde die Butadien-Anlage der OMV AG am Raffineriestandort Burghausen planmäßig in Betrieb genommen und produziert seitdem zuverlässig. Nun stand die symbolische Inbetriebnahme der Anlage mit zahlreichen Ehrengästen auf dem Programm. Die Ingenieurdienstleistungen von CAC beliefen sich neben dem Neubau der Butadien-Anlage auch auf Umbau- und Erweite-

rungsmaßnahmen an bestehenden Ver- und Entladeanlagen sowie Tanklagerkapazitäten. Auf rund 150 Mio. Euro beläuft sich die OMV-Gesamtinvestition, CAC ist dabei für die kompletten Ingenieursleistungen, die Beschaffung sämtlicher Ausrüstungen, die Montageüberwachung sowie die Vorbereitung der Inbetriebnahme verantwortlich.

*Bild: Chemieanlagenbau Chemnitz  
www.cac-chem.de*

## Neue Wasserstofftankstelle mit Linde-Technik in München eröffnet

An der Total-Multi-Energie-Tankstelle in der Münchner Detmoldstraße sind auch wasserstoffbetriebene Brennstoffzellen-Fahrzeuge willkommen. Dort befindet sich die derzeit einzige öffentliche Wasserstoff-Tankstelle der bayerischen Landeshauptstadt, ausgestattet mit Linde-Betankungstechnik. Gemäß den Anforderungen des

Auftraggebers Total und des Hauptnutzers BMW bringt Linde in der Detmoldstraße seine kryogene Wasserstoffhochdruckpumpe – kurz: Kryopumpe – zum Einsatz. Die Technologie basiert auf der direkten Verdichtung von tiefkaltem, das heißt bei  $-253^{\circ}\text{C}$  flüssig gelagertem Wasserstoff. [www.linde.de](http://www.linde.de)

## Staufermedaille in Gold für Renate Pilz

Renate Pilz, Vorsitzende der Geschäftsführung der Pilz GmbH & Co. KG, wurde die Staufer-Medaille in Gold vom baden-württembergischen Ministerpräsidenten Winfried Kretschmann verliehen – eine Auszeichnung für Verdienste um das Land Baden-Württemberg und seine Bevölkerung. Nach dem tragischen Tod ihres Mannes, des Unternehmers Peter Pilz, sei Renate Pilz plötzlich alleine mit

zwei kleinen Kindern gewesen. Sie habe weder studiert noch technische oder ökonomische Vorkenntnisse gehabt. Zunächst habe sich Pilz auf den Vorsitz im Beirat des Unternehmens beschränkt und die Jahre der Kindererziehung auch als intensive Lehrjahre genutzt, bevor sie 1994 die vollständige Führung des Unternehmens übernommen habe.

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

## Messer nimmt zweite Produktionsanlage für Krypton und Xenon in Betrieb

Der größte privat geführte Industriegasespezialist Messer gewinnt seit Mai die Edelgase Krypton und Xenon aus einer neuen Produktionsanlage im zentralchinesischen Panzhuhua, Provinz Sichuan. 2012 nahm Messer seine erste Edelgasanlage in China in Betrieb, in Xiangtan

in der südchinesischen Provinz Hunan. Mit einer zusätzlichen Jahresproduktionskapazität von  $5.000\text{m}^3$  Krypton und  $450\text{m}^3$  Xenon bei einem Reinheitsgrad von 99,999% ist Messer nun der größte Hersteller von hochreinem Krypton und Xenon in China.

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

## Wacker nimmt Produktionsanlage für Sondermonomere in Betrieb

Wacker Chemie hat an ihrem Standort Burghausen eine Anlage für Sondermonomere mit einer Jahreskapazität von 3.800t offiziell in Betrieb genommen. Die Sondermonomere Neodecansäurevinylester und Vinylaurat sind wichtige Rohstoffe für die Herstellung spezieller Dispersionspulver. Ziel der Investitionsmaßnahme ist es,

auch in Zukunft ausreichende Kapazitäten für Spezialbindemittel bereitzustellen und so den Kunden langfristig Produkt- und Liefersicherheit zu gewährleisten. Der Konzern hat in den Bau rund 8 Mio. € investiert und stärkt dadurch seine Position als weltweit größte Hersteller von Dispersionspulvern. [www.wacker.com](http://www.wacker.com)

## Aviteq startet Joint Venture für den asiatischen Markt



**Der repräsentative neue Firmensitz der Aviteq Industrial Technology Co. Ltd. in Shanghai**

Im April fand in Shanghai die Eröffnungsfeier eines zukunftsweisenden Joint Venture aus Aviteq Vibrationstechnik und dem chinesischen Unternehmen Shanghai Finde M&E Tech statt. Auf dem Gelände der neu gegründeten Aviteq Industrial Technology mit etwa 2.000m<sup>2</sup> Produktions- und 450m<sup>2</sup> Büroflächen wird seitdem die Ferti-

gung von vibrations- und verfahrenstechnischen Anlagen vorangetrieben, die ausschließlich für den asiatischen Markt bestimmt sind. Der Kooperationspartner Finde ist überwiegend im Bereich Antriebs- und Steuerungstechnik in China tätig und wird seit rund 10 Jahren mit Aviteq-Magnetantrieben beliefert. [www.aviteq.de](http://www.aviteq.de)



# SCHÜTTGUT

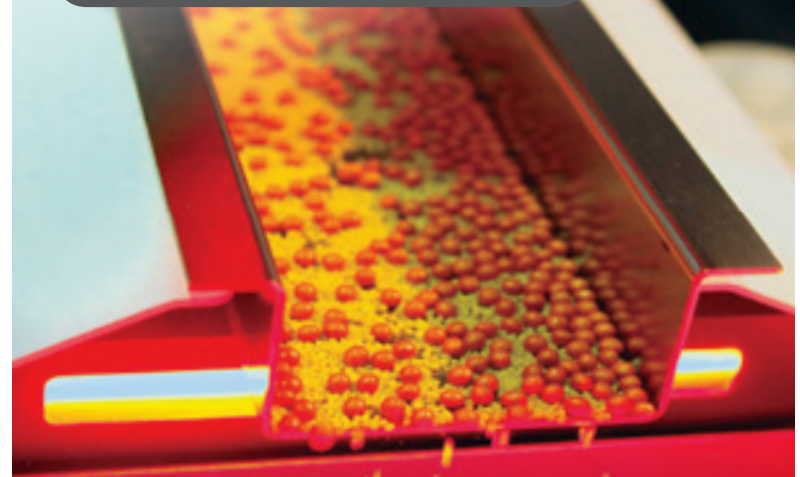
**DORTMUND 2015**

 Fachmesse für  
 Granulat-, Pulver- und Schüttguttechnologien

**04. – 05.11.2015**  
 Messe Westfalenhallen  
**Dortmund**

Zeitgleich mit:

**RECYCLING 2015  
 TECHNIK**

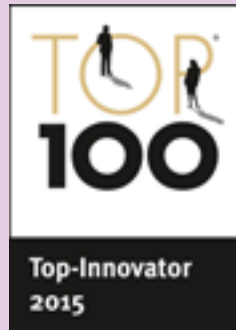
 Fachmesse für  
 Recycling-, Umwelttechnik und Urban Mining

**SCHÜTTGUT hat viele Facetten.**

 Entdecken Sie die gesamte Vielfalt  
 in Dortmund!

**Exklusiv für Leser  
 der chemie&more  
 jetzt kostenfrei mit  
 Code 4029 registrieren:**

**www.schuettgut-dortmund.de**
**TOP 100: Auszeichnung für die  
 innovativsten Mittelständler**

**Ranga Yogeshwar  
 unterstützt das  
 Projekt TOP 100  
 seit 2012 als Mentor**

 Bild: KDBusch/compamedia  
 GmbH

**Beumer mit „Top 100“-Siegel ausgezeichnet**

Für die systematische Planung, Steuerung und Kontrolle von Innovationen hat die Beumer Group ein Innovationsmanagement fest in die Unternehmensstrategie integriert. In den vergangenen zwei Jahren hat die Firmengruppe dadurch fast 100 Patente angemeldet und wurde nun als eines der innovativsten Unternehmen im deutschen Mittelstand mit dem „Top 100“-Siegel ausgezeichnet. Auf dem deutschen Mittelstands-Summit, der Ende Juni in Essen stattfand, ehrte Wissenschaftsjournalist und TV-Moderator Ranga Yogeshwar das Unternehmen mit dem begehrten Preis.

[www.beumergroup.com](http://www.beumergroup.com)
**Heraeus Medical erneut top-innovatives Unternehmen**

Großen Erfolg gibt es auch für den Biomaterialien- und Medizinproduktspezialisten Heraeus Medical aus Wehrheim/Taunus. Die Global Business Unit des Technologiekonzerns Heraeus wurde zum zweiten Mal in Folge von „Top 100“-Mentor Ranga Yogeshwar ausgezeichnet und schaffte in der Größenklasse der Unternehmen von 50 bis 250 Mitarbeitern den Sprung auf Platz 2. Damit das Unternehmen seinem Ruf gerecht bleibt, widmen sich über ein Drittel der 148 Beschäftigten in Deutschland ausschließlich innovativen Prozessen – von der Optimierung bestehender Produkte bis zur Neuentwicklung.

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

**„Top 100“: der Wettbewerb** – Seit 1993 vergibt compamedia das „Top 100“-Siegel. Gemeinsam mit Mentor Ranga Yogeshwar ehrt TOP 100 die innovativsten Firmen des deutschen Mittelstands. Für die wissenschaftliche Leitung des Projekts sind Prof. Dr. Nikolaus Franke und sein Team von der Wirtschaftsuniversität Wien verantwortlich. Im Rahmen einer Benchmarkingstudie vergleicht er alle teilnehmenden Unternehmen miteinander und erstellt in jeder der drei Größenklassen eine Liste der 100 innovativsten Firmen. Mehr unter [www.top100.de](http://www.top100.de).

**Endress+Hauser Conducta feiert  
 Erfolg bei Arbeitgebervergleich „Top Job“**

Zum zweiten Mal in Folge ist Endress+Hauser Conducta zum Sieger im Wettbewerb „Top Job“ gekürt worden. Der Arbeitgebervergleich bescheinigt dem Kompetenzzentrum für Flüssigkeitsanalyse zufriedene Mitarbeitende, die sich in hohem Maße mit dem Unternehmen und seinen Produkten

identifizieren, sowie besondere Qualität in der Führung. Das Unternehmen beteiligte sich zum sechsten Mal erfolgreich am Arbeitgebervergleich „Top Job“, der seit 2002 ausgerichtet wird und damit zu den etablierten Wettbewerben zählt.

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

Premium Partner:


 Organised by  
**EASYFAIRS**  
 Visit the future

## Thomas Wessel neuer Vorsitzender des Fonds der Chemischen Industrie und des VCI-Forschungsausschusses

Thomas Wessel, Mitglied des Vorstands der Evonik Industries AG, ist neuer Vorsitzender des Fonds der Chemischen Industrie (FCI) und des Ausschusses Forschung, Wissenschaft und Bildung im Verband der Chemischen Industrie (VCI). Wessel (Jg. 1963) ist Personalvorstand der Evonik Industries AG, Essen. Neben seinem Vorstandsmandat bei Evonik bekleidet Wessel zahlreiche Mandate in regionalen und überregionalen Gremien wie zum Beispiel als Vorsitzender des Hochschulrates der Westfälischen Hochschule Gelsenkirchen Bocholt Recklinghausen.



Bild: Evonik Industries AG | [www.vci.de/fonds](http://www.vci.de/fonds)

## Wechsel im Vorstand von Getec Wärme & Effizienz

Der bisherige Vorstandssprecher der Getec Wärme & Effizienz AG (GWE), Gerhard Andres (2. v. l.), wechselte in den Aufsichtsrat des Unternehmens. Sein Amt als Vorstandssprecher (CEO) gab er an den bisherigen Vertriebsvorstand Michael Lowak (l.) weiter. Neu in den Vorstand rückt der bisherige Prokurist Markus Stoll (r.) als COO auf. Er ist des Weiteren Vorstand bei der Getec media AG. Heike Zembrod (2. v. r.) ist seit der Gründung von Getec Technischer Vorstand (CTO). Sie betreut seit über 20 Jahren in führenden Positionen den Bereich Immobilienwirtschaft und Arealliegenschaften.



Bild: GWE | [www.getec.de](http://www.getec.de)

## Thomas Münstermann neu bei Askia

Als Spezialist für Prozesssicherheit bietet Askia wichtige Seminare und Schulungen sowohl in der Firmenzentrale als auch vor Ort sowie Unterstützung bei der Auslegung und Berechnung von ganzen Anlagen anhand modernster Software-Tools an. Jetzt gehört auch Dipl.-Ing. Thomas Münstermann, anerkannter Spezialist für Berstscheiben und Prozesssicherheit, zum Askia-Team. Er ist national und international bekannt durch seine Gremienarbeit, Seminare und Schulungen. Mit Thomas Münstermann kommen rund zwei Jahrzehnte Erfahrung und Know-how im Bereich Prozesssicherheit in das Unternehmen.



Bild: Askia | [www.askiagmbb.de](http://www.askiagmbb.de)

## Hans Turck verstorben

Hans Turck ist am 10. Juli 2015 im Alter von 91 Jahren verstorben. Nur knapp drei Monate nach dem Tod seines jüngeren Bruders Werner verliert die Turck-Gruppe damit den zweiten Unternehmensgründer und eine herausragende Persönlichkeit. Mit seiner Kontaktfreude und Offenheit, der ausgeprägten Vertriebsorientierung sowie der Fähigkeit, Kunden zu begeistern und internationale Märkte zu erschließen, ebnete Hans Turck schon früh den Weg des Unternehmens. Nach Abschluss seines Ingenieurstudiums im Jahr 1950 sammelte Hans Turck zunächst zehn Jahre Vertriebs Erfahrung, bevor er sich mit einem Ingenieurbüro in Mülheim selbstständig machte, aus dem später die Hans Turck GmbH & Co. KG hervorging.



Bild: Turck | [www.turck.com](http://www.turck.com)

## Dr. Holger Zinke mit dem Greifswald Research Award 2015 ausgezeichnet

Als erster Unternehmer wird Dr. Holger Zinke mit dem Greifswald Research Senior Award ausgezeichnet. Der Gründer und Vorsitzende des Vorstandes der Brain AG und Träger des Deutschen Umweltpreises wurde von der Jury des Greifswald University Club (GUC) für seine Leistungen im Bereich des Transfers von biotechnologischer Forschung und Entwicklung geehrt. Mit der Auszeichnung soll auch die langjährige Kooperation Zinkes und seines Unternehmens BRAIN AG mit der Universität Greifswald gewürdigt werden.



Bild: Kristian Barthen Archiv BRAIN AG | [www.brain-biotech.de](http://www.brain-biotech.de)

## Wechsel im Vorstand von Wacker

Dr. Joachim Rauhut, Finanzvorstand der Wacker Chemie AG, wird mit Ablauf seines Vertrages wie geplant zum 31. Oktober 2015 aus dem Unternehmen ausscheiden. Das Finanzressort wird zum 1. November Dr. Tobias Ohler übernehmen, der dem Wacker-Vorstand seit Anfang 2013 angehört. Gleichzeitig hat der Aufsichtsrat Ohlers Vertrag, der zum 31. Dezember 2015 ausläuft, um weitere fünf Jahre verlängert. Neu in den Vorstand wurde mit Wirkung zum 1. November 2015 Dr. Christian Hartel berufen. Sein Vertrag hat eine Laufzeit von drei Jahren. Hartel leitet gegenwärtig den Geschäftsbereich Wacker Silicones.

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

## Alberto Caprari neuer Präsident von ANIMA, Italien

Der Verband der Maschinenbauer ANIMA als Teil der italienischen Industrie- und Handelsorganisation Confindustria, vergleichbar mit dem Bundesverband der Deutschen Industrie, hat Alberto Caprari zum neuen Präsidenten gewählt. Caprari ist in dritter Generation geschäftsführender Gesellschafter (CEO) des gleichnamigen Pumpenherstellers, der auch in Deutschland mit Sitz in Fürth aktiv ist. Er führte zuvor den Vorsitz des Pumpenverbandes Assopompe und war seit 2010 Vizepräsident von ANIMA. Dort sind über 1.000 Unternehmen organisiert.



Bild: Caprari | [www.caprari.de](http://www.caprari.de)

## Literaturpreis der chemischen Industrie 2015 für Lehrbuch über Polymere

Der in diesem Jahr mit 15.000 Euro dotierte Literaturpreis des Fonds der Chemischen Industrie (FCI) geht an Prof. Sebastian Koltzenburg (BASF SE), Prof. Michael Maskos (Universität Mainz/Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie) und Prof. Oskar Nuyken (Technische Universität München). Die drei Polymer-Chemiker werden für ihr Lehrbuch „Polymere: Synthese, Eigenschaften und Anwendungen“ ausgezeichnet, das 2014 erschienen ist. Seit 1970 würdigt der Fonds-Literaturpreis Autoren und Herausgeber, die zu einem breiten



Prof. Dr. Oskar Nuyken  
Bild: VCI/Fuest



Prof. Dr. Michael Maskos  
Bild: Fraunhofer ICT-IMM



Prof. Dr. Sebastian Koltzenburg  
Bild: Prof. Dr. Sebastian Koltzenburg

Verständnis chemiebezogener Themen beitragen.

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

## Prämiert: Fassadenfarbe nach dem Vorbild des Nebeltrinker-Käfers

Der Nebeltrinker-Käfer war Vorbild für die neue, intelligente bionische Farbe „StoColor Dryonic“. Um in der Wüste zu überleben, wandelt dieser den Nebel, der auf seinem Rücken kondensiert, in Wasser um und leitet es direkt in sein Maul.

Bild: Sto SE & Co. KGaA, Vladimir Wrangel



Das Fraunhofer IPA hat die Gewinner der „Oberfläche 2015“ bekanntgegeben. Mit der Auszeichnung prämiert die Forschungseinrichtung seit 2012 alljährlich innovative Anwendungen und Technologien aus dem Gebiet der Oberflächentechnik. Das Rennen machte die Firma Sto SE & Co. KGaA, die eine intelligente Fassadenfarbe nach dem Vorbild des Nebeltrinker-Käfers entwickelt hat. Platz zwei und drei belegten die Firmen Tubex GmbH und Airbus Group Innovations (AGI) mit einem umwelt-

freundlichen Verfahren zu Innenbeschichtung von Dosen bzw. einer eisphoben Oberfläche zur effizienten Enteisung von Flugzeugkonfigurationen. Die unabhängige und fachübergreifende Jury des Innovationswettbewerbs bildeten Dr. Martin Metzner vom Fraunhofer IPA, Dr. Martin Riestler vom VDMA-Fachverband Oberflächentechnik und Dr. Michael Hilt von der Forschungsgesellschaft für Pigmente und Lacke e.V.

Quelle: [www.ipa.fraunhofer.de](http://www.ipa.fraunhofer.de)

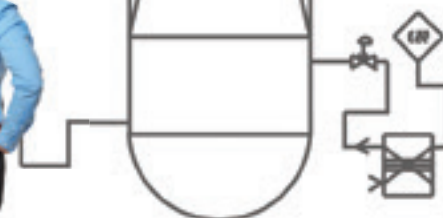
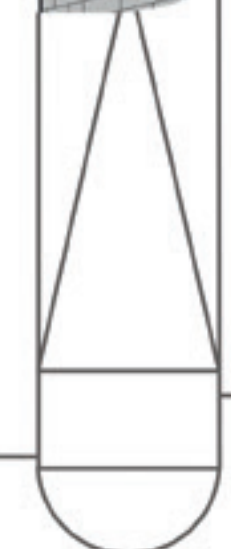
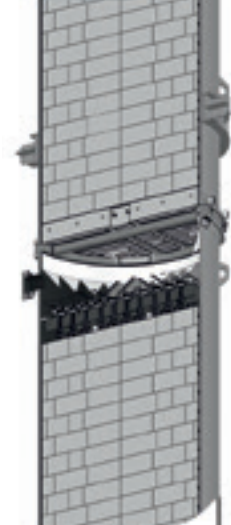
## Fachverband Anlagenbau präsentiert seine neue Strategie

Auf seiner diesjährigen Ordentlichen Mitgliederversammlung präsentierte der FDBR e.V., Traditionsverband des deutschen Anlagenbaus, seine neue Strategie – und damit die Antwort der Mitgliedsunternehmen auf die Energiewende. Diese spielte auch im Grußwort von NRW-Wirtschaftsminister Garrelt Duin eine wichtige Rolle. Es würden auch in Zukunft fossile Energieträger gebraucht, die gemeinsam mit den Erneuer-

baren zur Versorgungssicherheit beitragen. Kern des Ausbaus des FDBR-Leistungspotfolios ist, die Dienstleistungsangebote verstärkt dem Mittelstand und dessen Kunden nahezubringen, wie FDBR-Vorstandsvorsitzender Jörg Klasen ausführte. Darüber hinaus sollen die Verbandsmitglieder in neue Märkte begleitet werden.

Quelle: [www.fdbbr.de](http://www.fdbbr.de)

THE POWER OF ENGINEERING



**DOSTMANN electronic GmbH**



**LOG 32 Serie**  
ab **49,50 €**

- Erstellt automatisch PDF-Reports
- Integrierte USB-Schnittstelle
- Ohne Software nutzbar (vorprogrammiert 5 Minuten Messintervall)



Technische Daten —  
QR-Code scannen und  
näher informieren!

**Temperatur-Feuchte-Luftdruck Datenlogger**

Waldenbergweg 3b · D-97877 Wertheim/Reicholzheim  
Tel.: 0 93 42 / 3 08 90 · Fax: 0 93 42 / 3 08 94  
[info@dostmann-electronic.de](mailto:info@dostmann-electronic.de) · [www.dostmann-electronic.de](http://www.dostmann-electronic.de)

Ihr Ziel erreichen Sie mit uns schneller

- Alles aus einer Hand
- Säurebeständige Lösungen
- Von der Komponente bis zur fertigen Anlage

**De Dietrich**  
PROCESS SYSTEMS

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

### MSR-Spezialmesse für Prozessleitsysteme, Mess-, Regel- und Steuerungstechnik

**16. September 2015, Landshut**

Ca. 150 Fachfirmen der Mess-, Steuer-, Regel- und Automatisierungstechnik zeigen auf der von der MEORGA veranstalteten regionalen Spezialmesse Geräte und Systeme, Engineering- u. Serviceleistungen sowie neue Trends im Bereich der Automatisierung. Die Messe findet in der Sparkassen-Arena in Landshut von 8:00 bis 16:00 Uhr statt und 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, die Teilnahme an den Workshops sowie Snacks und Getränke sind für die Besucher kostenlos.

**[www.meorga.de](http://www.meorga.de)**

### DIAM 2015 in der Jahrhunderthalle Bochum

**04. – 05. November 2015, Bochum**

Als Fachmesse für die deutsche Industriearmaturen-Branche fühlt sich die DIAM besonders dem ertragreichen Austausch zwischen ihren Ausstellern und Besuchern verpflichtet. Allein auf der diesjährigen DIAM können sich die Besucher auf fünf Fachvorträge an zwei Messetagen freuen, die von renommierten Firmen und Organisationen gestellt werden. Die Themen reichen dabei von „bauartigbedingten Undichtigkeiten an (Norm-) Flanschverbindungen“ bis hin zu „Dich-

tungsauswahl anhand der Kennwerte nach EN 13555 am Beispiel von PTFE“. Erweitert wird dieses Informationspaket durch zahlreiche Workshops und Live-Produktvorführungen. Die Vernetzung von Wissenschaft und Praxis sowie von jungen Studierenden und Unternehmen liegt der DIAM besonders am Herzen. Schon zum Markenzeichen gewordene ist das DIAM-All-inclusive-Catering, das allen Teilnehmern für ihr leibliches Wohl zur Verfügung steht.

**[www.diam.de](http://www.diam.de)**

## Tipp der Redaktion

### HDT-Fachtagungen zu den Themen „Explosionsschutz“ und „Brandschutz“



#### **9. Essener Explosionsschutz-tage am 29. und 30.9. 2015**

Zwei Tage, voll mit Themen rund um den Explosionsschutz, werden geboten. Ein optimales Forum, um sich zu informieren, offene Fragen direkt an die Referenten zu stellen oder sie direkt in der abschließenden Podiumsdiskussion zu besprechen. Die umfassende, begleitende Fachausstellung dient den Herstellern und Dienstleistern zur Präsentation ihrer neues-

ten Produkte. 13 verschiedene Referenten aus Forschung und Industrie werden den Teilnehmern praxisnahe und nachvollziehbare Hilfen zur Umsetzung in ihrem Betrieb geben und das sehr wichtige Thema des Explosionsschutzes von allen Seiten beleuchten. 100 Fachkräfte und 15 Aussteller werden erwartet.

