

# chemie & more

Innovative Lösungen für die Prozesstechnik

03.12



## Im Fokus: Anlagenbau

### Biomasse

Neue Syntheserouten

### Effizienz

Gesparte Energie

### Telediagnose

Erkannte Fehler

**BLUHM**  
systeme

# Dynamische Temperiersysteme



**Achema 2012**  
Besuchen Sie uns in Halle 4.2, B49

Hochgenau temperieren mit dynamischen Temperiersystemen vom Technologieführer:

**Unistat® · Tango® · Petite Fleur®**

Temperiersysteme der Unistat®-Reihe geben Ihnen die Sicherheit, dass temperaturabhängige Prozesse genau so ablaufen, wie Sie das wollen – ohne Kompromisse und mit maximaler Geschwindigkeit, Sicherheit und Prozessstabilität zu jeder Zeit.

Weitere Informationen erhalten Sie im Internet unter [www.huber-online.com](http://www.huber-online.com) oder über unsere Vertriebs hotline +49 (0) 781 9603-123.

- Arbeitstemperaturen von -120 °C bis +425 °C
- Unerreicht leistungsfähige Thermodynamik
- Hochgenaue, intelligente Temperaturregelung
- Kürzeste Aufheiz- und Abkühlzeiten
- Hohe Kälteleistungen von 0,7 bis 130 kW
- Große Temperaturbereiche ohne Fluidwechsel
- Erhöhte Lebensdauer der Temperierflüssigkeit
- Ungewöhnlich klein in den Abmessungen
- Farbiger TFT-Touchscreen mit Grafikdarstellung



## ■ Katalog 2011/2012

Temperiertechnik für Labor, Technikum und Produktion. Jetzt kostenlos anfordern unter Telefon +49 (0) 781 9603-0.

**huber**  
high precision thermoregulation

# Nur Innovationen sichern unsere Zukunft

Die chemische Industrie nimmt für sich in Anspruch, die Zukunft mitzugestalten. Als Schlüsselbranche ist sie ein wichtiger Grundpfeiler für eine nachhaltige Entwicklung. Denn die Chemie ist zwar häufig unsichtbar, ihre Leistungen aber fast immer unverzichtbar, wenn es darum geht, praktische Antworten auf die Herausforderungen der globalen Gesellschaft zu finden: eine umweltverträgliche Energieversorgung, ausreichende Ernährung und Wasserversorgung, dauerhafte Gesundheit einer alternden Bevölkerung sowie steigende Mobilität in den Schwellenländern und Megacities unseres Planeten. Produkte und Problemlösungen aus der chemischen Industrie werden hierfür einen immer wichtigeren Beitrag leisten.

Mehr als 41.000 Menschen arbeiten in den Forschungslaboren der deutschen Chemieunternehmen. Sie tragen einen wichtigen Teil dazu bei, dass auch andere Kernbranchen in Deutschland wie der Fahrzeug- und der Maschinenbau oder die Elektroindustrie mit neuen Produkten auf dem Weltmarkt erfolgreich sind. So ist die chemische Industrie mit Abstand der wichtigste Lieferant von neuen Materialien für andere Wirtschaftszweige. Neue Werkstoffe aus der chemischen Industrie geben vor allem Impulse für Neuerungen im Automobilbau. Über zwei Drittel der dortigen Innovationen und Kosteneinsparungen gehen auf das Konto der Chemie.

Modernes Dämmmaterial, das Häuser warmhält und Heizenergie spart, neue Kunststoffe, die das Fahrzeuggewicht und damit den Kraftstoffverbrauch von Autos verringern oder Nanomaterialien, die Windkraftblätter mit größeren Rotorblättern und damit höherer Leistung möglich machen – Errungenschaften wie diese sind das Resultat einer beständigen Innovationskraft, die von Forschung und Entwicklung (FuE) lebt. Rund 5% ihrer Umsätze steckt die Branche jedes Jahr in die Erforschung und Entwicklung neuer Produkte und Verfahren. Zuletzt lagen die jährlichen Aufwendungen

der chemischen Industrie bei 8,8 Mrd. Euro. Diese Ausgaben steigen seit einem Jahrzehnt um deutlich über 2% pro Jahr. Ein weiteres sichtbares Zeichen unserer Innovationskraft sind Forschungsergebnisse, die sich auch in Patenten niederschlagen: Jedes fünfte Patent in Deutschland mit branchenübergreifenden Technologieimpulsen kommt aus der Chemie.

Die chemische Industrie ist eine der forschungsintensivsten Industriezweige unseres Landes: Rund 17% der gesamten Forschungsaufwendungen des deutschen verarbeitenden Gewerbes entfallen auf die Chemie. Damit liegt sie auf dem dritten Platz. Dabei sind nicht nur die großen Unternehmen kreativ, auch mittelständische Firmen forschen kontinuierlich und haben dank ihrer Innovationskraft eine gute, teilweise sogar herausragende Position im Markt.

## Steuerliche Forschungsförderung zügig einführen

Es liegt aber nicht allein in der Hand der Branche, dass dies so bleibt. Unsere Branche benötigt geeignete Rahmenbedingungen, um ihre Innovationskraft in Deutschland weiter zu stärken und damit ihre internationale Wettbewerbsfähigkeit auszubauen. So warten wir nach wie vor auf die Einführung einer steuerlichen Forschungsförderung. Doch leider zaudert die Bundesregierung immer noch, während andere dagegen erfolgreich mit einer solchen Förderung für Investitionen in ihren Ländern werben: Zwei Drittel der OECD-Länder und die Hälfte der EU-Staaten haben eine steuerliche Förderung von Forschung und Entwicklung eingeführt. Frankreich, die Niederlande, Österreich oder Großbritannien bauen nach positiven Erfahrungen sogar ihre Förderung aus. Ebenso die USA und Korea.

Die steuerliche Forschungsförderung spielt also im Wettbewerb um Investitionen eine zunehmende Rolle. Und das mit gutem



Grund: Sie ist ordnungspolitisch sinnvoll, weil sie den Firmen die Wahl der Forschungsthemen überlässt, leicht und unbürokratisch zu handhaben ist und einzelne Branchen oder Unternehmen weder bevorzugt noch benachteiligt. Sie lohnt sich, weil auf Unternehmensebene jeder über Steuermittel eingesetzte Euro zu zusätzlichen FuE-Aufwendungen von 1,25 Euro führen und das mittel- und langfristige Wachstum des BIP in Deutschland um 0,1% steigen würde. Dies hat eine Studie renommierter Volkswirte kürzlich ergeben. Die steuerliche Forschungsförderung und die sicherlich notwendige Haushaltssanierung sind somit kein Widerspruch. Im Gegenteil – sie passen zusammen, weil sie zu zusätzlichem Wirtschaftswachstum führt und dies mit dazu beitragen kann, die Staatsverschuldung zu verringern.

Um die globalen Herausforderungen der Zukunft zu lösen, brauchen wir jedoch nicht nur technischen Fortschritt und geeignete wirtschaftliche Rahmenbedingungen. Notwendig ist auch die entsprechende gesellschaftliche Akzeptanz. Damit Deutschland weiterhin als Industrieland erfolgreich ist, brauchen wir ein Klima, in dem neue Ideen und Verfahren gedeihen können. Es hilft wenig, wenn wir Innovationen wie etwa in der Nanotechnologie aus lauter Angst vor dem Neuen durch eine „abstrakte Besorgnis“ stigmatisieren. Für die Industrie sind Innovationen die Lebensader. Erst sie machen uns fit für die Zukunft.

## Dr. Gerd Romanowski,

Geschäftsführer Wissenschaft, Technik und Umwelt im Verband der Chemischen Industrie (VCI)



## Rubriken

### 01 Editorial

#### Nur Innovationen sichern unsere Zukunft

Dr. Gerd Romanowski

### & more

### 30 Rohstoffe

#### Indium im TV

Dr. Gerhard Schilling

### 04 Interna

### 06 Unternehmen

### 08 Branche, Personalia

### 18 Forschung

### 50 Aus der Industrie

### 59 HotSpot

### 60 Ende.

## Forschung & Innovation

### 10 Verfahrenstechnik

#### Biomasse als Rohstoff für die Chemie

Philipp Frenzel,  
Prof. Dr.-Ing. Andreas Pfennig

### 14 Green Mobility

#### Grüne Spuren

Interview: Dr. Axel C. Heitmann

### 19 Praxis: Pumpen

#### Effizientere Prozesse dank trockenlaufender Vakuumpumpen

Rudi De Koninck

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>

#### Kooperation

AppliChem GmbH  
Ottoweg 4 · 64291 Darmstadt  
Tel. +49 6151-93 57-0  
Fax +49 6151-93 57-11  
www.applichem.com

#### Wissenschaftlicher Direktor

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

#### Objektleiter

Timo Dokkenwadel  
dokkenwadel@succidia.de

#### Redaktion

Claudia Schiller [CS], Leitung<sup>3</sup>  
schiller@4t-da.de

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

Dr. Markus Fräsch [MF]  
m.frasch@applichem.com

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

Markus Milde [MM]  
milde@4t-da.de

Dr. Johannes Oeler [JO]  
j.oeler@applichem.com

Dr. Gerhard Schilling [GS]  
g.j.schilling@t-online.de

Dr. Wolfgang Sipos [WS]  
wsipos@applichem.com

#### Wissenschaftliche Beratung

Dr. Gerhard Schilling [GS]<sup>4</sup>  
g.j.schilling@t-online.de

#### Anzeigenverkauf

Timo Dokkenwadel<sup>5</sup>, Leitung  
dokkenwadel@succidia.de

Robert Erbdinger,<sup>6</sup>  
erbdinger@succidia.de

#### Anzeigenverwaltung

Monika Sarka<sup>7</sup>  
Sarka@succidia.de

#### Konzeption, Layout, Produktion

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

Helen Voigt<sup>8</sup> · voigt@4t-da.de  
Tel. +49 6151-8519-69

#### 3. Jahrgang – 6 Ausgaben p.a.

z.Zt. gilt die Anzeigenpreisliste 3-09/2011.

ZKZ 18775

ISSN 2191-3803

#### Preis

Einzelheft 13 €

Jahresabo (6 Ausgaben)  
Deutschland: 69 € zzgl. 7% MwSt.

Ausland: 95 €

#### 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.



Titelbild: © Markus Sohlbach, 4t Matthes & Traut Werbeagentur



  
succidia  
Verlag & Kommunikation  
www.succidia.de

# Test it

© AppliChem + Thruit | Darmstadt



24

## Im Fokus: Anlagenbau

### 20 Anlagenplanung

#### **Moderne Synergien**

Prof. Dr.-Ing. G. Herbert Vogel

### 24 Anlagenkonzept

#### **BioWanze – Teller, Trog und Tank**

Dipl.-Ing. Hanspeter Degelmann,  
Prof. Dr. Markwart Kunz

## Produktion & Technologie

### 32 Praxis: Kristallation

#### **Verbessertes Prozessverständnis**

Interview: Prof. Brian Glennon

### 36 Energieeffizienz

#### **Die sauberste Energie ist die gesparte Energie**

Prof. Dr.-Ing. Eugeny Kenig

### 40 Praxis: Automatisierung

#### **Kommunikationsschlagadern**

Karl-Heinz Richter

### 42 Regelungstechnik

#### **Wissensbasierte Fehlerdiagnose**

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Rolf Isermann

### 48 Praxis: EMSR

#### **Automatisierungstechnik für eine Chlorsilan-Anlage**

Uwe Reinhardt



- **Headspace Lösungsmittel**
- **Produkte allerhöchster Reinheit**
- **Zur Überprüfung der gemäß Ph. Eur. / USP erlaubten Rückstände in Pharmazeutika und Rohstoffen**

#### **Lieferbar sind:**

- **N,N – Dimethylacetamid**
- **N,N – Dimethylformamid**
- **Dimethylsulfoxid**

... zu beziehen über den lokalen Laborfachhandel  
Adressen finden Sie unter  
[www.applichem.com/kontakt/distributoren/national](http://www.applichem.com/kontakt/distributoren/national)

**Achema Frankfurt**  
**Halle 4.2 | Stand E77**

**AppliChem**  
BioChemica | Chemica Synthesis Services



## Chancen realisieren

**„Made in Germany“ ist ein Erfolgsgarant auf den internationalen Märkten und steht zuverlässig für technische Spitzenqualität. Deutsche Produkte haben auf dem Weltmarkt die Nase ganz vorn und auch die jüngsten Prognosen für dieses Jahr verheißen Positives und nach dem Rekordjahr 2011 weiter wachsende Exportzahlen. Den Platz an der Spitze hat seit 2009 China eingenommen mit nunmehr einem Anteil von fast 11 % der weltweiten Exporte, die USA und Deutschland folgen mit 8,4 bzw. 8,3 %. Doch diese Zahlen relativieren sich schnell, wenn man genauer hinschaut – im Verhältnis zur Bevölkerung und zur Landesgröße ist die deutsche Exportwirtschaft immer noch fast 20-mal stärker als die Chinas und liegt auch noch vor den USA. Und so konnte jüngst Anton Börner, Präsident des Bundesverbandes Großhandel, Außenhandel, Dienstleistungen (BGA) souverän und neidlos verkünden, dass es nicht darum gehe, ob man Erster, Zweiter oder Dritter werde. Was letztendlich zählt und überzeugt, ist Qualität.**



Timo Dokkenwadel  
Objektleiter



Claudia Schiller  
Redaktion, Leitung

Auf der anderen Seite trägt auch die wachsende Nachfrage in den aufstrebenden Märkten, und hier allen voran China, zu den positiven Exportzahlen bei und bietet riesige Potenziale.

Erfahrung und Wissen lassen sich nicht einfach und schnell generieren und der Anspruch an Spitzentechnik benötigt den entsprechenden Nährboden. Knowhow und führende Köpfe als Exportgut zu handeln, ist deshalb eine logische Konsequenz – jüngstes interessantes Beispiel sind die Pläne des chinesischen Autoherstellers Quoros, der deutsches Entwicklungspersonal und Manager angeheuert hat, um mit Autos made in China die Märkte aufzumischen. 2014 von China aus startend, soll der europäische Markt ab 2015 mit einer extravaganten Modellreihe in der Oberklasse erobert werden, die u.a. durch „stillvolle Ästhetik und asi-

atisch angehauchte europäische Effizienz“ gefallen will – warten wir's ab. Der zur Marke erdachte Slogan „Pleasure Beyond Driving“ verspricht bereits Freude, die über das Fahren hinausgehen soll. Das ist sicher gut gedacht – denn es geht gerade beim Massenprodukt Auto um weit mehr als reine Funktionalität – und wiederum an der Benchmark einer deutschen Automarke entwickelt. Die „Freude am Fahren“ macht BMW zur zweitwertvollsten deutschen Exportmarke, nach (Sie werden nicht überrascht sein) der Automarke mit dem Stern. Mobilität ist einer der großen weltweiten Megatrends, von dem gerade auch die deutsche Industrie profitiert. Maßgebende Impulse setzen auch benachbarte Branchen wie die Zulieferindustrie, um einen Beitrag zu ressourcenschonender, emissionsarmer Mobilität zu leisten. Lesen Sie hierzu das Interview zum Thema Green Mobility mit dem Vorstands-

vorsitzenden der Lanxess AG Dr. Axel C. Heitmann.

Die Technologiebranchen, die Automobilindustrie und der Maschinenbau sind laut einer Studie der Universität Bern maßgeblich für das Image der Marke Deutschland. Neuste Eindrücke von der Innovationskraft der Verfahrenstechnik und des Maschinenbaus können die Akteure der Branche in diesem Jahr in Frankfurt auf der Achema gewinnen und wir haben große Freude daran, diese mit unseren innovativen Titeln zu begleiten.

Timo Dokkenwadel | Claudia Schiller

## Bemerkenswert

Magazintitel, die Mehrwerte schaffen.

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



Besuchen Sie KSB auf der  
ACHEMA in Frankfurt!  
18.– 22.06, Halle 8, Stand H 14



## MegaCPK. Der Anbruch einer neuen Zeit.

Erleben Sie den Anbruch einer neuen Zeit. Mit der MegaCPK, der besten Chemienormpumpe ihrer Klasse und neuen, globalen Produktgeneration. Dank der langjährigen Kompetenz von KSB in der konstruktiven Entwicklung von Pumpen ist die MegaCPK in vielen Merkmalen optimiert. Sie bietet Ihnen eine besonders hohe Energieeffizienz, beste Betriebssicherheit und einen hervorragenden Wirkungsgrad durch ihre verbesserte Hydraulik. Wegen der weltweit einheitlichen Fertigung und optimalen Anpassung an die lokalen Anforderungen profitieren Sie von diesen Vorteilen auf der ganzen Welt. Überzeugen Sie sich jetzt unter [www.ksb.com/MegaCPK](http://www.ksb.com/MegaCPK).



## Afriso holt zum dritten Mal den 1. Preis

Afriso erhielt bereits zum dritten Mal den 1. Preis des Mittelstandsprogramms. Über die 2003 von der CAS Software AG ins Leben gerufene Förderinitiative stellen Sponsoren innovative Produkte und Dienstleistungen für mittelständische Unternehmen kostenfrei zur Verfügung. Der Hauptförderpreis von Mindjet, einem der führenden Anbieter von Produktivitäts-Software für Collaborative Work Management, versetzt Afriso in die Lage, Informationen und Ideen bei Projekten sowie in Meetings wesentlich schneller zu erfassen, effizient zu strukturieren und dadurch wertvolle Zeit einzusparen, so Dr. Monninger, der bei Afriso die Leitung des Bereiches IT-Marketing verantwortet.

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

## BASF richtet Forschung neu aus

Der Chemiekonzern BASF hat seine Forschungsstrategie geändert und orientiert sich noch stärker am Markt und den weltweiten Kundenindustrien. Forschungsschwerpunkte sind dabei, neben der Weiterentwicklung des etablierten Geschäftsportfolios, Wachstums- und Technologiefelder, die gesellschaftliche Herausforderungen adressieren und für BASF relevante Geschäftspotenziale bieten. Grundlage der neuen Ausrichtung ist die „We create chemistry“-Strategie der BASF, in der das Unternehmen verstärkt auf Nachhaltigkeit und Innovation als Wachstumstreiber setzt. Die Forschungsausgaben sollen 2012 von 1,6 auf 1,7 Mrd. Euro steigen. Ziel ist bis 2020, 50 % der Forschung und Entwicklung außerhalb Europas zu betreiben.

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

## Deutsch-chinesischer Gipfel bei Rittal

Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel hat bei einem gemeinsamen Standbesuch mit dem chinesischen Regierungschef Wen Jiabao und anderen Politikern und Wirtschaftsführern auf der Hannover Messe 2012 die Innovationskraft und Internationalität des Familienunternehmens Rittal gewürdigt. Der Weltmarktführer aus Herborn präsentierte den Besuchern Systemlösungen, die in beiden Ländern neue Impulse für den Infrastrukturausbau geben und für mehr Energieeffizienz sorgen. Rittal beschäftigt in China, dem diesjährigen Partnerland der Hannover Messe, inzwischen rund 1.200 Mitarbeiter und ist landesweit mit 31 Vertriebsbüros und 9 Logistikzentren vertreten. Bis 2015 sollen rund 1.000 neue Mitarbeiter hinzukommen.

Quelle: [www.rittal.com](http://www.rittal.com)

## Festo Wachstumsstrategie von Rekordumsatz bestätigt

Die Festo Gruppe hat im Geschäftsjahr 2011 den besten Umsatz in ihrer Firmengeschichte verzeichnet. Nach einem starken Jahr 2010 konnte das Unternehmen seinen Weltumsatz 2011 nochmals um 18% auf 2,1 Mrd. Euro steigern und seine finanzielle Unabhängigkeit als Familienunternehmen weiter stärken und ausbauen. Besondere Wachstumsimpulse gingen von Kunden in den BRIC-Staaten aus, die in wettbewerbsfähige Automatisierungslösungen investieren, um nach internationalen Qualitätsstandards hochproduktiv zu fertigen. Auch energieeffiziente Lösungen für die Grüne Produktion und umweltfreundliche Lösungen für Städte und Metropolen im Bereich Wasser/Abwasser von Festo waren gefragt wie nie zuvor.

Quelle: [www.festo.com](http://www.festo.com)

## Merck beteiligt sich an QLight Nanotech

Mit den Anteilen am israelischen Start-up QLight Nanotech erweitert Merck sein Leistungsspektrum an neuartigen Materialien für Displays und Beleuchtungen. QLight Nanotech ist eine Ausgründung von Yissum, der technologischen Transfergesellschaft der Hebräischen Universität von Jerusalem und entwickelt Produkte für die Anwendung in Displays und in energieeffizienten Lichtquellen auf der Basis von Halbleiternanopartikeln, den so genannten Quantum Dots (QD). Seit mehr als drei Jahren forschen QLight Nanotech und Merck im Rahmen einer vom israelischen Ministerium für Industrie, Handel und Arbeit geförderten Zusammenarbeit gemeinsam an dieser neuen Materialklasse.

Quelle: [www.merckgroup.com](http://www.merckgroup.com)

Warngeräte

Überwachung von Anlagen & Gebäuden?  
Mit Ausrüstung von AFRISO!

www.afriso.de/watchdog

**AFRISO**  
EURO-INDEX

**ACHEMA Frankfurt  
Halle 11.1 Stand E3**

## Freeman Technology erhält Queen's Award 2012

Der Spezialist für Pulvercharakterisierung, Freeman Technology, wurde mit dem Queen's Award for Enterprise 2012 in der Kategorie „Internationaler Handel“ ausgezeichnet. Der Queen's Award for Enterprise garantiert Anerkennung weltweit und ist einer der begehrtesten Wirtschaftspreise in Großbritannien. Diese Wertschätzung der rasant wachsenden internationalen Präsenz von Freeman Technology folgt der Auszeichnung 2007 mit dem Queen's Award in der Kategorie „Innovation“, mit der die Entwicklung des FT4 Powder Rheometers gewürdigt wurde. Das Gerät liefert Informationen, die der pulververarbeitenden Industrie helfen, das Verständnis von Prozessabläufen und Produkten zu maximieren.

Quelle: [www.freemantech.co.uk](http://www.freemantech.co.uk)

## LGC Standards entwickelt neue Reihe von Referenzstandards

LGC Standards, einer der weltweit führenden Anbieter von Referenzmaterialien, bringt eine neue Reihe von Referenzstandards auf den Markt. Die Produktreihe mit dem Namen LoGical bietet eine umfangreiche Palette an Referenzstandards für klinische und forensische Anwendungen, zum Beispiel für den Nachweis von Drogenmissbrauch, Doping im Sport sowie für therapeutisches Drogenmonitoring. Alle Produkte wurden von LGC nach den Richtlinien des ISO Guides 34 zur Herstellung von Referenzstandards hergestellt. Die Analytik erfolgte nach ISO/IEC 17025 und wurde ausführlich dokumentiert.

Quelle: [www.lgcstandards.com](http://www.lgcstandards.com)

## Arcondis AG: Deutsche Tochter pusht Gesamtergebnis

Auf ein erneut äußerst erfolgreiches Geschäftsjahr kann die Schweizer Arcondis AG aus Reinach bei Basel zurückblicken: Erstmals in seiner zehnjährigen Geschichte fuhr das auf die Life Science-Branche spezialisierte Consulting-Unternehmen einen zweistelligen Millionenumsatz ein. Insgesamt erzielte die Arcondis-Gruppe im abgelaufenen Geschäftsjahr 2011 einen Umsatz von 10,6 Mio. Schweizer Franken (8,8 Mio. Euro). Damit wuchs der Umsatz des Unternehmens zum zweiten Mal in Folge um 40%. Einen substantziellen Beitrag zum Gesamterfolg lieferte die Arcondis GmbH in Eschborn bei Frankfurt. Die deutsche Tochter der Gruppe steigerte ihren Umsatz um 26% auf 1,5 Mio. Euro (1,8 Mio. Franken).

Quelle: [www.arcondis.com](http://www.arcondis.com)

## KSB gewinnt Industriepreis 2012

Auf der diesjährigen Hannover Messe wurde der Frankenthaler Pumpen- und Armaturenherstellers KSB für den SuPremE-Motor mit dem Industriepreis 2012 in der Kategorie Antriebs- und Fluidtechnik ausgezeichnet. Stellvertretend für KSB nahmen Dr. Thomas Paulus und Daniel Gontermann die Auszeichnung aus den Händen von VDI-Präsident Prof. Dr.-Ing. habil. Bruno O. Braun in Empfang. KSB hat den prämierten Antrieb selbst entwickelt und produziert ihn mittlerweile in seinem Werk in Halle an der Saale in Serie. Im Unterschied zu konventionellen Antrieben benötigt der neue Synchronmotor keine Magnetwerkstoffe wie etwa seltene Erden. Der Industriepreis wird seit 2006 jährlich auf der Hannover Messe verliehen. Er gehört heute in Deutschland zu den wichtigen Auszeichnungen für die Industrie.

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

## Epicor für CO<sub>2</sub>-Bilanzierungs-lösung ausgezeichnet

Epicor Software Corporation, führender Anbieter von Unternehmenssoftware für die Fertigungsindustrie, den Handel und Einzelhandel sowie für Dienstleistungsunternehmen, wurde mit Epicor Carbon Connect in die Industrie-Bestenliste in der Kategorie „IT und Industrie“ aufgenommen. Zuvor wurde die CO<sub>2</sub>-Bilanzierungs-lösung von Epicor von der Initiative Mittelstand in der Kategorie Green-IT zum Finalisten des Innovationspreises IT 2012 ernannt. Als stand-alone- oder on-demand-Lösung können Unternehmen mit Epicor Carbon Connect ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen, Umweltbelastungen und Energieverbräuche identifizieren, analysieren, prüfen, verfolgen, verwalten, bewerten und darüber Bericht erstatten.

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



**ACHEMA 2012**  
Halle 5.0 Stand C72

## G E P P E R T

RÜHRTECHNIK - INNOVATIV GELÖST.

**Containerrührwerke**  
**Stativrührwerk**  
**Ex-Rührwerke**  
**Pharmarührwerke**  
**Magnetrührwerke**

Geppert Rührtechnik GmbH  
D - 64390 Erzhausen - Germany  
+49 - 6150 - 9674 - 0  
+49 - 6150 - 9674 - 20

[www.geppertmix.de](http://www.geppertmix.de)  
[info@geppertmix.de](mailto:info@geppertmix.de)



## Site-Zeichen.

**Direkt, perfekt: Gasversorgung onsite.**

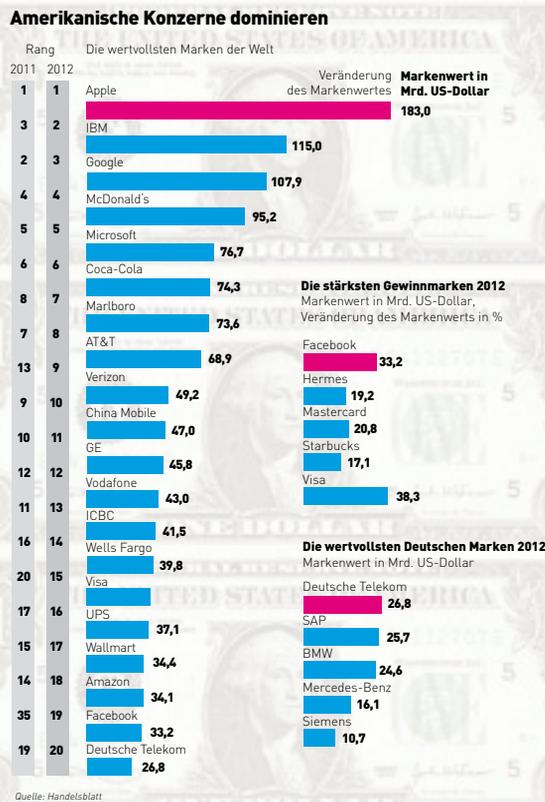
Tragen Sie das Los eines Onsite-Lösen? Dann errechnen wir gerne für Sie, wie hoch Ihr Einsparpotenzial mit einer Onsite-Anlage der Westfalen AG ist. Damit produzieren Sie Ihren Bedarf direkt vor Ort. Ohne Transportkosten, ohne Versorgungsengpässe. Dafür mit viel individuellem Spielraum, größter Wirtschaftlichkeit und perfekter Anlagenbetreuung. Gibt's für Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff und Druckluft, z. B. als Membran-, Vacuum Swing Adsorption- oder Steam Reforming-Anlage. Überzeugen Sie sich: Die Rechnung geht auf.