**Weitere Informationen:**  
**[www.hdt-essen.de/W-H050-09-477-5](http://www.hdt-essen.de/W-H050-09-477-5)**

#### **Tagung „Brandschutz im Tank- und Gefahrgutlager“ am 16.11.2015**

Es war im Januar 2014, als eine schwarze Wolke fast ganz Köln verdunkelte. Im Shell-Werk in Köln-Godorf wollten Techniker eigentlich nur Löscheinrichtungen an einem Tank testen. Im Tank befindet sich leicht entzündliches Toluol, das irgendwie zu brennen anfängt. Was genau ist passiert? Wie schnell wird gehandelt? Wie sieht die Einsatztaktik aus? Wie genau läuft der anschließende Einsatz ab? Genau diese Fragen werden im Rahmen dieser HDT-Tagung beantwortet. Referenten sind Joachim Ligocki, Leiter der Werkfeuerwehr Shell Deutschland Oil GmbH Rheinland Raffinerie, und Constantin Graf von Hoensbroech, Pressesprecher der Shell Deutschland Oil GmbH Rheinland Raffinerie. Darüber hinaus werden weitere konkrete Brandfälle und Einsatzmaßnahmen vorgestellt. Die Tagung bietet eine geeignete Plattform für den Austausch von Erfahrungen im Bereich des Brandschutzes mit

konkreten Problemlösungen.

**Weitere Informationen:**  
**[www.hdt-essen.de/W-H050-11-640-5](http://www.hdt-essen.de/W-H050-11-640-5)**



## Seminare der O-Ring-Akademie®

### Seminar 3/2015

„Sicheres Abdichten mit O-Ringen inkl. Prüfung und Schadensanalyse“,  
16. – 17. September 2015, Pinneberg

Das zweitägige Vertiefungsseminar richtet sich an Entwickler, Konstrukteure, Techniker und Anwender. Am Tag 1 werden Themen wie z.B. die Funktionsweise einer O-Ring-Dichtung und Einbauarten, die richtige Werkstoffauswahl oder die Schadensanalyse von Elastomeren-Dichtungen behandelt, der Tag 2 ist praktischen Übungen und einer Laborbesichtigung gewidmet. Die Seminargebühr beträgt 490,- Euro zzgl. MwSt., Anmeldeschluss ist der 06.09.15.

### Seminar 4/2015:

„Sicher abdichten mit O-Ringen“,  
19. November 2015, Pinneberg

Das O-Ring-Basis-Seminar für den technischen Bereich richtet sich an Entwickler, Konstrukteure, Techniker, Anwender. Die Seminargebühr beträgt 380,- Euro zzgl. MwSt., Anmeldeschluss ist der 09.11.15.

Weitere Informationen  
und Anmeldung unter

[www.cog.de/o-ring-akademiereg/  
seminaruebersicht.html](http://www.cog.de/o-ring-akademiereg/seminaruebersicht.html)

## Indu-Sol-Praxisseminare für PROFIBUS, PROFINET, Ethernet, EMV, WLAN, CAN und ASi

In einem spannenden Zusammenspiel aus Theorie und Praxis vermitteln Ihnen die Seminare die wichtigsten Grundlagen und funktionalen Zusammenhänge für den fachgerechten Umgang mit Ihrem Bussystem. Dabei wird besonders auf Tücken bei Inbetriebnahme, Wartung, Instandhaltung und Service eingegangen. Indu-Sol ist zertifiziertes PI Training Center (PITC).

PROFIBUS: 15.–16.09.2015 in Steyr (AT)  
22.–23.09.2015 in Braunschweig  
13.–14.10.2015 in Leinfelden-Echterdingen  
25.–26.11.2015 in Wuppertal

PROFINET: 28.–29.09.2015 in Teltow  
20.–21.10.2015 in Wuppertal  
27.–28.10.2015 in Sauerlach/München  
03.–04.11.2015 in Braunschweig  
17.–18.11.2015 in Brühl/Mannheim  
26.–27.11.2015 in Matzingen (CH)

[www.indu-sol.com](http://www.indu-sol.com)

## 4. Praktikerkonferenz Wasserkraft, Turbinen & Systeme

15. – 16. September 2015, TU Graz

Die von Prof. Dr.-Ing. Jaberg, Vorstand des Instituts für Hydraulische Strömungsmaschinen (HFM) an der TU Graz, veranstaltete Konferenz bietet:

Ein technisches Forum zum Austausch und Netzwerken zwischen Betreibern, Herstellern, Planern und der Forschung; Erfahrungsaustausch von Praktikern für Praktiker; fundierte Informationen über Neuentwicklungen, besondere Problemlösungen,

Best Practice, Trouble Shooting u.s.w.. Das offene Wort wird gepflegt! Wie immer besteht auch die Möglichkeit für Unternehmen, mit einem Ausstellungsstand vor Ort präsent zu sein.

Info & Anmeldung: Frau Mag. Margot Oppelz, [info@wasserkraft-graz.at](mailto:info@wasserkraft-graz.at).

[www.wasserkraft-graz.at](http://www.wasserkraft-graz.at)



**Julabo**  
THE TEMPERATURE CONTROL COMPANY

## CORIO™ der neue Einstieg in die professionelle Welt des Temperierens

Professionelles Temperieren im Labor muss nicht teuer sein: das zeigt die neue JULABO Einstiegslinie CORIO™. Ob als Einhängethermostat, Bad- und Umwälzthermostat oder Kältethermostat – die CORIO™ stehen für Qualität und Zuverlässigkeit.

Überzeugen Sie sich vom neuen, besseren Einstieg in die Welt des Temperierens und fragen Sie uns nach CORIO™.

**CORIO™**

**NEU**

Informationen zu allen Modellen:  
[www.julabo.com](http://www.julabo.com)

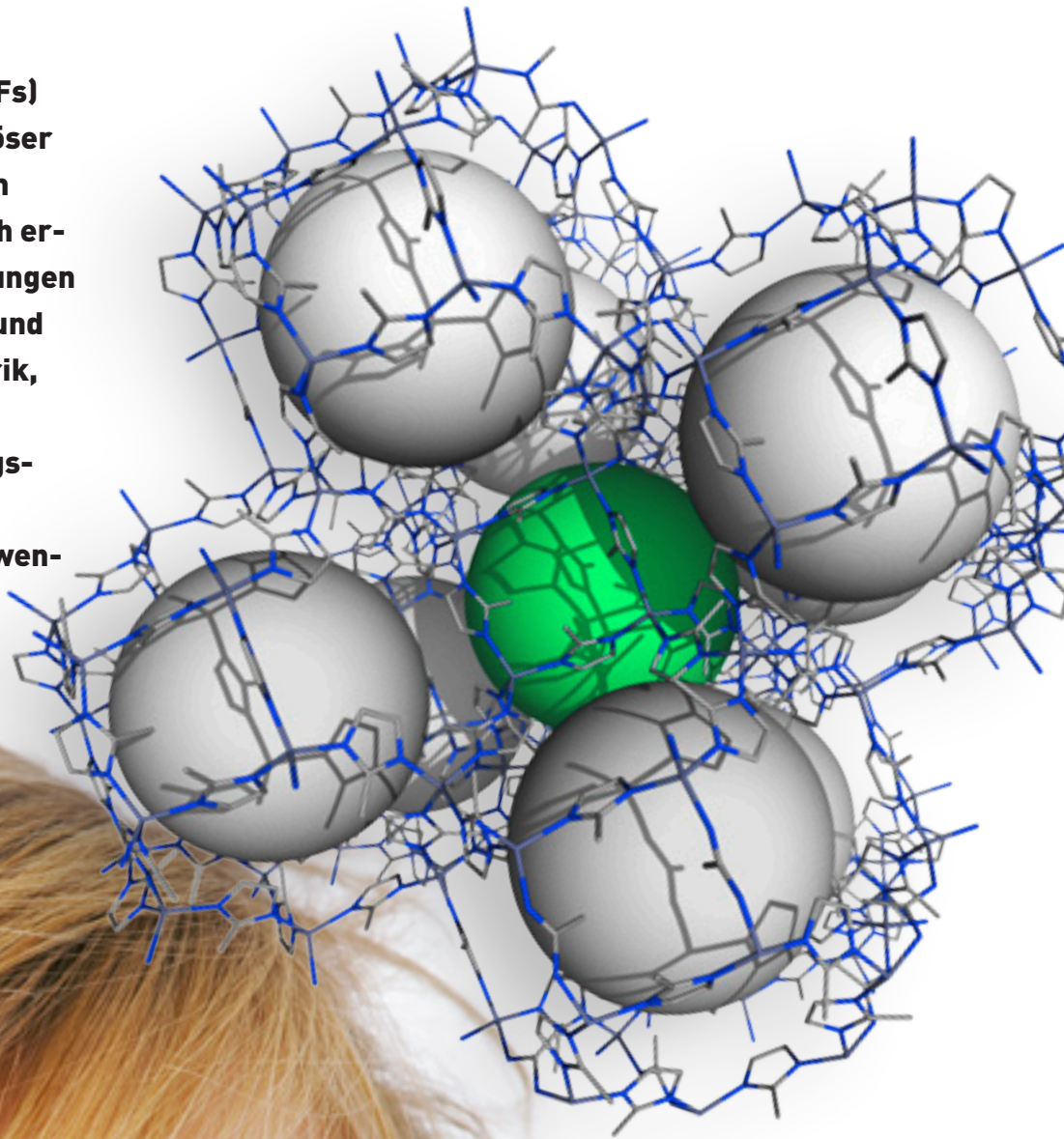
JULABO GmbH  
Eisenbahnstraße 45  
77960 Seelbach/Germany  
Tel. (+49) 07823 / 51 - 0

# Nanoporöse Multitalente

Metal-Organic Frameworks (MOFs): Leistungsfähige Herstellungsverfahren sind der Schlüssel zu vielfältigsten Anwendungen

Dipl.-Ing. Angelos Polyzoidis, Dr. Giancarlo Calogero Piscopo, Dr. Stefan Löbbecke  
Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT, Pfinztal

**Metallorganische Gerüstverbindungen (engl.: Metal-Organic Frameworks, MOFs) erfahren als eine neue Klasse hochporöser Materialien einen ungebrochenen Boom in Wissenschaft und Technik, schließlich erstrecken sich die potenziellen Anwendungen von der Gasspeicherung, Gastrennung und Katalyse bis hin zur Biomedizin, Sensorik, Energietechnik und Mikroelektronik. Allerdings werden robuste und leistungsfähige Herstellungstechniken benötigt, um die hohen Erwartungen an MOF-Anwendungen Realität werden zu lassen.**



Typische Struktur einer MOF-Verbindung (hier: ZIF-8, aufgebaut aus Zn-Knotenpunkten und 2-Methylimidazol-Brückenmolekülen). Graue und grüne Kugeln illustrieren die unterschiedlichen Porengrößen in der Gerüstverbindung.  
© Fraunhofer ICT

### Metal-Organic Frameworks: eine unerschöpfliche Quelle an nanoporösen Gerüstverbindungen

Mit ihren großen spezifischen Porenvolumina von bis zu  $3,60\text{cm}^3/\text{g}$  und hohen spezifischen Oberflächen von bis zu  $7.000\text{m}^2/\text{g}$  übertreffen Metal-Organic Frameworks (MOFs) etablierte poröse Materialien wie Aktivkohlen oder Zeolithe zum Teil deutlich. Was MOFs besonders macht, ist ihr Aufbau aus metallischen Clustern (Knotenpunkte) und organischen Brückenmolekülen (Linker), die die Gerüststruktur aufspannen (siehe Aufmacherillustration). Diese modulare Zusammensetzung erlaubt nahezu unbegrenzte Kombinationsmöglichkeiten. So verwundert es nicht, dass sich bislang alle vier Jahre die Anzahl beschriebener MOF-Strukturen verdoppelt hat. Mittlerweile sind über 20.000 MOF-Strukturen bekannt [1, 2], wobei viele dieser Strukturen zurzeit eher von akademischem Interesse sind und sich auf Grund von mangelnder Stabilität, hohem Syntheseaufwand oder Toxizität produktnahe Anwendungen nicht abzeichnen.

Dennoch gilt: durch die gezielte Kombination aus organischen Linkern und metallischen Knotenpunkten lassen sich MOFs mit sehr unterschiedlichen Materialeigenschaften entwickeln. Sowohl die Porengröße als auch die chemische Beschaffenheit des Porengerüsts können für die gewünschte Anwendung – von der Gasspeicherung bis hin zum Elektroden- oder Sensormaterial – maßgeschneidert werden. Auch bereits bestehende MOF-Strukturen können chemisch nachträglich über sogenannte Post-Synthesis Modifications (PSM) derivatisiert und somit gezielt verändert werden [3].

### MOF-Anwendungen brauchen leistungsfähige Herstellungsverfahren

Das vielfältige Anwendungspotenzial von MOFs ist offensichtlich. Für die weitere (industrielle) Anwendungserprobung dieser vielversprechenden Substanzklasse stellen gegenwärtig der kommerzielle Zugang zu MOF-Substanzen und deren mengenmäßige Verfügbarkeit häufig eine entscheidende Hürde dar. Bislang sind nur wenige MOF-Verbindungen in kleineren Mengen zu relativ hohen Kosten kommerziell erhältlich. Hierzu zählen bewährte MOF-Verbindungen wie z. B. HKUST-1, ZIF-8, MIL-53<sup>1</sup> sowie ein gutes Dutzend weiterer populärer MOF-Strukturen. Was aber macht die Synthese und Aufskalierung von MOFs schwierig? Die Einführung neuer Materialien in technische Anwendungen erfordert leistungsfähige und robuste Syntheseprozesse, die eine hohe Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit gewährleisten. Für die Herstellung von MOFs stellt dies eine der größten Herausforderungen dar. Jeder, der sich mit der Synthese von

MOF-Strukturen beschäftigt, weiß: Die Wiederholung von Syntheseprotokollen kann schnell zu unterschiedlichen Produkteigenschaften wie Morphologie, Kristallphase, Dichte, Porosität usw. führen. Der beim Aufbau der MOF-Kristalle sehr empfindliche Prozess der Selbstanordnung reagiert unmittelbar auf veränderte oder schwankende Prozessbedingungen bei der Synthese, wie z.B. lokale Konzentration und Stöchiometrie, Temperatur, Druck, Verweilzeit, Restfeuchte usw. Entsprechend häufig führen unterschiedliche Synthesewege für eine MOF-Verbindung auch zu unterschiedlichen Stabilitäten des Kristall-Netzwerkes. Ein häufig unterschätzter Aspekt bei der Standard-Batch-Synthese von MOFs ist der limitierte Stofftransport. Insbesondere bei schnell reagierenden MOF-Systemen wie ZIF-8 oder HKUST-1 spielt die Vermischung eine zentrale Rolle, da sie die Produktqualität unmittelbar beeinflusst.

Konsequenterweise ist die Aufskalierung dieser Synthesen herausfordernd. Ein literaturbekannter Syntheseweg für eine MOF-Substanz im Milligramm-Maßstab scheitert häufig bereits bei der Aufskalierung in den Gramm-Maßstab, indem man entweder ein amorphes Produkt oder ein Produkt mit schlechten Struktureigenschaften erhält. Viele MOF-Synthesen reagieren gleichermaßen sensitiv auf veränderte Wärmetransportbedingungen – ein ebenfalls klassisches Aufskalierungsproblem.



**Abb. 1** Herzstück der kontinuierlichen MOF-Herstellung: mikrofluidische Reaktorstrukturen

© Fraunhofer ICT



## Immer die Sicherheit im Blick

### Explosionsschutz

- Explosionsunterdrückung
- Explosionsdruckentlastung
- Explosionsentkopplung



### IEP Technologies GmbH

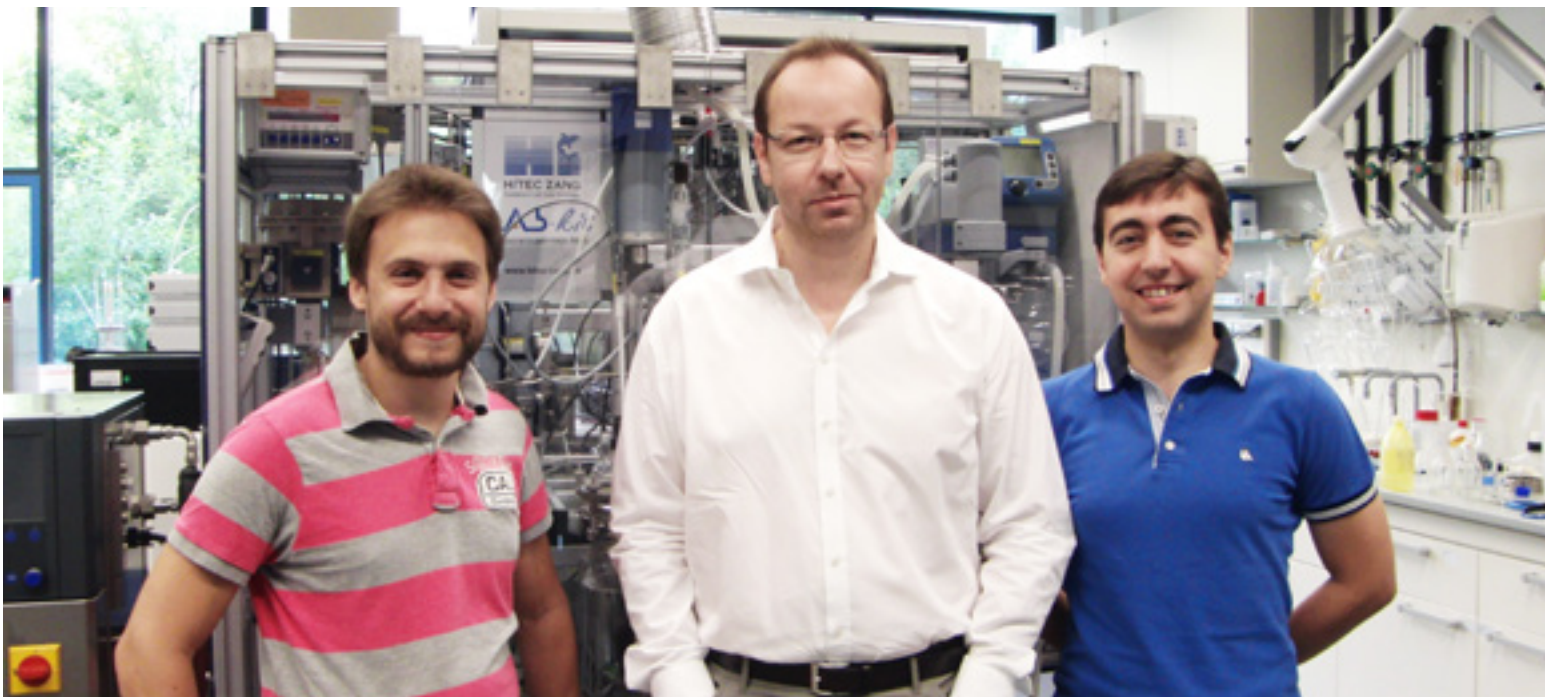
Kaiserswerther Str. 85c  
40878 Ratingen

Tel: +49 (0) 2102 5889-0

Fax: +49 (0) 2102 5889-111

www.IEPTechnologies.com

info@IEPTechnologies.com



v.l.n.r.: Dipl.-Ing. Angelos Polyzoidis, Dr. Stefan Löbbecke, Dr. Giancarlo Piscopo

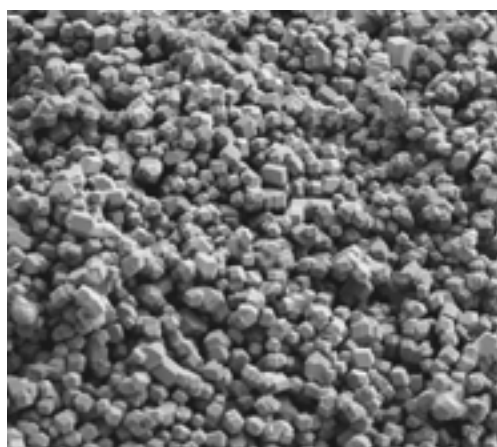
**Stefan Löbbecke** studierte Chemie an den Universitäten Braunschweig und Marburg. 1999 promovierte er auf dem Gebiet der Analytischen Chemie. Seit über 20 Jahren arbeitet Dr. Löbbecke am Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT in Pfinztal bei Karlsruhe. Seine Arbeitsgebiete erstreckten sich zunächst von der Entwicklung von überkritischen Fluidprozessen über die Chemie der Treib- und Explosivstoffe bis hin zur Prozessführung in Mikroreaktoren. Heute ist er für die Abteilung „Energetische Materialien“ verantwortlich, die mit ihren über 80 Mitarbeitern ein breites Spektrum an FuE-Dienstleistungen auf dem Gebiet der Chemie sowie der Reaktions- und Verfahrenstechnik anbietet. Die aktuellen Forschungsaktivitäten von Dr. Löbbecke liegen in den Bereichen neue, kontinuierliche (Mikro-)Verfahrenstechniken, moderne Prozessanalysetechniken sowie neuartige metallorganische und energetische Materialien.

**Giancarlo Calogero Piscopo** studierte Chemie an der Universität Palermo (Italien) und promovierte 2012 an der Universität Parma (Italien) auf dem Gebiet „Catalysis and Flow Chemistry“. Er war im Anschluss Postdoc bei Prof. Walter Leitner am Institut für Technische und Makromolekulare Chemie der RWTH Aachen und arbeitet seit 2014 am Fraunhofer ICT. Die Arbeitsschwerpunkte von Dr. Piscopo liegen auf den Gebieten der Synthese, post-synthetischen Modifikation und katalytischen Anwendung von MOFs und anderen metall-organischen Verbindungen.

**Angelos Polyzoidis** studierte Chemie-Ingenieurwesen an der National Technical University of Athens (Griechenland). Er war Stipendiat des Fonds der Chemischen Industrie und arbeitet seit 2012 am Fraunhofer ICT auf dem Gebiet der kontinuierlichen Synthese und Aufskalierung von MOFs, das auch Thema seiner aktuellen Promotionsarbeit ist.

## Konti-Prozesse lösen Batch-Prozesse ab

Das Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT konzentriert sich in seinen Arbeiten deshalb auf die reaktions- und verfahrenstechnische Optimierung



**Abb. 2** MOF-Kristalle mit enger Partikelgrößenverteilung, REM-Aufnahme (hier: ZIF-8, mittlere Partikelgröße 500µm)

© Fraunhofer ICT

von MOF-Synthesen und deren Aufskalierung unter technisch und wirtschaftlich akzeptablen Bedingungen. Dabei spielen Synthesekapazitäten, Ausbeuten, Rohstoff- und Energiekosten, Sicherheit und Ökobilanz eine zentrale Rolle. Zudem müssen Herstellungsstrategien entwickelt werden, die eine möglichst flexible und skalierbare Bereitstellung von MOF-Substanzen im Kilogramm-Maßstab ermöglichen, um damit MOFs für die Validierung von industriellen Anwendungen in Form von Demonstratoren verfügbar zu machen.

Für die Synthese stark nachgefragter MOF-Substanzen wie z. B. ZIF-8 wird konsequent von der herkömmlichen diskontinuierlichen Batch-Herstellung auf kontinuierliche Prozessfahrweisen umgestellt. Dabei wird häufig auf mikroverfahrenstechnische Komponenten zurückgegriffen, die gegenüber herkömmlichen Batch-Reaktoren eine starke Intensivierung von

Stoff- und Wärmetransport ermöglichen und zudem eine genaue Verweilzeitkontrolle erlauben (Abb. 1). Über mehrere Entwicklungszyklen ist es so gelungen, signifikante Prozessoptimierungen sowohl im Hinblick auf Durchsatz und Produktqualität als auch MOF-Herstellungskosten zu erzielen [4]. Mit Hilfe der Conti-Prozesse unter Einsatz mikrofluidischer Strukturen werden MOF-Kristalle mit enger Partikelgrößenverteilung erhalten (Abb. 2). Bei durchgängig kontinuierlicher Prozessführung können mittlere Partikelgrößen von < 100 nm eingestellt werden. Für die Herstellung größerer MOF-Kristalle wird das Reaktionssystem auf einen nachgeschalteten Semi-Batch-Prozess übertragen, in dem das weitere Kristallwachstum gefördert wird (Abb. 3). Mit der kontinuierlichen Reaktionsführung in mikrostrukturierten Reaktoren ist es zudem möglich, über die präzise Wahl der Prozessbedingungen gezielt sowohl die mikroskopische als auch makroskopische





**Abb. 3** MOF-Herstellung und Aufarbeitung im technischen Maßstab  
© Fraunhofer ICT

Morphologie der MOF-Produkte einzustellen, je nach Anwendungsfall (Abb. 4). Typische Synthesekapazitäten liegen gegenwärtig im Bereich von mehreren Kilogramm Produkt pro Tag – bei Herstellungskosten von z. T. deutlich unter 1 Euro pro Gramm MOF.

Mit dem kontinuierlichen Syntheseansatz wurde bewusst ein Reaktorkonzept gewählt, das nicht nur hohe Raum-Zeit-Ausbeuten liefert, sondern auch skalierbar ist. Durchsatzsteigerungen werden durch eine entsprechende Parallelisierung von Reaktionssträngen unter Erhalt der gewählten Dimensionierungen und damit unter Erhalt von optimierten Stoff- und Wärmetransportbedingungen sowie optimiertem Verweilzeitverhalten realisiert. Dadurch wird ein klassisches Pro-

blem bei der Aufskalierung von Batch-Prozessen, nämlich die veränderten Oberflächen- und Volumenverhältnisse, umgangen. Das Ergebnis ist eine gleichbleibende Produktqualität, insbesondere im Hinblick auf Kristallstruktur, BET-Oberfläche, Sorptionsverhalten, Partikelgröße sowie thermische und chemische Stabilität. Diese Qualitätsparameter werden bereits während der Synthese- und Prozessauslegung fortlaufend erfasst, um ggf. Prozessanpassungen frühzeitig vornehmen zu können.

**stefan.loebbecke@ict.fraunhofer.de**

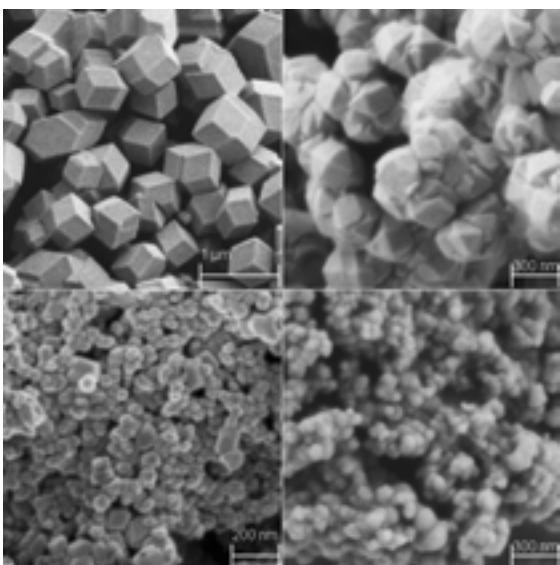
**Teile der Arbeiten wurden im Rahmen der Internen Programme der Fraunhofer Gesellschaft gefördert, Fördernummer MAVO 824 704.**

<sup>1</sup> HKUST-1: Hong Kong University of Science and Technology (Komponenten: Kupfer, Benzoltricarbonsäure); ZIF-8: zeolitic imidazolate framework-8 (Komponenten: Zink, 2-Methylimidazol); MIL-53: Matériaux de l'Institut Lavoisier (Komponenten: Aluminium, Terephthalsäure). Die Verbindungen werden auch unter dem Markennamen „Basolite“ (Hersteller BASF) vertrieben.

**Literatur**

- [1] Zhou, H.-C. & Kitagawa, S., (2014), *Chem. Soc. Rev.* 43, 5415–5418
- [2] Yaghi O. M. et al., (2013) *Science* 341, 974-986
- [3] Hupp, J.T. et al., (2014), *Chem. Soc. Rev.* 43, 5896–5912
- [4] Polyzoidis, A. et al., (2015), *Chem. Eng. J.*, accepted

Foto: © istockphoto.com | Yuri

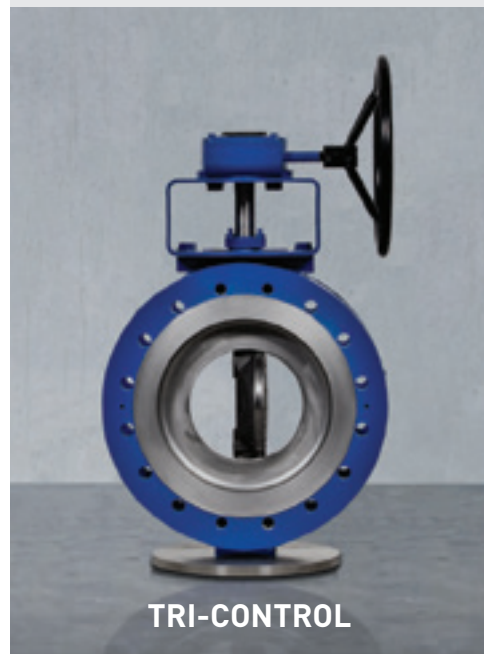


**Abb. 4** Gezielt einstellbare Kristallmorphologien von ZIF-8  
© Fraunhofer ICT



**TRI-SHARK**

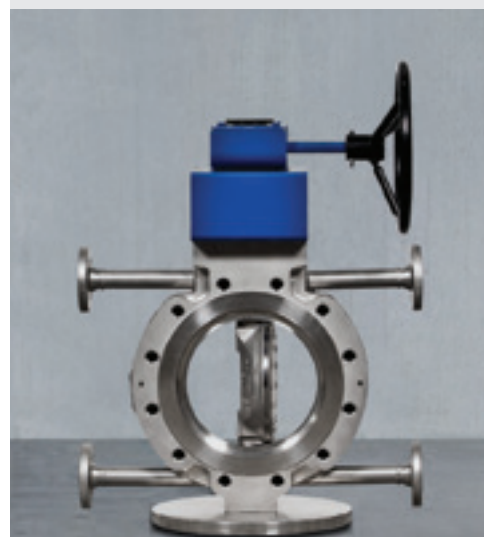
**ZWICK**  
ARMATUREN GMBH



**TRI-CONTROL**

**HIGH STANDARD VALVES  
FOR NON-STANDARD  
CONDITIONS**

**WWW.ZWICK-ARMATUREN.DE**



**TRI-JACK**

# Der Prozess bestimmt die Eigenschaften

Wer wärmeleitfähige Kunststoffe richtig einsetzen will, muss den Verarbeitungsprozess beherrschen

M. Sc. Otto Skrabala und Prof. Dr.-Ing. Christian Bonten  
Institut für Kunststofftechnik (IKT), Universität Stuttgart

**Die kostengünstige Formgebungsvielfalt der Kunststoffe ist eine der treibenden Kräfte für die vielseitige Anwendung dieser Werkstoffklasse. So werden zunehmend Anforderungen an Kunststoffe gestellt, die sie von Natur aus nur schwer erfüllen können. Besondere Zusatzstoffe erweitern das Anwendungsspektrum enorm.**

Kunststoffe gehören zum festen Bild des heutigen Alltags. Vor allem die kostengünstige Formgebung dreidimensionaler, komplexer Geometrien hat Kunststoffen geholfen, verschiedenste Anwendungen zu erobern. Dieser Vorteil war und ist auch einer der Hauptgründe, warum Kunststoffe immer stärker in Anwendungsfeldern eingesetzt werden sollen, für die sie eigentlich nicht gut geeignet sind. Um die neuen Anforderungen trotzdem zu erfüllen, muss der Kunststoff modifiziert werden [1]. Bei der Modifikation, auch Aufbereitung genannt, werden dem Kunststoff Funktionszusatzstoffe hinzugegeben, um die jeweiligen Eigenschaften zu verändern. So kann schnell und einfach das Verhalten des Kunststoffs verändert und maßgeschneidert werden.

Ein aktuell stark nachgefragtes Beispiel für eine solche „unnatürliche“ Anwendung von Kunststoffen ist deren Einsatz im thermischen Management elektrischer bzw.

mechatronischer Systeme. Vor allem bei kompakten Bauteilen besteht die Gefahr, dass die Verlustwärme in den stromführenden Bauteilen nicht ausreichend abgeführt werden kann, die Baugruppe überhitzt und dann ausfällt. Verschärft wird dieses Problem durch den anhaltenden Trend zur Miniaturisierung. Diese führt dazu, dass der Raum und somit die Luft in den Baugruppen reduziert und zugleich aktive Kühlkomponenten wie Lüfter eliminiert werden. Ein Ansatz, um die Verlustwärme trotzdem abzuführen, ist die Nutzung des Bauteilgehäuses zum gezielten Abtransport der Wärme. Ideal ist es, wenn für das Gehäuse die kostengünstige Formgebungsvielfalt der Kunststoffverarbeitung genutzt werden kann.

## Kunststoffe wärmeleitfähig machen

Polymere besitzen intrinsisch eine geringe Wärmeleitfähigkeit. Um diese zu erhöhen, müssen dem Polymer wärmeleitfähige Zu-

satzstoffe hinzugegeben werden, um wärmeleitfähige Kunststoffe zu erhalten. Typische Zusatzstoffe sind dabei Graphite, metallische Partikel oder keramische/mineralische Stoffe. Dabei kann, bei der Wahl des richtigen Zusatzstoffs, eine Eigenschaftskombination erreicht werden, die so bei metallischen Werkstoffen nicht vorhanden ist. Zum Beispiel können wärmeleitfähige Kunststoffe die Wärme leiten, aber trotzdem elektrisch isolierend sein. Diese Kombination und die hohe Designfreiheit der Kunststoffverarbeitungsverfahren ermöglichen neue Gestaltungsansätze im Wärmemanagement technischer Teile.

Je nach Zusatzstoff und -menge rangiert die erreichbare Wärmeleitfähigkeit oft in einem Bereich zwischen 1 bis 20 W/mK. Die erreichbare Wärmeleitfähigkeit hängt dabei stark ab von der

- ▶ Wärmeleitfähigkeit des Kunststoffes,
- ▶ der Art des Zusatzstoffs,
- ▶ der Zusatzstoffform (Kugel, Plättchen oder Faser),
- ▶ der Zusatzstoffgröße und
- ▶ vom Zusatzstoffanteil.

Vor allem anisometrische Zusatzstoffe wie Plättchen oder Fasern erzeugen höhere Wärmeleitfähigkeiten, da die Zusatzstoffe stärker dazu neigen, sich gegenseitig zu berühren und somit wärmeleitfähige Netzwerke auszubilden.

Neben der Wärmeleitfähigkeit beeinflussen die Zusatzstoffe jedoch auch andere Eigenschaften sehr stark, wie es in Abbildung 1 dargestellt ist. Mit steigendem Zusatzstoffanteil nimmt die Wärmeleitfähigkeit überproportional zu. Gleichzeitig fällt die Verarbeitbarkeit des wärmeleitfähigen Kunststoffes stark ab. In der Regel sind die wärmeleitfähigen Zusatzstoffe auch sehr viel teurer als die eingesetzten Kunststoffe. Deshalb steigen die Werkstoffkosten mit zunehmendem Zusatzstoffanteil stark an. Somit muss bei der Auswahl eines wärmeleitfähigen Kunststoffes immer ein Kompromiss aus Wärmeleitfähigkeit, Verarbeitbarkeit und Werkstoffkosten getroffen werden.

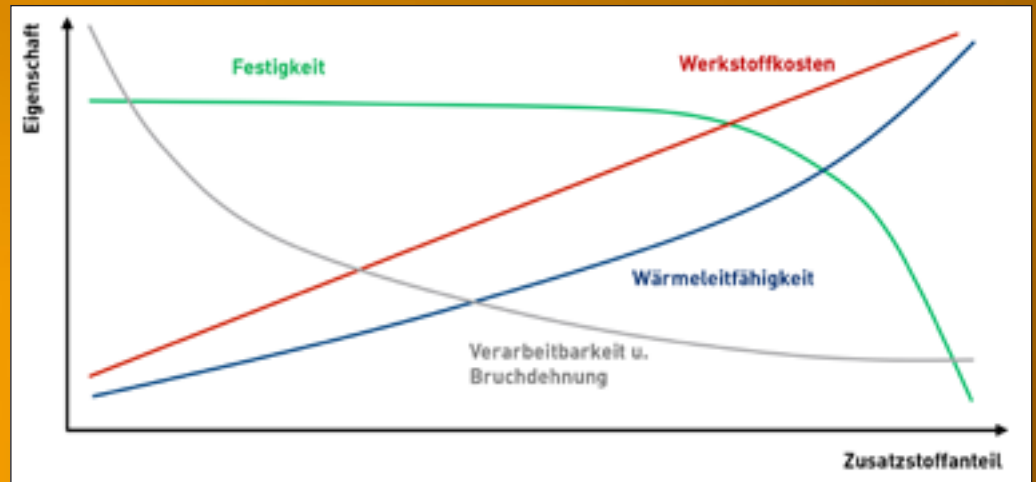


Abb. 1 Eigenschaften in Abhängigkeit vom Zusatzstoffanteil

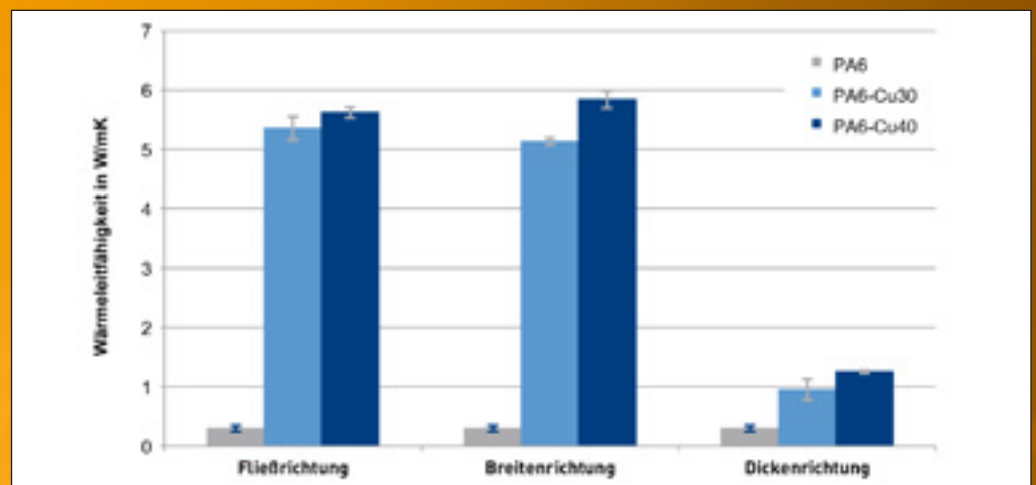


Abb. 2 Der Einfluss der Verarbeitung auf die Wärmeleitfähigkeit

### Die Verarbeitung legt die Eigenschaften fest

Anisometrische Zusatzstoffe, wie Fasern oder Plättchen, besitzen eine oder mehrere Vorzugsrichtungen, nämlich in die Längsrichtung der Faser bzw. radial zum Plättchendurchmesser. Daher leiten die Zusatzstoffe vor allem in die Vorzugsrichtung gut. Senkrecht zur Vorzugsrichtung ist die Ausdehnung der Zusatzstoffe deutlich gerin-

ger, weshalb sie in diese Richtung schlechter zur Steigerung der Wärmeleitfähigkeit beitragen. Aus der Vorzugsrichtung der anisometrischen Zusatzstoffe resultiert in einem wärmeleitfähigen Kunststoff eine richtungsabhängige Leitfähigkeit. Je nachdem, wie die Zusatzstoffe ausgerichtet bzw. orientiert sind, ergibt sich eine unterschiedliche Wärmeleitfähigkeit.

Die Orientierung der Zusatzstoffe ist wiederum eine verarbeitungsabhängige Größe. Während der Verarbeitung des Kunststoffes – z. B. beim Spritzgießen von Bauteilen oder bei der Extrusion von Platten – wirken Strömungskräfte, die die Orientierung der Zusatzstoffe beeinflussen. Somit bestimmen die Strömungseffekte während der Verarbeitung die Wärmeleitfähigkeit im fer-





**Christian Bonten** leitet das Institut für Kunststofftechnik (IKT) in Stuttgart, eines der führenden deutschen Forschungsinstitute auf dem Gebiet der Kunststofftechnik. Nach seinem Studium des Maschinenbaus in Duisburg und der Kunststoffverarbeitung an der RWTH in Aachen promovierte er bei Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ernst Schmachtenberg im Fachgebiet Kunststofftechnik. Nach mehreren Jahren technischer Verantwortung und später Geschäftsverantwortung bei der BASF sowie dem Biokunststoffhersteller FKUR wurde er 2010 von der Universität Stuttgart zum Direktor und Leiter des IKT berufen. Das Institut arbeitet auf allen Gebieten der Kunststofftechnik: der Werkstofftechnik, der Verarbeitungstechnik und der Konstruktionstechnik/Produktentwicklung.



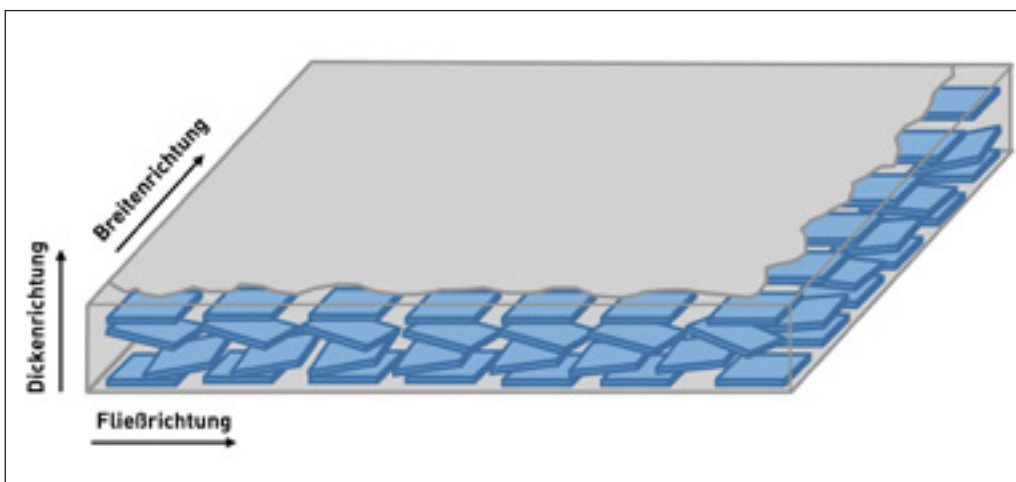
**Otto Skrabala** studierte Maschinenbau und Werkstofftechnik mit dem Schwerpunkt Kunststofftechnik. Seit 2011 ist er wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Werkstofftechnik des Instituts für Kunststofftechnik (IKT) der Universität Stuttgart. Sein Forschungsschwerpunkt sind wärmeleitfähige Kunststoffe, vor allem der Einfluss der Verarbeitung auf die Eigenschaften.

tigen Bauteil. Auch die Bauteilgeometrie beeinflusst indirekt die späteren richtungsabhängigen Eigenschaften. Je nach Bauteilgeometrie bzw. Bauteildicke treten die verschiedenen Strömungseffekte, wie Scher- und Dehnströmungen, unterschiedlich stark auf, was sich dann auf die Zusatzstofforientierung auswirkt. Daher ist die Wärmeleitfähigkeit bei wärmeleitfähigen Kunststoffen

keine reine werkstoffspezifische Eigenschaft, sondern wird darüber hinaus von der Bauteilgeometrie und dem Verarbeitungsprozess bestimmt.

### Nachteile der konventionellen Verarbeitung

Abbildung 2 zeigt beispielhaft an einem Polyamid 6, dem 30 Vol.-% (PA6-Cu30) und



**Abb. 3** Prozessinduzierte Ausrichtung der Zusatzstoffe in der konventionellen Verarbeitung

40 Vol.-% (PA6-Cu40) Kupferplättchen als leitfähiger Zusatzstoff hinzugegeben wurden, wie sich die Wärmeleitfähigkeit verändert. Es ist klar zu erkennen, dass die Wärmeleitfähigkeit in Dickenrichtung deutlich geringer ist als in die anderen Raumrichtungen (Fließ- und Breitenrichtung).

Durch die konventionellen Verarbeitungsverfahren werden bei platten- bzw. gehäuseförmigen Bauteilen die Zusatzstoffe hauptsächlich in Fließ- und Breitenrichtung orientiert (Abb. 3). In Dickenrichtung werden die Zusatzstoffe nur selten ausgerichtet. Daher resultiert auch die bevorzugte Wärmeleitfähigkeit in der Ebene (Fließ- und Breitenrichtung).

Bedauerlicherweise ist diese Zusatzstofforientierung bei den wenigsten Anwendungen erwünscht. So soll z. B. bei gehäuseförmigen Bauteilen eine im Inneren entstehende Verlustwärme durch die Gehäusewand, also in Dickenrichtung, abgeführt werden. Dafür wäre eine hohe Wärmeleitfähigkeit in Dickenrichtung wichtig. Die konventionellen Verarbeitungsverfahren führen jedoch zu einer Zusatzstofforientierung, die für eine solche Anwendung nicht ideal ist. Auch zeigt Abbildung 2, dass eine Erhöhung des Zusatzstoffanteils nur eine geringfügige Steigerung der Wärmeleitfähigkeit in Dickenrichtung bewirkt, was jedoch mit der Verschlechterung der anderen Eigenschaften teuer erkauft werden muss (Abb. 1).

### Verbesserung der Eigenschaften

Die bestehenden Nachteile der konventionellen Verarbeitungsverfahren haben am Institut für Kunststofftechnik (IKT) der Universität Stuttgart dazu geführt, dass über eine Verbesserung der Verarbeitungsverfahren nachgedacht wird, um die teuren Funktions-Zusatzstoffe effizienter nutzen zu können. Am IKT wurde für die Extrusion von Platten ein neuartiges Extrusionswerkzeug, das sogenannte Expansionswerkzeug, entwickelt, mit dem die Zusatzstoffe besser in Dickenrichtung der Platte orientiert werden [2]. Dabei wird im Expansionswerkzeug die Schmelzuführung gezielt verändert so dass die Zusatzstoffe stärker in Dickenrichtung orientiert werden.

Die Auswirkung der veränderten Orientierung, die mit dem Expansionswerkzeug erzeugt wurde, auf die Wärmeleitfähigkeit ist in Abbildung 4 dargestellt. Auch hier wurden einem Polyamid 6 Kupferplättchen

als leitfähiger Zusatzstoff zu 30, 40 und 50 Vol.-% hinzugegeben. Der Einsatz des Expansionswerkzeugs steigert die Wärmeleitfähigkeit in Dickenrichtung drastisch, und das bereits bei deutlich geringeren Zusatzstoffanteilen. Bei der konventionellen Verarbeitung werden die Füllstoffe kaum in Dickenrichtung orientiert (siehe auch Abb. 3).

Mit dem neuartigen Expansionswerkzeug kann die Zusatzstofforientierung deutlich verbessert und die Zusatzstoffe können somit deutlich effizienter genutzt werden. Somit wird die Leistungsfähigkeit gesteigert, und das bei gleichzeitig akzeptabler Verarbeitbarkeit und gesenkten Werkstoffkosten. Die mit dem Expansionswerkzeug verbesserten Platten werden in einem kommenden Forschungsvorhaben nun in die Anwendung gebracht. So werden großflächige Gehäuseteile von Generatoren und Elektromotoren, die z. B. in Schienenfahrzeugen zum Einsatz kommen, hergestellt, um dort das thermische Management zu verbessern.

Neben der Veränderung der Wärmeleitfähigkeit in der Extrusion wird am IKT auch an neuen effizienten Spritzgießprozessen geforscht. Erste Versuche zeigen hier, dass auch beim Spritzgießen mit einer veränderten, intelligenten Prozessführung Zusatzstoffe stärker in Dickenrichtung orientiert werden können. Daher werden nun am IKT, gefördert von der Baden-Württemberg-Stiftung, die Zusammenhänge und die Möglichkeiten zur Steigerung der Wärmeleitfähigkeit intensiv erforscht. Parallel wird am IKT ein neuartiges Prototypenwerkzeug aufgebaut, um die Wirksamkeit der neuartigen Verarbeitung auch im Spritzgießen demonstrieren zu können.