**Wann wollen Sie Zeichen setzen? – Rufen Sie an, schreiben, faxen oder mailen Sie.**

**Westfalen AG · Technische Gase · 48136 Münster**  
Fon 02 51/6 95-0 · Fax 02 51/6 95-1 29  
[www.westfalen-ag.de](http://www.westfalen-ag.de) · [info@westfalen-ag.de](mailto:info@westfalen-ag.de)

Gase, Service  
und Know-how

## Die weltweit wertvollsten Marken



## Energieeffizienz und Wachstum

Zum zweiten Mal in Folge konnte bei den weltweiten Auftragseingängen und Nettoumsätzen ein zweistelliges Wachstum erzielt werden. Damit ist es letztes Jahr gelungen, das Vorkrisenniveau des Jahres 2008 deutlich zu übertreffen. Die Prozessautomatisierung ist eine Branche mit 104.000 Mitarbeitern und einer Produktionsleistung von über zehn Mrd. Euro in Deutschland. Sie ist sehr stark von mittelständischen Unternehmen geprägt, die auf ihrem Gebiet in der Welt führend sind. Importen von 6,2 Mrd. Euro stehen Exporte von 12,9 Mrd. Euro gegenüber. Ziesemer ergänzte eine längerfristige Betrachtung: Einmal die Weltproduktion im Jahr 2000 und Vergleich zum Jahr 2010. In beiden Jahren war die USA der führende Produzent. Allerdings 2000 noch mit 40%, im Jahr 2010 nur noch mit 24% Weltproduktionsanteil. China trat vor zwölf Jahren noch nicht unter den Top 5 in Erscheinung, heute steht dieses Land an zweiter Stelle. Der Marktanteil deutscher Hersteller hat sich in den letzten zehn Jahren sehr positiv entwickelt. Er ist von sieben auf 10% gestiegen. Die Bedeutung der Prozessautomatisierung innerhalb der Elektroindustrie wird durch folgende Zahl unterstrichen: Mit einem Umsatz von fast 18 Mrd. Euro im Jahr 2011 repräsentiert die Prozessautomatisierung mehr als 10% der zweitgrößten deutschen Industriebranche.

Quelle: www.zvei.org

## Positive Zahlen aus der Kosmetik

Hohe Zuwächse konnten die Damendüfte mit einem Plus von 6,2% für sich verbuchen. Richtungsweisend waren hier neben den Klassikern die attraktiven Neueinführungen. Auch der Nagellack-Hype bleibt ungebrochen. Das Segment der Dekorativen Kosmetik profitiert von diesem Trend mit einem Zuwachs von 6,5%. Seit Jahren ist zudem das zunehmende Pflegebewusstsein bei Männern ein Wachstumsgarant. Dieser Bereich konnte um 3,6% zulegen. Die Pflegenden Kosmetik – Gesichtspflege und Sonnenpflege – befindet sich auch weiterhin unter massivem Druck von Seiten der Konsummarken aus dem Discounter. Das Plus von 2% spiegelt diesen enormen Wettbewerb wider, zeigt aber auch, dass Innovationen und die Kraft von Marken eine hohe Bedeutung bei den Konsumenten haben.

Quelle: www.vke.de

## China bleibt Zugferd für deutsche Werkzeugmaschinenindustrie

China ist mit einem Volumen von 2,3 Mrd. Euro der mit Abstand größte Exportmarkt für die deutsche Werkzeugmaschinenindustrie. Grund genug für den VDW (Verein Deutscher Werkzeugmaschinenfabriken), gleich drei Technologiesymposien vor Ort zu veranstalten. „Die chinesische Nachfrage nach deutschen Werkzeugmaschinen ist in den vergangenen Jahren so rasant gewachsen, dass wir jede Möglichkeit nutzen müssen, in diesem Markt in der Breite Flagge zu zeigen, um unsere hart umkämpfte Position zu halten und auszubauen“, betont Dr. Wilfried Schäfer, Geschäftsführer des VDW. Rund 770 chinesische Kunden folgten über die drei Veranstaltungstage insgesamt den Vorträgen über neue Maschinen, Lösungen und Services für den chinesischen Markt. Im Mittelpunkt der Präsentationen standen innovative Hightech-Systemlösungen, die höchsten Ansprüchen an Produktivität, Flexibilität, Schnelligkeit und Präzision genügen.

Quelle: www.vdw.de

## Fonds der Chemischen Industrie fördert Chemiedidaktik

Professor Dr. Wladimir Reschetilowski hat im Rahmen eines Kolloquiums der Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), Ortsverband Dresden, einen symbolischen Scheck über 30.000 Euro vom Fonds der Chemischen Industrie erhalten. Diese Fördermittel dienen als Zuschuss für eine ergänzende Geräteausstattung an der Technischen Universität Dresden zur Verbesserung der Chemikerausbildung in der Elektrochemie. Den Scheck überreichte der stellvertretende Vorsitzende des Landesverbandes Nordost des Verbandes der Chemischen Industrie (VCI), Gerd Kunkel.

Quelle: www.vci.de

## 6. Deutscher Kunststoff-Tag 2012

Rund 120 Teilnehmer aus allen Bereichen der Kunststoffindustrie nahmen am 3. Mai 2012 am 6. Deutschen Kunststoff-Tag in Bad Homburg teil. Unter bewährter Moderation von Dr.-Ing. Reinhard Proske, Past-Präsident des Gesamtverbandes Kunststoffverarbeitende Industrie e.V. (GKV, Bad Homburg), wurden wieder entscheidende Aspekte der weltweiten Entwicklungen aufgezeigt und Anregungen gegeben, wie Unternehmen im globalen Wettbewerb bestehen können. Sowohl Veranstalter – neben GKV die Kunststoff Information Verlagsgesellschaft mbH (KI, Bad Homburg) und Das Kunststoff-Zentrum (SKZ, Würzburg) – als auch Teilnehmer zeigten sich sehr zufrieden. Zur Einleitung sprach Prof. Dr. Christoph M. Schmidt, als Präsident des RWI Essen einer der „Wirtschaftsweisen“, zur Position Deutschlands in der Weltwirtschaft. Besonderes Augenmerk schenkte Prof. Schmidt den Vorgängen rund um die Eurokrise. Ein Scheitern der Währungsunion wäre ein „absolutes Desaster“.

Quelle: www.gkv.de

## VDI-Fachtagung zu Konsequenzen der IED-Richtlinie

Aufgrund der neuen Richtlinie 2010/75/EU zu Industrie-Emissionen (IED) mit dem Titel "integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung" müssen Betreiber die Emissions-Grenzwerte für Industrieanlagen überprüfen. Die Vorgabe berücksichtigt sowohl den technischen Fortschritt der vergangenen Jahre als auch geringere Immissionswerte. Der IED definiert im Rahmen des Sevilla-Prozesses über Referenzdokumente über die besten verfügbaren Techniken (Best Available Techniques Reference Document, BREF) den aktuellen Stand der Technik. Daher ist ein intensiver Austausch zwischen den BREF-Beteiligten und der Praxis unerlässlich. Auf der Tagung „Emissionsminderung 2012 – Stand – Konzepte – Fortschritte“, die das VDI Wissensforum am 19. und 20. Juni 2012 in Nürnberg veranstaltet, diskutieren Experten und Teilnehmer aktuelle Entwicklungen.

Quelle: www.vdi.de

## Fraunhofer-Gesellschaft wählt neuen Präsidenten:

Prof. Dr.-Ing. Reimund Neugebauer wurde vom Senat der Fraunhofer-Gesellschaft zum künftigen Präsidenten gewählt. Er soll im Oktober Prof. Dr.-Ing. Hans-Jörg Bullinger nachfolgen, der zehn Jahre an der Spitze der Fraunhofer-Gesellschaft stand. Mit Reimund Neugebauer hat sich der Senat für einen langjährigen Fraunhofer-Institutsleiter als neuen Präsidenten entschieden. Der 58-jährige Ingenieur und Hochschullehrer studierte Maschinenbau an der TU Dresden mit dem Schwerpunkt Produktionstechnik. Er ist Gründer des Instituts für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse IWP und ist seit 2000 dessen Direktor.

Quelle: [www.fraunhofer.de](http://www.fraunhofer.de), Foto: Jörg Lange/Fraunhofer IWU



## Brenntag erweitert Vorstand:

Georg Müller, bisher Vice President Corporate Finance & Investor Relations des Konzerns, ist vom Aufsichtsrates mit Wirkung zum 1. April 2012 als weiteres Mitglied des Vorstands der Brenntag AG bestellt worden. Ab dem 1. Juli 2012 übernimmt er das Amt des Finanzvorstands von Jürgen Buchsteiner.

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



## ABB beruft neuen Technologiechef:

ABB hat Prith Banerjee als Technologiechef in die Konzernleitung berufen. Banerjee wird die neue Position Mitte 2012 antreten und seinen Arbeitsort in Zürich haben. Er wechselt zu ABB von Hewlett Packard, wo er die Funktion des Senior Vice President of Research innehatte und das HP Labs leitete. Davor war Banerjee als Professor für Elektrotechnik und Informatik an der University of Illinois, Chicago, tätig, wo er zudem als Dekan dem College of Engineering vorstand.

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



## Neuer Aufsichtsratsvorsitzender der Carl Zeiss AG:

Der Aufsichtsrat der Carl Zeiss AG wählte mit sofortiger Wirkung Dr. Dieter Kurz zum neuen Aufsichtsratsvorsitzenden. Seit 1979 war er bei Carl Zeiss tätig. Im Jahr 1999 wurde er zum Mitglied des Vorstands bestellt und übernahm im Jahr 2001 die Aufgabe des Vorstandssprechers. Nach Ausgliederung der Stiftungsunternehmen aus der Stiftung und Inkrafttreten des entsprechend angepassten Stiftungsstatuts war er von 2004 bis Ende 2010 Vorsitzender des Vorstands der Carl Zeiss AG.

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



## Neuer Geschäftsführer bei Waldner:

Jochen Zeuch hat am 2. Mai die Geschäftsführung für den Bereich Vertrieb und Technik bei Waldner Laboreinrichtungen übernommen. Seit mehr als 10 Jahren ist Zeuch in der Branche erfolgreich tätig und bringt seine Erfahrungen nun in den mittelständischen Laboreinrichter aus Wangen ein. Der studierte Vertriebs- und Marketingfachmann übernimmt zusammen mit Helmut Hirner (Vorsitzender), Jürgen Liebsch und Peter Wanner die Geschäftsleitung von Waldner Laboreinrichtungen GmbH & Co. KG.

[www.waldner-lab.de](http://www.waldner-lab.de)



## FLOTTWEG DECANTER UND SEPARATOREN

für die Chemie, Petrochemie, weiße Biotechnologie, Lebensmittel- und Umwelttechnologie, erneuerbare Energien und Materialien, Bergbau und Aufbereitungsindustrie

- Entwässern von Suspensionen
- Klären von Flüssigkeiten
- Trennen von Flüssigkeitsgemischen mit und ohne Feststoff
- Klassieren/Sortieren von Feststoffen



**BESUCHEN SIE UNS AUF DER ACHEMA IN FRANKFURT, STAND A86, HALLE 5.**



# Biomasse als Rohstoff für die Chemie

Gibt es einen Kompass im Dschungel aller Optionen?

Philipp Frenzel, Aachener Verfahrenstechnik (AVT) – Thermische Verfahrenstechnik, RWTH Aachen und Prof. Dr.-Ing. Andreas Pfennig, Institut für Chemische Verfahrenstechnik und Umwelttechnik, TU Graz

**Der Rohstoffwandel in der chemischen Industrie hin zu alternativen Kohlenstoffquellen jenseits von Erdöl wird immer greifbarer. Biomasse als im Prinzip einzig verfügbare nachwachsende Kohlenstoffquelle eröffnet dabei zahlreiche neue Nutzungsmöglichkeiten. Der vorliegende Artikel stellt ein Bewertungskonzept vor und zeigt Besonderheiten bei der Nutzung von Biomasse auf.**

stockphoto.com | migin

myTDS.Process –  
optimal auf  
Ihre Wünsche  
zugeschnitten

### Heutige Situation in der chemischen Industrie

Die chemische Industrie ist heute zu etwa 80% von Erdöl als Rohstoffquelle abhängig. Der Preis für das Erdöl stieg in den vergangenen Jahrzehnten im Mittel um jährlich etwa 10% und es ist davon auszugehen, dass sich dieser Trend in den nächsten Jahren fortsetzen wird. Aktuell liegt der spezifische Preis für Erdöl bei etwa 0,66 €/kg. Dies sind im Wesentlichen die C-bezogenen Kosten, die auch bei chemischen Produkten also mindestens alleine aufgrund des Rohstoffpreises zu erwarten sind.

Dieser konsequente Anstieg des Erdölpreises lädt dazu ein, über Alternativen nachzudenken, insbesondere über den einzigen nachhaltigen und einfach zugänglichen Kohlenstoffpool: Biomasse. Um sich hier einen ersten Eindruck über die Konsequenzen eines entsprechenden Rohstoffwandels zu verschaffen, sind in Abbildung 1 das massenbezogene C:H:O-Verhältnis heutiger Zwischenprodukte (schwarze Kreise) sowie das der fossilen (blaue Dreiecke) und biogenen Rohstoffe (rote Kreise) dargestellt. In dieser Darstellung fällt auf, dass heutige Zwischenprodukte und die fossilen Rohstoffe in ihrer Zusammensetzung vergleichsweise ähnlich sind und zum allergrößten Teil keinen Sauerstoff enthalten. Das weite Spektrum der Endprodukte, das heute aus Erdöl produziert wird, basiert auf wenigen Plattform- und Basischemikalien, die einen verhältnismäßig geringen Sauerstoffanteil aufweisen und auf die chemische Struktur von Erdöl zugeschnitten sind. Im Gegensatz dazu ist der Sauerstoffanteil der biobasierten Rohstoffe mit bis zu etwa der Hälfte der Masse deutlich höher. In den nächsten Abschnitten wird nun ein Weg aufgezeigt, um unterschiedliche Syntheserouten, basierend auf den verschiedenen Feedstocks, mithilfe einfacher Argumente zu bewerten, wobei auch der Sauerstoffanteil berücksichtigt werden kann.

### Biobasierte Syntheserouten in der chemischen Industrie

Um die Biomasse als Feedstock bewerten zu können, sollen hier zunächst einige mögliche Syntheserouten zu unterschiedlichen Produkten angeführt werden, um diese dem bereits skizzierten Weg über fossil basierte Plattformchemikalien gegenüberzustellen. Biomasse kann zum einen zunächst zu Synthesegas vergast werden, woraus im Anschluss die bereits heute aus

Erdöl hergestellten Plattformchemikalien und Produkte synthetisiert werden. Zum anderen kann die Syntheseleistung der Natur genutzt werden, indem bestimmte Bestandteile wie Glucose, Stärke oder Fettsäuren direkt chemisch oder biotechnologisch genutzt werden. Tendenziell führen die letztgenannten Syntheserouten zu Produkten, die einen vergleichsweise hohen Sauerstoffanteil haben. Für eine chemische Nutzung von Biomasse stehen also zahlreiche Routen zur Verfügung und es stellt sich die Frage, auf welchem dieser Wege Biomasse möglichst effizient eingesetzt werden kann.

### Exergiebilanzen zur Bewertung von Syntheserouten

Viele biobasierte Syntheserouten befinden sich derzeit in einem frühen Entwicklungsstadium. Für eine Bewertung stehen also nur sehr wenige Informationen über die Prozesse zur Verfügung. Stoff- und Energiebilanzen sind für eine Bewertung allerdings nicht ausreichend, da die Qualitäten unterschiedlicher Energieformen nicht berücksichtigt werden. Durch die Berücksichtigung der Qualität der Energie über Exergiebilanzen kann diese Schwierigkeit umgangen werden. Exergie ist der Anteil der Energie, der in einem idealen Prozess im Austausch mit der Umgebung vollständig in nutzbare Arbeit umgewandelt werden kann. Auf diese Weise ist es möglich, mit wenigen Informationen erste Abschätzungen durchzuführen, indem mit der chemischen Exergie das stoffliche und mit der physikalischen Exergie das thermische und mechanische Potenzial zur Arbeitsleistung berücksichtigt wird. Selbst der Aufwand für eine Stofftrennung kann exergetisch durch Bezug auf die Mischungsentropie der idealen Mischung überschlägig ermittelt werden.

Abbildung 2 zeigt die chemische Exergie einiger Stoffe, die entlang der Prozesskette in verschiedene Kategorien eingeordnet sind. Die chemische Exergie ist dabei eine Größe, die einerseits nicht vom Prozess abhängt und andererseits den häufig deutlich wesentlichsten Beitrag zur Exergiebilanz beisteuert. Wird also die chemische Exergie über alternative Prozessschritte vergleichend bilanziert, ergeben sich erste Aussagen darüber, welche Relationen bzgl. der einzusetzenden Energie zu erwarten sind.

Ein heute typischer Prozess ist die Herstellung des Kunststoffes Polyethylen aus Erdöl über Ethylen. Es fällt auf, dass das Niveau



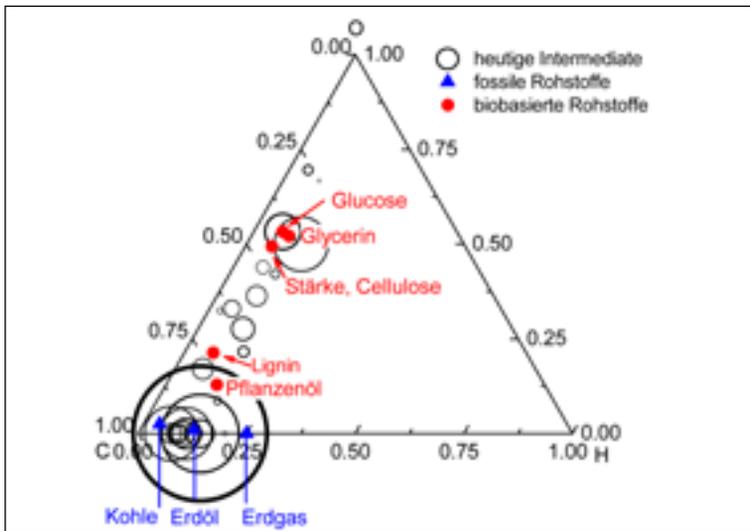
### Die passende SAP-Lösung für die Prozessindustrie

myTDS.Process – mittelstandsgerecht schnell, kostengünstig einzuführen und auf Ihre Bedürfnisse zugeschnitten. Dabei unterstützen wir Ihre branchenspezifischen Anforderungen mit speziell entwickelten Add-Ons – von der Entwicklung und Verwaltung der Rezepturen über die optimierte Produktionsplanung, Herstellung, Abfüllung und Verpackung bis hin zur vollständigen Chargenrückverfolgung. So erreichen Sie eine transparente Abbildung Ihrer gesamten Prozesskette und gestalten Abläufe deutlich effizienter.

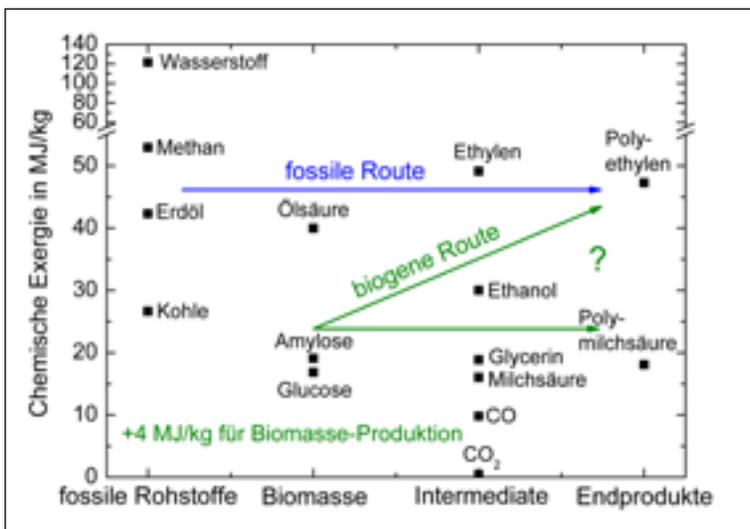
Überzeugen Sie sich selbst:  
[www.tds.fujitsu.com/process](http://www.tds.fujitsu.com/process)



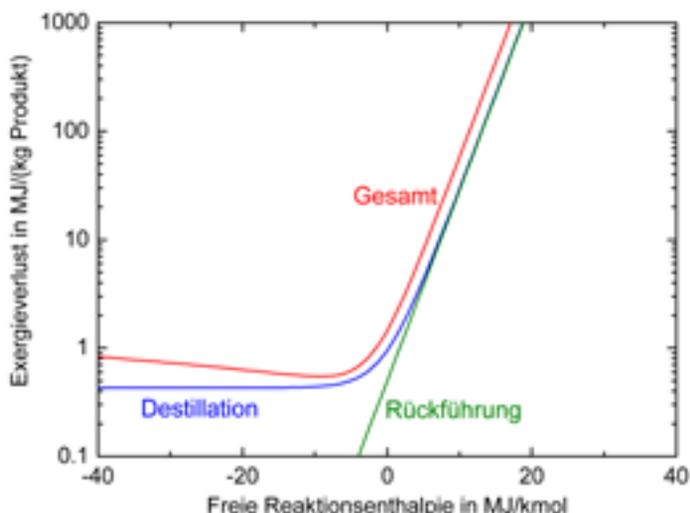
**TDS**  
a Fujitsu company



**Abb. 1** Massenbezogene C:H:O-Zusammensetzung fossiler und biogener Rohstoffe und Zwischenprodukte



**Abb. 2** Chemische Energie in MJ/kg für verschiedene Stoffe in der chemischen Industrie. Die blaue Linie charakterisiert typische fossile Synthesewege, die grünen Linien mögliche biogene Syntheserouten



**Abb. 3** Exergiebedarf in MJ/(kg Produkt) für die Reaktion  $A \rightarrow B$

der chemischen Exergie der im Prozess beteiligten Hauptkomponenten sehr ähnlich ist. In Abbildung 2 verlaufen die einzelnen Schritte dieses Prozesses also auf konstantem Exergieniveau, d. h. horizontal.

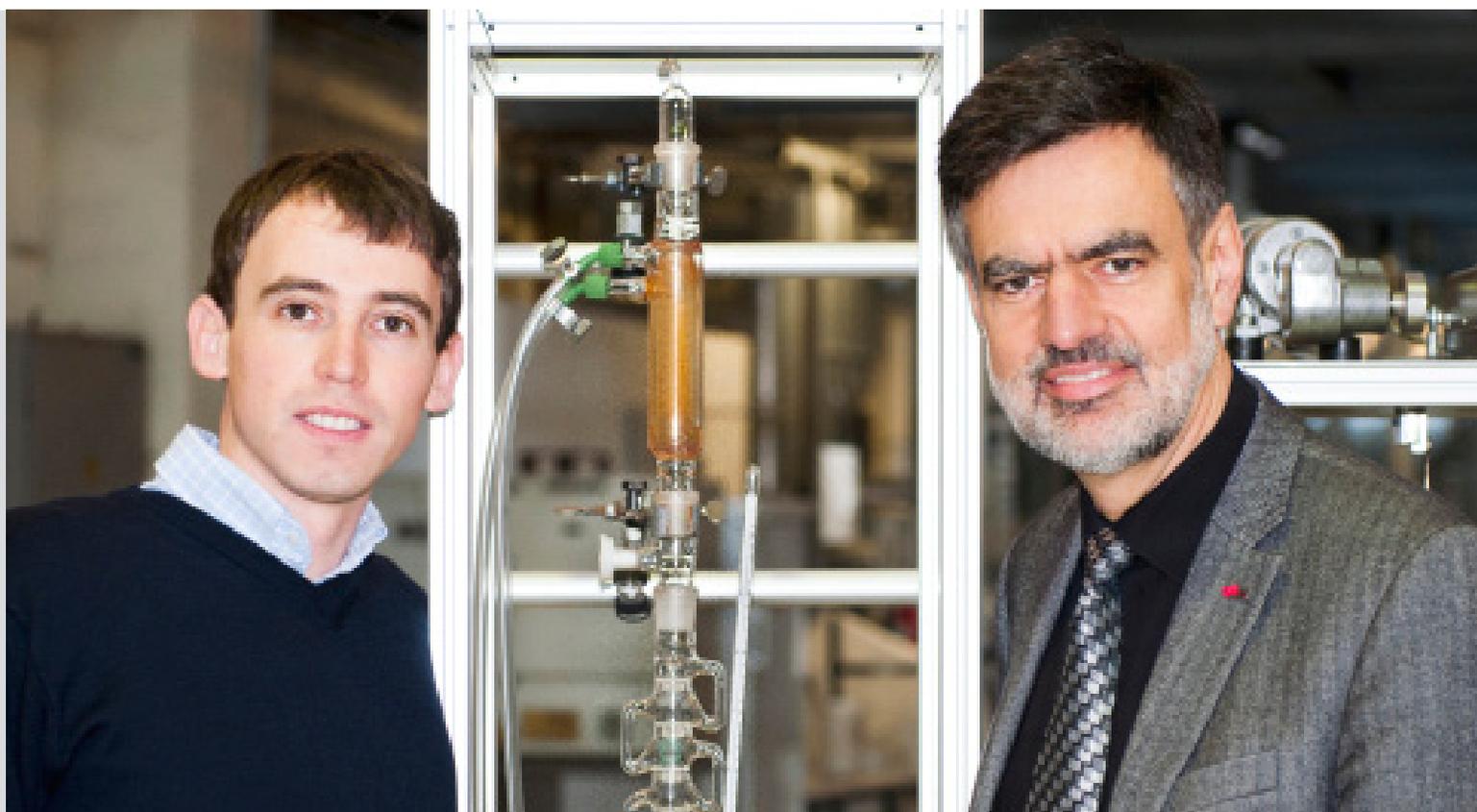
Es stellt sich sofort die Frage, ob diesem Verhalten eine tiefere Ursache zu Grunde liegt oder ob dieser horizontale Verlauf sich nur zufällig ergibt.

Um dieser Frage nachzugehen, wird ein allgemeiner Prozess betrachtet, dessen Kernstück ein Reaktor sei, in dem die Reaktion  $A \rightarrow B$  ablaufe. Nach der Reaktion erfolgt ein Trennschritt, mit dem nicht umgesetztes Edukt vom Produkt getrennt und nach einer nötigen Konditionierung in den Reaktor zurückgeführt wird. Es wird für den Reaktor vereinfachend angenommen, dass der Gleichgewichtsumsatz erreicht wird, der durch das chemische Gleichgewicht und dieses wiederum durch die freie Reaktionsenthalpie bestimmt ist. Um die freie Reaktionsenthalpie auswerten zu können, muss für einen so generisch definierten Prozess angenommen werden, dass er bei Umgebungsbedingungen abläuft. Ist dies der Fall, entspricht die freie Reaktionsenthalpie dem Umsatz an chemischer Exergie. Dieser einfache Prozess kann nun bzgl. der Exergiebilanz betrachtet werden.