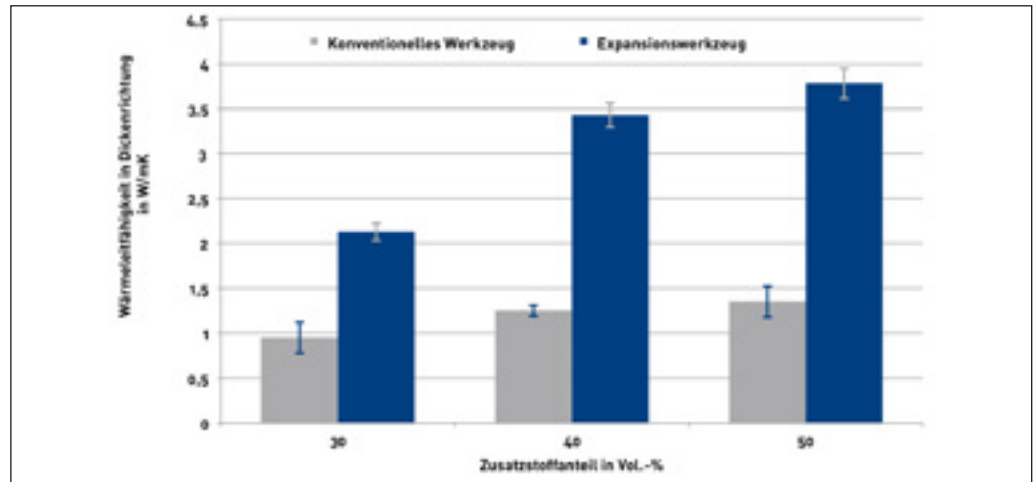
**Fazit**

Die Modifikation der Kunststoffe mit Funktionszusatzstoffen erzeugt eine Wechselwirkung zwischen Verarbeitung und Werkstoff, die bei der Gestaltung von Kunststoffbauteilen berücksichtigt werden muss. Dies gilt vor allem für wärmeleitfähige Kunststoffe. Nur wer den Verarbeitungsprozess berücksichtigt und beherrscht, kann die teuren Zusatzstoffe effizient nutzen.

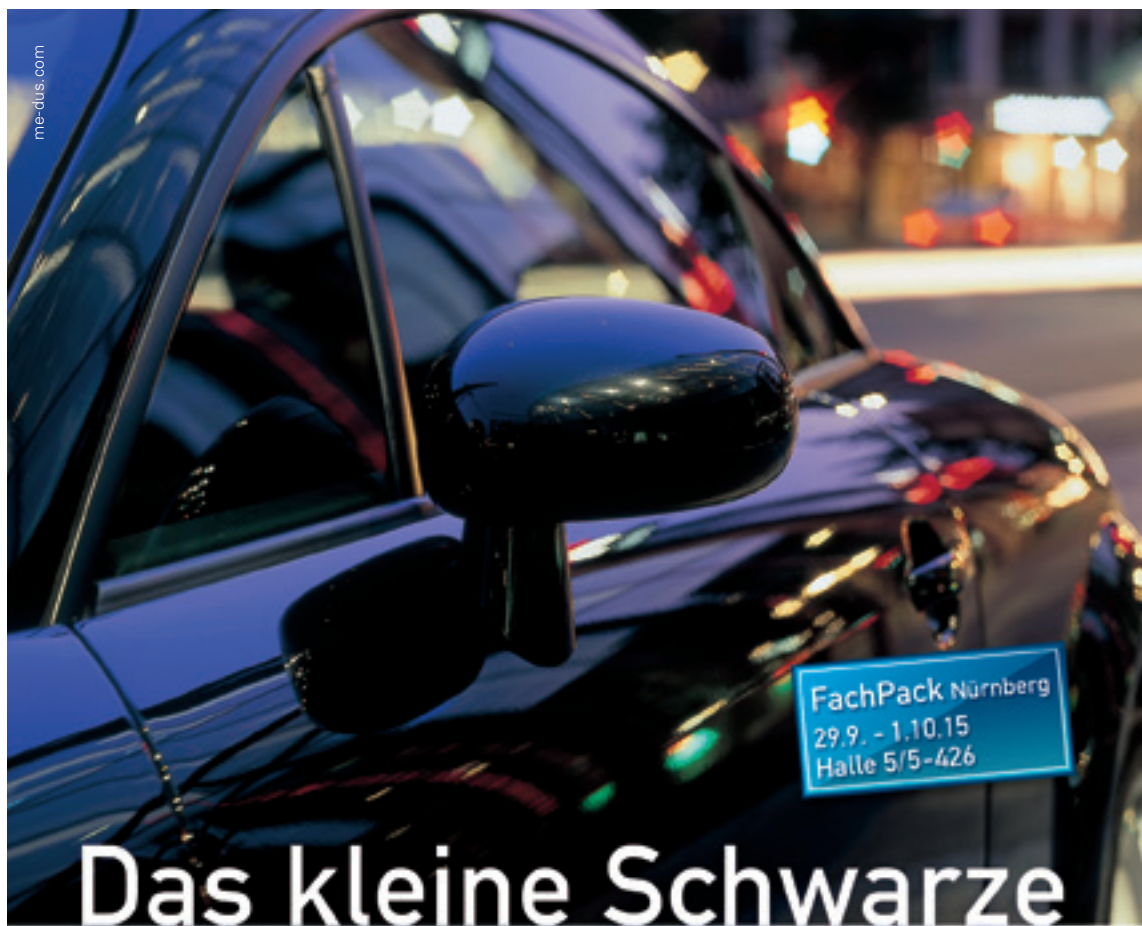
**otto.skrabala@ikt.uni-stuttgart.de**

*Literatur*  
 [1] Bonten, C., (2014) *Kunststofftechnik. Einführung und Grundlagen*. München: Hanser; ISBN 9783446440937  
 [2] Skrabala, O. & Bonten, C., (2014) *Enhanced thermal conductivity in plate-shaped polymer parts*. In: *AIP Conference Proceedings Bd. 1593, 424-427*

Foto: © istockphoto.com | adamkaz



**Abb. 4** Steigerung der Wärmeleitfähigkeit durch eine verbesserte Prozessführung im Expansionswerkzeug



**oder: Wie kommt der Lack zum Auto?**

Die Kunden der Chemischen Industrie erwarten qualitativ hochwertige Produkte – optimiert für die eigenen Herstellungsprozesse. Zum Beispiel Lacke für die Automobil-Industrie.

Wir helfen schnell.  
 Wir helfen kundenspezifisch.  
 Wir helfen maßgeschneidert.

Machen Sie als Hersteller deshalb unsere Vielfalt in Feinblech-Verpackungen zu Ihrer Stärke. Verpackungsgrößen, Material, Ausführung, Ausrichtung und Logistikkette sind marktweit einmalig. Beste Qualität für Ihre Produkte.

Sie haben auch andere Güter außer Schutz und Zierde zu verpacken? Unser Beratungsteam ist jederzeit für Sie da.

Tel.: 06324 - 590-0  
 www.duttenhoefer.com



# Messen ohne zu berühren

Nichtinvasive Temperaturmessung mit Clamp-On-Technologie

Dr.-Ing. Thomas Köster, Labom Mess- und Regeltechnik GmbH, Hude

**Temperaturmessungen sind die häufigsten Messaufgaben in pharmazeutischen Anlagen. Neben der Überwachung und Steuerung des Produktionsprozesses muss auch bei der üblichen Anlagensterilisation mittels Sattedampf (SIP) die erreichte Dampftemperatur gemessen und dokumentiert werden.**

## Oberflächentemperaturmesstechnik

Um die Probleme der invasiven Temperaturmessung wie Fließbehinderungen bei kleinen Rohrdurchmessern, Hygienrisiken und erhöhtem Wartungsaufwand zu umgehen, wurde die in der Heizungstechnik seit Langem etablierte Messung der Rohroberfläche auf pharmazeutische Messaufgaben übertragen. Durch die Messung der Rohroberfläche wird ein Eingriff in den Prozess vermieden. Die Geräte sind üblicherweise schnell und leicht zu montieren und können darüber hinaus sehr einfach in bestehenden Anlagen nachgerüstet werden. Exemplarisch sind in Abbildung 1 zwei typische Ausführungen dargestellt. Im ersten Beispiel stellt ein Anlegeelement die Anbindung an das Rohr her. In das Anlegeelement taucht dann der Messeinsatz ein.

Der Vorteil dieser Ausführung ist die gleichartige Ausführung des Messeinsatzes wie bei der invasiven Messung, sodass die Kalibrierung auf die gleiche Weise durchgeführt werden kann. Die Bauform erfüllt jedoch nicht immer die Anforderungen im Hinblick auf Ansprechzeit und Messgenauigkeit. Das zweite Beispiel zeigt eine Ausführung, bei der der Messeinsatz direkt auf der Rohroberfläche aufsitzt. Dadurch kann die Wärmekapazität des Messgerätes und damit die Ansprechzeit deutlich verringert werden. Zudem ist die Messgenauigkeit besser als bei der ersten Ausführung. Die

Messung der Oberflächentemperatur hat jedoch Nachteile. Die erzielbare Genauigkeit hängt entscheidend von den Prozessbedingungen ab. Auch Montagefehler können die Messung negativ beeinflussen.

## Prozessbedingungen beeinflussen die erreichbare Genauigkeit

Für eine akzeptable Messgenauigkeit muss die Rohroberfläche annähernd die Temperatur des Mediums aufweisen. Es gilt zu beurteilen, ob der entstehende Fehler hinreichend klein ist. Die Rohroberflächentemperatur hängt neben der Mediumtemperatur von den thermischen Widerständen zwischen Rohrmittelpunkt und Rohrwand, zwischen äußerer Rohrwand und Umgebung und dem thermischen Widerstand des Rohres ab. Idealerweise tritt der gesamte Temperaturabfall am thermischen Widerstand zwischen Rohroberfläche und Umgebung auf. Dann hat die Rohroberfläche annähernd Mediumtemperatur. Der thermodynamische Vorgang beim Wärmeübergang vom Medium auf das Rohr wird als erzwungene Konvektion bezeichnet. Ein maßgeblicher Einflussfaktor ist die Art der sich einstellenden Strömung. Dabei wird zwischen laminarer und turbulenter Strömung unterschieden (Abb. 2). Bei einer laminaren Strömung treten keine Verwirbelungen auf und die Mediumpartikel bewegen sich nur in Strömungsrichtung. Als Mecha-



**Thomas Köster** beschäftigte sich nach dem Studium der Feinwerk-, Mess- und Regeltechnik an der TU Braunschweig und der Promotion an der Universität Hannover einige Jahre mit der Entwicklung komplexer mechatronischer Geräte und Anlagen. Seit 2009 ist er als Entwicklungsleiter der Labom GmbH für alle technischen Aspekte des Produktportfolios verantwortlich.

nismus zur Wärmeübertragung kommt deshalb nur die Wärmeleitung im Medium zum Tragen. Gleichzeitig wird das Medium in den äußeren Schichten durch die Rohrreibung abgebremst und hat somit länger Gelegenheit abzukühlen.

Als Resultat bilden sich bei einer laminaren Strömung große Unterschiede in der Geschwindigkeits- und Temperaturverteilung im Rohr aus. Bei einer turbulenten Strömung bewegen sich die Mediapartikel ungeordnet. Damit tritt neben Wärmeleitung auch Wärmetransport auf. Heiße Partikel aus der Rohrmitte gelangen durch die Verwirbelungen in die Nähe der Rohrwand und transportieren dabei Wärmeenergie. Im Ergebnis stellt sich eine weitestgehend homogene Geschwindigkeits- und Temperaturverteilung ein. Lediglich im Bereich der Rohrwand ergibt sich aufgrund der Rohrreibung eine kleine Temperaturdifferenz. Welche Strömungsart sich einstellt, hängt von der Fließgeschwindigkeit, der Rohrgeometrie sowie entscheidend von den Medieigenschaften ab. Wichtigste Einflussgröße ist dabei die Viskosität des Mediums. Je höher die Viskosität ist, desto eher stellt sich eine laminare Strömung ein.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich eine Oberflächentemperaturmessung besonders für Wasser und wässrige Lösungen sowie Sattendampf eignet. Alkohole sind eingeschränkt geeignet, während für viskose Medien wie Öle und Gase diese Methode nur als Tendenzmessung geeignet ist oder zusätzliche Maßnahmen erfordert. Da die Wärmeleitfähigkeit von Metallen besonders gut ist, empfiehlt sich für die Oberflächenmessung dem-

entsprechend ein metallisches Rohr. Auch der Wärmeübergang vom Rohr auf ruhende Umgebungsluft sollte berücksichtigt werden. Wenn Luftbewegung auftreten kann, oder eine hohe Genauigkeit gefordert wird, kann durch eine Isolierung eine signifikante Verbesserung der Messergebnisse erzielt werden.

**Konstruktive Anforderungen an Geräte zur Messung der Rohroberflächentemperatur**

Daraus leitet sich die Forderung nach einer Gerätekonstruktion ab, die diese Umstände berücksichtigt und damit den Fehler minimiert. Dies kann z.B. durch die Integration von isolierenden Elementen in das Gehäusedesign geschehen. Weiterhin müssen das Sensorelement und dessen Träger vom Rest des Gehäuses thermisch möglichst gut isoliert sein und für eine schnelle Ansprechzeit eine geringe thermische Masse aufweisen. Für eine dauerhaft robuste Messung müssen zudem die Wärmeausdehnungen unterschiedlicher Materialien kompensiert werden. Gerade bei den großen Temperaturschwankungen in dampfsterilisierten Anlagen kann sich sonst der Kontakt zwischen Messgerät und Rohr mit der Zeit lockern und das Messergebnis verfälschen. Durch die Vielzahl der möglichen Geräteformen und Einflussfaktoren ist die analytische Berechnung der zu erwartenden Messabweichung sehr schwierig. Tests haben jedoch gezeigt, dass z.B. für den Anwendungsfall der Dampf-

sterilisation in pharmazeutischen Anlagen eine Abweichung zwischen 1 und 2K durchaus erreichbar ist. Interessanterweise ergibt sich für die Ansprechzeit auf schlagartige Temperaturwechsel bei geeigneter Geräteausführung sogar ein Vorteil für die Rohroberflächenmessung. Bei diesem Vorgang kommt es vor allem auf die aufzuheizende Masse an. Gerade bei Ausführung mit Schutzrohr sind invasive Geräte dabei im Nachteil.

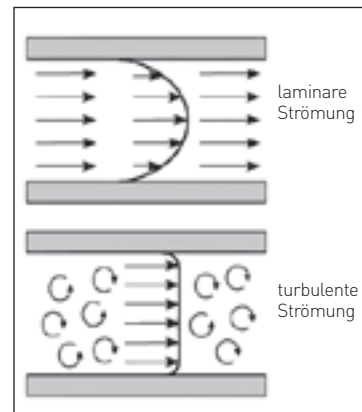
**Zusammenfassung**

Die Oberflächenmesstechnik reagiert empfindlicher auf Prozess- und Umgebungsbedingungen. Sie ist vor allem zur Messung von Wasser und wässrigen Lösungen sowie Sattendampf in Innenanwendungen geeignet. Bei der Messung anderer Medien ist mit einer höheren Abweichung zu rechnen, die jedoch durch Isolierung reduziert werden kann. Gerade in pharmazeutischen Anlagen geht der Trend zu kleineren Anlagen und damit kleineren Rohrdurchmessern. Daher finden sich viele Temperaturmessstellen, die für die Messung der Oberflächentemperatur geeignet sind. Die übliche Dampfsterilisation erfordert die Überwachung der Sterilisationstemperatur an vielen Stellen der Anlage. Hier kann die Messung von Oberflächentemperaturen ihre Vorteile im Bezug auf Systemkosten und Flexibilität ausspielen.

[info@labom.com](mailto:info@labom.com)



**Abb. 1** Ausführungsbeispiele für Geräte zur Rohroberflächenmessung



**Abb. 2** Vergleich der Temperaturprofile für laminare und turbulente Rohrströmung

# Neue Chancen für die Prozessindustrie

Eine Branche im Umbruch – Innovationen und zukunftsweisende Technologien waren Leitthemen auf der ACHEMA 2015

chemie&more im Gespräch mit Frau Dr. Kathrin Rübberdt, DECHEMA e.V.



Eröffnungssitzung  
Bild: Jose Poblete

**Die Prozessindustrie – Innovationsmotor und Wachstumstreiber der Weltwirtschaft – steht angesichts knapper werdender fossiler Ressourcen, des Klimawandels sowie der Ansprüche einer globalisierten Welt vor umwälzenden Herausforderungen. Neue, kreative Technologien und ganzheitliche Konzepte sind wichtiger denn je und Voraussetzung, um im internationalen Wettbewerb zu bestehen. Die ACHEMA 2015 präsentierte das umfassende Technologieangebot und die Trendthemen der Branche und unterstrich ihre Rolle als „Weltgipfel der Innovation“.**

*Frau Dr. Rübberdt, Sie konnten die diesjährige ACHEMA mit positiven Zahlen und wachsendem internationalen Anteil sowohl von Aussteller- als auch Besucherseite abschließen. Wie bildet sich das konkret ab?*

Das Offensichtlichste sind natürlich die Zahlen: Bei den Ausstellern mit 3.813 ein leichtes Plus, bei den Teilnehmern eine Punktlandung mit 166.444. Nicht nur kam erstmals mehr als die Hälfte der Aussteller aus dem Ausland, auch bei den Besuchern nimmt die Internationalität zu. Diese harten Fakten sind wichtig. Aber mindestens ebenso wichtig ist der persönliche Eindruck, und da gilt: All das war unmittelbar spürbar. Die Hallen und Stände waren voll, die Kunden kamen mit konkreten Anfragen, die Stimmung war hervorragend. Ob im persönlichen Gespräch, über Twitter oder die offiziellen Mitteilungen der Aussteller – wir hatten eine unglaublich positive Resonanz.

*Sie haben mit der Wahl Ihrer drei Fokusthemen – innovative Prozessanalytik, industrielles Wassermanagement und BiobasedWorld – ausstellerübergreifend Schwerpunkte gesetzt, die auch im Kongressprogramm abgebildet wurden. Was war hierfür ausschlaggebend?*

Die Fokusthemen werden im Vorfeld der ACHEMA gemeinsam mit dem ACHEMA-Ausschuss, in dem alle Ausstellungsgruppen vertreten sind, festgelegt. Die Kriterien: Das Thema muss die Prozessindustrie insgesamt beeinflussen und verändern. Entsprechend ist es für alle oder fast alle Branchen auf der ACHEMA relevant. Es muss internationale Bedeutung haben. Und aufgrund des Dreijahreszyklus und eines entsprechenden Vorlaufs darf es keine „Eintagsfliege“ sein. Alle diese Punkte gelten für die Prozessanalytik, das industrielle Wassermanagement und die BiobasedWorld. Die Resonanz darauf war sehr gut – die Kongress-Sessions zu allen drei



Themen waren gut besucht und in der Ausstellung gab es eine Menge Angebote. Wer sich über eines der Fokusthemen einen Überblick verschaffen wollte, ist auf der ACHEMA auf jeden Fall auf seine Kosten gekommen.

*Sie präsentierten den Teilnehmern den sehr modischen Begriff „BiobasedWorld“. Was kann man sich darunter vorstellen?*

Die BiobasedWorld hatten wir auf der ACHEMA 2012 schon ins Leben gerufen. Der Gedanke: Heute basiert unsere Wirtschaft in großen Teilen auf fossilen Rohstoffen. Die Bioökonomie wird langfristig kommen – eben eine „BiobasedWorld“, in der uns Produkte, in denen mehr oder weniger sichtbar Biomasse steckt, ständig im Alltag umgeben werden. Ohne die Prozessindustrie geht da gar nichts und vieles gibt es schon. Nur sieht man es einem Produkt oft nicht an, ob es teils chemisch, teils biokatalytisch hergestellt ist oder aus nachwachsenden Rohstoffen besteht. Die industrielle Biotechnologie ist nicht auf den ersten Blick sichtbar. Wir wollen sie sichtbar machen. Außerdem müssen für die Bioökonomie neue Wertschöpfungsketten aufgebaut und neue Akteure vernetzt werden. Dafür soll die BiobasedWorld eine Plattform bieten. Deshalb findet sie im Februar 2017 auch erstmals als eigenständige Veranstaltung statt.

*Wie wird das große Thema Industrie 4.0 zukünftig Industrie und Wissenschaft verändern und was bedeutet es für die Prozessindustrie?*

Die Industrie 4.0 war definitiv auch auf der ACHEMA ein Riesenthema und wird uns weiterhin mit dem Schwerpunkt Digitalisierung der Chemieproduktion beschäftigen. Der Begriff ist nicht ganz leicht zu fassen – wer über Industrie 4.0 diskutieren will, muss erst einmal sicherstellen, dass alle Teilnehmer darunter das Gleiche verstehen. Klar ist aber schon jetzt: Für die Prozessindustrie bedeutet Industrie 4.0 nicht nur mehr Flexibilität, mehr Möglichkeiten für kleinvolumige Produktion und mehr Daten, das Thema verändert auch die Arbeitswelt und die Strukturen. Und es stellt neue Anforderungen an die Sicherheit – das ist eine der wichtigsten Hürden, die noch zu nehmen ist.

*Als besonderen Impuls für Innovation haben Sie in diesem Jahr erstmals den ACHEMA-Gründerpreis vergeben. Wie kam die Initiative zustande?*

Die ACHEMA bietet seit jeher Startups eine globale Bühne. Wo kommen diese Startups her? Es gibt ja eine ganze Menge Ideen in den Laboren und in den Köpfen von Wissenschaftlern – gerade die Chemie und die Prozessindustrie sind enorm innovativ. Die Hürden für eine Unternehmensgründung sind allerdings auch da: Hohe Anfangsinvestitionen für die Entwicklung von Produkten oder Prozessen, die einmal industrielle Anwendung finden sollen, vielleicht auch eine Scheu vor den Regularien und dem ganzen Drumherum. Die DECHEMA, der High-Tech-Gründerfonds und die Business Angels Frankfurt/Rhein/Main wollen dazu beitragen, dass die Idee von heute auf der ACHEMA 2018 oder 2021 als Produkt oder Technologie zu sehen ist. Wir haben deshalb besonderen Wert darauf gelegt, die Teilnehmer von Anfang an zu begleiten. Die Resonanz war sehr positiv. Die neun Finalisten des Wettbewerbs – jeweils drei aus den Sparten Biotechnologie, Energie und Messtechnik/Analytik – waren während der ganzen Woche am Gründerpreisstand präsent und konnten viele, teils sehr konkrete Gespräche mit Interessenten und Investoren führen. Ein solches Forum ist unschätzbar, da waren sich alle einig.




**Kathrin Rübberdt** studierte Chemie in Göttingen und Leipzig und Wirtschaftswissenschaften an der Fernuniversität Hagen. Nach ihrer Promotion war sie einige Jahre in der Unternehmensberatung tätig. Seit 2008 ist sie bei der DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V. beschäftigt und leitet dort die Zentralfunktion Kommunikation und die Abteilung Biotechnologie.

*Kongressteilnehmer, Besucher und Aussteller sind sicher schon gespannt auf die nächste ACHEMA im Jahr 2018. Wollen Sie jetzt schon ein paar strategische Geheimnisse verraten?*

Eigentlich ganz einfach: Eine Mischung aus Bewährtem und Neuem – schwierig ist nur, das richtige Verhältnis zu finden. Ernsthaft: Die Grundstruktur der ACHEMA mit der engen Verzahnung von Kongress und Ausstellung ist ein wesentlicher Teil ihres Erfolgsgheimnisses, getragen von der Fachkompetenz, die DECHEMA e.V. und DECHEMA Ausstellungs-GmbH als Partner mitbringen und ständig weiterentwickeln. Dazu kommt die organisatorische Optimierung: Unmittelbar nach der ACHEMA diskutieren und dokumentieren wir bis ins kleinste Detail, was gut geklappt hat und wo es Verbesserungsmöglichkeiten gibt. Und dann beginnt die Diskussion über die Fokusthemen, die Suche nach sonstigen Trends, die Gespräche mit unseren Partnern im In- und Ausland... für uns heißt es jetzt definitiv schon: auf zur ACHEMA 2018!