Ist für  $A \rightarrow B$  die freie Reaktionsenthalpie negativ, liegt also B auf einem niedrigeren Exergieniveau als A, so liegt das chemische Gleichgewicht auf der rechten Seite, d. h., der Umsatz ist fast vollständig, der Trenaufwand nach der Reaktion entsprechend gering und der Strom A, der nach der Trennung in den Reaktor zurückgeführt werden muss, ebenfalls. Ein Reaktionsschritt von einem Edukt auf hohem Exergieniveau zu einem Produkt auf niedrigerem Exergieniveau verläuft also günstig ab.

Wird dagegen eine Reaktion betrachtet, bei der das Produkt auf höherem Exergieniveau liegt als das Edukt, ist die freie Reaktionsenthalpie also positiv, so ist das chemische Gleichgewicht tendenziell eher auf der linken Seite, der Umsatz also entsprechend gering. Dies führt zu einem erhöhten Trenaufwand. Gleichzeitig muss der Rückführungsstrom ja typischerweise konditioniert werden, bevor er in den Reaktor zurückgeführt werden kann. Beispielsweise muss der Druck oder die Temperatur angepasst werden. Dieser Konditionierungsaufwand wird auf das Produkt bezogen umso höher, je höher der relative Rückführstrom ist. In Abb. 3 sind diese Zusammenhänge quantitativ dargestellt. Der Exergieinsatz für die Konditionierung der Rückführung ist zu  $0,5 \text{ MJ/kg}$  angenommen, ein eher geringer, aber typischer Wert. Der Trenaufwand wurde mithilfe des minimalen Rücklaufverhältnisses abgeschätzt, einem Betriebspunkt, der die geforderte Reinheit der Produktströme bei minimalem Energiebedarf gewährleistet. Es wird deutlich, dass eine positive freie Reaktionsenthalpie zu einem exponentiellen Anstieg des benötigten Aufwandes an Exergie und damit der Kosten für den betrachteten einfachen Prozess führt.

Entsprechend bedeutet dies, dass für einen Prozess, der von einem Ausgangsstoff A über mehrere Schritte zu einem Produkt C umgesetzt wird, Zwischenprodukte niedrigerer Exergie vermieden werden sollten. Andernfalls wären nach einem Intermediat niedrigerer chemischer Exergie Schritte mit positiver freier Reaktionsenthalpie mit den erläuterten negativen Folgen für die Produktionskosten nötig.



Philipp Frenzel (links) und Prof. Andreas Pfennig vor einer Vorlesungsmesszelle zur Destillation

**Philipp Frenzel** geb. 1984, studierte von 2004 bis 2009 Computational Engineering Science mit dem Schwerpunkt Energie- und Verfahrenstechnik an der RWTH Aachen. Seit 2009 arbeitet er als wissenschaftlicher Mitarbeiter bei den Aachener Verfahrenstechnikern am Lehrstuhl für Thermische Verfahrenstechnik. Er beschäftigt sich im Rahmen seiner Promotion mit den thermodynamischen Implikationen und den globalen Auswirkungen des Rohstoffwandels in der chemischen Industrie.

**Andreas Pfennig** geb. 1959, studierte von 1979 bis 1984 Maschinenbau mit der Vertiefungsrichtung Verfahrenstechnik an der RWTH Aachen. Nach einem anschließenden Auslandsaufenthalt bei Professor Dr. J.M. Prausnitz in Berkeley bis 1985 promovierte er bis 1987 wiederum an der RWTH Aachen am Lehrstuhl II für Verfahrenstechnik. Von 1988 bis 1995 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Chemische Technologie der TH Darmstadt, an dem er habilitierte. Zwischen 1995 und 2011 leitete er den Lehrstuhl AVT-Thermische Verfahrenstechnik der RWTH Aachen. Im Oktober 2011 wechselte er an die TU Graz zum Institut für Chemische Verfahrenstechnik und Umwelttechnik. Seine Arbeitsschwerpunkte sind Extraktion, Reaktivextraktion sowie die Trennung von Dispersionen einschließlich der zugehörigen Grundlagen im Bereich und Thermodynamik komplexer Systeme. Seit etwa 5 Jahren beschäftigt er sich mit grundlegenden Themen der Nachhaltigkeit, u.a. im Projekthaus HumTec (Human Technology Center) der RWTH. Ziel bei diesen Arbeiten ist es, mit Hilfe von vereinfachten Bilanzen wesentliche und belastbare Aussagen über eine nachhaltige Zukunft abzuleiten.

Solche allgemeinen Betrachtungen sind natürlich für den Einzelfall zu diskutieren, zeigen aber eben fundamentale Zusammenhänge auf, die ohne die starken Annahmen nicht ableitbar wären.

### Auswirkungen auf Biomasse als Rohstoffquelle

Die chemische Exergie von alternativen C-Quellen wie z. B. Glucose ist deutlich geringer als die fossiler Edukte und Intermediate. Werden die zuvor diskutierten Ergebnisse auf das in Abbildung 2 dargestellte Diagramm übertragen, bedeutet dies, dass Synthesewege exergetisch ungünstig sind, die, von den biogenen Rohstoffen ausgehend, zu konventionellen Produkten mit eher hoher chemischer Exergie führen. Bei der Nutzung von Biomasse sollten im Sinne einer Minimierung des Exergiebedarfs deshalb Plattformchemikalien und Endprodukten angestrebt werden, die ein der Biomasse angepasstes Exergieniveau aufweisen. Da die chemische

Exergie der Komponenten u. a. mit dem Sauerstoffanteil invers korreliert, bedeutet dies, dass kostengünstig herzustellende Intermediate und Produkte tendenziell sauerstoffhaltiger sein werden als die fossiler Routen. Die Herstellung von Polymilchsäure (PLA) – die hier lediglich als ein Beispiel dient – über Milchsäure aus Glucose weist einen vergleichsweise horizontalen Pfad im Exergiediagramm auf. Die Entwicklung solcher neuer Syntheserouten und die Etablierung eines darauf basierenden Produktstammbaums wird die Forschung in den nächsten Jahrzehnten absehbar prägen.

[andreas.pfennig@tugraz.at](mailto:andreas.pfennig@tugraz.at)

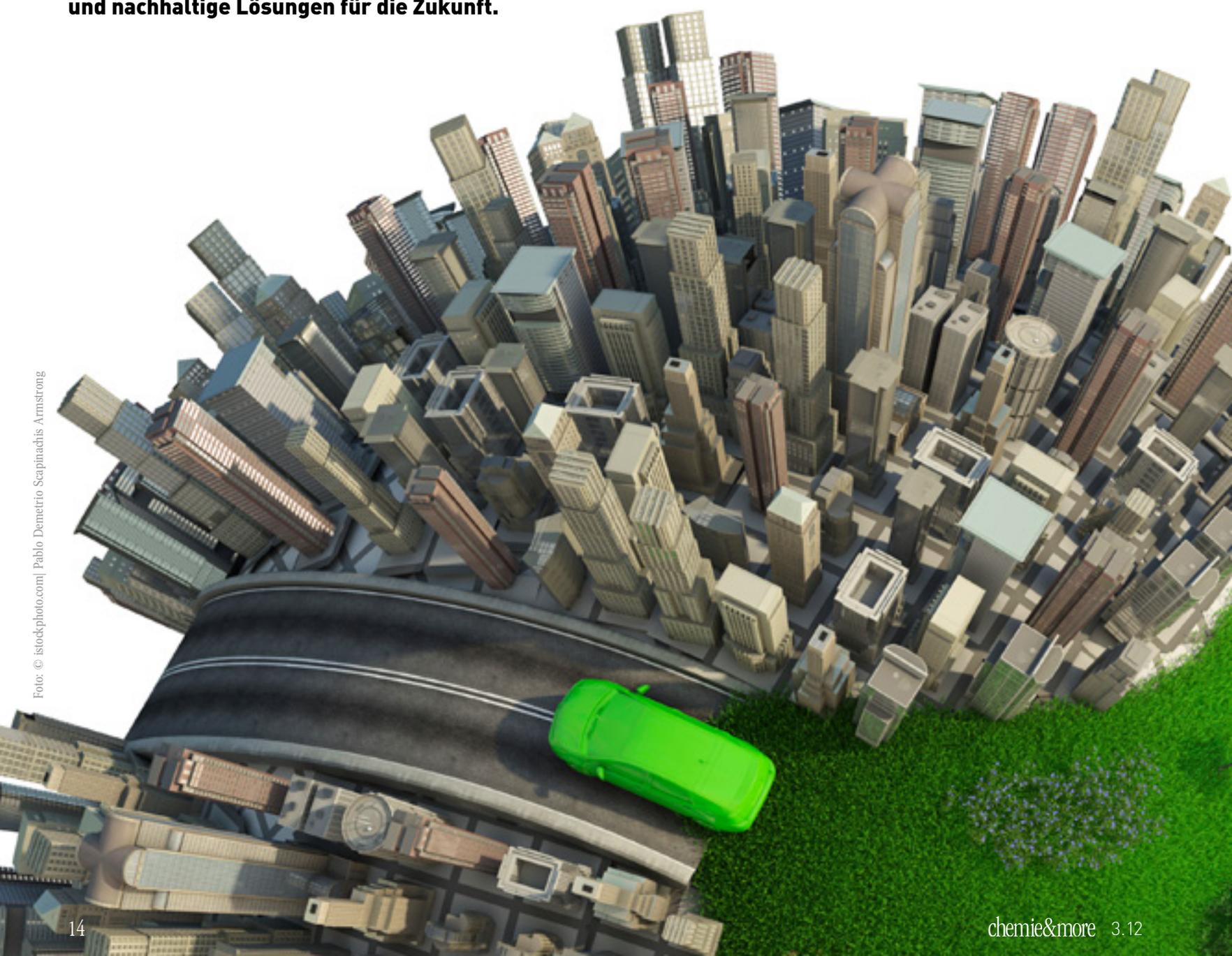
[philipp.frenzel@avt.rwth-aachen.de](mailto:philipp.frenzel@avt.rwth-aachen.de)

# Grüne Spuren

Herausforderungen einer Welt im Wandel für die Chemie

**Nachhaltigkeit, Energie- und Rohstoffeffizienz sind die großen unternehmerischen Leitthemen weltweit vor dem Hintergrund einer wachsenden Weltbevölkerung. Eine besondere Bedeutung kommt hier dem Thema Mobilität zu. Die Entwicklung umweltfreundlicher, Kraftstoff sparender Fahrzeuge erfordert neben effizienten Motoren innovative Materialien. Reifen als eine der wichtigsten Bestandteile von Autos spielen eine zentrale Rolle für eine nachhaltige Mobilität, die auch die Politik mit Reifenlabels im Blick hat – so wird Ende dieses Jahres in der EU und in Südkorea eine Kennzeichnungspflicht von Reifen verpflichtend eingeführt. In den USA und Japan gelten Reifenlabel auf freiwilliger Basis.**

**chemie&more sprach mit dem Vorstandsvorsitzenden der Lanxess AG, Dr. Axel C. Heitmann, über den Beitrag der Chemie für eine Grüne Mobilität und nachhaltige Lösungen für die Zukunft.**



**chemie&more:** Herr Dr. Heitmann, im Herbst dieses Jahres wird in der EU und in Südkorea ein neues Ökolabel für Reifen eingeführt (Verordnung 1222/2009 EG), das – ähnlich wie zuvor bereits für Elektrogeräte erfolgt – Reifen klassifiziert und dazu beitragen soll, die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Straßenverkehr zu senken. Was beinhaltet die neue Kennzeichnungspflicht und welche Bedeutung hat sie für Ihr Unternehmen?

**Dr. Axel C. Heitmann:** Die Bedeutung ist immens – für die Umwelt, aber auch für Lanxess. Grundsätzlich führt die EU das Reifenlabel ein, um den Absatz umweltfreundlicher Reifen zu fördern. Es geht um mehr Transparenz für den Verbraucher. Das begrüßen wir. Der Reifen wird zukünftig in puncto Kraftstoffverbrauch, Nasshaftung und Rollgeräusch in Güteklassen eingeteilt. So wie Verbraucher das beispielsweise vom Kauf eines Kühlschranks kennen. Der Käufer eines Reifens kann zukünftig also zum Beispiel besonders sparsame Produkte von Produkten unterscheiden, die die Umwelt stärker beeinträchtigen. Das wird dem Absatz von „Grünen Reifen“ einen deutlichen Schub geben. Lanxess wird als weltweit führender Anbieter von synthetischem Kautschuk von dieser steigenden Nachfrage nach „Grünen Reifen“ profitieren. Denn mit unseren Hightechkautschuken machen wir „Grüne Reifen“ ja überhaupt erst möglich.

*Die Gesamtemissionen eines Autos rühren bis zu 25% vom Reifen und seiner Beschaffenheit her. In Zukunft wird also die Qualität eines Reifens für den Verbraucher sicht-*



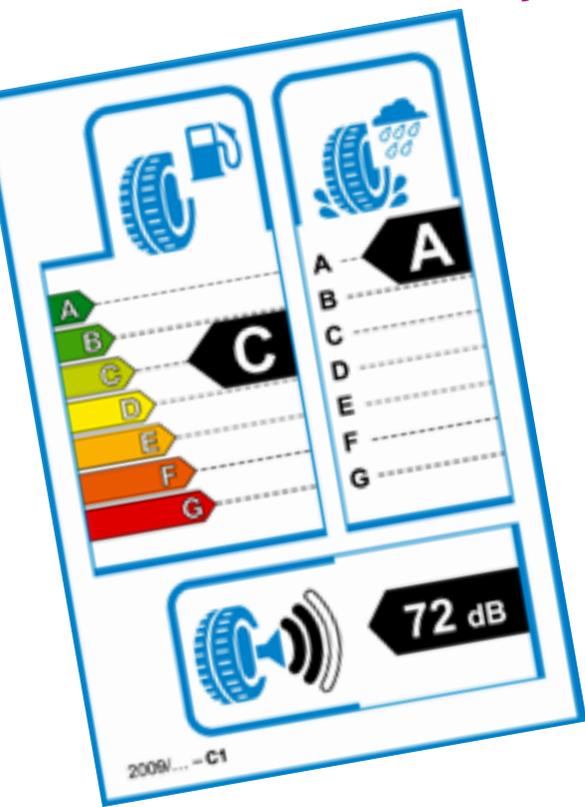
**Axel C. Heitmann** geb. 1959 in Hamburg, studierte Chemie an der Universität Hamburg und an der University of Southampton (UK) und promovierte 1988 zum Dr. rer. nat. 1989 trat er in die Bayer AG ein. Nach einem Trainee-Programm und zwei Jahren Betriebsleitung folgte ein Wechsel zu Bayer UK als Leiter des Kautschuk-Standortes Bromsgrove. 1996 übernahm Heitmann die Leitung Produktion & Technik von PolymerLatex, dem damals neu gegründeten Gemeinschaftsunternehmen der Bayer AG und der Degussa AG. Von 1999 bis 2002 führte er die Bayer-Tochtergesellschaft Wolff Walsrode. Anschließend übernahm er die Leitung des Geschäftsbereichs Kautschuk der Bayer AG. Am 1. Juli 2002 wurde er ins Executive Committee von Bayer Polymers berufen. Als Mitglied dieses Gremiums leitete Heitmann von 2002 bis Mitte 2004 die Aktivitäten von Bayer Polymers APAC mit Sitz in Shanghai. Am 16. September 2004 wurde Heitmann zum Vorstandsvorsitzenden der Lanxess AG bestellt. Seit 22. September 2006 ist er Mitglied im Präsidium des Verbandes der Chemischen Industrie. Die Jury der Econ Awards Unternehmenskommunikation verlieh Heitmann 2009 die Auszeichnung „Persönlichkeit des Jahres“.

*bar, sodass er beim Kauf direkt erkennen kann, wie „grün“ seine Reifen sind. Was muss ein Grüner Reifen können?*

Er muss vor allem Sprit sparen helfen. Fast 90% der gesamten Umweltbelastungen eines Reifens entstehen während der Nutzung. Dabei sind rund 10% auf Verschleiß und Reifenabrieb zurückzuführen. Der weitaus größte Teil – nämlich knapp 80% – entfällt allerdings auf den Kraftstoffverbrauch. Hier liegt also das größte Potenzial für Einsparungen. Allein durch eine Verringerung des Rollwiderstands um 30% können ein halber Liter Kraftstoff und rund 1,2kg CO<sub>2</sub> auf 100 Kilometer eingespart werden – bei gleichzeitig steigender Lebensdauer des Reifens und erhöhter Sicherheit. Auf „Grüne Reifen“ zu setzen, zahlt sich also aus.

*Nicht sichtbar ist die Chemie, die im Produkt steckt. Was leistet Lanxess hier und inwiefern trägt es zur Entwicklung des Reifenmarktes bei?*

Wir ermöglichen eine nachhaltigere Mobilität, weil unsere Kautschuke den Rollwiderstand moderner Reifen senken – wie gesagt: bei gleichzeitig steigender Sicherheit und Lebensdauer. Aktuelle Produkte sind beim Rollwiderstand bereits rund 20% besser als die Vorgängergeneration. Speziell über die Kombination von neuartigen Styrol-Butadien-Kautschuken über Silane sowie Neodym-Polybutadien-Kautschuk – kurz Nd-BR – können weitere Verbesserungen erreicht werden. Zudem werden neue Nd-BR-Kautschuke helfen, den Rollwiderstand von Reifen weiter substanziell zu verbessern.



*Das Thema „Grüne Mobilität“ steht in diesem Jahr in Ihrem strategischen Fokus und damit die Kompetenz des Unternehmens im Bereich Hochleistungskautschuk. Es existiert die interessante Konstellation, dass ein gerade einmal acht Jahre junges Unternehmen über ein mehr als 100 Jahre altes Knowhow verfügt – können Sie uns das erklären?*

Die Expertise von Lanxess bei Kautschuk geht zurück auf eine Entdeckung des Chemikers Fritz Hofmann. Der Professor, der seinerzeit bei den „Elberfelder Farbenfabriken vorm. Friedrich Bayer & Co.“ arbeitete, erhielt vor mehr als 100 Jahren das Patent auf synthetischen Kautschuk. Das Erbe von Fritz Hofmann führen wir bei Lanxess heute erfolgreich fort. Wir haben weit über 100 Synthesekautschuktypen für die unterschiedlichen Verwendungszwecke im Programm. Der Technologie- und Wissensvorsprung aus der über 100-jährigen Erfahrung mit dem Gummiwerkstoff ermöglicht es uns, heute die Rohstoffe für die Reifen von morgen zu liefern.

*Was beeindruckt Sie als Chemiker am meisten an der Erfindung Hofmanns und was macht diesen Werkstoff noch heute so interessant.*

Hofmann war ein genialer Wissenschaftler. Er machte eine bedeutende Entdeckung und verfolgte diese hartnäckig. Diese Hartnäckigkeit und Zielstrebigkeit, aber auch sein enormer Einfallsreichtum – das alles sind imponierende Charakterzüge. Schließlich hat er mit all dem auch unsere heutige Welt verändert. Denn ohne seine Entdeckung wäre die moderne Mobilität schlichtweg undenkbar.

*Das Streben nach Mobilität ist heute genau so bedeutend wie zu Beginn des industriellen Zeitalters und Motor für Forschung und Entwicklung – inwiefern hängt Kautschuk damit zusammen?*

Ganz wesentlich sogar. Der Rohstoff hat in den vergangenen Jahrzehnten bereits eine rasante Entwicklung durchgemacht. Und ein Ende ist nicht in Sicht. Alleine in den ersten sechs Jahren nach unserer Unternehmensgründung haben wir 600 Kautschukpatente entwickelt. Die Faszination dieses Werkstoffes liegt für mich in seiner Einmaligkeit. Die Gummielastizität ist ein einzigartiges Prinzip in der Naturwissenschaft. Das kennt man weder bei metallischen Werkstoffen noch bei anderen.

*Sie haben bereits mehrere hundert Synthesekautschuktypen für unterschiedliche Anwendungsfelder im Portfolio und sind Entwicklungsmotor der Branche. Welche sind darunter die bedeutendsten?*

Derzeit sind sicherlich die Produkte besonders hervorzuheben, die eine besondere Bedeutung bezüglich der Megatrends Wasser, Landwirtschaft, Urbanisierung und Mobilität haben. Mobilität ist insgesamt – nicht nur im Einführungsjahr des EU-Reifenlabelings – natürlich das wichtigste Anwendungsfeld. In einem modernen Hochleistungsreifen werden heute bis zu 20 verschiedene Gummimischungen verarbeitet. Die meisten Mischungen basieren auf synthetischem Kautschuk. Die wichtigsten Kautschuke für unsere Kunden, die mit ihren Reifen auf dem neuen Reifenlabel Bestnoten erreichen wollen, sind NdBR und SSBR. Nur mit diesen Produkten sind ausgewogene Eigenschaften in puncto Energieeffizienz und Sicherheit zu erreichen. Synthetischer Kautschuk ist aber auch unter der Motorhaube unabdingbar. Er sorgt beispielsweise dafür, dass Schlauchleitungen und Antriebsriemen eine lange Lebensdauer haben – und zwar auch unter extremen Bedingungen.

*Neben den kraftstoffverbrauchenden Reifen sind es Leichtbaukonzepte, mit denen eine ressourcenschonende, umweltfreundliche Mobilität ermöglicht wird. Welche Materialtechnologien bietet Ihr Unternehmen hier als Alternative zu Metallen und wie werden sie eingesetzt?*

Kunststoffe ersetzen immer häufiger Metalle. Schon heute stecken in jedem Auto knapp 20% Kunststoffe – Tendenz steigend. Durch die Metallsubstitution kann aber nicht nur Gewicht eingespart werden. Gleichzeitig steigen auch das Sicherheits- und Komfort-

niveau. Weiterhin lassen sich auch immer mehr Funktionen in ein Bauteil integrieren. Die Vorteile sind also immens. Schon vor einigen Jahren haben wir die Hybridtechnologie erfunden, mit der sich Kunststoff und Metall auf einzigartige Weise verbinden lassen. Diese Kunststoff-Metall-Verbundtechnologie kombiniert die Stärken von Kunststoff auf der einen Seite mit Metallen wie Stahlblech oder Aluminium auf der anderen Seite – und zwar in einem Bauteil. Sie ermöglicht die Umsetzung von konstruktiven Geometrien, die mit einem Werkstoff allein nicht möglich sind. Daneben arbeiten wir seit einiger Zeit auch daran, neben Stahlblech und Aluminium nun auch so genannte Organobleche einzusetzen, die aus speziellen Glasfasergeweben bestehen. Im Frontend des Audi A8 kommt neben Aluminiumblech bereits ein solches leichtes Organoblech in Form eines 1,0 Millimeter dünnen U-Profiles zum Einsatz. Daraus resultiert im Vergleich zu einem Einleger aus Aluminium eine Gewichtseinsparung von 20%.

*Ein weiterer Schwerpunkt Ihrer Entwicklungsarbeit sind biobasierte Werkstoffe als Alternative zu fossilen Ausgangsmaterialien. Hier haben Sie beispielsweise eine Entwicklungskooperation mit dem US-amerikanischen Biotechnologieunternehmen GevoTM. Welche Erfolge können Sie bisher verzeichnen?*

Das stimmt – wir setzen gezielt auch auf die biobasierte Chemie. Unser Ansatzpunkt ist, herkömmliche Rohstoffe, die auf Erdölderivaten basieren, durch Rohstoffe zu ersetzen, die auf nachwachsenden Rohstoffen beruhen. Dazu setzen wir auch auf neue Kooperationen. So ist Lanxess an dem US-amerikanischen Biokraftstoff- und Biochemiehersteller Gevo beteiligt. Wir arbeiten gemeinsam daran, Isobuten aus nachwachsenden Rohstoffen herzustellen. Isobuten wird heutzutage üblicherweise in Steamcrackern produziert, die Erdöl-derivate als Rohmaterial benutzen. Als Alternative dazu entwickelt Gevo ein Fermentierungsverfahren, in dem nun Mais-Biomasse zur Herstellung der organischen Verbindung Isobutanol eingesetzt wird. Gleichzeitig treiben wir bei Lanxess einen De-Hydratisierungsprozess voran, um das gewonnene Isobutanol in Isobuten umzuwandeln. Dieser von uns entwickelte De-Hydratisierungsprozess hat nach erfolgreichen Labortests schon über längere Zeit hinweg in einer kleinen Anlage in Leverkusen seine Funktionstüchtigkeit bewiesen. Tests haben gezeigt, dass der Prozess Butyl-Kautschuk auf biologischer Basis liefert, der die hohen



Anforderungen der Reifenindustrie erfüllt. Der Erfolg in der Praxis ist also bereits da!

*Sie setzen stark auf die Automobilindustrie, etwas 40% der Umsätze von Lanxess stammen aus dieser Branche. Ist diese Abhängigkeit von der Autokonjunktur nicht auch ein riskanter Faktor für die Unternehmensentwicklung?*

Nein, das sehen wir ganz und gar nicht. Der Megatrend Mobilität ist vielmehr ein relativ krisensicheres Arbeitsgebiet. Weltweit wächst die Bedeutung der Mobilität und sie wird technologisch immer anspruchsvoller. Es gibt also genug zu tun. Vor allem muss es darum gehen, in Zukunft noch viel schonender mit den eingesetzten Ressourcen umzugehen. Unsere neuen Kautschukprodukte können dazu einen Beitrag leisten. Das gilt auch vor dem Hintergrund der Tatsache, dass wir in den kommenden Jahren weltweit die Einführung ähnlicher Reifennormen wie jetzt in der EU erleben werden. Auch das wird dem Markt zusätzlich Schwung verleihen. Wir rechnen damit, dass der Anteil von „Grünen Reifen“ an der weltweiten Gesamtproduktion bis 2015 – verglichen mit 2010 – um rund 80% zunehmen wird. Und nur am Rande: Unsere Hochleistungskautschuke stecken auch in neuen Reifen für gebrauchte Fahrzeuge. Wir verdienen also auch am Ersatzgeschäft. Und da der Reifenmarkt zu etwa 70% aus dem Ersatzreifenmarkt besteht und nur zu etwa 30% vom Neufahrzeugmarkt abhängig ist, unterscheiden wir auch deutlich Umsätze mit der Automobilindustrie bzw. mit der Reifenindustrie, die weit weniger zyklisch ist.

*Welche Rolle spielen Kooperationen mit Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus für Innovationsstrategien?*

Wir sind jederzeit für Kooperationen offen, wenn sie für uns Sinn machen. Sie können sicher sein, dass wir den Markt sehr genau beobachten.