*(Interview: Claudia Schiller)*



# Elektromechanische Membranpumpen

Förderung von 50°C warmen Trennmittel

Roland Kroth, Abel GmbH & Co. KG

**Phoenix Compounding Technology GmbH gehört heute zur ContiTech AG und vertreibt Kautschukmischungen für die unterschiedlichsten Einsatzbereiche. Am Standort in Harburg sind rund 650 Mitarbeiter beschäftigt.**

Im Werk befinden sich ca. 40–50 Druckluftmembranpumpen der Größen 15, 25 und 40, die wegen der hohen Energiekosten sukzessive durch elektrisch betriebene Membranpumpen der Abel EM-Baureihe ersetzt werden sollen. Die Pumpen

laufen 24 h/d, auch übers Wochenende, da das Fördermedium immer in Bewegung gehalten werden muss. Bei dem Fördermedium handelt es sich um ein abrasives Trennmittel, das verhindert, dass die Rohgummi-Felle zusammenkleben.

Eine Abel Membranpumpe der Größe EM-25 wurde dem Kunden im Juni 2013 für drei Monate zum Test zur Verfügung gestellt. Der Test verlief sehr erfolgreich und die Pumpe ist seitdem immer noch im Einsatz.



**Roland Kroth** ist als Area Sales Manager bei Abel für 30 Länder in Europa, Nordafrika und Middle East zuständig. Nach seinem Studium zum Dipl.Ing. Maschinenbau an der TU Darmstadt begann er 1992 seine Laufbahn im internationalen Vertrieb bei Abel. Dort führte er u.a. als Produktmanager die neue Produktreihe „Elektromechanische Membranpumpen EM“ erfolgreich in den internationalen Markt ein. Roland Kroth ist Mitglied im VDI und arbeitete auch zeitweise in Gremien des VDMA und EUROPUMP.

Die Pumpe fördert das bis zu 50°C warme Trennmittel in eine Vorrichtung zum Benetzen der Gummipplatten. Überschüssiges Trennmittel läuft in den Vorlagebehälter zurück und wird so immer wieder umgewälzt. Die Anlage läuft im 24-Stunden-Betrieb, auch am Wochenende.

Da sich herausstellte, dass die Testpumpe etwas überdimensioniert und auch von ihrem Platzbedarf her etwas zu groß war, wurden in der Folge kleinere Pumpen der Größe EM-20 eingesetzt: Im Jahr 2013 wurden zwei dieser Pumpen geliefert, 2014 sieben weitere. Die Pumpen stehen in Auffangwannen, um auslaufendes Medium im Havariefall darin zu sammeln.

Die Energieeinsparung wurde nun über einen längeren Zeitraum erfasst. Es ergab sich bei Dauerbetrieb (8.000h/Jahr) ein Einsparpotenzial von ca. 1.500 Euro pro Pumpe im Vergleich zu den Druckluftmembranpumpen.

[mail@abel.de](mailto:mail@abel.de)

Foto: © istockphoto.com | MagicColors



EM-025Z0150-SG



Medium: Trennmittel (Rücklauf)



**Westfalen**

Bei Spezialgasen sind wir pingelig.

Aber nur, damit Sie sich bei Ihren hohen Anforderungen auf uns verlassen können.

**NEU**

Alumini® 70 mit universellem Anschluss.

**Westfalen**

**Westfalen sind pingelig.** Vor allem, wenn es um die Reinheit und Verlässlichkeit unserer Spezialgase geht. Aber auch, um Ihr Tagesgeschäft noch flexibler und wirtschaftlicher zu machen. Zum Beispiel mit unserem kompletten Alumini®-Kleingebinde-Sortiment. Erfahren Sie mehr unter [alumini.westfalen.com](http://alumini.westfalen.com).

# Dreifach-exzentrische Klappe mit dualer Funktion

Regelbereichoptimierung in Verbindung mit 100% iger Dichtheit

Dipl.-Ing. Daniel Zwick, Zwick Armaturen GmbH

**Dreifach-exzentrische Klappen sind auf dem Gebiet der dichtschießenden Auf-Zu-Armaturen immer weiter auf dem Vormarsch. Die vielen Vorteile, die diese Bauart von Armaturen mit sich bringt – absolute Dichtigkeit, Kompaktheit, leichte Automation oder Reibungsfreiheit und dahingehend lange wartungsfreie Intervalle – sind die Gründe für die wachsende Beliebtheit dieser Bauart. Die dreifach-exzentrische Klappe lässt sich in bestimmten Grenzen auch zum Regeln oder Drosseln verwenden. Um daraus eine leistungsfähige und performante Regelarmatur zu machen, hat die Firma Zwick die Tri-Shark Armatur entwickelt.**

Zusammen mit der Firma Yeary Controls hat Zwick einen patentierten Regelaufsatz entwickelt, der die Regelperformanz einer dreifach-exzentrischen Klappe dergestalt verbessert, dass die Regeleigenschaften mindestens auf dem Niveau eines Ventils oder eines Drehkegelventils liegen. Mit der Kombination der Klappe der Serie Tri-Con und dem Regelaufsatz Sharktooth entsteht die dichtschießende Absperr- und Regelarmatur Tri-Shark. Der Regelaufsatz (Abb. 1) ist so konzipiert, dass seine Kontur möglichst nah an der Schwenkbewegung der Armatur orientiert ist, um den Durchfluss zwischen Armaturenscheibe und Aufsatz möglichst gering zu halten. Weiterhin ist der Regelaufsatz von mehreren „Slots“ durchzogen, welche die Strömung aufteilen und so einen genau berechneten Querschnitt freigeben.

## Den Regelbereich erweitern

Die Kennlinie der Armatur wird durch den Regelaufsatz zu einer gleichprozentigen inhärenten Kennlinie gewandelt, die für den Großteil der Regelanwendungen die bevorzugte inhärente Kennlinie ist. Die Kennlinie der Tri-Shark sorgt dafür, dass die Armatur besonders gut im niedrigen Öffnungsbereich der Klappe zwischen 5–30° regeln kann, in dem „herkömmliche dreifach-exzentrische“ Klappen aus regelungstechnischer Sicht an ihre Grenzen stoßen. Normale Absperrklappen haben einen guten Regelbereich zwischen 30 und 70°. Die neue Klappe erweitert deutlich diesen guten Regelbereich durch seinen Regelaufsatz. Die Auslegung der Armatur in Bezug auf die sich ergebende durchströmte Fläche ist in diesem Bereich so konzipiert, dass z. B. eine optimale Durchflussregelung

möglich ist. Ein weiterer Vorteil der Armatur ist die verringerte Kavitationsneigung. Durch die Kanäle – die Slots – wird die Strömung so aufgeteilt, dass Kavitationserscheinungen verringert werden, da im Kanalbereich des Regelaufsatzes die entstehenden Dampfblasen durch den kleineren Massenstrom pro Kanal eine kleinere Dimension annehmen, sodass die entstehende Energie beim Implodieren der Dampfblasen geringer ist. Auch ist anzumerken, dass die Armatur dafür sorgt, dass gerade bei kleinen Öffnungswinkeln die Strömung konzentrisch in die Mitte der Rohrleitung geleitet wird. Dies hat den Vorteil, dass die kinetische Energie der Strömung durch das konzentrische Auftreffen in Rohrleitungsmitteln besser umgewandelt werden kann und weniger Beschädigungen an z. B. der Rohrwandung auftreten.



**Daniel Zwick** studierte Maschinenbau und übernahm anschließend die Leitung der Technik bei Zwick. Mittlerweile ist er einer der Geschäftsführer der Zwick Armaturen GmbH.

Die Slots sorgen durch die Aufteilung eines größeren Massenstroms in einen kleineren Massenstrom dafür, dass die Frequenz des Schalls ansteigt, sodass die Schallentwicklung besser durch die Rohrleitung absorbiert werden kann und die Frequenz in einem Bereich liegt, in dem das menschliche Ohr den Schall weniger intensiv wahrnimmt.

Ein ebenfalls wichtiger Aspekt des Regelaufsatzes ist die Tatsache, dass das entstehende dynamische Moment durch das veränderte Druckfeld um die Klappenscheibe verringert wird. Das bedeutet, dass bei kritischen Öffnungswinkeln und Strömungszuständen im Hinblick auf das entstehende dynamische Drehmoment ein kleinerer Antrieb durch reduzierten Drehmomentbedarf benutzt werden kann (Abb. 2).

### Mehr als Standard

Die Armatur kann in mehreren Bauformen angeboten werden. Neben dem standardmäßigen Design von Anflanschklappe und Sharktooth (Abb. 3) sind auch integrierte Bauformen als Doppelflansch (Abb. 4) oder Einschweißklappe (Abb. 5) möglich.

Gerade bei größeren Nennweiten kann die Kombination aus der dreifach-exzentrischen Klappe und dem Regelaufsatz im Vergleich zu anderen Regelarmaturen zu erheblichen Vorteilen in Bezug auf Anschaffungskosten, Gewicht und geometrische Abmessungen führen bei exzellenter Dichtigkeit und sehr guter Regeleigenschaften.

[info@zwick-gmbh.de](mailto:info@zwick-gmbh.de)



**Abb. 2** Anflanschklappe mit Pneumatiktrieb und Handnotgetriebe



**Abb. 3** Anflanschklappe DN 900 mit Sharktooth



**Abb. 4** Doppelflanschklappe mit Sharktooth



**Abb. 5** Einschweißklappe DN800, DN700 Trim mit Sharktooth

**SAFE LI**® **SICHERE LAGERUNG VON GEFÄHRSTOFFEN**

SICHERHEITS-SCHRÄNKE F90

AUFFANG-WANNEN

GEFÄHRSTOFF-REGALE

GEFÄHRSTOFF-LAGERCONTAINER

700 WEITERE ARTIKEL  
KATALOG-DOWNLOAD:  
[WWW.SAEBU.DE](http://WWW.SAEBU.DE)

**SÄBU** Morsbach GmbH | Tel.: 02294 694-0 | Internet: [www.saebu.de](http://www.saebu.de) | E-Mail: [safe-cm@saebu.de](mailto:safe-cm@saebu.de)

# Flexibilität ist Trumpf

Ex-Remote-I/O zeigt, was es kann

Oliver Korb, Bartec GmbH

**Vieles spricht für das innovative Ex-Remote-I/O von Bartec. Denn das System kann seine Vorteile im gesamten Lebenszyklus einer Anlage ausspielen: von der Planung über den Betrieb bis zur Wartung und Instandhaltung. Dass das Remote I/O nicht zu viel verspricht, beweisen seine Einsätze bei dem Global Player Henkel und Europas führendem Spraydosen- und Lackstiftehersteller Motip Dupli.**

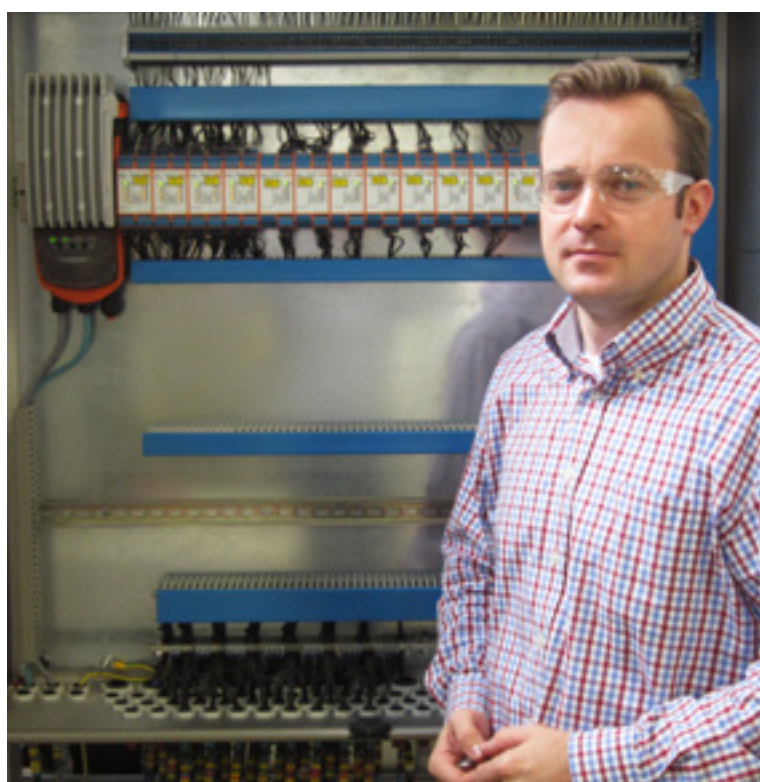
## Überzeugende Argumente

Für die Steuerung seiner neuen Klein-komponentendosierung im Ex-Bereich setzt Henkel in seinem Dispersions- und Lösungsmittelklebstoffbetrieb in Düsseldorf zum ersten Mal das Antares Remote I/O-System von Bartec ein (Abb. 1). Damit wick die Technikmannschaft von ihrer bisherigen Linie ab, nur etablierte Standards zu verwenden. Bei diesem Projekt hat sich die Abteilung bewusst anders entschieden. Und das nicht ohne Grund. Das Kriterium schlechthin: die hohe Flexibilität. Für die Lösung sprachen außerdem die einfache

Erweiterbarkeit und eine intuitive Bedienung. Schon die ersten Tests zeigten, dass das System extrem flexibel ist. Wenn mitten im Projekt etwas geändert werden muss, bedeutet das bei anderen Systemen, dass der Kunde die komplette Bestellung stornieren und alles neu bestellen muss, da die Zulassung starr an das Komplettsystem aus Ex e-Gehäuse und Remote I/O gekoppelt ist. Bei Antares wiederum hat jedes Modul eine eigene Zulassung und zusätzlich eine flexible Systemzulassung. So kann der Anlagenbauer sein System frei planen und gestalten.

## Einsparungen allerorten

Der „Spraydosen-Europameister“ Motip Dupli setzt das Remote I/O-System in einer neuen Hightech-Abfüllanlage ein (Abb. 2). Durch die direkte Installation des Systems im Ex-Bereich und kurze Wege konnte das Unternehmen über 4.000 m Leitungen einsparen. Es benötigt sehr wenig Platz, was in vielen bestehenden Anlagen durchaus eine Rolle spielt. Die Lösung hilft noch an anderen Stellen beim Sparen. Wäre die Anlage konventionell verkabelt worden, hätte man Trennschaltverstärker einbauen müssen. Dafür wäre wiederum ein separater



**Abb. 1** Der Einsatz des Remote-I/O-Systems bei Henkel mit Robert Ciupka, der mit einem weiteren Kollegen für die komplette EMR-Planung, Projektierung und Instandhaltung im Betrieb verantwortlich ist.



**Abb. 2** Das Unternehmen Motip Dupli setzt das Remote-I/O-System in einer Abfüllanlage ein.



**Oliver Korb** studierte Automatisierungstechnik an der FH Gießen und ist seit Januar 2012 als Produktmanager Bustechnologien bei der Bartec GmbH in Bad Mergentheim tätig.

Schrank nötig gewesen. Für die Lösung mit Antares reichte ein noch vorhandener Kompaktschaltschrank aus Edelstahl aus und teure, überdruckgekapselte Ausführungen werden überflüssig.

Auch bei der Konfiguration kann Antares gegenüber anderen Systemen punkten. Denn eine intuitive Bedienung erlaubt es, das System mit wenigen Mausklicks zu projektieren und zu konfigurieren. Die Designersoftware überwacht während der Erstellung die Einhaltung bestimmter Grenzwerte. Die Berechnung der notwendigen Ein- und Ausgänge inklusive benötigte Reserven für das kostengünstigste, d. h. optimalste System eröffnet dem Anwender die Möglichkeit, genau zu sehen, wie viel Leistung noch vorhanden ist.

Nicht zuletzt lassen sich die Module sehr schnell und einfach austauschen. Eine Hot-swap-Funktion stellt eine hohe Verfügbarkeit des Systems sicher. Lange und kostspielige Produktionsunterbrechungen und Stillstandzeiten gehören der Vergangenheit an.

[info@bartec.de](mailto:info@bartec.de)



Das Ex-Remote-I/O-System ANTARES



Erfrischend  
einfach –  
SAP S/4 HANA  
mit Fujitsu



### Wir machen Ihre IT fit für die Zukunft

Frischen Sie Ihre IT auf – mit SAP S/4 HANA!  
Wir bieten Ihnen dazu ein umfassendes Komplettpaket: **Evaluation, Planung, Implementierung, Betrieb – und dazu die passende Hardware.** Alles aus einer Hand.

Profitieren Sie von unserer SAP-Kompetenz, vereinfachen Sie Ihre Prozesse und Systemlandschaft und senken Sie die IT-Gesamtbetriebskosten – mit Fujitsu!

>> [fujitsu.com/de/sap-angebote](http://fujitsu.com/de/sap-angebote)



shaping tomorrow with you



# Revolutionärer Werkstoff

Anwendungen graphenbasierter Technologien

Dr.-Ing. Andreas Bablich, Prof. Dr. Max C. Lemme

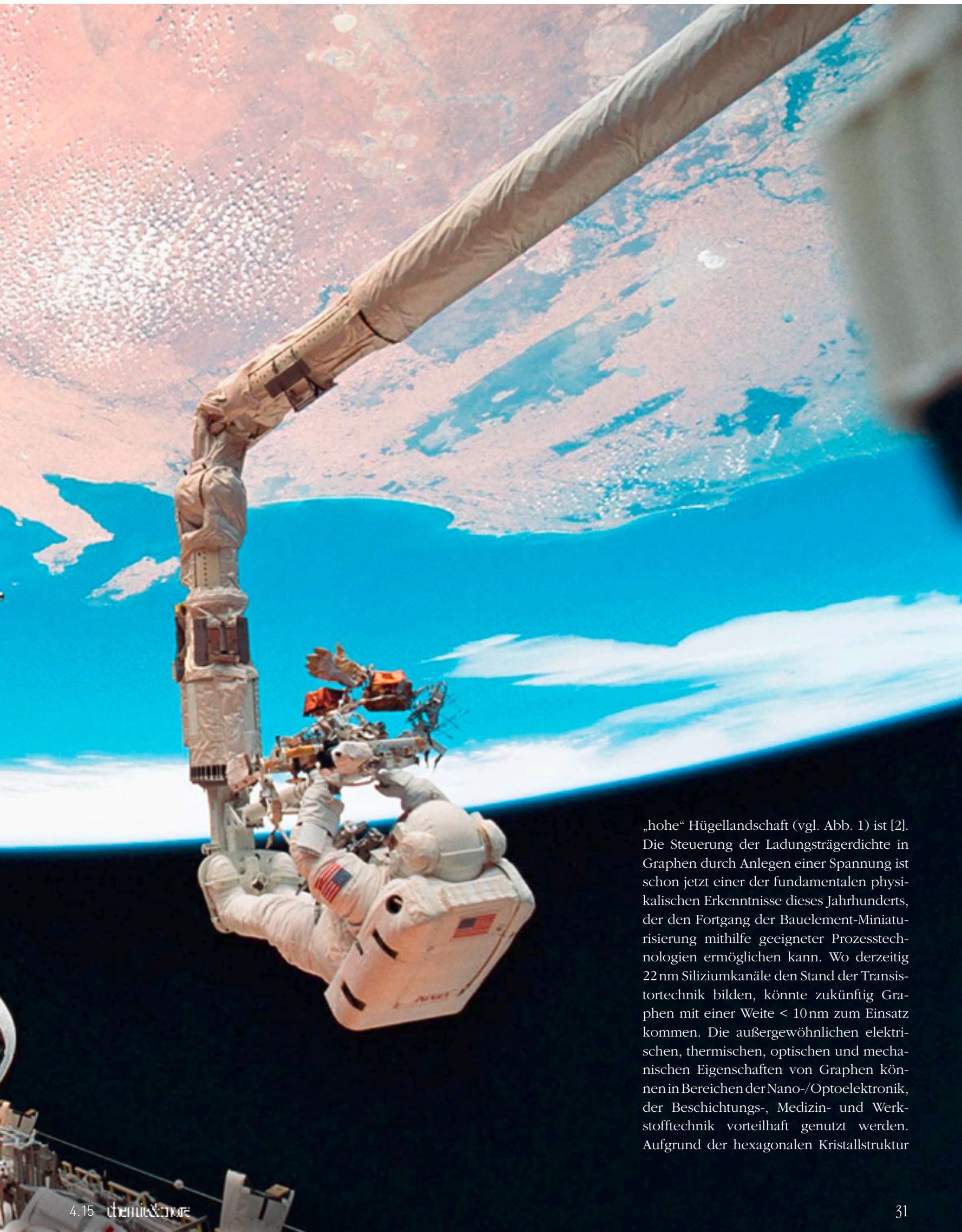
Universität Siegen, Lehrstuhl für graphenbasierte Nanotechnologie

Ob in der Luft- und Raumfahrtindustrie, als lichtaktives Material in Solarzellen oder als Korrosionsschutz, Graphen ist aus der Forschung nicht wegzudenken. Der Lehrstuhl für graphenbasierte Nanotechnologie beschäftigt sich in Forschung und Lehre mit elektronischen, optoelektronischen und nanoelektromechanischen Bauelementen aus Graphen und verwandten zweidimensionalen (2D) Materialien.

## Historie und Eigenschaften

Die Existenz von Graphen – einer 2D-Ebene sechseckig angeordneten Kohlenstoffs – wurde 2004 erstmalig nachgewiesen [1]. Knapp 40 Jahre zuvor wurde allerdings postuliert, dass Materialien mit vernachlässigbarer Dicke aufgrund thermodynamischer Kräfte bei Temperaturen oberhalb von 0K als Folge zu schwacher Atombindungen nicht existieren können. 2D-Werkstoffe konnten demnach auch keine anti-/ferromagnetischen Eigenschaften aufweisen. Umso erstaunlicher war die Entdeckung des elektrischen Feldeffekts in atomlagen dünnem Kohlenstoff. Der Widerspruch zu anerkannten Modellen wurde entkräftet, da Graphen kein absolut flacher 2D-Kristall, vielmehr eine höchst flexible 0,335 nm





„hohe“ Hügellandschaft (vgl. Abb. 1) ist [2]. Die Steuerung der Ladungsträgerdichte in Graphen durch Anlegen einer Spannung ist schon jetzt einer der fundamentalen physikalischen Erkenntnisse dieses Jahrhunderts, der den Fortgang der Bauelement-Miniaturisierung mithilfe geeigneter Prozesstechnologien ermöglichen kann. Wo derzeit 22nm Siliziumkanäle den Stand der Transistortechnik bilden, könnte zukünftig Graphen mit einer Weite  $< 10\text{nm}$  zum Einsatz kommen. Die außergewöhnlichen elektrischen, thermischen, optischen und mechanischen Eigenschaften von Graphen können in Bereichen der Nano-/Optoelektronik, der Beschichtungs-, Medizin- und Werkstofftechnik vorteilhaft genutzt werden. Aufgrund der hexagonalen Kristallstruktur

entstehen sehr steile, nahezu lineare Bandverläufe (vgl. Abb. 2), sodass sich Ladung ungehindert, quasi masselos, fortbewegen und Licht linear absorbiert werden kann. Mit  $200.000 \text{ cm}^2 \text{Vs}^{-1}$  bewegen sich Elektronen in freischwebendem Graphen schneller als in jedem anderen Material. Stromdichten  $>10^8 \text{ Acm}^{-2}$  werden in Graphen, nicht jedoch in normalem Kupfer erreicht. Graphen weist trotz seiner geringen Dicke eine mit 2,3% außergewöhnlich hohe optische Absorption vom mittelinfraroten bis ins UV-Spektrum auf [3]. Mit einem E Modul von 1,1 TPa wurde eine bislang nie dagewesene Zugbelastbarkeit nachgewiesen [4], die die von Titan ( $\approx 100 \text{ GPa}$ ) oder Stahl ( $\approx 200 \text{ GPa}$ ) bei Weitem übersteigt. Die hohe mechanische Stabilität resultiert aus der  $sp^2$ -Hybridisierung des Kohlenstoffs. Während Atome in der x-/y-Ebene durch starke  $\sigma$ -Bindungen zusammengehalten werden, bewirken vertikale  $\pi$ -Bindungen den nahezu ungebremsten Ladungstransport. Graphen lässt sich aufgrund der schwachen  $\pi$ -Bindungen leicht von anderen Materialien ablösen. Eine hohe thermische Leitfähigkeit ( $5.300 \text{ WmK}^{-1}$  bei  $25^\circ\text{C}$ ) macht Graphen für eine Vielzahl industrieller Applikationen interessant. Im Vergleich: Diamant, das bislang thermisch leitfähigste Material, erreicht lediglich  $2200 \text{ WmK}^{-1}$ .

## Einsatzgebiete

In der Luft- und Raumfahrtindustrie ist die Integration von Graphen in Kompositionswerkstoffe aus kohlefaserverstärktem Kunststoff momentan ein zentraler Forschungsgegenstand. Adressiert werden Ziele wie Gewichtsreduktion (Treibstoffverbrauch), Tragflächensteifigkeit (Verwirbelungen) und elektrische Leitfähigkeit (Ent-

eisung/Blitzableiter). Die Kompatibilität von Graphen zu aktuellen Halbleitertechnologien eröffnet die Möglichkeit der Integration in Siliziumbauelemente. Es wurde bereits die Integration erster Graphen-Feldeffekt-Transistoren (GFETs) als Hochfrequenzempfänger (4,3 GHz) in einem Siliziumschaltkreis als Frequenzverdoppler und als Mixer demonstriert. Graphen nutzt trotz seiner geringen Dicke einen sehr hohen Anteil optisch einfallender Strahlung (Absorption 2,3%, Reflektion 0,1%) und eignet sich demnach als lichtaktives Material in Solarzellen/Photosensoren. Dioden aus Graphen-Metallübergängen [5,6] auf  $\text{SiO}_2$  (vgl. Abb. 3) und Graphen-Halbleiterübergängen liefern Empfindlichkeiten im Bereich einiger  $\text{mAW}^{-1}$ . Siliziumdioden (Dicke einige  $100 \mu\text{m}$ ) erreichen üblicherweise etwa  $0,6 \text{ A/W}$ , sind nicht biegsam und deren Bandbreite ist auf  $1100 \text{ nm}$  begrenzt. Trotz fehlender Bandlücke wurde in Graphen jüngst Lumineszenz gemessen, die auch durch chemische/physikalische Materialbehandlungen erzeugt werden kann. Mithin schützt Graphen metallische Oberflächen in hohem Maße vor Korrosion [7].

## Transparente Elektroden

Solarzellen, LEDs, Displays oder Touch Screens benötigen Elektroden, die erstens eine hohe Transparenz  $T$  und zweitens einen kleinen Schichtwiderstand  $R_s$  aufweisen. Solche Elektroden werden i.d.R. aus halbleiterbasierten, transparent leitfähigen Oxiden (TCOs) wie dotiertem Indiumoxid, Zinkoxid oder Zinnoxid hergestellt. Das gängigste TCO ist Indiumzinnoxid (ITO) mit  $T \approx 80\%$  (bei  $550 \text{ nm}$ ) und  $R_s = 10 \Omega/\square$  auf Glas. ITO ist in nahezu jedem Handy als transparentes Displaymaterial zu finden,

jedoch ist es durch seinen hohen Indiumgehalt teuer. ITO ist spröde und für flexible Anwendungen ungeeignet. Alternativen zur Herstellung flexibler, kostengünstiger Elektroden sind Kohlenstoffnanoröhren (CNT) und Graphen. Graphen besitzt eine breiterbandigere Transparenz als einwandige CNTs, metallische Filme und ITO. Für flexible, transparente Elektroden eignet sich das leitfähige Polymer PEDOT:PSS (4-Lagen:  $R_s = 46 \Omega/\square$ ,  $T = 82\%$ ) wobei die geringe Temperaturstabilität (Siedepunkt  $\approx 100^\circ\text{C}$ ) einen großen Nachteil bietet. Der Schmelzpunkt von Graphen wurde zum Vergleich zu  $4627^\circ\text{C}$  extrapoliert<sup>26</sup>. Mehrlagen-Graphen erzielt Beweglichkeiten bis  $20.000 \text{ cm}^2 \text{Vs}^{-1}$  und  $R_s$ -Werte von ITO bei identischer und höherer Transparenz. Jüngst wurde mittels Dotierung 4-Lagen Graphen hergestellt das mit  $R_s = 40 \Omega/\square$  und  $T > 90\%$  [8] den „minimum industrial standard“ von ITO unterbieten konnte.

## Digitale Schaltkreise und Hochfrequenztechnik

Im Jahr 2014 bestand nahezu jedes Schaltelement in integrierten Digitalschaltkreisen aus Silizium-FETs. Um Milliarden von Transistoren auf einem Chip leistungsfähig zu betreiben, muss das Ein-/Ausschaltstromverhältnis ( $I_{on}/I_{off}$ ) bei  $10^4$ – $10^7$  liegen, was i.d.R. nur mit Halbleitern, deren Bandlücken  $\geq 400 \text{ meV}$  betragen, möglich ist. Da normales Graphen diese Bandlücke nicht aufweist, besitzen GFETs keinen hinreichenden Ausschaltzustand. In Graphen-Nanobändern (GNRs) wurden bereits Bandlücken  $>100 \text{ meV}$  geöffnet und  $I_{on}/I_{off}$ -Verhältnisse  $>10^6$  demonstriert [9]. Bilagen-GFETs weisen Bandlücke bis  $250 \text{ meV}$  in Anwesenheit eines vertikalen elektrischen Feldes auf, welches durch externe Spannungen oder chemisch/elektrostatisch dotieren erzeugt werden kann. Normale GFETs zeigen  $I_{on}/I_{off}$ -Werte von max. 10, komplexe Konfigurationen max. 100, was deren Einsatz in Logikschaltungen ausschließt. Dennoch gibt es Ansätze, Graphen-Transistorlogik erstens durch die Öffnung einer Bandlücke in GNRs, zweitens durch die Verwendung von Bilagen-Graphen in Transistoren mit vertikalem Feldverlauf oder drittens die Einführung von GFETs mit fundamental andersartigem Arbeitsprinzip zu etablieren. Logiktransistoren benötigen eine Bandlücke. Hochfrequenz(HF)-FETs werden gemeinhin im aktiven Einschaltzustand betrieben, weshalb Graphen in der HF-Technik auf eine große Resonanz stößt. Die Aufgabe des

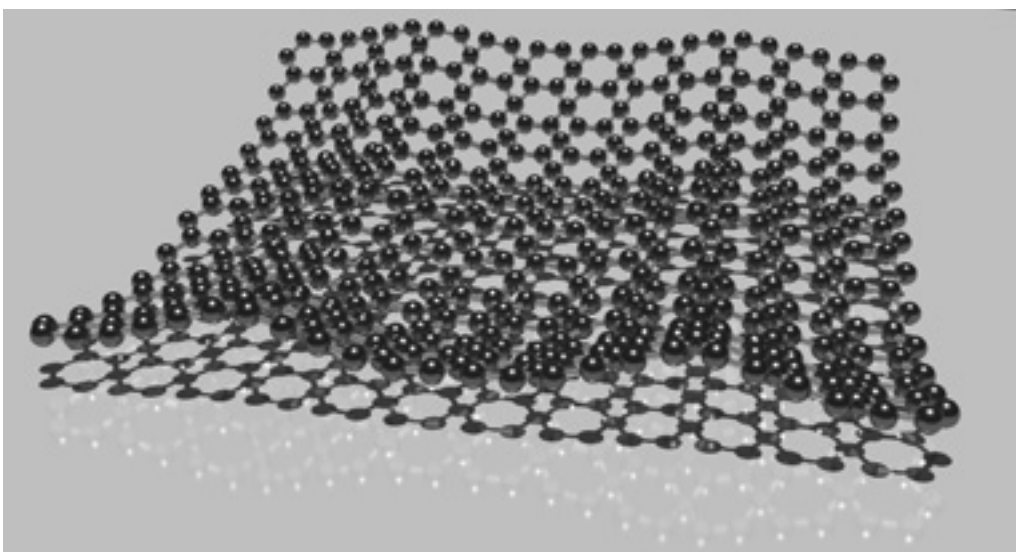


Abb. 1 Höchstflexibler, transparenter und leitfähiger 2D-Graphenkristall

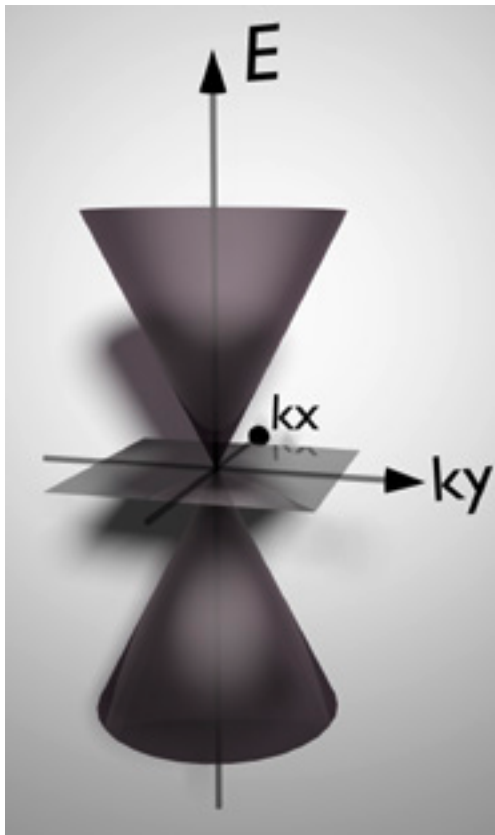


Abb. 2 Energie-/Impulsdiagramm von 2D-Graphen

FETs besteht darin, HF-Signale zu verstärken und weiterzuleiten. Die Signalamplitude kann mittels der Strom ( $h_{21}$ )- oder der Leistungsverstärkung  $v_p$  erhöht werden. Beide Größen sinken mit zunehmender Frequenz. Relevante HF-Größen sind die Transitfrequenz ( $f_T$ ), bei der  $h_{21}$  auf „1“ absinkt und die obere Grenzfrequenz ( $f_{max}$ ), bei der  $v_p$  auf „1“ abfällt. Für die meisten HF-Applikationen sind  $v_p$  und  $f_{max}$  relevant. Der erste GFET mit  $f_T$ -Werten im GHz-Bereich wurde 2008 vorgestellt [10]. Seitdem ist deren Performance kontinuierlich angestiegen und mit dem Stand der Technik entsprechenden Transistoren vergleichbar. Zurzeit liegt die



**Andreas Bablich**, Jg. 1983, studierte Elektrotechnik an der Universität Siegen und spezialisierte sich auf das Fachgebiet der Mikrosystemtechnologie. Im Oktober 2013 schloss er erfolgreich seine Promotion im Bereich „Photosensorik“ mit Auszeichnung ab. Er arbeitet seitdem als PostDoc am Lehrstuhl für graphenbasierte Nanotechnologie von Herrn Prof. M. C. Lemme an der Entwicklung von Dünnschicht-Bauelementen basierend auf Graphen und anderen neuartigen 2D-Materialien.



**Max Lemme**, Jg. 1970, studierte und promovierte im Bereich Elektrotechnik an der RWTH-Aachen und spezialisierte sich dort auf die Entwicklung von Triple-Gate CMOS-Prozessen auf SOI-Materialien. Während und nach seiner Promotion arbeitete er in leitender Funktion im Nanotechnologie-Startup AMO GmbH in Aachen. Danach erforschte er das Material Graphen, zunächst an der Harvard Universität und dann ab 2010 als Gast Professor an der KTH in Stockholm. Seit 2012 leitet er den Lehrstuhl für Graphen-basierte Nanotechnologie der Universität Siegen und arbeitet an der Entwicklung von Dünnschicht-Bauelementen basierend auf Graphen und anderen neuartigen 2D-Materialien.“

max. GFET- $f_T$  bei 427 GHz,  $f_{max}$  bei 105 GHz. High-Electron-Mobility-Transistoren (HEMTs) erreichen hier 1000 GHz. Die geringen  $f_{max}$ -Werte entstehen erstens durch die geringe Stromsättigung im Ausgangskennlinienfeld aufgrund der fehlenden Bandlücke,

zweitens durch hohe Kanalwiderstände sowie drittens als Folge eines hohen Gatewiderstandes. Schon mit 100 meV Bandlücken, welche in Bilagen-GFETs erzeugt werden können, findet eine gute Sättigung statt, weshalb diesem Transistortyp ein großes Potenzial zugeschrieben wird, die Performance üblicher Silizium-FETs zu übersteigen.

→ [andreas.bablich@uni-siegen.de](mailto:andreas.bablich@uni-siegen.de)  
 → [max.lemme@uni-siegen.de](mailto:max.lemme@uni-siegen.de)

Literatur

- [1] Novoselov, K. S. et al. (2004) *Science* 306, 666–669
- [2] Kelly, B. T. *Physics of graphite*. (1981)
- [3] Ferrari, A. C. et al. (2014) *Nanoscale*
- [4] Lee, C. et al. (2008) *Science* 321, 385–388
- [5] Lemme, M. C. et al. (2011) *Nano Lett.* 11, 4134–4137
- [6] Xia, F. et al. (2009) *Nat. Nanotechnol.* 4, 839–843
- [7] Prasai, D. et al. (2012) *ACS Nano* 6, 1102–1108
- [8] Bonaccorso, F. et al. (2010) *Nat. Photonics* 4, 611–622
- [9] Li, X. et al. (2008) *Science* 319, 1229–1232
- [10] Meric, I. et al. (2008) in *IEDM 2008. IEEE International 1–4*

Foto: © www.nasa.gov

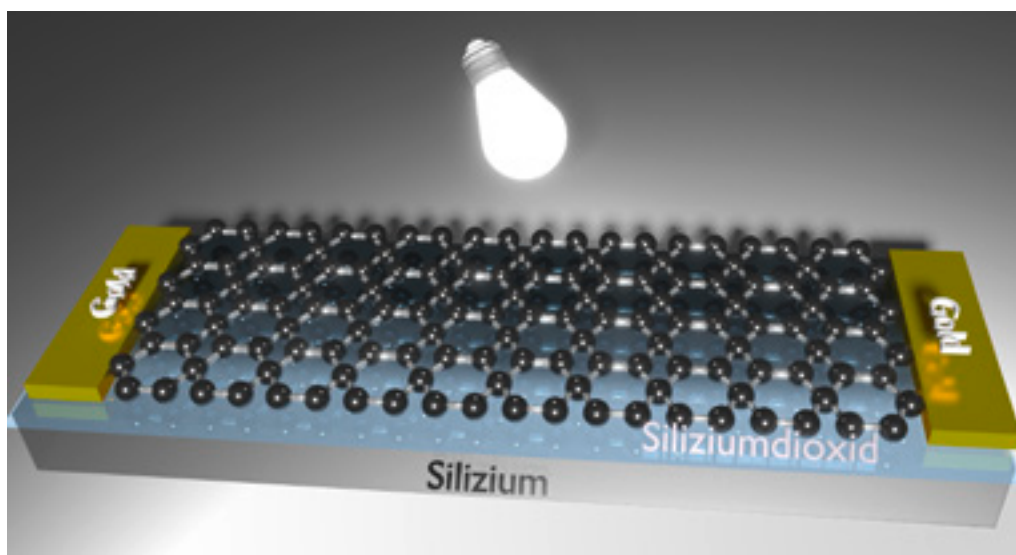


Abb. 3 Photosensor bestehend aus Graphen

## VDMA Chemieanlagenbau:

Weltweite Krisen meistern – lokale Chancen nutzen

**Die in der VDMA Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau (AGAB) zusammengeschlossenen Chemieanlagenbauer erzielten 2014 in Deutschland verbuchte Bestellungen in Höhe von 3,1 Mrd. Euro, zwölf % weniger als im Vorjahr. Vor dem Hintergrund niedriger Wachstumsraten, vielfältiger geopolitischer Risiken sowie starker Schwankungen an den Devisen- und Rohstoffmärkten hätten die AGAB-Mitglieder dieses Jahr dennoch meistern können, so Jürgen Nowicki, stellvertretender Sprecher der AGAB und Sprecher der Geschäftsleitung der Linde AG, Engineering Division, anlässlich der ACHEMA-Presskonferenz des VDMA in Frankfurt.**



Jürgen Nowicki, Sprecher der Geschäftsleitung der Linde AG, Division Engineering, Pullach, Stellvertretender Sprecher der VDMA Arbeitsgemeinschaft Großanlagenbau  
*Bild: VDMA*

### Ausland: Wachstumsmärkte liegen in Osteuropa und den USA

Rund 95% der Bestellungen kamen 2014 aus dem Ausland. Die einzige Wachstumsregion für den Chemieanlagenbau war im vergangenen Jahr Osteuropa mit Russland als Kernmarkt. Mehrere Großprojekte in der Petrochemie trieben die Bestellungen dort mit 1,7 Mrd. Euro auf ein neues Rekordniveau. Die Auftragseingänge aus dem zweitwichtigsten Markt, den USA, sanken im Vergleich zum Vorjahr zwar leicht, sie erreichten mit rund 400 Mio. Euro dennoch ein achtbares Niveau. Die niedrigen Gaspreise in den Vereinigten Staaten wirkten sich insbesondere auf die Nachfrage nach Düngemittelanlagen positiv aus. Weitere Projekte in der Petrochemie, in der Erdgasverflüssigung und in der Herstellung synthetischer Kraftstoffe sind in Vorbereitung. Noch fraglich allerdings sei, ob alle Vorhaben wie geplant durchgeführt würden, schränkte Nowicki ein.

### Inland: Deutschland kein Kernmarkt für den Chemieanlagenbau mehr

Im Inland konnte die Branche trotz eines Anstiegs der Aufträge um 50 Mio. Euro im Vergleich zu 2013 letztlich nicht von den Investitionen der Chemieindustrie in Deutschland profitieren, die 2014 rund 3,5 Mrd. in neue Produktionsanlagen investierte. Nowicki

führte dazu aus, dass sich diese Summe überwiegend aus Ausbau- und Modernisierungsvorhaben unter 25 Mio. Euro zusammensetze. Die Kernkompetenz der in der AGAB organisierten Chemieanlagenbauer liege aber in der Abwicklung von Großprojekten mit Auftragswerten im hohen zweistelligen oder gar dreistelligen Millionen-Euro-Bereich.

### Internationalisierung der Branche schreitet voran

Bei seinen Auslandsengagements wird der Chemieanlagenbau zunehmend mit Forderungen nach lokaler Leistungserbringung konfrontiert. Beschränkten sich Lokalisierungsvorgaben in der Vergangenheit häufig auf die reine Bauleistung, umfassen sie mittlerweile auch die Beschaffung von Komponenten, die Planung sowie die Ausbildung von Betreiberpersonal. Die in der AGAB organisierten Chemieanlagenbauer haben auf diese Forderungen bereits mit der Gründung von Vertriebs-, Service- und Fertigungsstandorten in wesentlichen Kernmärkten reagiert.

### Vorsprung im Bereich effizienter und umweltschonender Technologien

Die schon in den letzten Jahren gültigen Anforderungen an den deutschen Chemieanlagenbau blieben auch 2015 bestehen: Technologisch hochwertige Produkte müssten zu wettbewerbsfähigen Preisen in den globalen Märkten verkauft werden, führte Nowicki in seinem Fazit aus. Trotz der zunehmenden Konkurrenz aus Asien stehe der Großanlagenbau aus Westeuropa nach wie vor an der Spitze, wenn es darum geht, anspruchsvolle und innovative Lösungen anzubieten. Speziell der deutsche Chemieanlagenbau habe sich einen Vorsprung im Bereich effizienter und umweltschonender Technologien erarbeitet.

Die mittelfristigen Markterwartungen im Chemieanlagenbau seien verhalten, sagte Nowicki und zeigte aber auch Chancen auf. Sie bieten sich insbesondere in Ländern, die Rohstoffe importieren und vom aktuellen Preisrutsch profitieren. Vor allem in Westeuropa, in Ost- und Südostasien sowie in Indien gäbe es Potenzial für den Chemieanlagenbau, ein weiterer Hoffnungsträger seien die USA.

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

*Quelle: VDMA*

(CS)

**ThyssenKrupp Industrial Solutions:**

# Maßgeschneiderte Lösungen für die Düngemittelindustrie

ThyssenKrupp Industrial Solutions, der Anlagenbauspezialist des ThyssenKrupp Konzerns, gab auf der ACHEMA 2015 auf über 300 Quadratmetern Einblicke in das internationale Netzwerk des Anlagenbauers. Darüber hinaus präsentieren Experten des Unternehmens in Vorträgen neue Verfahren und Forschungsergebnisse. Im Rahmen der ACHEMA-Praxisforen referierte Martina Schmitz, Head of Process Group Urea, zur Emissionsreduzierung aus Harnstoffanlagen.

Harnstoff, auch bekannt als Carbamid oder Carbonyldiamid, ist das weltweit bedeutendste Stickstoffdüngemittel. Prognosen sagen für das Jahr 2018 einen Bedarf von 203 Mio. t bei einer jährlichen durchschnittlichen Wachstumsrate von 3,3% voraus. Seit einigen Jahren steht in der Düngemittelindustrie insbesondere die Reduzierung der Ammoniak- und Staubemissionen aus Harnstoffanlagen im Fokus. Als eines der international führenden Unternehmen im Düngemittelbereich bietet ThyssenKrupp Industrial Solutions

einzigartige Kompetenzen basierend auf 60 Jahren Erfahrung in der Planung und im Bau von Harnstoffanlagen. Sowohl für neue als auch für existierende Düngemittelanlagen arbeitet das Unternehmen kontinuierlich an der Entwicklung und Weiterentwicklung ganzheitlicher Lösungen und Dienstleistungen zur Reduzierung von Emissionen.

[www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com](http://www.thyssenkrupp-industrial-solutions.com)



Mit der Urea7-Anlage, die ThyssenKrupp Industrial Solutions im niederländischen Sluiskil errichtete, hat das norwegische Unternehmen Yara seine Ureaproduktion signifikant verbessert. Mit einer täglichen Produktionsleistung von 3.500 t Harnstoff ist die 'low-emission plant' die größte in Europa und eine der größten Anlagen dieser Art weltweit.

Druckmessumformer

# Druckmessung ist Familiensache

Siemens hat sein Sortiment an Druckmessumformern erweitert. Die neue Druckmessfamilie bietet zuverlässige Feldgeräte, die speziell auf Kundenbedürfnisse angepasst sind und exakte Ergebnisse liefern.

Der Sitrans P500 ist der Hochpräzise unter den Druckmessumformern. Die Premium-Line ermittelt nicht nur zuverlässig Differenzdrücke, sondern ist gleichzeitig spezialisiert auf die Messung von Füllstand, Volumen und Massendurchfluss – und ist jetzt auch mit neuer 50-mbar-Differenzdruckmesszelle erhältlich. Ob Relativdruck-, Durchfluss- oder Füllstandmessungen – der Sitrans P DS III ist ein Alleskönner und bewährter Partner in vielen Anwendungen. Auf Basis des Sitrans P DS III wurde das Spektrum an Druckmessumformern erweitert: Der Sitrans P410 basiert auf der Technologie des Sitrans P DS III und bietet mit einer Messgenauigkeit von 0,04 % noch mehr Präzision. Der Sitrans P310 überzeugt bei einer Messgenauigkeit von 0,075 % mit bester Qualität zum Einsteigerpreis. Beide Modelle sind sowohl als Relativdruck- als auch als Differenzdruckvarianten verfügbar.

[siemens.de/druckmessung](http://siemens.de/druckmessung)



## Datenlogger

### Zur Anzeige und Speicherung von bis zu vier Messwerten



Der Datenlogger mit Anzeige DL 10 von Afriso wurde zur Anzeige und Speicherung von bis zu vier unabhängigen analogen Messwerten entwickelt. DL 10 ist ein frei programmierbares digitales Anzeigergerät mit einer umfangreichen Datenlogger-

Funktion und integrierter Speisepannung für 2- und 3-Leiter-Transmitter. Als Eingangssignale sind je Kanal sowohl Spannungen bis 10V als auch Analogströme bis 20mA möglich. Jeder Kanal kann völlig separat parametrieren und jedes Messsignal in einer frei definierbaren Skalierung angezeigt werden. Zudem können von jedem Kanal über einstellbare Zeitfunktionen die Messwerte auf einer SD-Speicherkarte formatiert abgelegt werden. Die Speicherfunktionen sind auch über Analogsignalschwellen triggerbar.

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

## Plattformen

### Intelligente Pumpenüberwachung für die Verfahrenstechnik

Colfax Fluid Handling, ein Bereich der Colfax Corporation, realisiert Industrie 4.0 und stellte auf der ACHEMA eine intelligente Plattform für das Condition und Operation Monitoring vor: die IN-1000. Diese ist speziell für Pumpen von Allweiler entwickelt worden, die in betriebskritischen und umweltsensiblen Anwendungen der Verfahrenstechnik und der Chemie eingesetzt werden. Kernstück des Systems ist die von Allweiler entwickelte Software. Mit der neuen „Smart Platform“ lassen sich von der einfachen Zustandsüberwachung bis hin zu



komplexen Überwachungstätigkeiten inklusive Operation Monitoring an mehreren Pumpen viele Anforderungen an Sicherheit und geringe Betriebskosten gleichzeitig realisieren.