*Ihr Unternehmen ist auf einem beeindruckenden Erfolgskurs – mit den im März vorgestellten Zahlen wurde das Rekordergebnis von 2011 nochmals übertroffen. Aus welchen Bereichen resultiert das Ergebnis und wie wollen Sie weiterwachsen?*

Unsere guten Zahlen für das abgelaufene Geschäftsjahr sind das Resultat unserer klaren strategischen Fokussierung auf Technologie, Innovation und Nachhaltigkeit. Zudem konzentrieren wir uns konsequent auf die bedeutendsten Megatrends und auf die weltweit wichtigsten Wachstumsmär-

kte. 2011 ist es uns gelungen, den Umsatz in allen Absatzregionen prozentual zweistellig zu steigern. Dieser Erfolg auf den Wachstumsmärkten spiegelt in besonderer Weise die dortige Entwicklung rund um den Megatrend Mobilität wider. Die Bedeutung dieses Bereichs nimmt beständig zu und führt bei Lanxess zu steigender Nachfrage. Vor allem für die Autoindustrie und für Reifenhersteller sind unsere Hochleistungskautschuke und Hightechkunststoffe essenziell, wenn es darum geht, mehr Nachhaltigkeit auf die Straße zu bringen. Im Geschäftsjahr 2011 erzielten wir mit

Produkten, die eine nachhaltige Mobilität ermöglichen, bereits einen Umsatz von rund 1,5 Milliarden Euro, also knapp 20 Prozent unseres Gesamtumsatzes. Bis zum Jahr 2015 wollen wir dieses Volumen um rund 80% auf 2,7 Milliarden Euro steigern. Wir sind also auf einem hervorragenden Weg.

*Herr Dr. Heitmann, herzlichen Dank für das Gespräch.*

(Interview: Claudia Schiller)

## Ihr Prozess braucht eine zuverlässige Pumpe

Achema:  
Halle 8.0  
Stand B27

**Lassen Sie Ihren Blutdruck messen!**  
Für jede Blutdruckmessung spendet Verder 5 € an die Deutsche Kinderherzstiftung!



Für jede Blutdruckmessung während der IFAT ENTSORGA und Achema spendet Verder 5 € an die Deutsche Kinderherzstiftung der Deutschen Herzstiftung e.V.

<b>Schlauchpumpen</b> VERDERFLEX  Fördermenge: Bis zu 90 m <sup>3</sup> /h	<b>Druckluftmembranpumpen</b> VERDERAIR  Fördermenge: Bis zu 60 m <sup>3</sup> /h	<b>Kolbenmembranpumpen</b> VERDERBAR  Fördermenge: Bis zu 8,4 m <sup>3</sup> /h	<b>Zahnradpumpen</b> VERDERGEAR  Fördermenge: Bis zu 13 m <sup>3</sup> /h	<b>Dreh- und Kreiskolbenpumpen</b> VERDERLOBE  Fördermenge: Bis zu 230 m <sup>3</sup> /h
---	---	--	--	---

**Ihr Spezialist für Verdrängerpumpen**

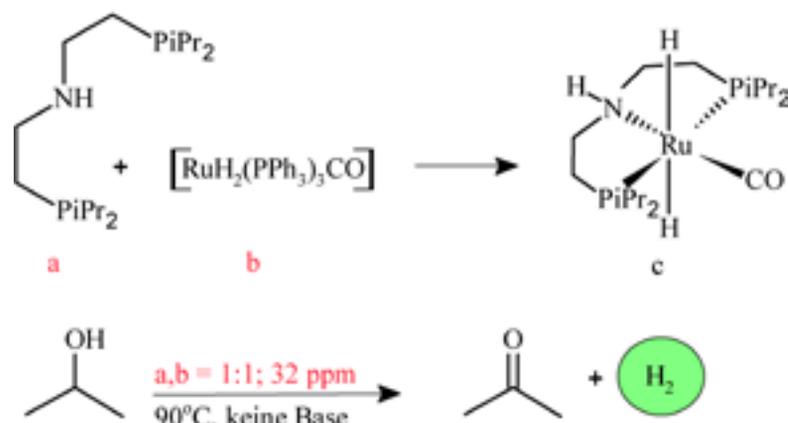
[www.verder.de](http://www.verder.de)    [info@verder.de](mailto:info@verder.de)    02104 2333-200

**VERDER**  
passion for pumps

## Wasserstoffgewinnung aus Alkoholen

Die Gewinnung von Energie, basierend auf nachwachsenden Rohstoffen, ist heute eine der großen Herausforderungen. Unter den verschiedenen Konzepten befindet sich auch das einer Wasserstofftechnologie unter Nutzung von Biomasse. Hier wird vor allem die katalytische Dehydrierung von Bioalkoholen und Zuckern zu Wasserstoff intensiv untersucht. Bisher müssen selbst bei Modellverbindungen (z. B. 2-Propanol) relativ hohe Temperaturen (>200 °C) und stark basische Bedingungen (0,8 M NaOiPr) angewandt werden, um mit dem Katalysatorsystem  $[\text{RuCl}_2(\text{p-Cumol})_2]$  / Tetramethethen (1:20) eine TOF (turnover frequency) von bescheidenen 519/h zu erreichen.

Kürzlich wurde nun ein Katalysator vorgestellt, der mit bisher nicht erreichter Effizienz, unter wesentlich milderen Bedingungen und ohne Zusatz einer Base 2-Propanol mit einer TOF von 2048/h umsetzt. Als Katalysator dient dabei ein Rutheniumkomplex, der in situ mit dem Ligand Bis(di(isopropyl)phosphin) den eigentlich aktiven Pinzettenkomplex bildet. Essenziell ist dabei der CO-Ligand, denn die katalytische Wirkung geht



völlig verloren, wenn er durch einen anderen ersetzt wird. Erniedrigt man die Katalysatorkonzentration von 32 ppm auf 4 ppm, erhöht sich die TOF auf beachtliche 8382/h. Das ist etwa 16-mal höher als alle bisher beobachteten Umsatzzahlen. Auch Ethanol wird unter diesen Bedingungen mit einer TOF von 1483/ umgesetzt.

Literatur: M. Beller et al.; *Angew. Chem.* 2011, 123, 9767–9771.

GS

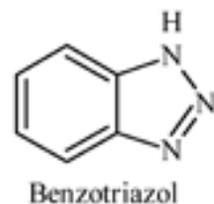
**Abb.** Aus den Komponenten a und b bildet sich in situ Katalysator c, der die Dehydrierung von Isopropanol unter Bildung von Wasserstoff katalysiert.

## Benzotriazole in Flüssen und der Nordsee

Benzotriazol und Toluyltriazole werden in großen Mengen hergestellt und in der Industrie und im Haushalt verwendet. Sie dienen als Enteisungsmittel in PKWs und Flugzeugen oder als Zusatz in Geschirrspülmitteln, Bremsflüssigkeiten und in Kühlsystemen. Die Substanzen sind gut wasserlöslich, gleichzeitig schwer abbaubar und gelangen über Kläranlagen ungehindert in Flüsse und von da aus ins Meer. Benzotriazole werden als Gifte eingestuft, ihre Effekte auf die Umwelt sind zurzeit nur schwer abzuschätzen.

Die Arbeitsgruppe von H. Wolschke (Institut für Küstenforschung, Helmholtz-Zentrum Geesthacht) hat nun Proben aus Küstenbereichen der Nordsee mittels Festphasenextraktion und HPLC-MS/MS untersucht und Konzentrationen von 1,7–40 ng/L der Chemikalien gefunden. Der Eintrag aus den Hauptflüssen Zentraleuropas in die Nordsee wurde daraus auf 78 t/a berechnet, wobei der Rhein 57 t/a einbringt. Die Analyse des Verteilungsprofils in der Nordsee zeigt, dass die Konzentrationsabnahme der Substanzen durch Verdünnung und nicht durch Abbau bedingt ist.

Literatur: H. Wolschke et al. *Water Res.* 2011, 18, 6259–6266.



GS

## „Grüner Raketentreibstoff“

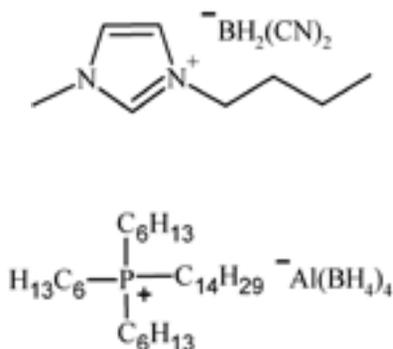
Bei der Entwicklung von Raketentreibstoffen bemüht man sich, umweltfreundlichere, weniger toxische, aber genauso leistungsfähige Substanzen zu entwickeln. Viele Raketen, Satelliten und Raumsonden werden mit Hydrazin ( $\text{H}_2\text{N-NH}_2$ ) und seinen Derivaten zusammen mit einem Oxidationsmittel wie  $\text{HNO}_3$  oder  $\text{N}_2\text{O}_4$  angetrieben. Hydrazin ist bekanntlich kanzerogen und toxisch, Salpetersäure ist stark korrosiv und  $\text{N}_2\text{O}$  ebenfalls toxisch. Als Alternative zu Hydrazin werden ionische Flüssigkeiten (IF) diskutiert. Erst 2008 wurde entdeckt, dass sich IF mit Dicyanamid-Anionen

beim Kontakt mit Oxidationsmitteln spontan entzünden können (Hypergolie). Vorgeschlagen wurde danach eine Familie von Imidazolium-Dicyanoboraten, die viele Anforderungen an leistungsfähige Treibstoffe erfüllen (M. Shreeve et al.; *Angew. Chem.* 2011, 123, 9726–9734).

Bisher ist es noch nicht gelungen, eine IF herzustellen, die mit  $\text{H}_2\text{O}_2$  zündfähig ist. Dies wäre wünschenswert, denn dabei würden lediglich umweltfreundliches Wasser und Sauerstoff entstehen. S. Schneider et al. haben dies nun mit einer IF aus einem Phosphoniumkation und einem Aluminiumborhydrid-Anion als Komponenten bewerkstelligt. Bei Kontakt mit  $\text{H}_2\text{O}_2$  erfolgt die Zündung spontan, mit rauchender Salpetersäure erfolgt eine explosionsartige Zersetzung.

Literatur: S. Schneider et al.; *Angew. Chem.* 2011, 123, 6008–6010.

GS



# Effizientere Prozesse dank trockenlaufender Vakuumpumpen

Rudi De Koninck, Edwards Vacuum

**Bereits 1988 brachte Edwards die ersten chemischen trockenlaufenden Vakuumpumpen auf den Markt. Aufgrund des geringeren Wartungsaufwands der robusten Systeme, ihrer hohen Effizienz im täglichen Betrieb und der besseren Umweltverträglichkeit hat sich seitdem die Technologie in vielen Industriezweigen und Anwendungen durchgesetzt. Auf der diesjährigen Achema zeigt Edwards Vakuumpumpen speziell für Anwendungen in der chemischen Verfahrenstechnik sowie für industrielle Anwendungen.**

Gezeigt werden unter anderem die innovativen trockenlaufenden Schraubepumpen der Serie CXS, die sich besonders für einen zuverlässigen Betrieb unter rauen Bedingungen in chemischen Prozessen eignen. Für industrielle Anwendungen konzipierte Edwards die robusten und ebenfalls trockenlaufenden Schraubepumpen der Serie GSX. Außerdem wird die neueste Weiterentwicklung von Scroll-Pumpen, die nXDS-Serie, in Live-Demos präsentiert. Die leistungsstarken Pumpensysteme arbeiten sauber und leise. Der niedrige Geräuschpegel und die geringen Vibrationen sind weitere herausragende Eigenschaften der Pumpen. Experten von Edwards simulieren am Stand (B 37, Halle 8) Arbeitsbedingungen in chemischen Prozessen und demonstrieren so die Leistungsfähigkeit der Pumpen.

## Pumpen für die chemische Industrie

Die CXS-Serie ist die modernste trockenlaufende Pumpen-Reihe von Edwards für die chemische Industrie. Dank ihrer neuen Schraubentechnologie weist sie sehr hohe

Energieeffizienz und Leistungsfähigkeit auf. Sie kann kontinuierlich bis zu einem Liter Flüssigkeit pro Minute transportieren. Sie kann darüber hinaus einem Flüssigkeits-schwall von bis zu 25 Liter standhalten, ohne dass dies einen Schaden verursacht. Sie erreicht ein hohes Endvakuum bis zu  $1,5 \times 10^{-2}$  mbar und ist in zwei Größen mit Kapazitäten von  $160 \text{ m}^3/\text{h}$  und  $250 \text{ m}^3/\text{h}$  verfügbar.

## Robust und saugstark

Für anspruchsvolle Industrieanwendungen wurden die robusten Schraubenvakuumpumpen der GXS-Produktfamilie entwickelt. Sie ermöglichen ein rasches Pumpen großer Gasvolumina z. B. in der Metallurgie, bei der Beschichtung von Solarzellen oder Glas oder bei der LED-Fertigung. Die GXS-Serie zeichnet sich durch Saugleistungen von  $160 \text{ m}^3/\text{h}$  bis  $740 \text{ m}^3/\text{h}$  (oder bis zu  $3.360 \text{ m}^3/\text{h}$  in Verbindung mit einer Boosterpumpe) aus und erreicht ein Endvakuum von typischerweise  $5 \times 10^{-4}$  mbar.



**Rudi De Koninck** verfügt über 22 Jahre Erfahrung im Bereich trockenlaufende Vakuumpumpen. Er ist seit 2007 Vertriebsleiter Process Industries bei Edwards Vacuum.

## Neue Vakuumpumpen für den Laborbereich

Die nXDS-Serie ist eine neue Scroll-Pumpen-Reihe für den wissenschaftlichen Bereich wie beispielsweise in Laboratorien für Biotechnologie oder Pharmazie und Hochenergiephysik. Die Pumpe läuft äußerst leise und lässt sich einfach installieren. Da sie vollkommen ölfrei arbeitet, ist sie problemloser und sauberer im Betrieb als ölgedichtete Pumpen. Die nXDS ist in vier Pumpengrößen mit Saugleistungen von 6 bis  $20 \text{ m}^3/\text{h}$  und einem Endvakuum im Bereich von  $10^{-3}$  mbar erhältlich. Sie verfügt über eine eingebaute intelligente Steuerung und Kommunikationsmöglichkeiten über Remote Access, einen Bereitschaftsmodus für verminderten Energieverbrauch und ein Tip-Seal-Design mit verlängerten Wartungsintervallen.

Zusätzlich zu diesen drei Systemen zeigt Edwards auf der Achema weiterhin die nEXT-Turbopumpe, die neue magnetgelagerte Turbopumpe STPiXA einschließlich voll integrierter eingebauter Steuerung sowie die kostengünstige und kompakte Turbopumpstation T-Station 75.

[rudi.dekoninck@edwardsvacuum.com](mailto:rudi.dekoninck@edwardsvacuum.com)



Die neue CXS-Pumpe sowie die neue nXDS.

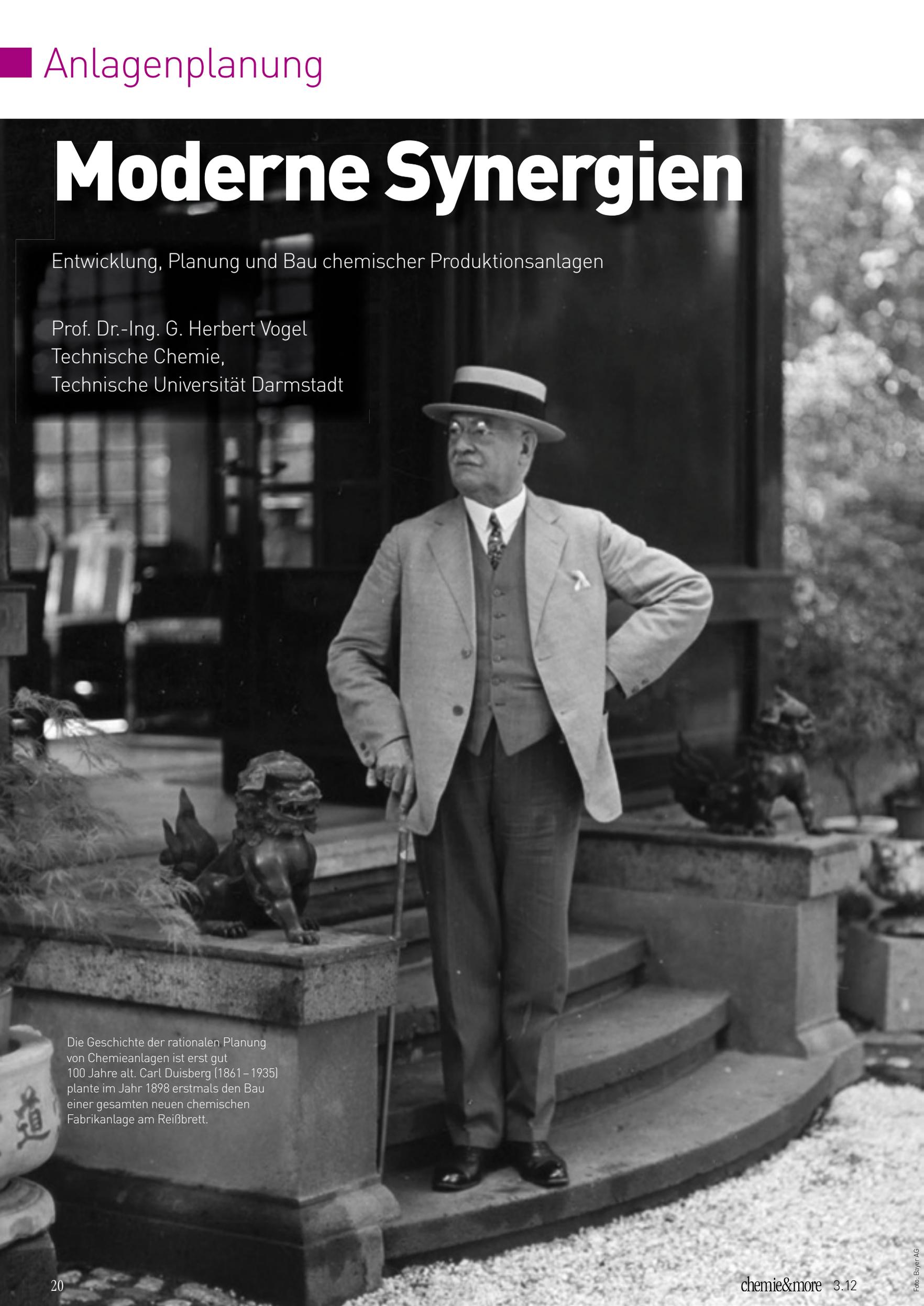


**Edwards auf der AICHEM 2012,  
Halle 8.0, Stand B37**

# Moderne Synergien

Entwicklung, Planung und Bau chemischer Produktionsanlagen

Prof. Dr.-Ing. G. Herbert Vogel  
Technische Chemie,  
Technische Universität Darmstadt

A black and white photograph of Carl Duisberg, a prominent figure in the chemical industry. He is standing on a set of stone steps, leaning on a cane in his right hand. He is wearing a light-colored suit jacket, a dark vest, a white shirt, a patterned tie, and a boater hat. The background shows a building with large windows and some potted plants. The overall tone is formal and historical.

Die Geschichte der rationalen Planung von Chemieanlagen ist erst gut 100 Jahre alt. Carl Duisberg (1861–1935) plante im Jahr 1898 erstmals den Bau einer gesamten neuen chemischen Fabrikanlage am Reißbrett.



**Große chemische Produktionsanlagen (> 10.000 jato) sind komplexe Unikate, die man sich aus einzelnen Units (Reaktoren, Kolonnen, Wärmetauschern etc.) zusammengesetzt denken kann. Eine gut funktionierende Chemieanlage erfordert das harmonische Zusammenspiel all dieser Units. Da heute mehr als 90 % aller technischen Synthesen einen Katalysator benötigen, ist dieser der alles entscheidende Kern der meisten Anlagen.**

Die Entwicklung der Chemieindustrie wird folglich im überwiegenden Maße durch die Entwicklung und Einführung neuer katalytischer Verfahren bestimmt. Die chemische Reaktion, die sich am aktiven Zentrum des Katalysators abspielt, bestimmt in starkem Maße das Design des Reaktors (→ chemische Reaktionstechnik). Der Reaktor wiederum bestimmt die Eduktvorbereitung (→ mechanische Verfahrenstechnik) und die Produktaufarbeitung (→ thermische Verfahrenstechnik). Aus deren Struktur folgt letztendlich die benötigte Infrastruktur wie z. B. Entsorgung, Tanklager, Energieanschlüsse, Sicherheitseinrichtungen.

Verhält sich der Katalysator im Betrieb nur geringfügig anders als in der F&E-Vorgabe (z. B. Aktivität, Selektivität, Lebensdauer etc.), so hat das dramatische Auswirkungen auf die Gesamtanlage bis hin zur Verschrottung.

Eine integrierte Verfahrensentwicklung ist daher erst sinnvoll, wenn die Performance des Katalysators im Wesentlichen feststeht. Aufgrund der geschilderten Bedeutung der Katalyse für die Verfahrensentwicklung muss der Verfahreningenieur über genügende Sachkenntnisse auf diesem Gebiet verfügen, um den Stand der Katalysatorentwicklung sicher beurteilen zu können.

Die Aufgabe der Verfahrensentwicklung ist die Übertragung von einer im Labor reproduzierbar durchführbaren chemischen Reaktion in technische Dimensionen unter Beachtung der natur- und ingenieurwissenschaftlichen, ökonomischen, sicherheitstechnischen, ökologischen sowie juristischen Rahmenbedingungen. Die Laborapparatur steht am Anfang, die Produktionsanlage am Abschluss der Entwicklungsarbeit; dazwischen liegt die Aufgabe der Verfahrensentwicklung.

**Sie achten auf Details?  
Wir auch.**

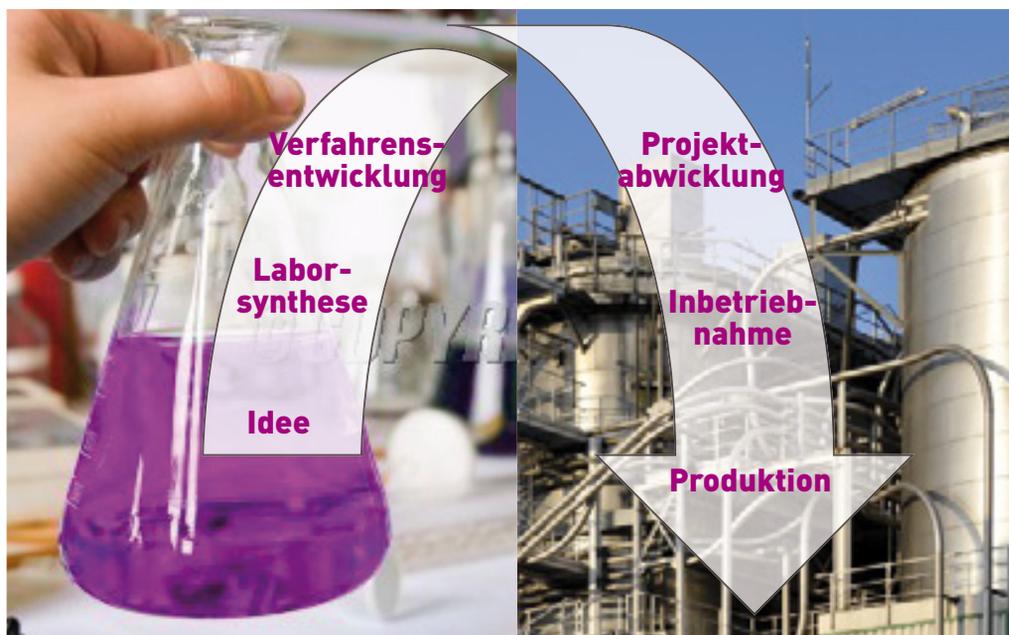
Unsere neuen G90 Druckgasflaschenschränke zur Lagerung von 2x 50 Liter-Gebinden.

besuchen Sie uns:

**ACHEMA 2012**  
Frankfurt am Main  
18.-22. Juni 2012  
Halle 4.1, Stand A77

**Jetzt Eintrittskarte anfordern!**

presse@asecos.com



**Abb. 1** Die Verfahrensentwicklung schlägt die Brücke zwischen dem „Reagenzglas“ (links) und der Produktionsanlage (rechts).

# Anlagenplanung

Die Ausarbeitung chemischer Verfahren ist ein komplexer Arbeitsprozess. Mit der Entdeckung eines neuen chemischen Synthesewegs und der meist zugehörigen Katalysatoren ist die erste Hürde zu einem neuen Verfahren genommen. Bis zur technischen Realisierung sind aber noch zahlreiche Fragen zu klären und Probleme zu lösen, bis alle für die Planung einer chemischen Produktionsanlage und deren Betrieb erforderlichen Unterlagen zusammengestellt sind. Wie gelangt man nun zu diesen Planungsunterlagen? Das klassische Vorgehen erfolgt in drei Etappen:

1. Ausgehend von der zumeist diskontinuierlichen optimierten Laborsynthese wird ein erstes Verfahrenskonzept ausgearbeitet und die Einzelschritte des Verfahrens unabhängig voneinander im Labor überprüft und simuliert.

2. Anschließend wird eine kontinuierliche Laboranlage geplant, aufgebaut, betrieben und mathematisch simuliert, die sog. Miniplant („Kleinanlage“). Dies ist eine kleine, vollständige Anlage mit Produktionsmengen um 100 g/h bestehend aus Eduktvorbereitung, Syntheseteil, Aufarbeitung und allen Rückführungen.

3. Nach der Bestätigung des Verfahrenskonzepts in der Miniplant durch Experiment und Simulation bestehen die nächsten

Schritte in der Planung und im Aufbau einer Versuchsanlage mit deutlich höherer Kapazität. Der Maßstab dieser Pilotanlage liegt zwischen dem der Miniplant und dem der späteren technischen Anlage. Die Produktionsmengen von einigen Kilogramm pro Stunde erlauben hier z. B. die Durchführung anwendungstechnischer Tests oder Kundenbelieferung im größeren Maßstab. Der Betrieb der Anlage dient zur Kompletierung und Absicherung bereits ermittelter Daten und Unterlagen.

Der Scale-up-Faktor von einer Entwicklungsstufe zur nächsten ist immer nach dem Liebig'schen Prinzip des Minimums begrenzt:

„Der Verfahrensschritt oder Apparat mit der geringsten Vergrößerungsmöglichkeit (Scale-up) bestimmt die maximale Kapazität der nächstgrößeren Anlage mit kalkulierbarem Betriebsverhalten.“

Hier nun liegt die Chance des Verfahrensentwicklers, Zeit und Geld zu sparen. Gelingt es nämlich, gesicherte Unterlagen für die Planung einer Produktionsanlage direkt über die extreme Maßstabsvergrößerung von vier Zehnerpotenzen ( $100\text{ g/h} \cdot 10^4 = 1\text{ t/h}$ ) zusammenzustellen, so entfallen die Kosten der Pilotanlage sowie drei bis vier Jahre Entwicklungszeit. Dies stellt einen gewichtigen Vorteil bei der Wirtschaftlichkeit und

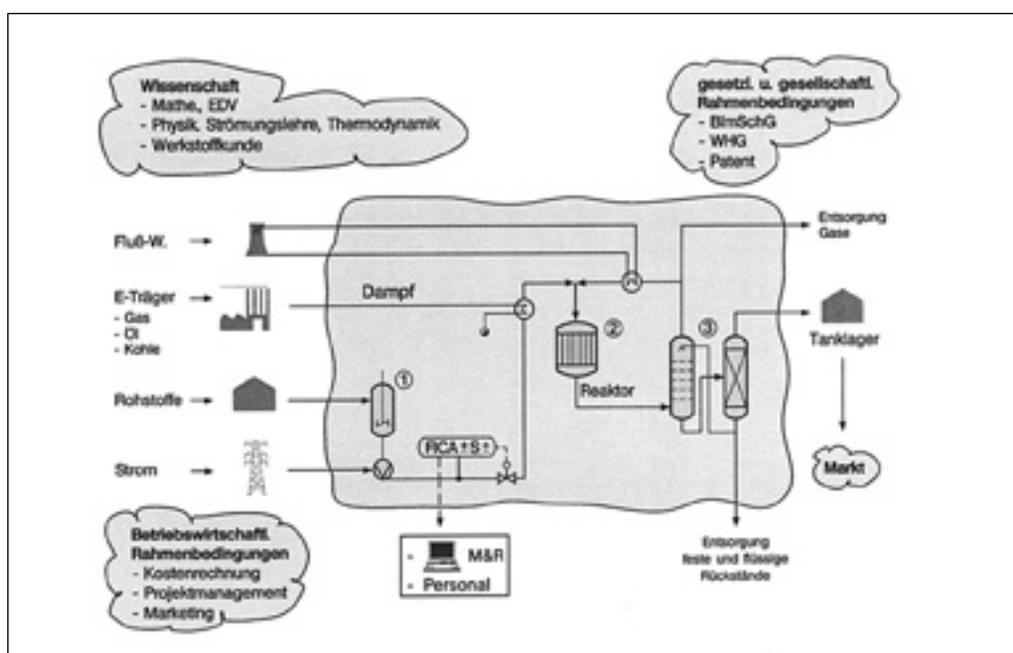
am Markt dar. Daher ist man heute bestrebt, direkt von der Miniplant auf den Produktionsmaßstab zu übertragen.