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

## Abfüllanlagen

### Generation deckt drei Dimensionen ab – Produkt, Gebinde, Gewicht

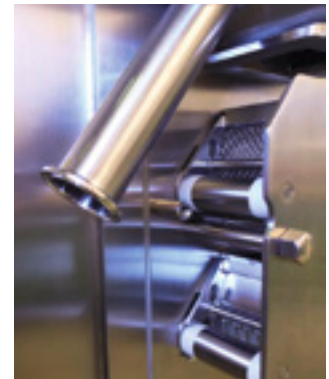
Haver & Boecker-Integra-Abfüllanlagen stehen für stationäre und komplett eingehauste Verpackungssysteme zur Abfüllung von chemischen Produkten und Nahrungsmitteln nach dem Plug & Pack-Prinzip. Bei der neuen Integra®-Maschinenfamilie

ist in Zukunft nicht nur die Abfüllung in Ventilsäcke, sondern auch in vorgefertigte Offensäcke, Schlauchfolie und Big Bags möglich. Innerhalb dieser Maschinenfamilie gibt es unterschiedliche Modelle abhängig von der Gebindeart. Auf der

## Granulierungsanlage

### AGS – Automatic Granulation System

Pünktlich zur ACHEMA präsentierte Alexanderwerk das neue Patent „AGS“ (Automatic Granulation System): eine elektrotechnische Siebkorbverstellung, bei der mit Hilfe eines Antriebs eine gewünschte Siebkorbpositionierung zu einem Rotor ermöglicht wird und so ein immer gleich bleibender Abstand zwischen Rotor und Sieb, selbst bei unterschiedlichen Siebstärken, garantiert wird. Diese Einstellung läuft vollautomatisch, ist reproduzierbar und sorgt auf diesem Weg für eine kontinuierliche Produktion. Definierte Einstellungen können in Rezepturen hinterlegt und un-



terschiedlichen Produkten zugeordnet werden. Gleichzeitig ermöglicht das System ein Monitoring des Produktionsprozesses zur Qualitätsüberwachung.

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

## Ventile

### Eigensicherer Übertemperaturschutz für Probenahmesysteme

Das Temperaturschutzventil AutoSafe von Dr. Thiedig ist ein rein mechanisches Ventil, das bei Übertemperatur ohne Hilfsenergie automatisch und zuverlässig schließt. Nach einem Auslösen muss das Ventil aus Sicherheitsgründen manuell resettet werden. Es dient in erster Linie dem Personen- und Messgeräteschutz und verhindert zusätzlich eine Überhitzung von typischerweise vorgeschalteten Komponenten wie Probenahmekühlern, z. B. bei Kühlwasser ausfall. Durch die kompakte



Bauweise, die Funktion ohne Hilfsenergie und die Druckfestigkeit auch am Ventilausgang bis 310 bar ist es ideal geeignet für die Nachrüstung in Altanlagen zur Erhöhung der Anlagensicherheit.

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



ist das Konzept analog zu der Systemfamilie auf eine Leistung von 3.200S/h ausgelegt.

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

## Ventile

### Keine Kompromisse bei Qualität und Flexibilität



Druckhalteventile von ASV Stübbe bewähren sich seit Jahren im harten Alltag des chemischen Anlagenbaus. Durch das breite Variantenspektrum ergeben sich Einsatzmöglichkeiten etwa als Überströmventil im Bypass, zum sicheren Abbau von Drucksitzen in Anlagen mit oszillierenden Pumpen bis hin zum rückdrucksicheren Impfventil in der Chemikaliendosierung. Erreicht wird diese Flexibilität durch das Zusammenspiel von zwei optimalen Funktionsprinzipien: Das patentierte DHV 712-R ist mit seiner Kolbensteuerung im Markt einzigartig. Es kombiniert die Funktionen eines Druckhalteventils mit einem Rückschlagventil. Das membrangesteuerte DHV 718 verfügt bewusst über keine zusätzliche Kolbenführung, um auch bedingt partikelhaltige Medien ohne Probleme fördern zu können.

[www.asv-stuebbe.de](http://www.asv-stuebbe.de)

## Pumpen

### Energie sparen mit düsennadelgeregelt Strahlpumpen

Strahlpumpen verdichten Dampf von einem Niederdruck- auf ein Mitteldruckniveau. Im Vergleich zur Erzeugung von Mitteldruckdampf über Drosselventile können mit Strahlpumpen bis zu ca. 40% Hochdruckdampf gespart werden. Düsennadelgeregelt Strahlpumpen erlauben darüber hinaus einen besonders energiesparenden Betrieb im Teillastbereich. In einer Strahlpumpe tritt ein Hochdruckstrahl (Treibmedium, meistens Dampf oder

Gas) durch die Treibdüse ins Gehäuseinnere. Dort vermischt er sich mit dem Saugmedium (auch meistens Dampf oder Gas) und verdichtet den Gesamtstrom schließlich auf den höheren Druck am Austritt der Strahlpumpe. Das Bild zeigt eine aufgeschnittene regelbare Dampfstrahl-Vakuumpumpe als Anschauungsmodell auf der ACHEMA 2015.

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



## Pumpen

### Drehkolbenpumpe garantiert hohe Energieeffizienz



Pünktlich zum 40-jährigen Firmenjubiläum präsentierte Börger auf der ACHEMA eine neue Drehkolbenpumpe. Die ONIXline-Pumpe wird es zunächst in vier Baugrößen mit Förderleistungen bis zu 100 m<sup>3</sup>/h geben. Eingesetzt werden soll das neue Flaggschiff des Pumpenspezialisten vor allem bei der Förderung sehr anspruchsvoller Medien. Der Hersteller verspricht hervorragende Wirkungsgrade auch bei hohen Drücken. Herzstück der Pumpe sind die völlig neuartigen Drehkolben. Sie wurden mit Hilfe modernster Strömungssimulationstechnik und der Erfahrung aus mehreren Jahrzehnten Drehkolbenpumpenbau entwickelt und sorgen für eine schonende, nahezu pulsationsfreie Förderung bei höchsten Wirkungsgraden.

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

## Dichtungen

### Maßgeschneidert für Pharmaindustrie und Biotechnologie



Für die hochsensiblen Produktionsprozesse in der Pharmaindustrie, Biotechnologie und Medizintechnik hat der unabhängige Dichtungshersteller C. Otto Gehrckens den neuen EPDM-Compound „AP 306“ entwickelt. Der Spezial-Werkstoff aus der COG-Hygienic-Seal-Serie verfügt über die wichtigsten Zulassungen für die Anwendungen in den hoch anspruchsvollen Branchen. Neben der Unbedenklichkeitsprüfung gemäß FDA 21. CFR 177.2600 besitzt der AP 306 die Freigabe nach USP-Klasse VI im Chapter 88 bis +121 °C und im Chapter 87. Auch den Test auf Zytotoxizität (nach ISO 10993-5:2009) hat der EPDM Compound erfolgreich bestanden.

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

CONTRACT MANUFACTURING

Abfüllung/Umfüllung

Mischung/Coating

Mikronisierung/Verahlung

Siebung/Sichtung

Kompaktierung/Granulierung

Trocknung/Vakuumentrocknung

Gebindereinigung/Musterabfüllung

Technikum/Aufbereitung

Flüssigware/Sprühtrocknung

Pastillierung/Schuppung

Ebbecke Verfahrenstechnik AG  
Keltenstraße 16 | 63486 Bruchköbel  
Telefon: +49 6181 18 90 96-0  
[www.ebbecke-verfahrenstechnik.de](http://www.ebbecke-verfahrenstechnik.de)

## Pharmaanlagen

### Sicherer Scale-up für GMP-konforme Produktion

In der Pharmaindustrie kann Ekato Systems von langjährigem Know-how und weitreichenden Erfahrungen im Bau von Anlagen für die Personal- und Healthcare-Industrie profitieren. Neben Trocknern und Mischern des Produktbereiches Solidmix, z. B. zur Trocknung von Wirkstoffen, deckt der Produktbereich Unimix die Salben-, Creme- und Gelherstellung in der pharmazeutischen Industrie ab. Die Unimix-Anlagen bedienen somit Anwendungen der sogenannten „halbfesten Formen“. Jahrzehntelanges Know-how in der Homogenisier- und Rührtechnik sowie fundiertes Wissen in der Prozess- und Ver-



fahrensentwicklung der Ekato-Firmengruppe bilden die Basis für einen erfolgreichen Einsatz der Ekato-Systems-Technologie.

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

## Ventile

### Auch für Mischphasen ideal

Bei der ACHEMA hat Goetze ihr neues Segment von Ventilen für tiefkalte Medien präsentiert. In herausragender Qualität decken die neuen Kryo-Ventile einen Einsatzbereich von Temperaturen bis zu  $-196^{\circ}\text{C}$  ab. Es ist die Zulassung für sowohl Gase und Dämpfe, als auch für Flüssigkeiten bestätigt. Damit steht erstmalig ein Sicherheitsventil im Tieftemperatursegment zur Verfügung, welches auch für Mischphasen geeignet ist.



[www.goetze-armaturen.de](http://www.goetze-armaturen.de)

## Pumpen

### Die Gesamtinvestitionen senken

Bran+Luebbe, eine Marke von SPX, ist seit über 80 Jahren ein führender Name für die Konstruktion und Entwicklung von Membranpumpen, inklusive kompletten Pumpenpaketen und -systemen. Seine Doppelmembranpumpen stellen sichere, praktisch leckagefreie Lösungen dar, die einen zuverlässigen

und präzisen Betrieb gewährleisten. Einmal auf die gewünschten Durchflussmengen- und Druckwerte eingestellt, ist ihr Betrieb denkbar einfach und erfordert keinerlei weitere Einstellungen. Die doppelwirkenden Dosierpumpen der Novados-Reihe und die Prozesspumpe Novaplex Vector wur-

## Inline-Mischer

### Fest-Flüssig-Vermischung im Chargenbetrieb

IKA®s neuer leistungsstarker Inline-Mischer CMX 2000 reduziert Herstellzeiten beim Einbringen von Feststoffen in Flüssigkeiten um mindestens 50% im Vergleich zu herkömmlichen Inline-Geräten. Das gelingt der Maschine durch ihre zweistufige Ausführung mit Pump- und Dispergierstufe. Die gewährleisten auch bei steigender Viskosität eine stabile Umwälzung. Diese Effektivität macht sowohl Pulverdosiertechnik als auch Pumpen zur Unterstützung der Produktzirkulation oder des Produktaustrags überflüssig. Weil Anwender unterschiedliche Anforderungen an Prozesse haben,



baut IKA® die CMX in sieben Größen. Damit können Batchgrößen von 2 bis über 5.000l verarbeitet und Umwälzleistungen von 1.500 bis 200.000l/h erreicht werden.

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

## Datenlogger

### Datenlogger-Stick erstellt automatisch PDF-Reports

Mit dem LOG 32THP erweitert Dostmann electronic sein Produktangebot von Datenloggern um ein besonders kompaktes Messgerät zur Datenaufzeichnung von Temperatur, Feuchte und barometrischen Luftdruck. Für die Auswertung wird der LOG 32THP einfach in die USB-Schnittstelle des Computers eingesteckt. Innerhalb weniger Sekunden wird automatisch eine PDF-Datei sowie eine Tabellen-datei (DBF/Excel-Format) der



letzten Aufzeichnung erzeugt. Die Aktivierung des Gerätes erfolgt durch einmaligen Druck der Starttaste. Der LOG 32THP dient der Qualitätsüberwachung im Labor, bei der Produktion oder in der Lagerung. Es wird eine lückenlose Dokumentation und Überwachung der Umgebungsbedingungen in Reinräumen, Kraftwerken und Kalibrierlabors gewährleistet.

[www.dostmann-electronic.de](http://www.dostmann-electronic.de)

den speziell auf ein geringes Einbaumaß und Gewicht optimiert. Sie kommen immer dann zum Einsatz, wenn das Platzangebot begrenzt ist, garantieren höchste Zuverlässigkeit und senken die Gesamtbetriebskosten.

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





Thermometer

## Immer hygienisch für jede Anlagenumgebung

Endress+Hauser nutzt die iTherm-Messeinsätze für die neue hygienische Temperatur-Linie. Die iTHERM-TM411-Thermometer erfüllen die Anforderungen der in der Lebensmittel- und Life-Sciences-Industrie anerkannten Qualitätsstandards, in diesem Fall insbesondere die hygienischen Zertifikate nach EHEDG und 3-A. Good Manufacturing Practice (GMP) wird gemäß EN2023/2006 umgesetzt. Der Edelstahl 316L wurde für die Thermometer TSE-konform tierfettfrei verarbeitet. Die ein-



zigartige, automatisierte Fertigung sichert höchste Reproduzierbarkeit und lückenlose Rückverfolgbarkeit der einzelnen Bauteile gemäß IEC 60571. Als modulare Thermometer sind die Widerstandsthermometer (RTD) mit den iTherm-Messeinsätzen QuickSens oder StrongSens ausgerüstet.

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

Reaktoren

## Große Stoffmengen sicher synthetisieren

Die Dietrich Process Systems stellt den QVF®-Universalreaktor in den Größen von 6 bis 50l vor. Mit ihm können größere Stoffmengen sicherer synthetisiert werden als mit einem Dreihalskolben. Die Synthesen

können unter Inertgas zwischen -20 und 150 °C scale-up-fähig durchgeführt und Leichtsieder unter Vakuum abdestilliert werden. Die anschlussfertige und ex-geschützte Reaktionsanlage ist bereits mit der erforderlichen MSR-Technik ausgestattet. CIP-Düsen ermöglichen eine einfache Reinigung der Glasanlage.

Kompressor-Audits

## Mehr Zuverlässigkeit, Effizienz und Umweltverträglichkeit

Das Hoerbiger-REE (REE – Reliability, Efficiency, Environmental Soundness)-Audit zeigt Betreibern von Kolbenkompressoren den momentanen Leistungsstand ihrer Maschinen auf und bildet die Basis für Vorschläge, wie sich die Zuverlässigkeit, Effizienz und Umweltverträglichkeit ganzer Kompressorparcs erhöhen lassen. Damit bietet das Unternehmen einen Serviceansatz für Betreiber von Raffinerien, Öl- und Gas- sowie Prozessindustrieanlagen. Da sich die Einsatzbedingungen und die Peripherie der Kompressoren immer schneller än-



dern, bietet das Unternehmen mit dem Audit für Kompressoren einen Kundenservice an, der das Tagesgeschäft des Betreibers nicht beeinträchtigt und dabei das tatsächliche Leistungspotential der Kompressoren im Betrieb aufzeigt.

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

Dekanter

## Saubere Lösung

Hygienisch, vielseitig und qualitativ hochwertig. So präsentierte sich Flottweg auf derACHEMA 2015 in Frankfurt am Main. Die Trenntechnikspezialisten stellen dieses Jahr den Dekanter Z5E-4/401 im hygienischen Design aus. Dieser zeichnet sich besonders durch eine hervorragende Reinigbarkeit aus und ist somit prädestiniert für den Einsatz in der Nahrungsmittel-, Chemie- und Pharmaindustrie. Die Maschine verfügt zudem über eine verstellbare Schäl-scheibe, die eine optimale Anpassung an

veränderte Gegebenheiten im Produktzulauf garantiert. Die Bauteile des Dekanters, die in unmittelbarem Kontakt mit dem zu verarbeitenden Medium gelangen (z. B. Trommel, Schnecke und Zulauf), sind ausschließlich aus hochwertigen, rost- und säurebeständigen Edelstählen gefertigt.

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



Reaktoren

## Technologie mit doppeltem Vorteil

Dank langjähriger Erfahrung in thermischen Verfahren wurden von Ziemex Reaktoren und Behälter entwickelt, die mit Pillow Plates ausgestattet sind, d. h. mit laseraufgeschweißten Doppelmänteln auf dem Klöpperboden wie auch auf dem Mantelbereich. Sie bieten einerseits einen thermischen Vorteil, denn die Austauschflächen werden direkt frontseitig eingespeist und erzeugen, bedingt durch die Laserschweißpunkte, einen Wirbeleffekt, der für einen noch höheren Wärmetransfer sorgt. Andererseits erfüllen alle Doppelmäntel die TÜV- sowie DGRL-Forderungen. Das bietet

den Vorteil, dass der Doppelmantel dank der Laserschweißpunkte gegenüber Temperaturwechseln kaum empfindlich ist.

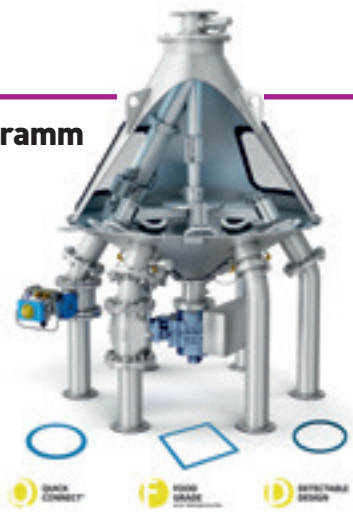
[www.ziemex.com](http://www.ziemex.com)



## Rohrsysteme

### Jetzt exklusiv im Serienprogramm

Auf der ACHEMA 2015 stellte Jacob Rohrsysteme erstmals sein neues Rohrsystemprogramm mit detektierbaren Dichtringen und Dichtungen vor. Alle Komponenten dieses Rohrsystems sind zweifach konform für den Kontakt mit Lebensmitteln nach der europäischen Verordnung EG 1935/2004 wie auch der amerikanischen FDA. Das gilt für die Edelstahlrohr- und Formteile genauso wie für die eingesetzten Dichtungsmaterialien, die darüber hinaus metallisch detektierbar und optisch nachweisbar sind. Für die montagefreundlichen Spannringverbindungen



dieses Systems werden spezielle vulkanisierte Dichtringe angeboten, die dadurch reißfester und chemisch resistenter als herkömmliche, verklebte Varianten sind.

[www.jacob-rohre.de](http://www.jacob-rohre.de)

## Tablettenpressen

### Staubdicht wird zum neuen Standard



Für Pharmaproduzenten steigen wegen neuer Wirkstoffentwicklungen und Regularien die Anforderungen an den Produkt-, Umwelt- und Arbeitsschutz. Bei der Tablettierung wird die staubdichte Produktion zum Mindeststandard werden. Als ersten Schritt auf diesem Weg präsen-

tierte Fette Compacting auf der ACHEMA den Hochleistungs-Rundläufer FE55 mit einer Containment-Option. Anwender können mit der FE55 serienmäßig mehr als 90% aller Produkte herstellen. Das gilt für alle toxischen oder potenten Wirkstoffe bis zu einer Staubbelastung von 10 bis 100 µg/m<sup>3</sup>. Hierfür bietet Fette Compacting die FE55 optional mit Containment-Komponenten wie RTP-Zugängen und Gloveports sowie einer einfachen Parameterkontrolle über das Maschinenterminal an.

[www.fette-compacting.de](http://www.fette-compacting.de)

## Digox 602 dac

### Schnelle Messung der entgasten Säureleitfähigkeit

Mit dem Digox 602 dac bietet Dr. Thiedig ein weiter optimiertes Messgerät für die Überwachung der entgasten Säureleitfähigkeit im Wasser-Dampf-Kreislauf an, zugeschnitten auf die Anforderungen in modernen Kraftwerken. Das Gerät führt eine schnelle, zuverlässige

Messung der Säureleitfähigkeit ohne CO<sub>2</sub>-Einfluss durch, in der Standardversion stehen die Messungen der spezifischen Leitfähigkeit, der Säureleitfähigkeit und einer pH-Wert-Berechnung zur Verfügung. Die Entgasung erfolgt ohne Erhöhung der Medientemperatur,

## Membranpumpen

### Animation der Synchronisation in verschiedenen Betriebsmodi



Die G3M, ein hochleistungsfähiges Dreifach-Triebwerk mittlerer Größe, wurde ursprünglich entwickelt, um rückverflüssigte Boil-off-Gase von LNG-Tankern auf ein hohes Druckniveau zu bringen und so für den Antrieb der Schiffe nutzbar zu machen. Als robustes Arbeitspferd ist sie aber auch bestens geeignet für eine Reihe weiterer Anwendungen, etwa den Einsatz in der Chemieindustrie oder offshore auf

Ölförderplattformen. Die Prozess-Membranpumpe Lewa Triplex G3M gehörte auf der Achema 2015 zu den Hauptexponaten von Lewa. Im Rahmen der Messe wurde außerdem eine technische Animation gezeigt, die die Synchronisation von drei Lewa-Triplex-Prozess-Membranpumpen in verschiedenen Betriebszuständen visualisierte.

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

## Monitoring

### Für Prozesssicherung und minimierte Anlagenausfälle

Planbarkeit, Vorhersehbarkeit und Prozesssicherheit sind Begriffe, die aus einer effektiven Produktionsumgebung nicht wegzudenken sind. Seit dem Jahr 2013 setzt Oerlikon Leybold Vacuum eine Monitoring-Lösung ein, um seine Kunden bei der Erreichung dieser Ziele zu unterstützen. Oerlikon Leybold Vacuum zeigte das Leistungsspektrum auf der ACHEMA und damit moderne Vakuumlösungen, die etwa in Stahlentgasungsöfen und anderen Hightech-Verfahren wie der Herstellung von Displays eine Kernkomponente darstellen. Auf



Basis der eingesetzten Monitoring-Lösung bietet Oerlikon Leybold seinen Kunden individuelle Service Level Agreements (SLA) an und garantiert die Verfügbarkeit von Serviceexperten sowie die Einhaltung von schnellen Reaktionszeiten.

[www.oerlikon.com/leyboldvacuum](http://www.oerlikon.com/leyboldvacuum)



für vorhandene Messungen der Säureleitfähigkeit verfügbar, ebenso als mobile Variante im Koffer mit Batteriebetrieb.

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

## Umfassendes Portfolio für vielfältige Anwendungen

Die Vielfalt an Anwendungen in explosionsgefährdeten Bereichen ist nahezu unbegrenzt. Selbst für Standardanwendungen gibt es, bedingt durch Zündschutzarten, Branchen und länderspezifische Richtlinien, unterschiedliche Anforderungen. Das Angebot an elektrischen Komponenten und Systemen für den Explosionsschutz ist bei Pepperl+Fuchs auf die Anforderungsvielfalt in der Prozessautomation zugeschnitten. Das Unternehmen bietet ein Portfolio, das von Verteilern über Befehls- und Meldegeräte bis hin zu komplexen Steuerungen



reicht. Basis der verschiedenen Produktlinien sind hochwertige Gehäuse und Komponenten in den Zündschutzarten „Erhöhte Sicherheit“, „Eigensicherheit“ und „Druckfeste Kapselung“.

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

## Kugelhähne

### Mit neuem Namen präsentiert

Der Armaturenhersteller Praher Plastics Austria aus Schwertberg in Oberösterreich hat sich auf der diesjährigen AICHEMA zum ersten Mal unter neuem Namen präsentiert. Der Fokus auf der Messe lag bei Praher auf der Ankündigung der Markteinführung der neuen Kugelhahngeneration: des modularen Industriekugelhahns M1. In PVC-U ist er seit einem Jahr auf dem Markt. Ende dieses Jahres folgt das komplette Sortiment in PP und PVDF, silikonfrei, von DN10-DN50, ausgelegt für Drücke bis PN16, Kugelsitzring in PTFE und mit Dichtungsmaterialien EPDM oder FPM. Die modulare Bauweise des M1 bietet Vorzüge: darunter



den integrierten Standfuß zur Fixpunktmontage, Zubehörteile zur Verwendung als Spannelemente oder den Sicherheitsgriff mit Praher-Labeling-System.

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

## Messsystem

### Skalierbare und voll integrierte Lösung

Es handelt sich bei dem pH- und ORP-Messsystem SensTation von Yokogawa um eine skalierbare und voll integrierte Lösung, die die Funktionen der SencompH-/ORP-Sensoren und des Smartdac+-Datenerfassungs- und

Steuerungssystems vereint. Mit dieser Lösung wird der Einsatz von pH-/ORP-Messumformern überflüssig, und der Anwender hat die freie Wahl zwischen allen papierlosen Rekordern der Smartdac+-Serie, an die

## Hydraulik-Membrandosierpumpe



### Höchste Prozesssicherheit und Flexibilität

Mit ihren Hydraulik-Membrandosierpumpen Orlita Evolution leitet ProMinent eine neue Ära ihrer Prozesspumpen-Baureihen ein. Die neue Pumpengeneration wurde auf der AICHEMA erstmals der Öffentlichkeit vorgestellt. Die Hydraulik-Membrandosierpumpen bilden eine durchgängige Produktfamilie mit Hublängen von 15 bis 40 mm. Damit wird der Leistungsbe- reich von 3 bis 7.400 l/h bei 400 bis 10 bar abgedeckt. Eine Viel- zahl von Antriebsvarianten, auch

für den Einsatz in Ex-Zonen, steht zur Verfügung. Die Orlita-Evolution-Produktfamilie ist nach API 675 ausgeführt. Sie zeichnet sich unter anderem durch eine PTFE-Mehrschichtmembran mit integrierter Membranbruch- warnung/-signalisierung sowie eine Membranpositionssteue- rung aus. Ihr modularer Aufbau bietet hohe Flexibilität im An- wendungsbereich.