Am Ende der Verfahrensentwicklung sollten alle Planungsunterlagen in Form einer sog. Projektstudie vom Chemiker an den Ingenieur übergeben werden.

Die Geschichte der rationalen Planung von Chemieanlagen ist erst gut 100 Jahre alt. Carl Duisberg (1861–1935) plante im Jahr 1898 erstmals den Bau einer gesamten neuen chemischen Fabrikanlage am Reißbrett. Vorher baute man das, was man jeweils gerade brauchte, sodass chemische Fabriken nach kurzer Zeit einen chaotischen Anblick boten. Heute besteht eine neue Anlage lange bevor ein Grundstück erschlossen, Beton gegossen oder Stahl angeliefert wird, nur als digitales Abbild (*Avatar*).

Chemische Produktionsanlagen unterliegen einer Vielzahl von behördlichen Auflagen und Vorschriften. Zur Planung und Errichtung solcher Anlagen wird in einzelnen Schritten mit definierten Teilzielen die Planung verfeinert, wobei vor allem in der frühen Planungsphase durch intensive Diskussion im Team, kreative Ideen u. a. die Investitionskosten gesenkt werden können. Die beiden Hauptziele sind hierbei:

- ▶ Erreichen einer hohen Investitionssicherheit
- ▶ Minimierung des technischen Risikos.

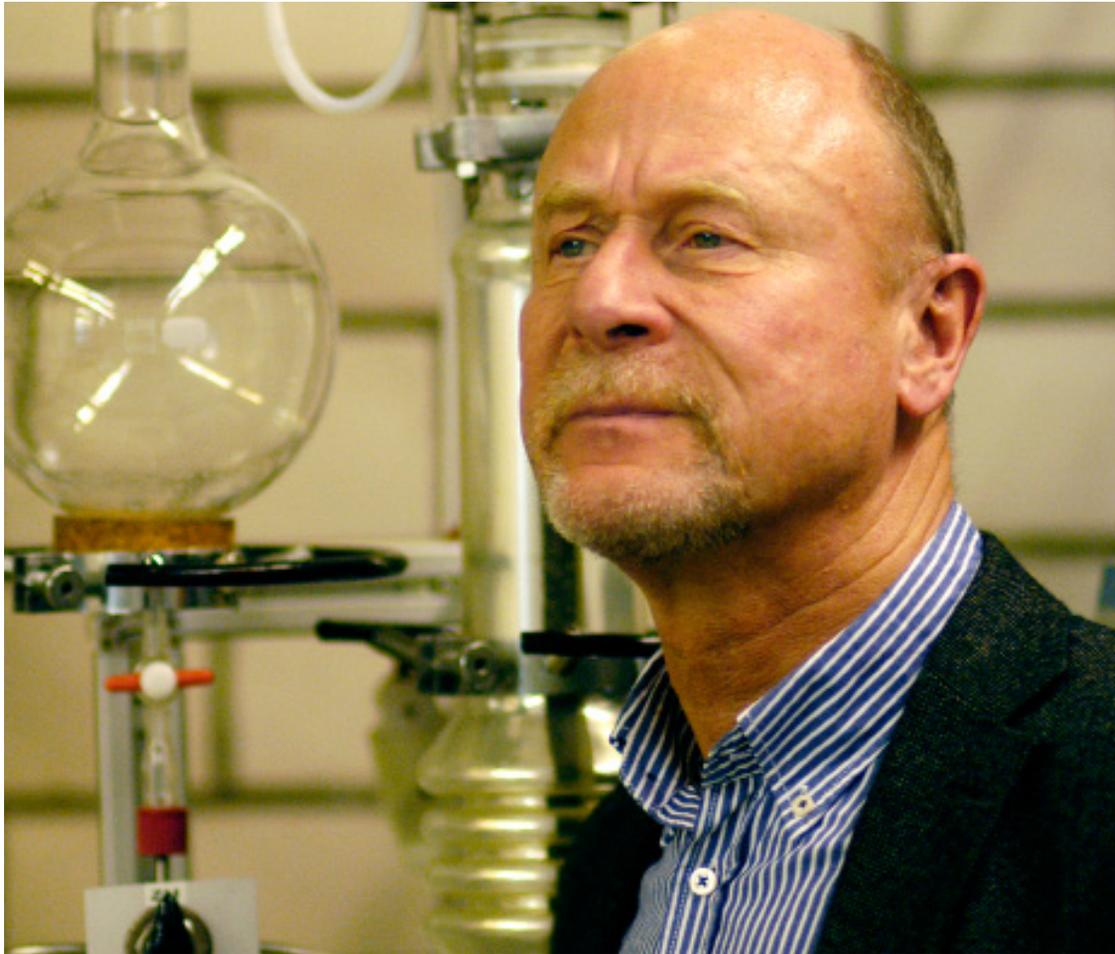


**Abb. 2** Aufbau einer Chemieanlage (schematisch). Um die eigentliche Produktionsanlage mit der Eduktvorbereitung (1), dem Reaktor (2) und der Aufarbeitung des Reaktionsaustrags (3) ranken sich eine Reihe weiterer Hilfseinrichtungen (Tanklager, Rückstandsentsorgung etc.), ohne die ein kontinuierlicher Betrieb nicht möglich ist. Neben den natur- und ingenieurwissenschaftlichen Kenntnissen benötigt der Verfahrensentwickler darüber hinaus betriebswirtschaftliches und juristisches Sachwissen.

Die Projektabwicklung (vom Abschluss der Verfahrensentwicklung in der Forschung bis zur Inbetriebnahme der Großanlage) verläuft in drei Phasen:

## Phase I

Das Ziel dieser Projektphase, der sog. Planungsphase (konzeptionelle Phase, *Basic-Design, Preproject*) ist es, bei vertretbarem Aufwand zu analysieren, ob es aus unternehmenspolitischer Sicht wirtschaftlich ist, das in der Projektstudie aufgeführte Verfahren anlagentechnisch zu realisieren. Am Ende steht hier die sog. Machbarkeitsstudie oder *Feasibility Study*. Der Schwerpunkt der Arbeiten liegt hier auf der Bewertung des Verfahrens und seiner Wirtschaftlichkeit, der Bewertung von Alternativen sowie der Vorklärung der behördlichen Genehmigungssituation.



**G. Herbert Vogel** geb. 1951 in der Nähe von Frankfurt/Main, studierte nach einer Lehre bei Röhm&Haas chemische Technologie an der FH und Chemie an der TH Darmstadt, wo er 1982 in physikalischer Chemie promovierte. Von 1982 bis 1993 war er bei der BASF AG tätig, wo er sich mit Entwicklung, Planung, Bau und Inbetriebnahme petrochemischer Produktionsanlagen beschäftigte. Seit 1993 ist er Professor für Technische Chemie an der TU Darmstadt mit den Arbeitsgebieten heterogene Katalyse, Chemie unter überkritischen Bedingungen und Chemie nachwachsender Rohstoffe.

### Phase II

In dieser Phase, der sog. Ausarbeitungsphase (Genehmigungsphase, Basic Engineering), die sich von der Freigabe zur Ausarbeitung bis zur Genehmigung erstreckt, sind detailliert aufgeschlüsselte Projektunterlagen wie z.B. RI-Fließbilder, Funktionspläne u. a. zu erstellen.

### Phase III

Nach der Genehmigung durch die Entscheidungsträger stehen die Gelder zur Realisierung des Projekts zu Verfügung, es beginnt die sog. Durchführungsphase (*detail engineering*). Jetzt werden die definierten Ausführungspläne und Unterlagen erstellt. Ab diesem Zeitpunkt steht das gesamte Projektteam unter enormen Zeitdruck. Jede Verzögerung bewirkt eine Verschie-

bung des Anfahrtermins, mit der Folge, dass das investierte Kapital keine Rendite erwirtschaften kann. Oberstes Ziel ist es daher, die Anlage möglichst bald in Betrieb zu nehmen.

Der ständig härter werdende internationale Wettbewerb zwingt die chemische Industrie immer neue Methoden zur Verfahrensverbesserung zu entwickeln und einzusetzen. Neben den wirtschaftlichen Aspekten wie höhere Reaktionsausbeuten, verbesserten Katalysatoren u. a. spielen Faktoren wie Sicherheit, Nachhaltigkeit, Ressourcenschonung und Umweltverträglichkeit eine wichtige Rolle. Einen Beitrag dazu kann die Verfahrensentwicklung leisten, indem ihr Ablauf so gestaltet wird, dass daraus Wettbewerbsvorteile entstehen, d. h. ein Verfah-

ren muss schnell und preiswert entwickelt werden. Trends, die diesem Ziel dienen, sind z.B. die Bildung von interdisziplinären Arbeitsteams und die temporäre Integration von Fachleuten über Länder- und Zeitgrenzen hinweg sowie die Nutzung der Synergie zwischen integrierter Miniplant und mathematischer Simulation.

**vogel**  
**ct.chemie.tu-darmstadt.de**

# Hochdruck-Reaktoren



highpreactor

Bequeme Handhabung

Einfache Reinigung

Korrosionsschutz durch PTFE-Auskleidung

Variable Armaturenbestückung

Individuelle Materialkombinationen

Weitere Informationen gibt es bei

**BERGHOF** realizing your ideas.

Labortechnik  
laboratorytechnology@berghof.com  
www.berghof.com  
Tel.: +49 7121 894-202

# BioWanze – Teller, Trog und Tank

Biokraftstoffproduktion integriert  
in die Lebensmittel- und Futtermittelproduktion

Dipl.-Ing. Hanspeter Degelmann und  
Prof. Dr. Markwart Kunz  
Südzucker AG Mannheim/Ochsenfurt

**Während in Europa in nahezu allen Bereichen die Emission von Treibhausgasen in den vergangenen 20 Jahren zum Teil erheblich reduziert werden konnte, sind sie im Transportsektor deutlich gestiegen. Daher wurde im EU-Klimapaket vom Dezember 2008 ein Maßnahmenbündel initiiert, um auch in diesem Sektor Emissionsminderungen zu erreichen. Dazu gehören neben Verpflichtungen der Mineralölwirtschaft und der Automobilhersteller als weiteres unverzichtbares Element die Nutzung von Biokraftstoffen. Die Südzucker-Gruppe bzw. ihre Tochtergesellschaft CropEnergies hat eine erste Großanlage (Zeitz, Deutschland) zur Herstellung des Biokraftstoffes Bioethanol in 2005 in Betrieb genommen. Herausragende Kennzeichen dieser Anlage sind eine Minimierung des Prozessenergieverbrauchs sowie eine Optimierung der gekoppelten Produktion von eiweißreichen Futtermitteln bei gleichzeitiger Produktion von „Bio-Kohlensäure“ u. a. für die Lebensmittelindustrie.**

Aufbauend auf diesen Erfahrungen war das Ziel für eine nächste Biokraftstoffanlage eine noch weiter gehende Integration in die Lebensmittel- und Futtermittelherstellung. Gleichzeitig sollte auch das Treibhausgasreduktionspotenzial für den Biokraftstoff erhöht werden.

In einer umfassenden Recherche wurden nochmals die Vor- und Nachteile der einzelnen Biokraftstoffe evaluiert.

- ▶ Die Herstellung von so genanntem Biokraftstoff der zweiten Generation mithilfe der Fischer-Tropsch-Synthese auf Basis von Biomassereststoffen schied wegen ungelöster technologischer Risiken und fehlender Verfügbarkeit hinreichender Mengen von Biomassereststoffen aus. Sofern Ackerflächen zum Anbau reiner Energiepflanzen ohne die Integration der Produkte in die Wertschöpfungskette von Lebens- und Futtermitteln verwendet werden, wird dieses eher kritisch betrachtet.
- ▶ Aus klimatischen Gründen können in Europa im Weltmaßstab hohe Erträge bei Kohlenhydrat liefernden Agrarpflanzen wie Getreide und Zuckerrüben erzielt werden. Für andere Feldfrüchte wie Protein- und Ölpflanzen ist das europäische Klima weniger vorteilhaft, daher schied für Südzucker eine Produktion von Biodiesel ebenfalls aus.
- ▶ Bioethanol hat insbesondere als Beimischkomponente zu herkömmlichem Benzin erhebliche Vorteile [z. B. Oktanzahl: Superbenzin 95, Ethanol 113, höhere Verdampfungsenthalpie („kühlere“ Verbrennung, geringere Abgastemperatur) und faktisch „monodispers verteilten Sauerstoff“]. Dies führt zu einer Verbesserung des effektiven Wirkungsgrades des Kraftstoffes im Verbrennungsmotor und bewirkt, wie z. B. auch in einer Reihe von Rollenprüfstandsuntersuchungen im Kfz gezeigt, dass sich zwischen einem E0- und einem E10-Kraftstoff praktisch keine volumetrischen Verbrauchsunterschiede ergaben, obwohl zwischen diesen Kraftstoffen ein Heizwertunterschied von ca. 3% besteht.

Trotz dieser gesicherten Vorteile wird Bioethanol in der Öffentlichkeit z. T. kritisch diskutiert. Häufig werden in der öffentlichen Diskussion z. B. um Treibhausgaseinsparungen und „Tank oder Teller“ jedoch nur Teilaspekte betrachtet. So erfolgt bei der Elektromobilität vorrangig eine „Tank-to-wheel-Betrachtung“, also nur von der Steckdose bis zur Fahrt im Auto, wobei aufgrund der fehlenden Berücksichtigung der Stromproduktion behauptet wird, Elektromobilität verursache keine Emissionen. Ähnliche Argumentationsmuster lassen sich auch im Hinblick auf den „Wasserstoffantrieb“ beobachten. In der „Richtlinie Erneuerbare Energien“ der Kommission dagegen erfolgt durch kraftstoffenergiebezogene

Emissionsvergleiche die Betrachtung ausschließlich von „Field-to-tank“. Hier fehlen für Ethanol z. B. die oben beschriebenen motorischen Wirkungsgradverbesserungen.

Bei nüchterner Betrachtung ist dabei gerade für ein Beimischungskonzept – wie in Europa für die Treibhausgasreduzierungen im Transportsektor vorgesehen – Bioethanol als Kraftstoffkomponente eine der wenigen zurzeit realen Optionen mit großem Treibhausgaseinsparungspotenzial („field-to-wheel“).

Zur Produktion von Bioethanol auf Basis fermentativer Verfahren müssen Kohlenhydrate als Biomasse zur Verfügung stehen. Hierfür gibt es grundsätzlich zwei Optionen:



Aufreinigung DSP  
Medien- und Pufferherstellung  
Parenteralien  
Fermentation  
Fraktionierung  
Units | Skids  
Reinstmediensysteme  
CIP | SIP | WIP  
EBR | MES

**Alles aus einer Hand.**  
Ihr Partner in Anlagenbau & Automation.  
Produktionsanlagen und Mediensysteme für Flüssigkeiten und Schüttgüter in der Pharma- und Biotechindustrie. Von der Planung über die Ausführung bis zur Inbetriebnahme und Qualifizierung. Weitere Auskünfte erhalten Sie unter Telefon +41(0)32-374 30 30.

**Halle 5.1 Stand C34**



JAG Jakob AG Prozesstechnik Industriestrasse 20, CH-2555 Brugg www.jag.ch jagpt@jag.ch

# Anlagenkonzept

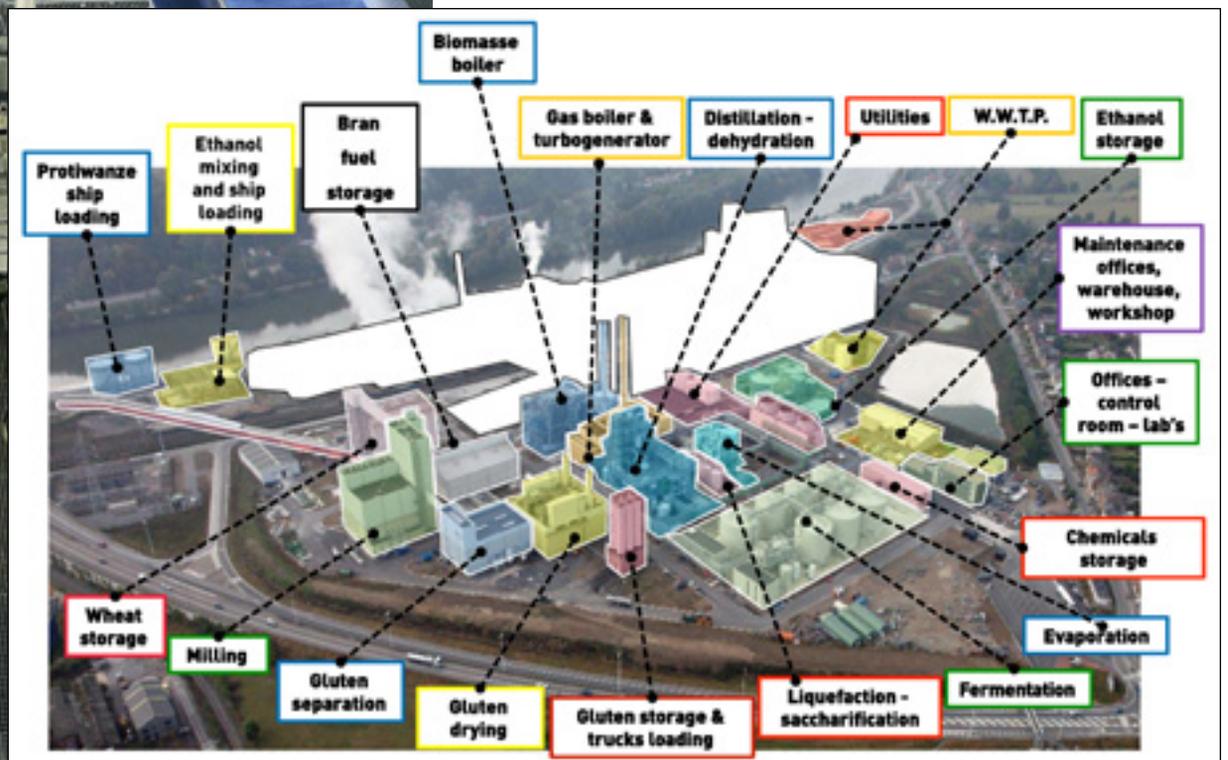


## ► Nutzung von vorrangig zellulosehaltigen Reststoffen

Hierfür kommt im Wesentlichen Stroh infrage, da Holzreststoff heute bereits in weitem Umfang genutzt wird. Die Verfügbarkeit von Stroh ist jedoch auch limitiert, da bei nachhaltiger Agrarpflanzenproduktion erhebliche Anteile des Getreidestrohs u. a. zum Humuserhalt im Mutterboden verbleiben müssen. In einer üblichen Fruchtfolge (2–3 Jahre Getreide, im 3. oder 4. Jahr eine Hackfrucht, Zuckerrüben oder Kartoffeln) können im Mittel der Jahre ca. 1 bis 1,5 Tonnen Stroh pro Hektar und Jahr für andere Nutzungen zur Verfügung gestellt werden. Für eine mittelgroße Bioethanolanlage auf der Basis von Stroh, die z.B. 200.000 m<sup>3</sup> Ethanol pro Jahr produziert, wäre die nutzbare Strohmenge von ca. 7–8% der in Deutschland angebauten Getreidefläche notwendig; abgesehen von noch nicht befriedigend gelösten technologischen Problemen ein nicht unerhebliches kostenintensives und logistisches Problem. Auch die Nutzung der anfallenden Reststoffe ist noch nicht ausreichend geklärt. Darüber hinaus ist der Einfluss auf den heute sehr kleinen „Strohmarkt“ preisseitig schwer kalkulierbar.

## ► Nutzung von Zucker und Stärke aus Agrarpflanzen

Anbau von zucker- und stärkehaltigen Pflanzen mit hohen Kohlenhydraterträgen, die problemlos zu Bioethanol fermentiert werden können, erfolgt in Europa in großem Umfang. Als Argument gegen die Biokraftstoffproduktion aus „Nahrungsmittelpflanzen“ wird in der „Tank-oder-Teller-Diskussion“ immer eine Verknappung der Agrarflächen für die menschliche Ernährung postuliert. Vergessen wird in dieser Diskussion jedoch, dass weltweit in den vergangenen Jahrzehnten erhebliche Ackerflächen, insbesondere aus ökonomischen Gründen, aus der Nutzung genommen wurden. In den vergangenen 20 Jahren z.B. in Europa, den USA und der ehemaligen Sowjetunion zusammen über 50 Mio. Hektar. Weltweit besteht agrarisches Produktionspotenzial allein durch Reaktivierung früherer Acker- und Weideflächen in Höhe von 385 bis 472 Mio. Hektar bei einer zurzeit genutzten Ackerfläche von ca. 1,5 Mrd. Hektar. Die UN-Unterorganisation FAO geht weltweit von 3,9 Mrd. Hektar potenzieller Ackerfläche mit genügender Regenwasser-



versorgung aus, ohne dass schützenswerte Regenwälder oder Feuchtgebiete genutzt werden müssen. Bei der Bioethanolproduktion aus europäischen Nutzpflanzen verbleibt der Proteinanteil der Feldfrüchte zu 100% in der Nahrungsmittel- bzw. Futtermittelkette. So lassen sich in einer Fruchtfolge in Deutschland z.B. aus angebautem Futtergetreide und Zuckerrüben pro Jahr und Hektar ca. 4.000 Liter Bioethanol produzieren. Mit den anfallenden proteinreichen Kuppelprodukten, die v. a. aus Brasilien stammendes Soja bzw. Sojaschrot ersetzen, lassen sich zusätzlich pro Hektar 5.000 Liter Milch herstellen; eine deutlich höhere Milchmenge als sich aus in Brasilien je Hektar produziertem Soja, das nach Deutschland exportiert wird, ergibt. Die Minderung des Importbedarfs bewirkt einen messbaren positiven Landnutzungseffekt in Brasilien, der höher ist als die in Deutschland für Biokraftproduktion „genutzte Fläche“.

Dieses Konzept war in der ersten Großanlage erfolgreich umgesetzt, dennoch war die Frage, ob in einer neuen Anlage neben einer verbesserten Treibhausgasbilanz auch eine weitere Integration in die Nahrungs- und Lebensmittelkette möglich wäre. So entstand für BioWanze ein Konzept zur integrierten Lebensmittel-, Futtermittel- und Biokraftstoffproduktion bei gleichzeitiger Erzeugung von „grünem“ elektrischen Strom unter Maximierung der Treibhausgas-minderung des produzierten Bioethanols auf Basis von Futterweizen.

Die stärkearmen Weizenschalen dienen als Brennstoff zur Energieversorgung des Prozesses, wobei ergänzend zur Maximierung der Stromausbeute Erdgas eingesetzt werden kann. Auch in Belgien wird – wie in anderen europäischen Ländern – die politisch gewollte Stromproduktion aus erneuerbaren Rohstoffen gefördert. Die anfallende Asche recycelt durch Nutzung als Düngemittel wertvolle Pflanzeninhaltsstoffe wie insbesondere Kalium und Phosphat.

Der von den Schalen befreite Mehlkörper wird so aufbereitet, dass ein Großteil des Weizenproteins (Gluten) separiert wird. Dieser Gluten wird nach Trocknung insbesondere in die Lebensmittelindustrie zur Verbesserung der Backeigenschaften von Weizenmehlen verkauft. Ein weiteres wichtiges Absatzgebiet ist Fischfutter. Die Verwendung von pflanzlichen Proteinen zur Fischfütterung wird weltweit vorangetrieben, um den Fischmehlbedarf für die Fischzucht zu reduzieren; also auch dies eine ökologisch erfolgreiche Nutzung.

Der kleberarme stärkereiche Rest wird nach Stärkeaufschluss und Verzuckerung zu Bioethanol fermentiert, Bioethanol wird durch Destillation/Rektifikation abgetrennt, die verbleibende Fermentermasse wird nach Eindickung als proteinreiches flüssiges Futter (ProtiWanze®) für die Schweine- und Rindermast bzw. zur Milchproduktion verwendet.

Auf diese Weise kann Biokraftstoff mit etwa 70%igem Treibhausgaseinsparungspotenzial (Field-to-tank-Berechnung) hergestellt werden. Berücksichtigt man noch den „Tank-to-wheel-Effekt“, also die energetische Wirkungsgradverbesserung von E10 zu E0, ergibt sich ein Treibhausgaseinsparungspotenzial – auf Bioethanol bezogen – von über 100%.

Diese Grundkonzeption wurde von einem Südzucker/CropEnergies-Team aus Belgien und Deutschland entwickelt und sollte zu-

sammen mit einem Generalplaner in ein Anlagendesign umgesetzt werden. Dabei waren folgende Randbedingungen zu berücksichtigen:

- ▶ Ein hoher Zeitdruck, um angemessen am belgischen Bioethanol-Programm beteiligt zu sein.
- ▶ Wegen zeitgleicher Planung weiterer Wettbewerbs-Bioethanol-Anlagen in Europa waren die erfahrenen Planungsfirmen knapp bzw. nicht verfügbar.
- ▶ Es sollte eine Synergie mit den vorhandenen Produktionsanlagen der SZ-Gruppe in Belgien erreicht werden und eine gute logistische Anbindung vorhanden sein. Daher war die Errichtung praktisch nur auf oder am Gelände einer Zuckerraffinerie mit Flussanbindung möglich.
- ▶ Am vorgesehenen Standort in Wanze nahe Lüttich in Belgien gab es ausreichende, aber nicht optimale Bauflächen. Berücksichtigt werden musste auch die große Nähe zu den benachbarten Wohnsiedlungen der Gemeinde Wanze.

Nach intensiver Suche und umfangreichem „Abtasten“ konnte eine belgische Planungsfirma aus dem Umfeld der Zuckerindustrie als Generalplaner gewonnen werden. Zusammen mit den Experten aus dem Unternehmen wurde so ein Team von Fachfirmen und externen Experten mit dem erforderlichen Know-how zusammengestellt.

Dem Generalplaner oblagen in Zusammenarbeit mit den Experten aus der SZ-Gruppe insbesondere:

**Robust und leistungsstark**  
wie ein Elefant...

ACHEMA  
Halle 8.0 - Stand A 67

**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 • info@jesspumpen.de



**Markwart Kunz** geb. 1948, studierte Chemie an der TU Braunschweig und promovierte dort 1977. Im Anschluss nahm er seine Tätigkeit bei der Südzucker AG als Produktionsingenieur auf. Referent des Vorstandes Technik, Leiter der Zentralabteilung F+E und Leiter des Geschäftsbereiches Zuckersonderprodukte, F+E waren einige Stationen seines Werdeganges bei Südzucker. Seit 2003 ist er als Mitglied des Vorstandes für die Bereiche Produktion, Forschung/Entwicklung/Services, Einkauf, „Functional food“ und Bioethanol verantwortlich. Zwischen 1984 und 1986 baute er eine wissenschaftliche Arbeitsgruppe „Polymer- und Tensidchemie“ an der TU Braunschweig auf, die er bis 1993 leitete. 1994 erhielt er einen Lehrauftrag für spezielle Themen der industriellen Kohlenhydratchemie von der TU Darmstadt, die ihn 2000 zum Honorarprofessor ernannte. Schwerpunkte seiner akademischen Lehrtätigkeit sind Chemie und Biotechnologie auf Basis nachwachsender Rohstoffe. Für dieses Fachgebiet erhielt er 2002 einen Ruf an die TU München, den er nicht annahm. Er ist u.a. Mitglied des wissenschaftlichen Beirates für GABI (Genome Analysis in the Biological System of Plants), stv. Vorsitzender des Bundesverbandes der dt. Bioethanolwirtschaft (BDBe) und Vorsitzender des Verbandes europäischer Hersteller von Speziallebensmittelzutaten (ELC).



**Hanspeter Degelmann** geb. 1955, studierte Chemie-Ingenieurwesen (Verfahrenstechnik) an der Universität Erlangen und schloss 1980 mit Diplom ab. Im Anschluss war er als Prozess- und Produktionsingenieur bei Frankenzucker GmbH im Werk Zeil sowie als Produktionsleiter bei Vereinigte Zucker AG, Werk Warburg, tätig. 1989 kam er zu Südzucker AG und war dort für technische, technologische und planerische Aufgaben für verschiedenste Sonderprodukt-Prozesse verantwortlich, u.a. der Inbetriebnahme der Produktionsanlage für Isomalt am Standort Offstein. Von 2003–2008 war er Leiter des Produktionsbereichs Sonderprodukte und von 2005–2008 Technischer Geschäftsführer der Palatinit GmbH. Seit 2008 ist er Leiter der europaweit-verantwortlichen Zentralabteilung Ingenieurwesen der Südzucker AG.

- ▶ Die Lay-out-Planung unter verfahrenstechnischen, sicherheitstechnischen und nachbarschaftlichen Gesichtspunkten.
- ▶ Die Zusammenstellung der Gesamtmassen- und Energiebilanz im Zusammenspiel mit den liefernden Fachfirmen.
- ▶ Die Erstellung der PFDs und PIDs sowie die Rohrtrassen- und Rohrleitungsplanung inklusive Rohrstatik unter Berücksichtigung der unternehmenseigenen Erfahrungen und der Vorgaben und Anforderungen der verschiedenen Fachlieferanten.
- ▶ Die Koordination der verfahrenstechnischen Diskussionen im Zusammenwirken mit internen und externen Fachkräften.
- ▶ Die Durchführung bzw. Steuerung und Zusammenführung des Detail-Engineerings.
- ▶ Die Erstellung der Sicherheitsanalyse für die verschiedenen Prozessabschnitte sowie für die Gesamtanlage.
- ▶ Die Überwachung der verschiedenen Lieferanten im Hinblick auf Einhaltung der europäischen und landesspezifischen Anforderungen an Hygiene und Produktsicherheit (Lebensmittel und Futtermittel).
- ▶ Erstellung aller Gebäudestatik und die Realisierung aller baulichen Maßnahmen (Civil Works).

- ▶ Die Erstellung und Optimierung eines Zeitplans für das Gesamtprojekt.
- ▶ Gewährleistung einer einheitlichen Dokumentation während der Bauphase in Englisch und als finale (As-Built-) Dokumente in Französisch.

So wurden verschiedenste Fachfirmen und Länder integriert, um eine gut abgestimmte Gesamtanlage zu erhalten:

- ▶ Getreide-Handling aus Frankreich.
- ▶ Getreidevermahlung aus Italien.
- ▶ Glutenabtrennung aus Deutschland, Schweden und den Niederlanden.
- ▶ Glutentrockner aus Großbritannien.
- ▶ Alkoholanlage mit Fermentern, Maischebehandlung, Destillation, Rektifikation und Entwässerung aus Indien.
- ▶ Schlempe-Eindickanlagen aus den Niederlanden.
- ▶ Kesselanlagen aus Dänemark bzw. Frankreich.
- ▶ Abwasseranlagen aus Belgien und Wasseraufbereitungsanlagen aus Deutschland.
- ▶ Tanklager aus Belgien und Italien.

- Elektro- und Leittechnik aus Belgien und Deutschland.

Beim Kosten- und Zeitplan-Controlling wurde ein spezialisiertes Ingenieurbüro als „Owners-Engineer“ dem Generalplaner zur Seite gestellt.

Während der Cold-Commissioning-Phase wurden die Inbetriebnahmeaktivitäten Stück für Stück von der zwischenzeitlich verfügbaren und eingearbeiteten Produktionsmannschaft der CropEnergies BioWanze SA übernommen. Unterstützend waren Spezialisten aus allen technischen Bereichen der SZ-Gruppe eingebunden.

Die Inbetriebnahme in der Winterzeit bereitete wegen einer ungewöhnlich langen Frostperiode einige Mühen und erforderte zusätzlichen Aufwand (z.B. Beheizung). Die teilweise neuartige Technologie und das insgesamt neuartige Zusammenspiel der verschiedenen Prozess- und Energieströme, aber auch einige – zwischenzeitlich behobene – Designfehler erforderten das ganze Engagement der Verantwortlichen, der Produktionsmannschaft und des unterstützenden Teams. Vor allem das durch den großen Biomassekessel erforderliche Wechselspiel zwischen Energie- und Rohstoffherzeugung bedurfte einiger Übung. So konnte die Anlage erfolgreich auf Designwerte hochgefahren werden und zeigen, dass die beschriebenen Ideen und Anforderungen in Produktionstechnik umsetzbar sind.

### Zusammenfassung

Ziel war es, aufbauend auf den Erfahrungen der ersten Bioethanolgroßanlage in Zeitz (D), eine noch weiter gehende Integration der Produktion von Biokraftstoff in die Lebensmittel- und Futtermittelherstellungskette zu erreichen. Gleichzeitig sollte unter Wahrung ökonomischer Aspekte auch das Treibhausgasreduktionspotenzial für den Biokraftstoff erhöht werden. In einer umfassenden Recherche wurden nochmals die Vor- und Nachteile der einzelnen Biokraftstoffe evaluiert; am Ende kam Südzucker zu dem Schluss, dass unter den zurzeit geltenden Rahmenbedingungen und vor dem Hintergrund des agrarischen Potenzials die Produktion von Bioethanol integriert in die Herstellung von Lebensmittel- und Futtermittel bei gleichzeitiger Produktion von „grünem“ elektrischen Strom ein für Belgien bzw. Europa optimales Anlagendesign erlaubte. Dieses Konzept wurde in Zusammenarbeit mit einem Generalplaner

und verschiedenen Fachfirmen als Subunternehmer am Standort Wanze in der Nähe von Lüttich erfolgreich umgesetzt. So entstand eine Anlage, in der neben „grünem“ elektrischen Strom bis zu 300.000m<sup>3</sup> Bioethanol als Biokraftstoff mit einem konventionell gerechneten Treibhausgaseinsparpotenzial von ca. 70% bei gleichzeitiger Herstellung von ca. 55.000 Tonnen Protein für die Lebensmittel- und Futtermittelindustrie und einem flüssigen proteinreichen Futtermittel (ProtiWanze®) in einer Menge von über 200.000 Tonnen pro Jahr produziert werden können.

Die Umsetzung eines neuartigen Konzeptes bedarf neben dem Mut des Unternehmens vor allem engagierter Mitarbeit aller Beteiligten. Dem Team aus Generalplaner, Fachfirmen, externen Experten, insbesondere von CropEnergies/BioWanze und aus der Südzucker-Gruppe, sei hier nochmals für die erfolgreiche Realisierung gedankt.

**markwart.kunz@suedzucker.de**  
**hanspeter.degelmann@suedzucker.de**



## EINE LÖSUNGS-PARTNERSCHAFT MIT DER BIS GROUP IST IMMER MEHR ALS DIE SUMME DER EINZELTEILE!

31.000 Mitarbeiter, mehr als 130 Standorte in Europa, Nordamerika und Indien, ein umfassendes Leistungsspektrum von Einzelgewerken über Engineering, Rohrleitungsbau und Anlagenmontage bis hin zu Full Service-Instandhaltungskonzepten und Komplettlösungen für Großprojekte.

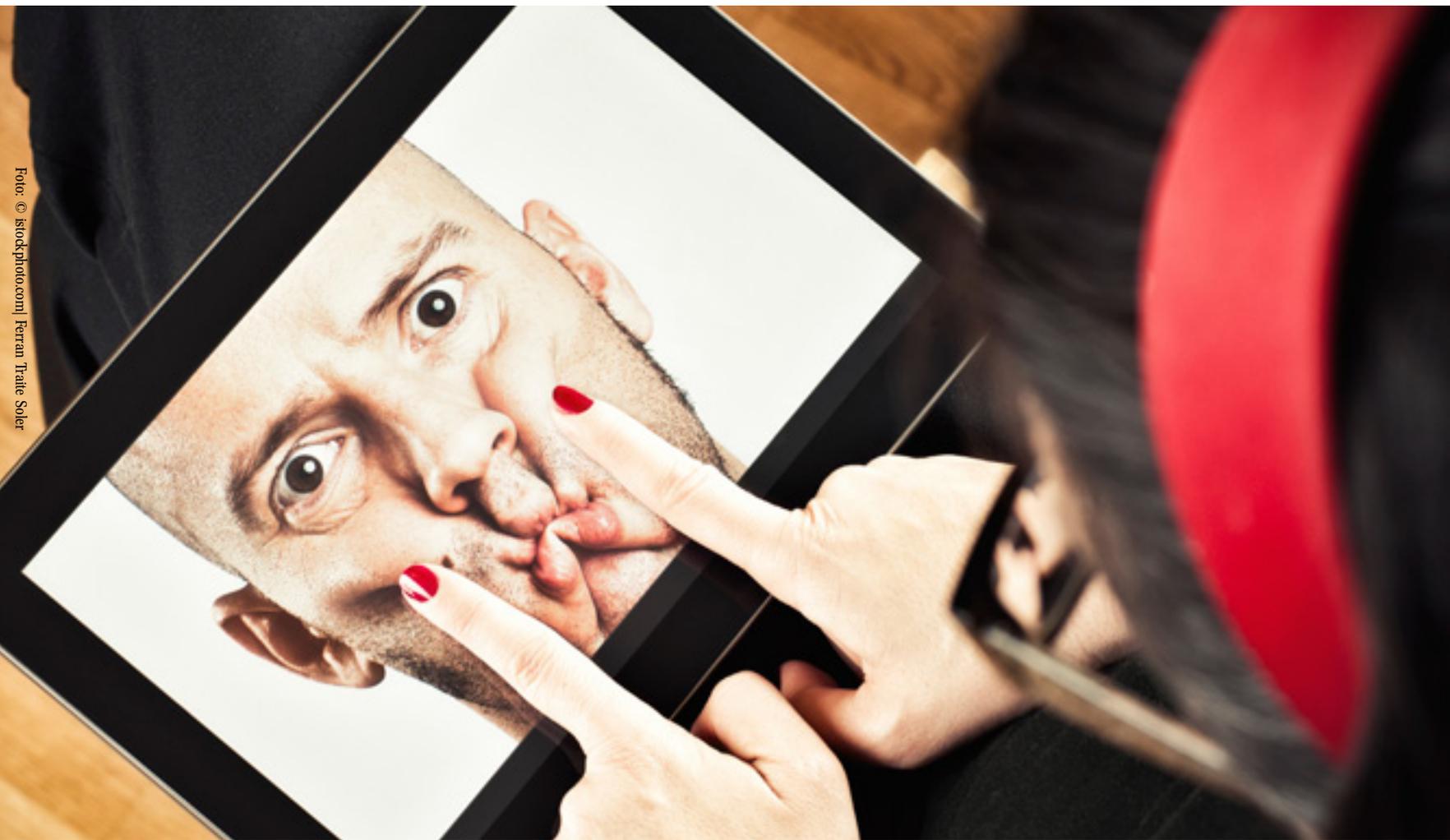
**DIE BIS GROUP IST IHR STRATEGISCHER PARTNER.**



WOLLEN SIE MEHR ÜBER UNS ERFAHREN?  
 Dann besuchen Sie uns auf der AICHEMA, Halle 9.1, Stand E52 oder klicken Sie hier:  
[www.BIS.bilfinger.com](http://www.BIS.bilfinger.com)

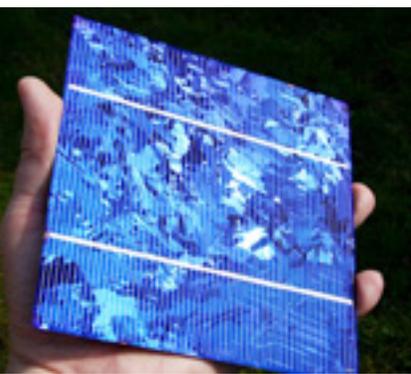
Solutions for Industrial Services





## Indium im TV

**Mit transparenten, elektrisch leitfähigen Schichten (transparent conductive oxides, TCO) sind wir alltäglich konfrontiert, ohne uns darüber immer bewusst zu sein. Hauchdünne Schichten auf LCD-Flachbildschirmen, Touch Screens am Geldautomat oder Solarzellen auf Dächern garantieren die Funktion dieser Bauteile. Der Großteil dieser Schichten besteht aus Metalloxiden der Elemente Indium ( $\text{In}_2\text{O}_3$ ), Zinn ( $\text{SnO}_2$ ) und Zink ( $\text{ZnO}$ ). Sie zeichnen sich durch eine gute elektrische Leitfähigkeit bei hoher optischer Transparenz aus. Es sind sog. wide band gap-Halbleiter mit einer großen Bandlücke zwischen Valenz- und Leitungsband von über 3 eV. Durch Dotierung können Leitfähigkeitswerte erzielt werden, die denen von Metallen vergleichbar sind.**



Zu den häufigsten Materialkombinationen für TCO-Schichten gehört zinn-dotiertes Indiumoxid (ITO) mit etwa 90%  $\text{In}_2\text{O}_3$  und 10%  $\text{SnO}_2$ . Wegen des hohen In-Preises und der knappen Ressourcen werden auch alternative Beschichtungen diskutiert wie fluordotiertes  $\text{SnO}_2$ , antimondotiertes  $\text{SnO}_2$  oder Zinkoxid, dotiert mit Al bzw. Sb.

### Vorkommen nur in Gesellschaft

Indium ist mit einem Gehalt von etwa 0,05 ppm in der Erdkruste ein seltenes Metall. Die Gesamtweltreserven werden zurzeit auf 16000 t geschätzt (Wikipedia). Am

meisten ist In mit Zn-Erzen vergesellschaftet und liegt dort in den höchsten Konzentrationen vor. Bei den hohen Preisen für In (2010: 420 €/kg) ist das Element als Beiprodukt der Buntmetallgewinnung (Zn, Cu, Sn) für die Bergbauindustrie wirtschaftlich interessant. In vulkanogenen und Sulfidlagerstätten ist das Element in beträchtlichen Konzentrationen vorhanden (z. B. Kidd Creek, Kanada, Neves-Corvo Portugal). Auch in kleineren Lagerstätten (Südafrika, China, Kanada) liegen Gehalte vor, die den Bedarf einige Jahre decken können. Häufig sind damit weitere Hightech-Metalle und Metall-

oxide vergesellschaftet (Ge, Ga, Bi, Te, Se), die ebenfalls für die Elektronikindustrie von Bedeutung sind.

China ist mit 50% der Jahresförderung Marktführer, beschränkte aber ab 2010 seine Exportquoten um 30%, um die gesamte Wertschöpfungskette im Land zu behalten. Über 81% der europäischen In-Importe stammen aus China. Die Weltjahresproduktion stieg von ursprünglich 66 t/a (1975) auf inzwischen 574 t/a (2010).

# Buffer it

## Indium im Erzgebirge

Im Erzgebirge wurde von T. Seifert, TU Freiberg bis zu 1% Indium in Zinkblenden von Polymetallerzen nachgewiesen. Geschätzt wird das Vorkommen auf etwa 1000 t. Damit zählt die Region weltweit zu den bedeutenden In-Lagerstätten. Für Seifert ist In auch ein Indikatorelement für die Entstehung von postmagmatischen Polymetall-Lagerstätten. Vererzungen mit In weisen offenbar einen Bezug zu magmatischen Gesteinen auf, die vor 315–290 Millionen Jahren in die erzgebirgische Kruste intrudierten und mit der Bildung dieser Lagerstätten verbunden sind.

T. Seifert hat prominente Vorfahren, denn 1863 wurde an der Bergakademie in Freiberg von T. Reich und T. Richter Indium entdeckt. Sie beobachteten bei der Suche nach Thallium im Absorptionsspektrum des Minerals Pshalerit eine unbekannte indigoblaue Spektrallinie und schlossen daraus auf ein neues Element, dem sie wegen der charakteristischen Spektralfarbe den Namen Indium gaben.

## Recycling und Alternativen

Nach derzeitigen Prognosen wird der Bedarf an In von derzeit 557 t/a bis 2030 auf 1911 t/a steigen. In Anbetracht der begrenzten Vorkommen ist in Zukunft ein effektives Recycling von seltenen Metallen unabdingbar. Bei vielen ist ein Ersatz zurzeit ohne Verlust an Qualität oder Performance der Produkte oder aus ökonomischen Gründen schwierig zu realisieren.

Indium wird hauptsächlich aus ITO regeneriert. Der Sputterprozess, bei dem ITO als dünner Film auf das Substrat aufgedampft wird, ist ziemlich ineffektiv, denn nur etwa 30% gelangen auf die zu behandelnde Oberfläche. Die restlichen 70% des verwendeten ITO verbleiben als Rückstand in der Sputteranlage. ITO-Recycling wird vor allem in China, Japan

und Korea betrieben, wo ITO produziert und das Sputterverfahren angewandt wird.

Neben den auf Zink und Zinn basierten TCOs könnte in Zukunft Graphen ITO ersetzen. Die  $sp^2$ -hybridisierten Kohlenstoffatome des Graphens bilden ein zweidimensionales Netzwerk mit hexagonaler Wabenstruktur. Die elektronischen Eigenschaften von Graphen sind theoretisch bekannt. Eine Konsequenz seiner ungewöhnlichen Eigenschaften ist eine hohe Mobilität der Ladungsträger von über  $10000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ . Es könnte deshalb Kandidat für schnelle elektronische Anwendungen werden. Graphen besitzt aber keine Bandlücke. Dies versucht man, durch Herausschneiden von nanometerbreiten Bändern oder durch p-bzw. n-Dotierung zu beheben. Graphen ist außerdem transparent und könnte deshalb ITO als alternatives Elektrodenmaterial ersetzen.

Für die nicht triviale Herstellung von Graphen gibt es mehrere Ansätze. Ursprünglich versuchte man einzelne Graphenschichten mit Tesafilm von Graphit abzuziehen und auf Substrate zu übertragen. Effektiver ist das Erhitzen von SiC-Wafern, bei dem nach Verdampfen des Si Graphen großflächig erhalten wird. Die CVD-Gasphasenabscheidung und die Zersetzung von Kohlenstoffvorläufern wie Ethen auf Ir oder Ni liefert defektfreies großflächiges Graphen. Schließlich kann auch aus Graphitoxid Graphen gewonnen werden. Dazu lässt man Graphitoxid in Wasser quellen. Die einzelnen Schichten überträgt man dann auf Substrate und reduziert mit  $\text{AlBH}_4$  oder Hydrazin. Die Arbeitsgruppe um K. Müllen (MPI Mainz) nutzt klassische Verfahren der CC-Kopplung und Cyclisierung. Dabei entstehen relativ kleinflächige Graphene definierter Struktur.

GS



- Pufferlösungen,
- standardisierte Pufferlösungen,
- Maßlösungen nach DIN 19266 und DIN 19267

... zu beziehen über den lokalen Laborfachhandel  
Adressen finden Sie unter  
[www.applichem.com/kontakt/distributoren/national](http://www.applichem.com/kontakt/distributoren/national)

**Achema Frankfurt**  
**Halle 4.2 | Stand E77**

**AppliChem**  
BioChemica | Chemica Synthesis Services

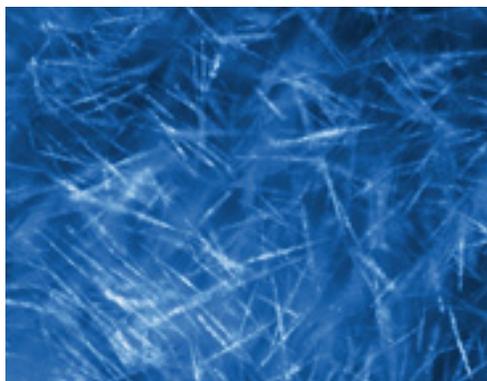


# Verbessertes Prozessverständnis

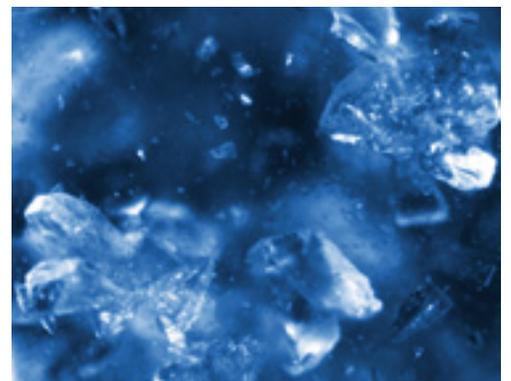
**Die UCD Pharmaceutical Process Engineering Research Group am University College Dublin (UCD) hat sich einen internationalen Ruf im Bereich Design, Optimierung und Scale-Up pharmazeutischer und biopharmazeutischer Prozesse erarbeitet und kooperiert mit zahlreichen großen internationalen Unternehmen. chemie&more sprach mit dem Gründer und stellvertretenden Direktor des Solid State Pharmaceutical Cluster (SSPC), Prof. Brian Glennon.**



Schwer detektierbare durch PVM<sup>®</sup> nachweisbare polymorphe Kristallform



Nadelförmige Kristalle führen oft zu langen und problematischen Filtrationen



Agglomeratbildung und Abrasion, sichtbar durch PVM<sup>®</sup>

**chemie&more:** *Könnten Sie uns ein wenig über das SSPC und seine Aufgaben berichten?*

**Brian Glennon:** Das Solid State Pharmaceuticals Cluster (SSPC), welches von der Science Foundation Ireland (SFI) gegründet wurde, soll das erforderliche Fachwissen für die umfassende Untersuchung pharmazeutischer Prozesse bündeln, indem sich ergänzende akademische und industrielle Gruppierungen aus den Bereichen Chemie, Pharmazie, Arzneimittelherstellung, Chemieingenieurwesen und Maschinenbau zusammengebracht werden. Diese Gruppen verfügen über Fachwissen zu Prozessmodellierung und -auslegung, Scale-Up, numerischer Strömungssimulation, In-situ-Lösungs- und Festphasenüberwachung, Kristallografie und Pulvercharakterisierung.

Das SSPC bietet ein technisches Forum für Ingenieure und Wissenschaftler aus Unternehmen und Hochschulen, in dem pharmazeutische Prozessgestaltung und Initiativen zu bewährten Vorgehensweisen besprochen werden können. Da Irland der weltweit größte Arzneimittelexporteur ist, hat das SSPC durch Förderung und Erweiterung seiner Präsenz in Irland an strategischer Bedeutung gewonnen.

*Könnten Sie uns einen Überblick über die dadurch geleistete Arbeit geben?*

Das Cluster beschäftigt sich hauptsächlich mit drei Forschungsbereichen.

#### **Bereich 1: Prozesskristallisation**

Der Schwerpunkt dieses Bereichs liegt auf Gestaltung, Optimierung und Scale-Up von Kristallisationsprozessen. Zu diesem Bereich gehört das Continuous Crystallization Platform Project (CCPP), eine Kooperation zweier akademischer Institute (UCD und UL) und fünf großer Pharmazieunternehmen (Pfizer, GSK, Roche, Eli Lilly und Merck). Ziel dieser Kooperation ist es, eine durchgehende Plattform für die Bewertung und Gestaltung kontinuierlicher Kristallisationsprozesse zu entwickeln.

#### **Bereich 2: Partikeltechnik**

Dieser Bereich arbeitet an der Entwicklung von Technologien zur Bereitstellung bestimmter Partikeleigenschaften in Bezug auf Größe, Verhalten, Dichte usw.

#### **Bereich 3:**

##### **Wirkstoff (API)-Arzneimittel-Schnittstelle**

Dieser Bereich dient der Entwicklung einer Struktur von bewährten Vorgehensweisen zur Reduzierung der wissenschaftlichen Lücke zwischen der Wirkstoffherstellung

und der Formulierung von Arzneimitteln. Dazu beschäftigt das SSPC sechs Projektleiter, zehn Post-Doktoranden und ca. 50 Doktoranden. Im Gegenzug bietet es eine große Forschungsinfrastruktur, welche die internen Forschungsstrategien unserer Mitglieder aus der Industrie hervorragend ergänzt.

*Wo liegen bei Ihrer Arbeit mit Partnern aus der Industrie normalerweise die Herausforderungen im Bezug auf Kristallisation und Scale-Up?*

Im Allgemeinen werden ein Scale-Up und die damit verbundenen Herausforderungen aus zwei Blickwinkeln betrachtet – aus wirtschaftlicher und wissenschaftlicher Sicht. Aus wirtschaftlicher Sicht geht es im Grunde darum, die wirtschaftliche Seite des Prozesses mit den Aspekten der Herstellung zu verschmelzen. In der Vergangenheit haben wir Chemieingenieure uns häufig darauf konzentriert, Zielerträge innerhalb kurzer Zykluszeiten zu liefern. Heute versuchen wir immer noch, ein Produkt mit angemessenem Ertrag, der geforderten Reinheit und der richtigen Partikelgröße zu erzeugen. Allerdings sind die Pulvereigenschaften wie Schüttdichte, Fließfähigkeit und Komprimierbarkeit des Pulvers, Bioverfügbarkeit usw. aufgrund ihres Einflusses auf die Formulierung von Arzneimitteln ebenso wichtig, wenn nicht sogar wichtiger. Bei Zwischenstufen geht es hauptsächlich um Durchsatz und Ertrag und diese Schritte bieten sowohl im Hinblick auf verkürzte Zykluszeiten als auch auf eine verbesserte nachgeschaltete Verarbeitung großartige Optimierungsmöglichkeiten. Mit dem finalen API-Schritt sind jedoch viel mehr Herausforderungen verbunden und die Optimierung der Zykluszeiten ist hier weniger wichtig als die Herstellung eines Produktes mit den gewünschten Ertrags- und Pulvereigenschaften. Wenn wir ein Scale-Up aus wissenschaftlicher Sicht betrachten, liegen die typischen Herausforderungen in der übermäßigen Bildung von Feinanteilen, einer schlechten Partikelmorphologie oder allgemein in der Herstellung von Partikeln mit unerwünschten Merkmalen oder Eigenschaften. Im Grunde geht es hauptsächlich um die Partikeleigenschaften!