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

## Filter

### Selbstreinigender Filter aus Edelstahl mit Kantenspaltelement

Die Konstruktion der WTSRF Selbstreinigenden Filter bietet ein Optimum in Hinblick auf Handling, Montage und Reinigung. Das Gehäuse kann zur besseren Zugänglichkeit bei Wartung oder Inspektion in einem fahrbaren Gestell frei drehbar gelagert werden. So kann auch bei schräg gestelltem Filter das Filterelement zusammen mit dem Abstreiferkäfig nach oben aus dem Gehäuse herausgezogen werden und der Innenraum des Gehäuses ist frei. Alternativ ist dieser Filter als Standversion erhältlich. Die Filter bestehen aus den vier Baugruppen Filtergehäuse, Antrieb, Filterelement und Anbauteile. Diese können



individuell den bestehenden Kundenanforderungen angepasst werden.

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



male sind die einfache Wartung und die leichte Navigation bei hoher Flexibilität und Erweiterbarkeit.

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

# Was es alles gibt

## Pumpen

### Mobile-App bringt Industrie 4.0 an alle Pumpen

**Um die Anlagenbetreiber dabei zu unterstützen, die Produktivität und Transparenz zu steigern und die Wettbewerbsfähigkeit über den gesamten Lebenszyklus zu erhöhen, hat der Frankenthaler Pumpenhersteller KSB eine App für Smartphones und Tablets entwickelt.**

Mit der Mobile-App „KSB Sonolyzer“ können Anwender in 20 s die Effizienz von unregelmäßig arbeitenden Pumpen mit Asynchronmotoren analysieren.



Technologisch basiert der „KSB Sonolyzer“ auf einem Algorithmus, der schon seit fünf Jahren in dem bis heute weit über 30.000-mal verkauften „Pump-Meter“ steckt. Im Gegensatz zu diesem kommt die smartphongestützte Applikation allerdings ohne die genaue Kenntnis der individuellen Kennlinie oder weiterer technischer Daten des zu messenden Aggregats aus. Außerdem ist die Verwendung nicht auf die Pumpen des Herstellers beschränkt. Mit der Analyse-App ist es möglich, den Auslastungszustand jeder Kreiselpumpe, die von einem unregelmäßig arbeitenden Asynchronmotor angetrieben wird, zu ermitteln. Dazu muss man folgende Daten eingeben: die Motornennleistung, die Motornendrehzahl sowie die Förderhöhe und die Fördermenge der Pumpe. Diese erforderlichen Informatio-

nen kann man dem Typenschild an jeder Pumpe entnehmen.

Nach Starten der Messung nimmt man etwa in 20s mit dem im Smartphone oder Tablet eingebauten Mikrophon die emittierenden Geräusche am Lüfter des Elektromotors auf. Aus dem Geräuschspektrum filtert die Anwendung die genaue Drehzahl des Aggregats heraus und ermittelt das Drehmoment. Mittels der vom Anwender eingegebenen Leistungsdaten und der vom Hersteller entwickelten Hydraulik-Datenbank lässt sich feststellen, ob die Pumpe teillastig arbeitet. Die App zeigt dem Anwender auf, ob man durch Optimierung der Hydraulik oder der Antriebstechnik Energie einsparen kann.

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

## Druckregler

### FDA-konform und aus Edelstahl bietet erhebliche Kostenersparnisse

AirCom Pneumatic hat neue FDA-konforme Druckregler aus Edelstahl im Lieferprogramm. Diese bieten nicht nur hohe Sicherheit, sondern sind auch wesentlich preiswerter als bisherige Produkte. In verschiedenen Bereichen der Druckaufbereitung wird aufgrund der

Applikation vorgeschrieben, dass Druckregler sowohl aus Edelstahl bestehen, als auch FDA-zugelassene Materialien enthalten müssen. Hierzu gehören Druckregler und Filterregler. Diese FDA-Konformität bieten nur wenige spezialisierte Hersteller an, und die Anschaf-

## Datenlogger

### Für tragfähige Analysen

Eine mobile Variante erweitert die Serie der Metpoint BDL Bildschirmschreiber von Beko Technologies für das Datenlogging in Druckluft- und Gasapplikationen. Das neue Metpoint BDL portable ergänzt die stationären Standard- und Kompaktausführungen der erfolgreichen Messtechnik-Baureihe des deutschen Druckluft-Systemanbieters. Der tragbare Datenlogger Metpoint BDL portable ist für die Messwertaufzeichnung über eine Vielzahl unterschiedlicher Messumformer



ausgelegt. Damit eignet er sich als Handheld überall dort für den Einsatz, wo Messwerte mobil erfasst und mitgeschrieben werden sollen – auch außerhalb von Druckluftanwendungen. Die verschiedenen Sensoren sind einfach konfigurierbar- und anschließbar und werden je nach Sensortyp vom Gerät automatisch erkannt.

[www.beko-technologies.de](http://www.beko-technologies.de)

## Wärmebildkameras

### Exx- oder Ebx-Wärmebildkamera mit Preisvorteil

Der Sommer ist die Zeit der besonderen Aktionen bei Wärmebildkamera-Weltmarktführer Flir Systems. Denn Kunden, die jetzt eine Flir-Kamera der Exx- oder Ebx-Serie zusammen mit einem optionalen 15°-Tele- oder 45°-Weitwinkelobjektiv kaufen, sparen noch bis zum 30. September stolze 1.600 EUR. Dieses Sonderangebot gilt für die Kameras E40(bx), E50(bx) oder E60(bx), die sich zum Messen von Überhitzungen an elektrischen und mechanischen Anlagen, zur Begutachtung von Energieeffizienzproblemen in Gebäuden und zum Aufdecken von Wärmemustern eignen, die durch eindringende Feuchtig-



keit entstehen. Die Kunden müssen die Kamera und das Objektiv zusammen kaufen, um den Rabatt auf das Objektiv und das kostenlose Messinstrument zu erhalten.

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



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

**Anwenderfreundlich,  
leistungsstark und kostengünstig**

Olympus hat das Industrie-Videoskop der Serie C auf den Markt gebracht. Es ermöglicht Sichtprüfungen von Fertigungsteilen, Strukturen und Bereichen, die nur begrenzt direkt einsehbar sind. Für eine kostengünstige und zuverlässige Industrieinspektion in hoher Qualität bietet das Einstiegsvideoskop verschiedene Leistungsmerkmale, wie z. B. fortschrittliche Abwinkelung und hohe Bildqualität, die im Portfolio der Highend-IPLEX-Videoskope von Olympus Standard sind. Das neue Gerät liefert eindrucksvolle, hochwertige Standbilder und Videos, dank derer es sich



für verschiedene Prüfungen geeignet; das kompakte, tragbare Design sorgt für ein hohes Maß an Widerstandsfähigkeit.

[www.olympus-ims.com](http://www.olympus-ims.com)

**Esta auf der SCHÜTTGUT 2015**

Der Sender Spezialist für Absaugtechnik, Esta, präsentiert auf der SCHÜTTGUT (4. – 5. November, Dortmund) mobile und stationäre Absauglösungen für die Schüttgut-Industrie. In Halle 6, Stand P: 20-6 haben interessierte Fachbesucher unter anderem die Möglichkeit, den neuen ATEX-Entstauber Dustomat 4 genauer unter die Lupe zu nehmen. Die Geräte sind für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen der Zone 22 zugelassen und sowohl zur Absaugung von leitfähigen und nicht-leitfähigen Stäuben geeignet. Die Entstauber vereinen eine hohe Saugleistung mit ho-



her Mobilität. Messetickets zur SCHÜTTGUT können kostenlos auf der Website des Herstellers angefordert werden.

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

**Messtechnik in der Chemie**

Speziell in Entwicklungsprozessen ist die Messdatenerfassung zum notwendigen Bestandteil geworden, um die Reaktion und Charakteristika von neuen Produkten messtechnisch zu erkennen und zu optimieren.

Auch eine fortlaufende Produktüberwachung kann dabei erfolgen. Ahlborn bietet hier ein umfassendes Produktportfolio. Dieses umschließt bei allen Geräten neben dem Auswerten der Ahlborn Sensorik

auch das Visualisieren und Speichern von Messwerten vorhandener Sensoren. Die Speicherung von Messdaten über Geräte mit bis zu über 100 Messeingängen ist dabei nicht selten, wobei kleinere Prozesse



auch mit einfachen Geräten sehr leicht abgedeckt werden können

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

**chemie&more**

**Verlag**  
succidia AG  
Verlag und Kommunikation  
Rösslerstr. 88 · 64293 Darmstadt  
Tel. +49 6151-360 56-0  
Fax +49 6151-360 56-11  
info@succidia.de · www.succidia.de

**Herausgeber**  
Jörg Peter Matthes [JPM]<sup>1</sup>

**Wissenschaftlicher Direktor**  
Prof. Dr. Jürgen Brickmann [JB]<sup>2</sup>  
brickmann@succidia.de

**Objektleiter**  
Dr. rer. nat. Johannes Jochum,<sup>3</sup>  
johannes.jochum@succidia.de

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

**Redaktion**  
Claudia Schiller [CS], Leitung<sup>4</sup>  
schiller@4t-da.de

Prof. Dr. Jürgen Brickmann [JB]  
brickmann@succidia.de

Lukas Hamm<sup>5</sup>  
Laboratory manager research  
and development  
Merck KGaA

Carmen Klein [CK],<sup>6</sup>  
klein@succidia.de

Jörg Peter Matthes [JPM]  
jpm@4t-da.de

Dr. Ulrike Brand  
brand@succidia.de

**Wissenschaftlicher Beirat**  
Prof. Dr. Dr. h.c. Henning Hopf,  
Institut für Organische Chemie,  
Technische Universität Braunschweig

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

Prof. Dr. Markwart Kunz  
Aufsichtsratsvorsitzender CropEnergies AG  
Ehem. Mitglied des Vorstands  
der Südzucker AG  
Honorarprofessor am Ernst-Berl-Institut  
für Technische Chemie,  
Technische Universität Darmstadt

Prof. Dr.-Ing. Herbert Vogel,  
Ernst-Berl-Institut für Technische Chemie,  
Technische Universität Darmstadt

**Anzeigenverkauf**  
Johannes Jochum,<sup>3</sup>  
johannes.jochum@succidia.de

Julia Klomann,<sup>7</sup>  
klomann@succidia.de

Andrea Lippmann,<sup>8</sup>  
lippmann@succidia.de

**Anzeigenverwaltung**  
Svenja Rothenhäuser<sup>9</sup>  
anzeigen@succidia.de

**Konzeption, Layout,  
Produktion**

4t Matthes+Traut Werbeagentur  
www.4t-da.de

Angelique Göll<sup>10</sup> · goell@4t-da.de

Tel. +49 6151-8519-91

**6. Jahrgang – 6 Ausgaben p.a.**  
z.Zt. gilt die Anzeigenpreisliste 4-09/2014  
ZKZ 18775

ISSN 2191-3803

**Preis**

Einzelheft 11,50 € incl. Versand  
Jahresabo (6 Ausgaben)  
Deutschland: 69 € incl. Versand,  
zzgl. 7% MwSt.

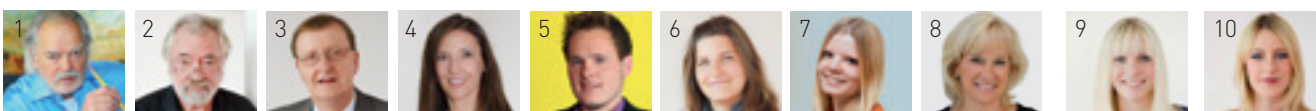
Ausland: 94,50 € incl. Versand

**Heftbestellung**  
chemieandmore@succidia.de

**Druck**

Frotscher Druck GmbH  
Riestraße 8 · 64293 Darmstadt  
www.frotscher-druck.de

Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur mit schriftlicher Genehmigung und Quellenangabe gestattet. Der Verlag hat das Recht, den redaktionellen Beitrag in unveränderter oder bearbeiteter Form für alle Zwecke, in allen Medien weiter zu nutzen. Für unverlangt eingesandte Bilder und Manuskripte übernehmen Verlag und Redaktion sowie die Agentur keinerlei Gewähr. Die namentlich gekennzeichneten Beiträge stehen in der Verantwortung des Autors.



*Was ist der Unterschied zwischen einer Hebamme und einem Chemiker?  
Der Chemiker sagt „H<sub>2</sub>O“ und die Hebamme „Oha, zwei“ ...*



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

*Ein mit zehn Leuten besetzter Bus hält an einer Haltestelle und elf Leute steigen aus. Drei Wissenschaftler kommentieren dieses Geschehen:*

*Der Biologe: „Die müssen sich unterwegs vermehrt haben.“  
Der Physiker: „Was soll's. Zehn Prozent Messtoleranz müssen drin sein.“  
Der Mathematiker: „Wenn jetzt einer einsteigt ist der Bus leer.“*

## Was hatte Goethe mit Chemie zu tun?

Johann Wolfgang von Goethe (1749–1832) war nicht nur Dichter, sondern sah sich selbst auch als Naturwissenschaftler und beschäftigte sich u.a. mit chemischen Reaktionen. Diese hatte ein Chemiker vor ihm als »Wahlverwandtschaften« von

Stoffen bezeichnet, die sich »zueinander hingezogen« fühlen. Goethe griff dies auf und übertrug es in seinem Roman »Die Wahlverwandtschaften« auf zwischenmenschliche Beziehungen. Und auch der Vers »Gestaltung, Umgestaltung, Des

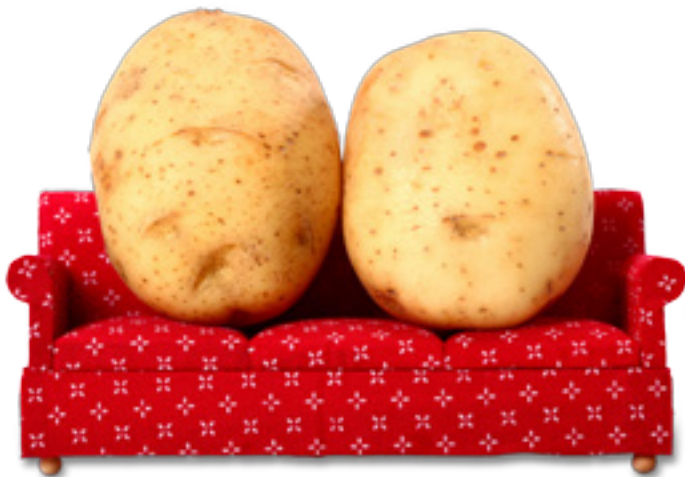


[www.Wikipedia.com](http://www.Wikipedia.com)

ewigen Sinnes ewige Unterhaltung« (Schlusszene Faust II) spiegelt Goethes Weltbild und Naturverständnis wider, das geistige wie natürliche Stoffe in ewiger Umwandlung begriff.

[www.wissen.de/bildwb/chemie-die-frage-nach-dem-stoff](http://www.wissen.de/bildwb/chemie-die-frage-nach-dem-stoff)

Foto: © istockphoto.com | chris sadowski



Man kann Energie auf unterschiedliche Art und Weise einsparen.

**Eine gängige Methode ist die Verwendung einer Couch.**

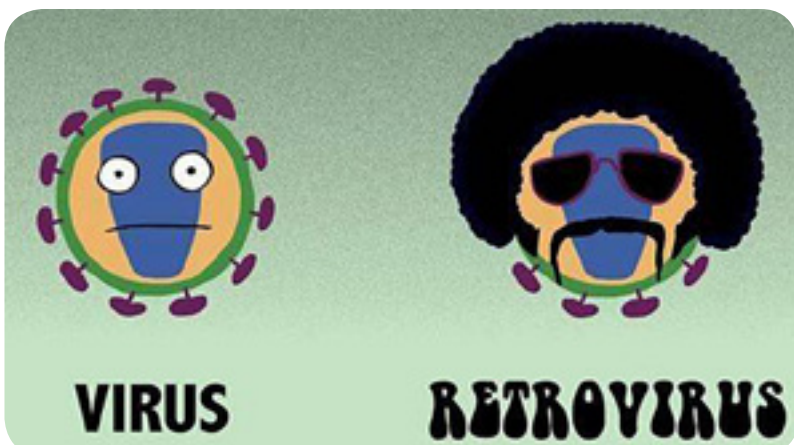
## Wussten Sie, dass ...

- derselbe Stoff unterschiedlich aussehen kann? Beispielsweise enthalten die (blaue) Kornblume und der (rote) Klatschmohn denselben Farbstoff. Der Saft der Kornblume ist allerdings basisch (seifig), Klatschmohn hingegen hat sauren Saft.

- es im 20. Jahrhundert tatsächlich gelungen ist, mit physikalischen Mitteln Quecksilber in Gold umzuwandeln? Dieses Gold ist jedoch um ein Mehrfaches teurer als »echtes« Gold.

- die moderne, auf überprüfbaren experimentellen Ergebnissen beruhende Chemie erst im Zeitalter der Aufklärung (Ende des 18. Jahrhunderts) entstand? Spekulative und quasireligiöse Theorien verloren seitdem auch hier ihre früher große Bedeutung.

- der Begründer der modernen Chemie, Antoine Lavoisier, in der Zeit der Französischen Revolution geköpft wurde? Daran war jedoch nicht seine wissenschaftliche Tätigkeit schuld, sondern seine »Vergangenheit« als königlicher Steuereinnehmer.



**VIRUS**

**RETROVIRUS**

[www.Facebook.com/scienceDumb](http://www.Facebook.com/scienceDumb)

[www.wissen.de/bildwb/chemie-die-frage-nach-dem-stoff](http://www.wissen.de/bildwb/chemie-die-frage-nach-dem-stoff)

# Robust und leistungsstark

FachPack  
Nürnberg, 29.09. – 01.10.2015,  
Halle 4/4-203

wie ein Elefant...

## JESSBERGER

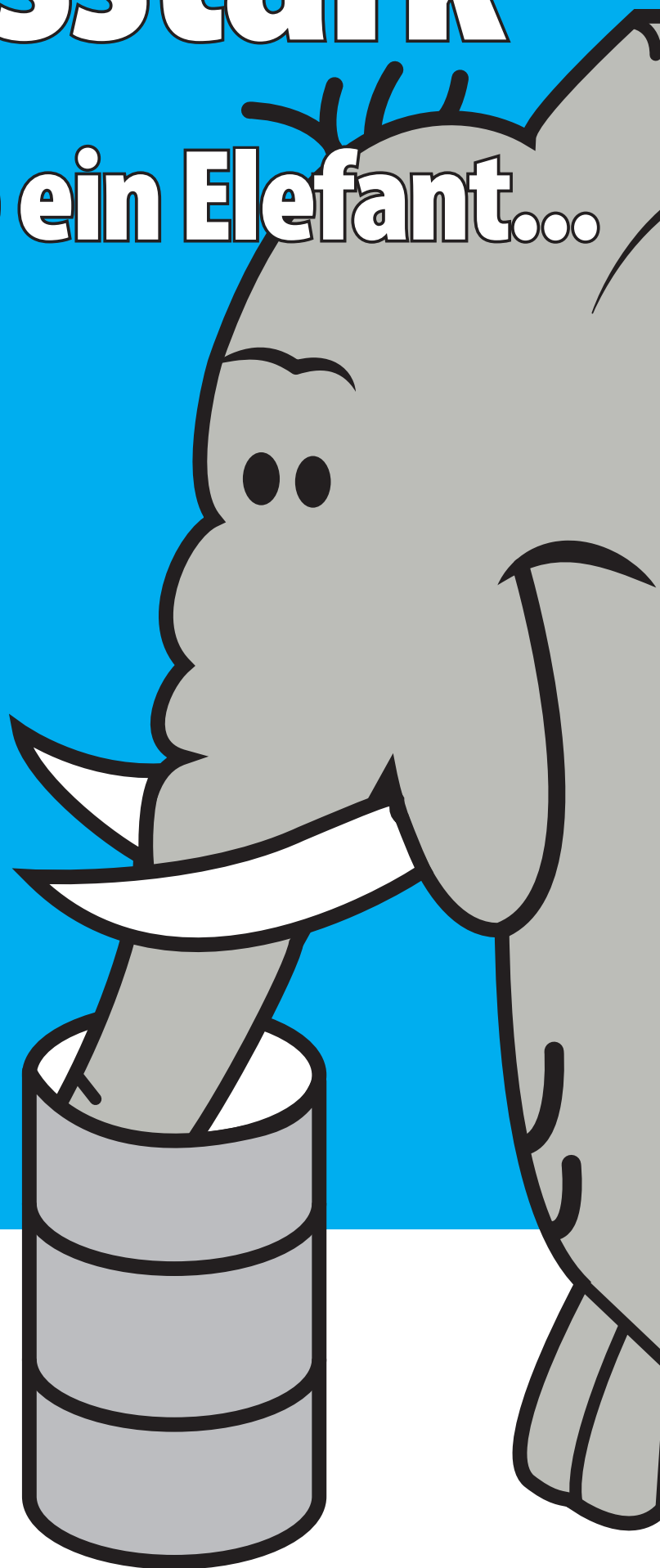
- Fasspumpen
- Manuelle Handpumpen
- Horizontale sowie vertikale Exzentrerschneckenpumpen
- Dickstoffdosierpumpen
- Druckluftbetriebene Membranpumpen
- Kreiselpumpen
- Pumpenzubehör

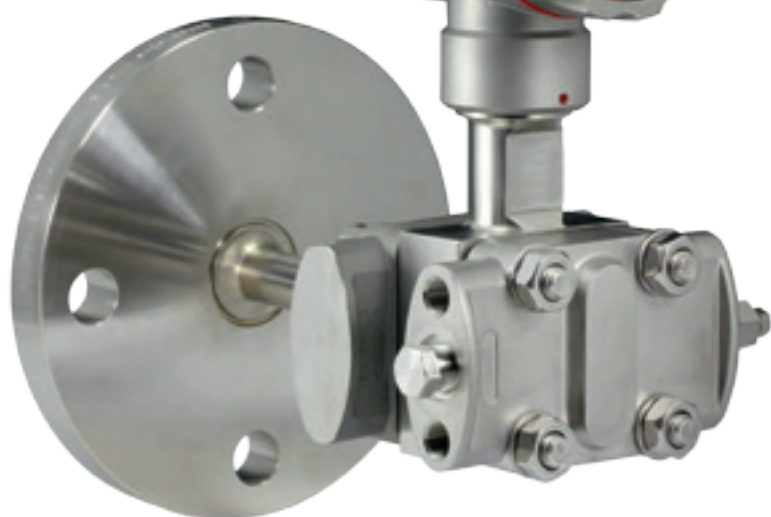
## Unsere Neuigkeiten auf der ACHEMA:

- Manuelle Zapfpistolen aus Polypropylen und PVDF
- Ovalraddurchflusszähler aus Polypropylen, PVDF oder Edelstahl
- Abfüllanlage basierend auf dem Prinzip einer Exzentrerschneckenpumpe

**JESSBERGER**  
pumps and systems

Jägerweg 5 85521 Ottobrunn  
Tel. 0049 89 66 66 33 400 • Fax 0049 89 66 66 33 411  
[www.jesspumpen.de](http://www.jesspumpen.de) • [info@jesspumpen.de](mailto:info@jesspumpen.de)





## Füllstand intuitiv

LABOM zeigt im Juni den neuen Füllstandmessumformer PASCAL Ci4 LEVEL. Sein innovatives Bedienkonzept ist konsequent auf Füllstandmessung ausgerichtet. Der Ci4 LEVEL übernimmt sämtliche Berechnungen und Skalierungen – komplizierte Tabellen sind Vergangenheit! Er kann Füllhöhe, -volumen und -gewicht messen und flexibel anzeigen. Profitieren Sie von seiner Intuitivität!