*Können Sie kurz eine Strategie mit bewährten Vorgehensweisen für die Entwicklung eines stabilen und skalierbaren Prozesses beschreiben?*

Der Ausgangspunkt bei der Entwicklung eines beliebigen Kristallisationsprozesses ist die Identifizierung des so genannten „Design Space“ für die Löslichkeit. Dadurch



**Prof. Brian Glennon** arbeitete zuvor bei Merck Sharp & Dohme und ist derzeit Dozent für Chemieingenieurwesen am University College Dublin (UCD) und stellvertretender Direktor des Solid State Pharmaceutical Cluster (SSPC). Im Jahr 1995 gründete er die UCD Pharmaceutical Process Engineering Research Group, die sich seither internationales Renommee erworben hat.

wird der optimale Ablauf (Kühlen, Zugabe von Antisolvents usw.) für einen maximalen Ertrag des Produkts bestimmt. Der nächste Schritt besteht darin festzustellen, ob für den Prozess ein Animpfen erforderlich ist oder nicht (Keimbildung). Es ist sehr wichtig, die Anforderungen an die Impfkristalle im Hinblick auf die Kontrolle der Partikelgröße und die polymorphe Form zu kennen. Manchmal sind Impfkristalle unbedingt erforderlich, manchmal nicht. Dann führen wir einige Experimente aus, um die Keimbildung und die Wachstumsrate bei verschiedenen Übersättigungsstufen einschätzen zu können. Dies dient dazu, die Kristallisation bezüglich ihrer Kinetik „einzuordnen“. Abhängig von der Kinetik können verschiedene Strategien eingesetzt werden. Wenn beispielsweise ein Prozess mit einer langsamen Keimbildungskinetik vorliegt, ist es sehr wahrscheinlich, dass aufgrund der großen Breite des metastabilen Bereichs (MSZW, Metastable Zone Width) und der späteren Schwierigkeit, eine gleichmäßige Keimbildung und durchgängiges Wachstum sicherzustellen, ein Animpfen erforderlich ist. Andererseits kann für ein Molekül mit schneller Kinetik häufig ein stabiler Prozess auch ohne den Einsatz von Impfkristallen entwickelt werden, da der Zeitpunkt der Keimbildung relativ stabil und

# Praxis: Kristallisation

gleichbleibend ist. Man muss hierbei jedoch beim Scale-Up vorsichtig sein und sicherstellen, dass diese Konsistenz beim Keimbildungspunkt erhalten bleibt.

Ist die Kinetik des Prozesses einmal ermittelt, besteht der nächste Schritt in der Überwachung und Steuerung der Übersättigung. Hierbei versuchen wir, den Einfluss von Chargenübersättigungsprofilen auf die Leistung der Kristallisation im Hinblick auf Keimbildung und Wachstum sowie Partikeleigenschaften, Ertrag und Reinheit zu ermitteln. Zuletzt setzen wir eine automatische Regelung für die Übersättigung um, um die Entwicklungsstrategie in Bezug auf Kühlung oder Zugabe von Antisolvens automatisieren zu können. Zweck der Regelungsstrategie ist es, wichtige Qualitätsattribute wie Reinheit, Formfaktor, Partikelgröße usw. zu gewährleisten.

## *Welche Analysetechniken setzen Sie für Ihre Scale-Up-Strategie hauptsächlich ein?*

Als standardmäßige bewährte Vorgehensweise zielen wir auf Experimente mit hohem Informationsgehalt ab. Dies erreichen wir durch eine In-situ- und Echtzeitüberwachung der Prozessdynamik. Unser Ziel ist es, die Kristallisation als Prozess und nicht als Endergebnis zu betrachten. Bei vielen älteren Prozessen wird die Offline-Partikelgrößenverteilung am Ende der Kristallisation betrachtet und aus diesem einen Datenpunkt wird dann versucht abzuleiten, was während des gesamten Kristallisationsprozesses geschehen ist. Das ist praktisch unmöglich und nur begrenzt hilfreich. Wir



Versuchsanordnung für Experimente mit höchstem Informationsgehalt. EasyMax™ mit PVM®, FBRM® und ReactIR™ Sondentechnologie

plädieren hingegen für In-situ-Experimente mit großem Informationsgehalt, mit denen man die Dynamik der Kristallisation als Prozess nachvollziehen kann. So sind wir in der Lage, die grundlegenden Partikelmechanismen zu erkennen, die einem bestimmten Kristallisationsprozess zu Grunde liegen. Die grundlegenden Partikelmechanismen, die ich meine, sind Keimbildung, Partikelwachstum, Agglomeration, Abrieb und Bruchverhalten. Die In-situ-Methoden, mit denen wir häufig arbeiten, sind FBRM® und PVM® (Mettler-Toledo GmbH) zur Partikelcharakterisierung und -messung, ReactIR™ (Mettler-Toledo GmbH) zur Messung und Regelung des Übersättigungsprofils und Raman (Kaiser Optical Systems) für

die Überwachung der polymorphen Form. Zu den Techniken, die wir weniger häufig einsetzen, gehören Trübung, HPLC, Offline-Laserbeugung und Offline-Mikroskopie.

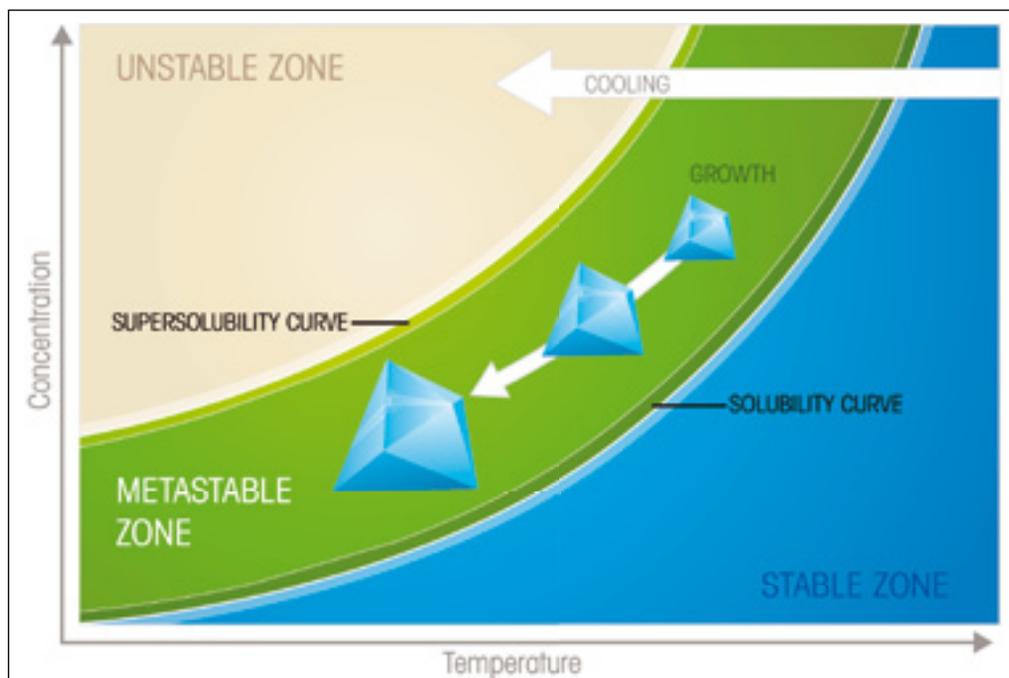
## *Integrieren Sie die Prozessmodellierung in Ihre Scale-Up-Strategie?*

Für „Batch“-Prozesse verwenden wir Prozesssimulationssoftware, z. B. DynoChem®, für Löslichkeitsprüfungen, Wärmeübertragungs- und Mischungsberechnungen sowie zur Ermittlung der Unterschiede in Bezug auf diese Eigenschaften. Im Grunde versuchen wir, den Prozess im Labor und dann wiederum in der Anlage aufzuzeichnen und dabei den nötigen Experimentieraufwand zu minimieren. Für schnelle Fällungsprozesse verwenden wir häufig die numerische Strömungssimulation, um die Mischumgebung im Labor und im realen Prozess besser nachvollziehen zu können.

Für kontinuierliche Prozesstechnik wird jedoch eine fortschrittlichere Modellierung der Kinetik und der Populationsbilanz eingesetzt, um die Kristallgröße und den „Design Space“ des Ertrags zu ermitteln. Auf diese Weise wird die Anzahl der erforderlichen Laborexperimente minimiert. Bei kontinuierlichen Prozessen dauert es wesentlich länger, sinnvolle experimentelle Daten zu erhalten, sodass die Modellierung unbedingt erforderlich ist. Wir haben festgestellt, dass es im „Batch“-Betrieb viel zu lange dauert, ein Modell zu erstellen im Vergleich zur Anzahl wertvoller Experimente, die in der gleichen Zeit ausgeführt werden können. Unter Zeitdruck ist es viel sinnvoller, gute, umsetzbare Informationen zu erarbeiten, als ein Modell zu erstellen, daher bevorzugen wir informationsreiche Experimente mit In-situ-Analytik. Durch diese Herangehensweise erfahren wir mit einer minimalen Anzahl von Experimenten extrem viel über unsere Prozesse.

## *Was war Ihre größte Herausforderung im Hinblick auf die Prozessentwicklung?*

Diese Frage ist ziemlich schwer zu beantworten, da alle Prozesse ihre eigenen einzigartigen Herausforderungen und Probleme bergen. Besonders schwierig war jedoch die Vermeidung eines Rekristallisationsschritts mit anschließendem Mahlvorgang. Wir mussten im Grunde aus einem dreistufigen Prozess einen einstufigen machen. Ziel war es, Partikel mit einem d90 von 4 Mikrometern herzustellen. Zuvor wurde dazu ein dreistufiger Prozess mit einer Rohkristallisation, einer Rekristallisation und



Design Space mit möglicher Route einer Kristallisation

schließlich einem Mahlschritt benötigt, um die erforderliche Partikelgröße zu erzielen. Dieser Prozess nahm Tage in Anspruch und beim Mahlen kam es zu hohen Ertragsverlusten, da mehrere Durchgänge nötig waren, um die richtige Partikelgröße zu erreichen. Die Reinheit war ebenfalls ein Problem, da die hohe Energieeinwirkung auf die Kristalle während des Mahlens zu polymorphen Transformationen führte. Wir waren in der Lage, einen einstufigen Prozess zu entwickeln und durchgängig einen d90 von 4 Mikrometern zu erzielen. Durch eine Kombination von Inline-Analysentechnologien, speziell FBRM® und ReactIR™, konnten wir Prozesskinetik und -verhalten deutlich besser verstehen, was für die Umgestaltung des Prozesses ausschlaggebend war.

### Wie sieht die Zukunft der Kristallisation in der Branche aus?

Zurzeit besteht ein großes Interesse an kontinuierlichen Prozessen. Im Hinblick auf die Synthese wird im Bereich der kontinuierlichen Reaktionsprozesse viel Interessantes erforscht. Da jedoch der Großteil der Arzneimittel weiterhin in Pulverform hergestellt werden wird, müssen der Reaktions- und der Kristallisationsschritt zusammengeführt werden. Reaktion und Kristallisation müssen also quasi in einem einzigen Verarbeitungsschritt erfolgen. Eine weitere zukünftige Entwicklung wäre ein verstärkter Einsatz von automatischer Regelung und Modellvorhersagen in industriellen Umgebungen. Durch solche Verfahren kann die Qualität der Prozesse deutlich gesteigert

werden. Dies führt zu weniger Prozessabweichungen und damit zu einem einheitlicheren Produkt mit den gewünschten Pulvereigenschaften und der richtigen Partikelgröße. Der erste Schritt hin zu solch fortschrittlichen Regelungsstrategien wäre ein verbessertes Prozessverständnis. Fortschrittliche Inline-Prozessanalysetechniken wie die bereits erwähnten FBRM®, PVM®, ReactIR™ und Raman sind dafür unerlässlich. Mit diesem Verständnis können Prozesse gut optimiert werden. Das bedeutet, dass deutliche finanzielle Einsparungen erzielt werden können, ohne dass komplexere Regelungsstrategien nötig wären.

## White Paper: „Best Practices“ für die Entwicklung von Kristallisationsprozessen

Kristallisationen und Fällungen sind kritische Schritte in der Prozessentwicklung. Jede Kristallisation bietet in der Regel ein hohes Potenzial zur Optimierung bzgl. Ausbeute, Reinheit und Partikelgrößenverteilung. Sowohl durch den herrschenden zeitlichen Druck in der Prozessentwicklung einerseits als auch die generell hohe Komplexität von Kristallisationen andererseits kann dieses Optimierungspotenzial mit traditionellen Methoden kaum ausgenutzt werden. Der Transfer eines nicht robusten Kristallisationsverfahrens in den Produktionsmaßstab hat deutliche negative Folgen für die Wirtschaftlichkeit des gesamten Prozesses. Inkonsistenzen von Charge zu Charge zwingen nicht selten zum zeitintensiven Nacharbeiten von einzelnen Chargen. Ausbeuteverluste haben direkt Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit. Eine optimierte Kristallisation spart häufig weitere kostenintensive Prozessschritte wie etwa Mahlung oder zusätzliche Reinigungsoperationen.

Ein aktuelles White Paper von Mettler-Toledo stellt moderne Methoden der Onlineprozessanalytik dar, die eine deutlich schnellere Optimierung von Kristallisationen erlauben. Schon mit wenigen Versuchen lässt sich ein tiefes Verständnis der involvierten Vorgänge erlangen und An-

sätze für eine Optimierungsstrategie sind leicht identifizierbar.

Das Whitepaper behandelt das Thema eingehend anhand der folgenden Schwerpunkte:

- ▶ Moderne Kristallisations-Arbeitsstationen als integrierte Plattformen moderner Prozessentwicklung
- ▶ Bestimmung von Löslichkeiten und MSZW zur schnelleren Optimierung von Kristallisationen
- ▶ Aufbau von Prozessverständnis und schnelle sowie fundierte Festlegung der Optimierungsstrategie
- ▶ Höhere Reinheiten durch Kenntnisse über Agglomeration und „Oiling Out“-Bedingungen
- ▶ Schnelles Verständnis zu Keimbildungsmechanismen sowie zur Sekundärkeimbildung
- ▶ Optimiertes Animpfen und Verbesserung der Durchmischungsverhältnisse. Zielgerichtete Herstellung von Kristallmaterial definierter Größe bzw. Größenverteilung



Download zum  
White Paper  
Kristallisationsentwicklung

[www.mt.com/  
Whitepaper-Kristallisationsentwicklung](http://www.mt.com/Whitepaper-Kristallisationsentwicklung)

**Kristallisationssymposium**  
[www.mt.com/  
Kristallisations-Symposium-Basel-2012](http://www.mt.com/Kristallisations-Symposium-Basel-2012)

**Informationen zu In-situ-Partikelcharakterisierung mit METTLER TOLEDO**  
[www.mt.com/particles](http://www.mt.com/particles)

# Die sauberste Energie ist die gesparte Energie

Fluidverfahrenstechnik leistet einen wesentlichen Beitrag zur Energieeffizienz

Prof. Dr.-Ing. Eugeny Kenig  
Lehrstuhl für Fluidverfahrenstechnik, Universität Paderborn

**Vor dem aktuellen Hintergrund von Klimaschutz und Ressourcenschonung sind auch die Prozessindustrien (wie chemische, petrochemische, pharmazeutische Industrie) gezwungen, unter besonderer Berücksichtigung ökonomischer und ökologischer Aspekte zu produzieren. Das Ziel des minimalen Energieaufwands bei maximaler Produktivität stellt eine Herausforderung dar, die nicht nur innovativer Technologien, sondern auch einer Steigerung der Effizienz bestehender Prozesse bedarf. Strategien zur Senkung des Energieaufwands durch Verfahrensumgestaltung oder -optimierung wurden entwickelt – Strategien, die unter das Schlagwort der „Prozessintensivierung“ fallen. In dieser Richtung leistet auch unser Lehrstuhl einen wesentlichen Beitrag zu den innovativen Entwicklungen der Prozessintensivierung, v.a. durch die Untersuchung und Optimierung energieintegrierter Apparate und Mikrostrukturapparate sowie energieeffizienter Wärmeübertrager, Verdampfer und Kondensatoren.**

Die besonderen Gegebenheiten unserer Zeit treiben die Anforderungen an die Qualität von Produkten kontinuierlich nach oben. Dies betrifft beispielsweise Reinheit (von Medikamenten oder bei der Luftreinhaltung), hohe Konzentration und scharfe Trennungen (Lösemittelrückgewinnung, Elektronik, Additive) oder Selektivität (Vermeidung unerwünschter Nebenprodukte). Produktionsprozesse erweisen sich somit nicht nur als äußerst komplex, sondern auch als energieintensiv. Das trifft besonders auf thermische Trennverfahren zu: Gerade die Destillation macht über 3% des weltweiten Energieverbrauchs aus – ein immenser Anteil, wenn man bedenkt, dass

dies nur ein einziges Verfahren unter einer Vielzahl von Verfahren darstellt.

Fortschritte in der Informationsverarbeitung und der numerischen Mathematik, modernste Technologien und Trennverfahren – sie alle eröffnen neue Möglichkeiten zur Lösung von Problemen unserer Zeit. Unser Lehrstuhl stellt sich diesen Herausforderungen und forscht an der Weiterentwicklung von prozesstechnischen Methoden zur Behandlung von Flüssigkeiten und Gasen – dies alles unter den Prämissen von Produktqualität und Energieeinsparung – sowie zur Steigerung der Effizienz von Produktionsprozessen.

### Geschickt integrieren

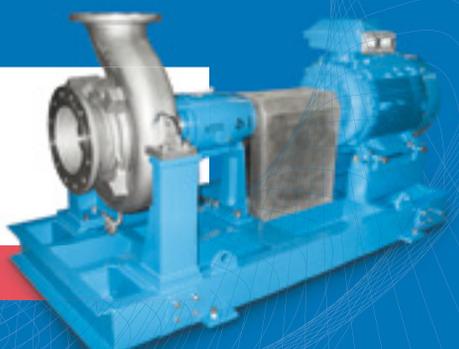
Seit Jahren ist in den Prozessindustrien ein wachsendes Interesse an Verfahren zu verzeichnen, welche chemische Reaktion und Stofftrennung zielgerichtet in einem integrierten Prozess verbinden. Ein gutes konkretes Beispiel, bei dem verschiedene Funktionalitäten in einem Apparat verbunden werden, stellt die so genannte Reaktivrektifikation dar. Während in konventionellen Verfahren die dem Reaktor nachfolgende Trennung generell in mehreren seriell geschalteten Rektifikationskolonnen erfolgt, reagieren bei der Reaktivrektifikation die Edukte in derselben Kolonne, in der das entstandene Produktgemisch aus nicht abreagierten Edukten und Produkten getrennt werden soll. Die Reaktivrektifikation kombiniert somit die beiden Prozesse durch Einsatz eines Reaktors im Inneren der Rektifikationskolonne. Auf diese Weise können die daraus resultierenden Reaktionseinschränkungen umgangen und dadurch deutlich bessere Trennschärfen und Ausbeuten sowie höhere Reaktionsumsätze erreicht werden. Darüber hinaus werden üblicherweise die Investitionskosten und der Ressourcenverbrauch durch den kleineren apparativen Aufwand deutlich reduziert. Der integrierte Prozess ist jedoch komplexer als gewöhnliche Verfahren und erfordert hinsichtlich verschiedener Aspekte wie Apparate- und Einbautendesign, Prozessgestaltung und -optimierung ein umfassendes Verständnis [1].

Die Reaktivrektifikation sowie andere ähnliche Verfahren wie reaktive Absorption/Desorption oder Reaktivextraktion integrieren verschiedene Funktionalitäten in einem Apparat („funktionale Integration“). Eine andere Integrationsform, bei der parallel und/oder seriell durchgeführte Trennoperatio-

## Egger – Prozess-Pumpen für Feststoffe und Gase

**Egger Prozess-Pumpen** und **Turo®-Freistrom-Pumpen** lösen Ihre Prozessaufgaben bei Förderung von Mehrphasengemischen unter hohen Systemdrücken bis 120 bar und hohen Temperaturen bis 450 °C. Sie erfüllen mechanisch die Anforderungen der API 610.

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





**ACHEMA 18.–22. Juni 2012:**  
Halle 8.0, Stand B64

Emile Egger & Cie SA  
2088 Cressier NE (Schweiz)  
Telefon +41 (0)32 758 71 11  
Telefax +41 (0)32 757 22 90  
info@eggerpumps.com

Emile Egger & Co. GmbH  
68199 Mannheim (Deutschland)  
Telefon +49 (0)621 84 213-0  
Telefax +49 (0)621 84 213-13  
info@eggerpumps.de



**Eugeny Kenig** studierte 1974 – 1979 angewandte Mathematik und promovierte 1985 an der Russischen Akademie der Wissenschaften in Moskau. 1994–1995 war er Alexander von Humboldt-Stipendiat an der Universität Dortmund. Danach arbeitete er an den Universitäten Dortmund und Essen sowie bei der BASF. Es folgten die Habilitation (1999) sowie der Titel „apl. Professor“ (2006) in Dortmund und schließlich der Ruf nach Paderborn (2007). Seit 2008 leitet er dort den Lehrstuhl für Fluidverfahrenstechnik. Seine Forschungsschwerpunkte sind integrierte Trennverfahren, Mikrotrennapparate sowie Problemstellungen prozessbezogener Energieeffizienz.

nen in einem Apparat kombiniert werden, kann als „apparative Integration“ bezeichnet werden. Ein Beispiel dafür ist die sog. Trennwandkolonne (TWK). Diese innovative Technologie, bei der einfach eine vertikale Trennwand im mittleren Abschnitt einer Seitenstromkolonne platziert wird (siehe Abb. 1) [2], ermöglicht eine Zusammenbindung von zwei Rektifikationskolonnen und somit die Beseitigung von ungünstigen Rückvermischungen der Komponenten. Dadurch steigert sich der Wirkungsgrad der Kolonne und die TWK-Technologie weist erhebliche Energieeinsparungen von über 50% gegenüber den konventionellen Rektifikationsanlagen auf [3]. Darüber hinaus sind signifikante Reduktion der Investitionskosten, verringerter Platzbedarf, erhöhte Flexibilität in der Prozessführung und geringere thermische Belastung bei temperaturempfindlichen Stoffen als weitere Vorteile zu nennen. TWKs stellen eine äußerst effektive Methode zur vollständigen Trennung von Mehrstoffgemischen dar und halten aus diesem Grund zunehmend Einzug in die industrielle Anwendung.

Ein noch höherer Integrationsgrad wird erreicht, wenn sowohl funktionale als auch apparative Integration gleichzeitig verwendet werden: Erweitert man beispielsweise den Einsatzbereich von Trennwandkolonnen auf reaktive Systeme, um die Vorteile der Reaktivdestillation mit den Vorzügen der Trennwandkolonne zu kombinieren, so gelangt man zum Konzept der so genannten reaktiven Trennwandkolonne (RTWK) [4].

## „Intelligente“ Kolonneneinbauten entwickeln

Die Effizienz der in einem Trennapparat laufenden Transportphänomene wird weitgehend durch die eingesetzten Kolonneneinbauten (z. B. Böden, Schüttungen, strukturierte Packungen, Monolithen) bestimmt. Die Anforderungen an solche Einbauten sind aber meistens gegensätzlich. Beispielsweise kann eine erhöhte Trennleistung in den meisten Fällen nur bei gleichzeitiger Steigerung des Druckverlustes über die Kolonnenhöhe erreicht werden. Bei der Reaktivrektifikation braucht man hohe spezifische Austauschflächen, aber auch ausreichend hohe Flüssigkeitsvolumina. Deshalb ist ein intelligentes Einbautendesign häufig nur durch Lösungen von Optimierungsproblemen zu erreichen. Hier ist besonders wichtig, die Fluidodynamik und den Stofftransport zu erfassen, da dadurch die Einbauten dem spezifischen Prozess genau angepasst werden können [5]. Ferner erscheinen bestimmte Kombinationen bestehender Einbauten als viel versprechend [6].

## Anlagen miniaturisieren

Ein anderer Weg zur Reduzierung des Energiebedarfes bietet die Mikroverfahrenstechnik, die gegenüber konventionellen Apparaten in vielen Anwendungsfällen entscheidende Vorteile aufweist. So können eine deutlich höhere Effektivität bezüglich der Produktausbeute und eine effizientere Nutzung von Rohstoffen und Energie erzielt werden. Realisiert wird das Ganze dadurch, dass verfahrenstechnische Produktionsprozesse in Apparaten im Mikromaßstab durchgeführt werden. Diese Apparate weisen eine Mikrostruktur auf, zu der insbesondere Mikrokanäle zählen. Zwei Beispiele für solche Apparate, die von unserem Lehrstuhl untersucht wurden, sind in Abbildung 2 dargestellt. Es handelt sich dabei um einen Mikrodesorber von der Bayer Technology Services GmbH und einen Mikrofallfilmabsorber vom Institut für Mikrotechnik Mainz.

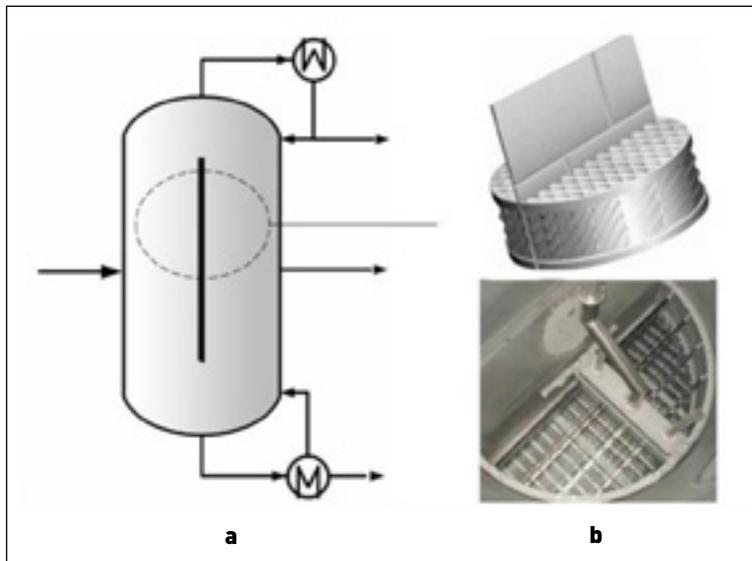
Die Struktur dieser Apparate dient zur Kontaktierung eines Gas- und eines Flüssigkeitsstroms und erlaubt die Generierung von sehr hohen Austauschflächen. Somit ist eine äußerst effiziente Durchführung eines Desorptions- bzw. Absorptionsprozesses möglich.

Um die Vorgänge in solchen Apparaten besser verstehen und damit eine Optimierung vornehmen zu können, werden an unserem Lehrstuhl Untersuchungen zur Fluid-dynamik sowie zum Wärme- und Stofftransport durchgeführt, wobei man sich der Computational Fluid Dynamics (CFD) Methode bedient. Diese wird mithilfe von speziellen Computerprogrammen ausgeführt, die eine Berechnung von Geschwindigkeits-, Druck-, Konzentrations- und Temperaturprofilen ermöglichen. Die Herausforderung solcher Untersuchungen besteht vor allem darin, miteinander gekoppelte Vorgänge wie Stofftransport und Wärmetransport im Mikromaßstab zu beschreiben.

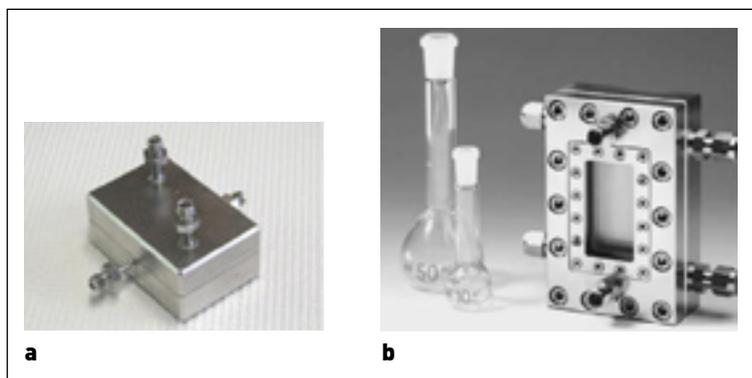
Im Rahmen der an unserem Lehrstuhl durchgeführten CFD-basierten Untersuchungen des Mikrodesorbers (Abb. 2a) konnten bspw. Zusammenhänge zwischen den Strömungsverläufen des Gases und der Flüssigkeit sowie der Desorptionsgrad ermittelt werden. Zudem wurden kritische Bereiche, die sich negativ auf den Desorptionsgrad auswirken, lokalisiert, um anschließend Optimierungsansätze zu erarbeiten, die zu einer erheblichen Steigerung der Apparateeffizienz führten [7]. Weitere Studien widmen sich dem in Abbildung 2b gezeigten Mikrofallfilmabsorber. In einem großangelegten EU-Projekt „F<sup>3</sup> Factory“ wurden die Vorgänge in diesem Apparat für industrie-relevante Prozesse erforscht [8].

## Effizient heizen & kühlen

Neben den angesprochenen Konzepten der funktionalen und apparativen Integration, der Entwicklung von intelligenten Kolonneneinbauten und der Miniaturisierung von Anlagen kommt den im Prozess eingesetzten Wärmeübertragern und der Nutzung von viel versprechenden Wärmeintegrationspotenzialen eine übergeordnete Rolle hinsichtlich der prozessbezogenen Energieeffizienz zu. Bei der Wärmeintegration handelt es sich um ein etabliertes und bereits seit den frühen 80er-Jahren bekanntes Verfahren, mit dem durch eine prozessinterne Verschaltung von kalten und heißen Strömen der externe Heiz- und Kühlmedienbedarf reduziert werden kann



**Abb. 1** Trennwandkolonne: Gesamtdarstellung (a) und geteilter Mittelabschnitt (b): Schema (oben) und Foto inkl. Flüssigkeitsverteiler der Firma Julius Montz GmbH (unten)



**Abb. 2** Mikrodesorber von der Bayer Technology Services GmbH ([7], a) und ein Mikrofallfilmabsorber vom Institut für Mikrotechnik Mainz (www.imm-mainz.de, b)

[9]. Wie weit man an das theoretisch ermittelte Minimum herankommt, ist jedoch auch eine Frage der grundsätzlichen Verfügbarkeit einer geeigneten apparativen Lösung für den konkreten Anwendungsfall, der Abwägung der Investitionskosten der Wärmeübertrager und der eingesparten Betriebskosten der Utilities oder auch der regelungs-technischen Komplexität.

Unser Lehrstuhl befasst sich experimentell und theoretisch mit der Untersuchung von neuartigen Wärmeübertragertypen wie Thermoblechwärmeübertragern (TBWÜ) und Spiralwärmeübertragern, die für einen Einsatz mit gekoppeltem Wärme- und Stofftransport vorgesehen sind.

TBWÜ bestehen aus jeweils zwei Blechen, die über ein Schweißpunkttraster und seitliche Rollnähte miteinander verbunden werden. Der Raum zwischen beiden Blechen wird durch hydraulisches Einpressen eines Mediums über die Zu- und Ableitungen aufgeweitet. Diese Apparate werden zu Paketen zusammengefügt und können beispielsweise als Kopf-kondensatoren in Rektifikationskolonnen eingesetzt werden. Sie bieten gegenüber konventionellen Wärmeübertragern mehrere Vorteile wie eine kompakte Bauweise und geringes Gewicht, was u. a. den Anforderungen an das Fundament von Rektifikationskolonnen zugutekommt. Weitere wichtige Eigenschaften der TBWÜ sind ein

gutes Wärmeübertragungsverhalten und geringe Druckverluste durch den direkten Einbau in den Kopf der Kolonnen ohne Brüdenleitungen.

Neuartige und bislang wenig untersuchte Apparatetypen wie die TBWÜ bergen jedoch trotz aller potenziellen Vorteile ein Risiko für den Anwender, da bereits kurze Produktionsausfälle zu massiven Kosten führen und in jedem Fall vermieden werden müssen. Durch umfangreiche Untersuchungen trägt unser Lehrstuhl dazu bei, diese Implementierungshemmnisse zu überwinden, den möglichen Anwendern eine Entscheidung zugunsten neuartiger Apparatetypen zu erleichtern und damit letzten Endes die prozessbezogene Energieeffizienz nachhaltig zu steigern.

### Ausblick

Wichtige Zielsetzung der aktuellen Forschungsaktivitäten ist die Energiereduktion durch Optimierung energieaufwändiger Verfahren und Apparate. Unter dem Motto Prozessintensivierung sucht unser Lehrstuhl mit multilateralen Ansätzen nach Lösungen: U. a. gilt es, mehrere Verfahrensschritte in eine Einheit intelligent zu integrieren (reaktive Trennverfahren, DWC), die Effizienz eines einzelnen Verfahrens durch signifikante Verkleinerung der Apparatestruktur zu steigern (Mikroverfahrenstechnik) und innovative, hocheffiziente Wärmeübertrager zu entwickeln.

[eugeny.kenig@upb.de](mailto:eugeny.kenig@upb.de)

Literatur beim Autor.

**ACHEMA 2012**  
 Besuchen Sie DENIOS  
 vom 18.06. - 22.06.2012  
 auf der Achema, Frankfurt am Main  
 Halle 4.1, Stand A50

DENIOS

## Thermotechnik vom Spezialisten

Effizient heizen, schmelzen oder kühlen

- Europaweit größte Produktauswahl
- Eigene Produktentwicklung und Produktion
- Jährlich mehr als 1.000 realisierte kundenspezifische Lösungen
- Professionelle Anwendungsberatung
- International 15 Standorte

www.denios.de

Partner der Umwelt

# Kommunikations- schlagadern

Karl-Heinz Richter, Indu-Sol GmbH

Zurzeit befindet sich die Prozess- und Verfahrenstechnik im Umbruch. Auch hier zu Lande beginnt man sich – wenn auch schweren Herzens – vom geliebten 4...20-mA-Signal zu verabschieden. Schließlich sind die Vorteile der Feldbustechnik mittlerweile bewiesen. Eines sollten die Anlagenbetreiber allerdings von Anfang an beachten, um schmerzhaft Erfahrungen zu vermeiden: Auch ein Feldbus ist nicht „unsterblich“, sondern altert und verschleißt. Deshalb ist eine permanente Überwachung und kontinuierliche Zustandsanalyse der Kommunikationsqualität im Sinne eines „Condition Monitoring“ unabdingbar. Die Warnung vor dem Ausfall macht verdeckte Störer frühzeitig sichtbar, Wartungsmaßnahmen werden planbar und kostenintensive Anlagenstillstände lassen sich vermeiden.

Feldbussysteme machen dem Anlagenbetreiber auch in der Prozess- und Verfahrenstechnik das Leben leichter: Sie reduzieren

den Installationsaufwand und bieten umfassende Kommunikations- sowie Diagnosemöglichkeiten im Hinblick auf die Prozessoptimierung. Die Menge der Informationen, die schnelle Übertragung sowie die komplexe Verarbeitung und Visualisierung wären ohne prozessnahe Netzwerktechnik nicht möglich.

### Wie zuverlässig arbeitet die Netzwerktechnik?

Die langfristige Zuverlässigkeit dieser „Kommunikationsschlagadern“ wird nach der Inbetriebnahme jedoch selten hinterfragt. Meist begnügt man sich mit den Aussagen „funktioniert“ oder „funktioniert nicht“. Ein in der Praxis möglicher Zustand „funktioniert gerade noch so“ wird bei der Beurteilung kaum in Betracht gezogen. Das ist fahrlässig, wie ein Zitat aus dem Vorwort der VGB-Richtlinie (\*) eindeutig belegt: „In jüngster Zeit treten nun mit zunehmender

Häufigkeit Teilausfälle in den Automatisierungssystemen, Totalausfälle des Bussystems und Totalausfälle des gesamten Leitsystems auf, deren Ursache in der zunehmenden Zentralisierung und dem Einsatz von Standardkomponenten aus der IT- und Kommunikationstechnik liegen. Im Hinblick auf die hochwertigen Produktionsanlagen ist es daher zwingend notwendig, bei der Konzeption von Leitsystemen Ausfälle von sensiblen zentralen Komponenten wieder verstärkt in Betracht zu ziehen und entsprechende Vorkehrungen zu treffen...“

Nicht zwangsläufig jedoch bedeutet Wartung im Feldbus hohen Aufwand oder eine große Menge Expertenwissen, denn inzwischen gibt es Diagnose- und Instandhaltungstools, die leicht einzurichten sind und sich obendrein auch noch einfach bedienen lassen. Diese helfen einen (ungeschriebenen) Qualitätsstandard zu schaffen und zu sichern.

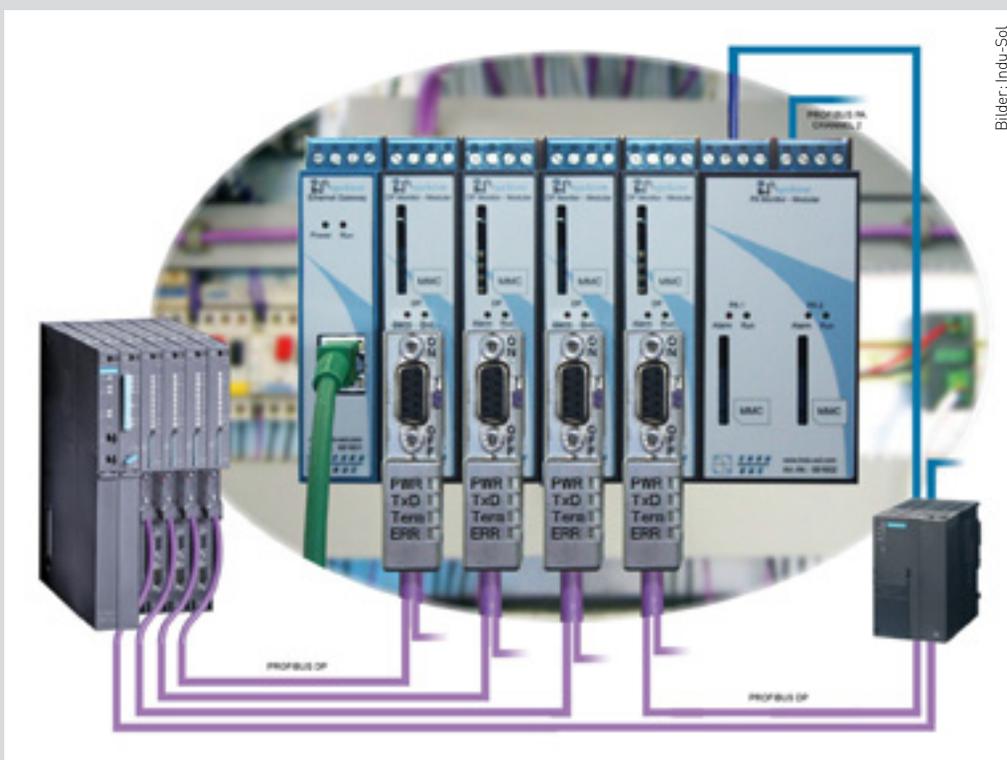


Abb. 1 Der modulare INspektor in seiner Anwendung bei Profibus DP und PA

### Nur eine IP-Adresse für die Überwachung von bis zu fünf Netzwerken

Die Indu-Sol GmbH bietet jetzt eine vor allem für die Prozess- und Verfahrenstechnik interessante Weiterentwicklung der bewährten Inspektor-Produktfamilie, die sich sowohl für die permanente Überwachung eines Bussystems als auch die temporäre Kurzeitanalyse eignet.

Der neue modulare Feldbuswächter (Abb. 1) kann durch den modularen Aufbau mehrere Busstränge, auch aus einem Mix von Profibus DP und Profibus PA, gleichzeitig überwachen. Gerade in diesem Einsatzbereich erweist sich das als sehr praxisgerecht, da hier die meisten Steuerungen über beide Bussysteme kommunizieren. Der als flexibles Bausteinsystem konzipierte Feldbuswächter erleichtert durch seine Struktur die Feldbusüberwachung deutlich:

Er besteht aus einem Kopfmodul und bis zu fünf aneinanderreihbaren Erweiterungsmodulen. Das Kopfmodul (Abb. 2) dient zum direkten Auslesen der Daten oder auch zur Anbindung an das vorhandene Ethernet zum Zweck der Fernabfrage. Damit ist es möglich, gleichzeitig bis zu fünf Erweiterungsmodule parallel unter einer IP-Adresse zu erreichen, was die Kommunikation mit der Leitebene vereinfacht.

### Für einen Mix aus Profibus DP und Profibus PA

Bei den Erweiterungsmodulen sind unterschiedliche Kombinationen von DP- und PA-Modulen möglich. Jedes dieser Module ist ein dezentraler „Telegrammwächter“, der für den temporären und permanenten Einsatz zur Überwachung des logischen Datenverkehrs entwickelt wurde. Alle wichtigen Ereignisse wie beispielsweise Fehlertelegramme, Telegrammwiederholungen, Modulausfälle, Diagnosedaten und Zykluszeiten werden erkannt, bewertet, zwischengespeichert und über eine Weboberfläche angezeigt. Zusätzlich wird jedes Ereignis als Telegramm-Snapshot abgespeichert.

Die PA-Module sind doppelt ausgeführt und können somit zwei PA-Segmente parallel überwachen. Mit der zentralen Monitoring Software „PROmanage“ lassen sich bis zu 500 Busstränge mittels Inspektoren über die jeweiligen Kopfmodule von einer zentralen Stelle (separater Server) aus über das Standard Ethernetprotokoll (SNMP) abfragen, bewerten und speichern. Eine OPC-Schnittstelle ermöglicht die Integration der Meldungen aus den jeweiligen Netzwerkzuständen in das Leitsystem und somit in

das bestehende „Fehlermanagementsystem“. Dank eines in der Hardware integrierten Webservers kann der Netzwerkzustand, aber auch ohne weitere Software auf jedem PC mittels Internetbrowser teilnehmerbezogen als Matrix angezeigt werden. Die übersichtliche grafische Darstellung mit farblicher Hinterlegung der Teilnehmerzustände, ähnlich einer Ampelfunktion, macht die Analyse einfach und für jedermann plausibel. Damit steht mit dem modularen Inspektor für Profibus DP und PA eine praxisgerechte Feldbusüberwachung zur Verfügung. Der modulare Aufbau erschließt aber noch weitere Möglichkeiten.

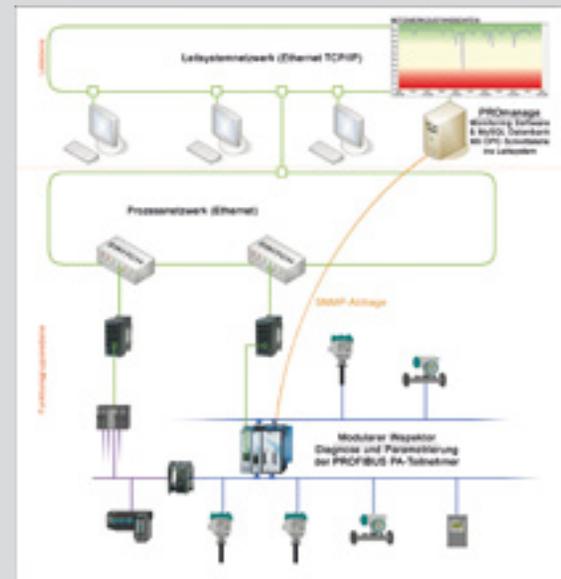
### Parametrierung parallel zu den Analysen

So wurde für den Profibus PA ein FDT/DTM-Modul entwickelt (Abb. 3). Dieses Modul wird dadurch zu einem Master Klasse 2, der die jeweiligen Feldgeräte über Ethernet parametrieren und konfigurieren kann. Die Analysen laufen dabei unbehelligt weiter und der Anwender spart sich ein zusätzliches Gerät, da der Buswächter sowohl die Parametrierung als auch die Überwachung des Feldbusses übernimmt. Für die Zukunft lässt der modulare Aufbau aber auch noch weitergehende Überlegungen zu. So könnte der Buswächter z.B. demnächst auch Repeaterfunktionen übernehmen. Auch in puncto physikalischer Überwachung gibt es noch interessante Weiterentwicklungsmöglichkeiten, um die Netzwerkqualitätskontrolle noch weiter voranzutreiben und damit die Sicherheit für den Anlagenbetreiber zu erhöhen.

[info@indu-sol.com](mailto:info@indu-sol.com)



**Abb. 2** Das Kopfmodul dient zur Anbindung an das vorhandene Ethernet. Dadurch wird für bis zu fünf Erweiterungsmodule nur eine IP-Adresse benötigt



**Abb. 3** Mit dem FDT/DTM-Modul ist Parametrierung parallel zu den Analysen möglich

**Indu-Sol auf der ACHEMA 2012, Halle 11.V, Stand B29 (PNO-Stand)**

*\* Quellenangabe: Richtlinie zur Vermeidung und Behebung von Leittechnikausfällen, VGB-R 170 A1, 1. Ausgabe 2005, herausgegeben von VGB PowerTech e.V., zu beziehen bei: VGB PowerTech Service GmbH, Verlag technisch-wissenschaftlicher Schriften, Postfach 103932, 45039 Essen*

### ... führend in Schüttgut-, Entstaubungs- und Ablufttechnik

Der QUICK CONNECT® Spannring macht das bewährte JACOBI-Rohrsystem noch wirtschaftlicher in der Montage. Das System lässt sich durch die Variantenvielfalt in den Industrieanlagen für Futtermittel, Pharma, Chemie, Lebensmittel, Glas, Halbleiterproduktion oder auch in der Umwelttechnik präzise und montagefreundlich einbauen.

*Original-Qualität aus dem Baukastensystem*

- Geschweißte, gebördelte Rohre und Formteile.
- Ø 60 bis Ø 800 mm im Standardprogramm.
- Bis Ø 400 mm überwiegend ab Lager lieferbar.
- Ab Ø 350 mm auch mit Flanschverbindung.
- Stahl pulverbeschichtet, feuerverzinkt, Edelstahl.
- 1 - 3 mm Wandstärken.
- Größere Durchmesser/Sonderteilfertigung gern auf Anfrage.
- Druckstoßfester Rohrbau lieferbar.

**Besuchen Sie uns!**  
**ACHEMA 2012**  
 18. - 22. Juni  
 Halle 6, Stand B29  
[www.achema.de](http://www.achema.de)

Fr. Jacob Söhne GmbH & Co. KG  
 Tel. 0571 95580  
[www.jacob-rohre.de](http://www.jacob-rohre.de)

**EUROPAS NR. 1 IN ROHRSYSTEMEN – In allen Industrien präsent**



# Wissensbasierte Fehlerdiagnose

Von der örtlichen Überwachung bis zur Telediagnose

Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Rolf Isermann

Institut für Automatisierungstechnik und Mechatronik, Technische Universität Darmstadt

**Die zunehmenden Anforderungen an die Zuverlässigkeit und Sicherheit von technischen Prozessen erfordern verbesserte Maßnahmen zur Fehlerfrüherkennung und zum Fehlermanagement. Dabei kommt es darauf an, sich anbahnende Fehler möglichst früh zu erkennen und zu lokalisieren. Die bisher meist eingesetzte Grenzwertüberwachung einiger weniger Messsignale reicht hierzu oft nicht aus. Eine wesentlich tiefer gehende Information erhält man durch eine Fehlererkennung mit Signal- und Prozessmodellen, bei denen mehrere Messsignale zur Erzeugung charakteristischer Symptome ausgewertet werden. Über Symptom-Fehler-Beziehungen können die Fehler dann wissenschaftlich diagnostiziert werden. Dies erlaubt z. B. das schnelle Auffinden von Fehlerursachen, ermöglicht eine Wartung nach Bedarf und unterstützt eine Telediagnose.**

### 1. Wissensbasierte Überwachung Fehlermanagement

Die konventionelle Überwachung von technischen Prozessen erfolgt über Grenzwertverletzungen einiger weniger Messgrößen wie z. B. Drücke, Temperaturen, Durchflüsse oder Drehzahlen. Dies führt dann zu Alarmen an das Bedienungspersonal oder zu automatischen Schutzschaltungen (siehe Abb. 1). Die Grenzwertüberwachung reagiert meist erst bei schon größer gewordenen Störungen und Fehlern und erlaubt oft keine Diagnose mit Angabe der betroffenen Komponente. Hier setzt nun eine wissenschaftliche Fehlererkennung ein, die über die Bildung von Merkmalen Symptome erzeugt. Diese erlauben eine Fehlerdiagnose (siehe Abb. 1 oben) und führen über Entscheidungen zu einem Fehlermanagement mit z. B. sofortiger Änderung des Betriebes, Wartung, Reparatur oder Rekonfiguration.

### 2. Wissensbasierte Methoden der Fehlerdiagnose

Die wesentlichen Aufgaben einer wissenschaftlichen/modellgestützten Methodik können in eine Fehlererkennung durch Erzeugung

analytischer und heuristischer Symptome und eine Fehlerdiagnose mit Klassifikations- und Inferenzmethoden unterteilt werden.

#### a) Symptomerzeugung

Das quantifizierbare Wissen über den Prozess wird verwendet, um analytische Information zu erzeugen. Hierzu wird neben der konventionellen Grenzwertüberwachung auf der Grundlage gemessener Variablen eine Datenverarbeitung durchgeführt, um zunächst Merkmale (Kennwerte, charakteristische Größen) (vgl. Abb. 2) zu bilden durch:

- ▶ Signalanalyse direkt messbarer Signale durch Bildung von Signalmodellen. Merkmale sind z. B. Varianzen, Amplituden, Signalmodellparameter oder Frequenzen.
- ▶ Prozessanalyse durch Verwendung mathematischer Prozessmodelle in Verbindung mit Parameterschätzmethoden, Zustandsschätzmethoden und Paritätsgleichungen. Kennwerte sind Parameter, Zustandsgrößen oder Residuen.

#### b) Fehlerdiagnose

Die Aufgabe der Fehlerdiagnose besteht in der Bestimmung des Typs, der Größe und des Ortes des Fehlers und des Zeitpunkts seiner Erkennung auf der Grundlage der analytischen und heuristischen Symptome im Vergleich mit dem Normalverhalten. Eine erste Möglichkeit besteht in der Verwendung von Klassifikationsmethoden, bei denen die Änderungen in mehrdimensionalen Räumen bestimmt werden. Ein anderer Weg ist die Nutzung von in der Struktur bekannten oder erlernten Fehler-Symptom-Kausalitäten.

### 3. Modellgestützte Methoden der Fehlererkennung und Fehlerdiagnose

Um einen tieferen Einblick in den Prozess zu erhalten, werden die im statischen und dynamischen Prozessverhalten vorhandenen Abhängigkeiten verschiedener messbarer Signale durch Einsatz von mathematischen *Prozessmodellen* ausgenutzt. Als Messgrößen stehen in der Regel die Eingangsgrößen  $U$  und die Ausgangsgrößen  $Y$  (mit Störsignalen  $N$ ) zur Verfügung, Abb. 2b). Aufgrund dieser Messgrößen sollen

**www.rembe.de**

**Betriebs- und Prozesssicherheit aus einer Hand ...bei Überdruck und Vakuum**

**ELEVENT®** Be- und Entlüftungsventil in Edelstahl

**TC(R)-KUB®** Druckabsicherung in der Pharma- und Biotechnik

**FOS** Faseroptische Berstmembran

**KUB®** Knickstab-Umkehr-Berstscheibe

\*\*\* WIR MACHEN ES BESSER \*\*\*

REMBE® GMBH · SAFETY + CONTROL · Gallbergweg 21 · 59929 Brilon/Germany · T + 49 (0) 29 61 - 74 05 - 0 · F + 49 (0) 29 61 - 5 07 14 · sales@rembe.de

Besuchen Sie uns auf der AICHEMA Frankfurt vom 18. - 22. Juni 2012, Halle 9.1. Stand C 26

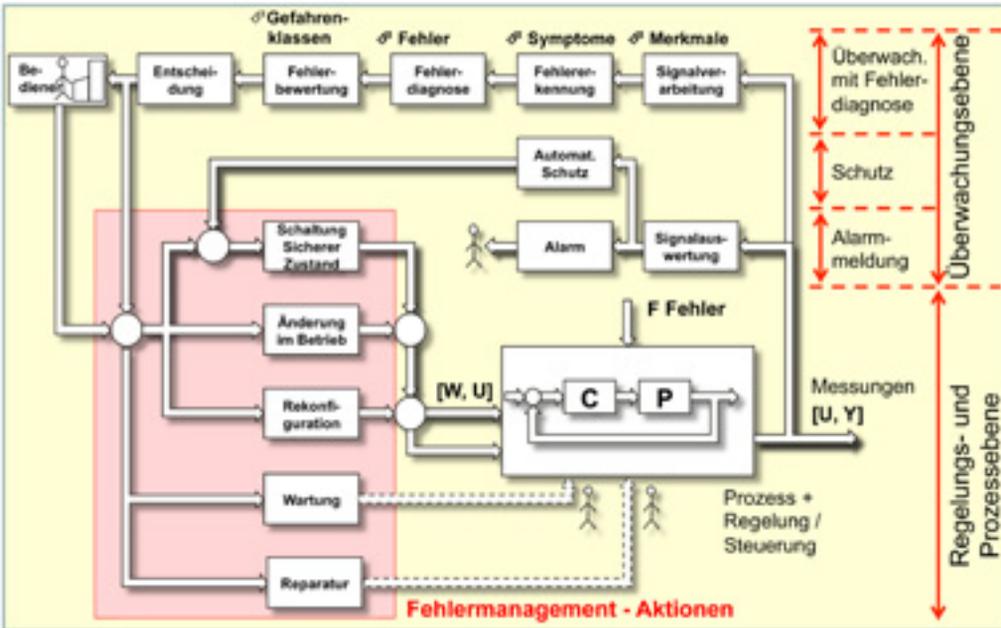


Abb. 1 Modellbasierte Überwachung und Fehlermanagement

Fehler in den Aktoren, im Prozess und den Sensoren erkannt werden. Eine *modellgestützte Fehlererkennung* vergleicht den Prozess mit einem Prozessmodell und erzeugt mit verschiedenen Methoden Merkmale. Je mehr Signale zwischen Ein- und Ausgangsmessgrößen zur Verfügung stehen, desto detaillierter wird die Fehlererkennung und -diagnose. Bei der Modellbildung von Fehlern entscheidet man sprunghafte Fehler (abrupt), driffförmige Fehler (allmählich) und intermittierende Fehler (sporadisch). Prozessmodellgestützte Methoden der Fehlererkennung sind z. B.:

- ▶ Parameterschätzung mit statischen oder dynamischen Modellen.
- ▶ Paritätsgleichungen.
- ▶ Zustandsgrößenbeobachter und Kalman-Filter.

Symptome sind dann Änderungen von Parametern oder Residuen zwischen Prozessmodell und Prozessausgangsgrößen.

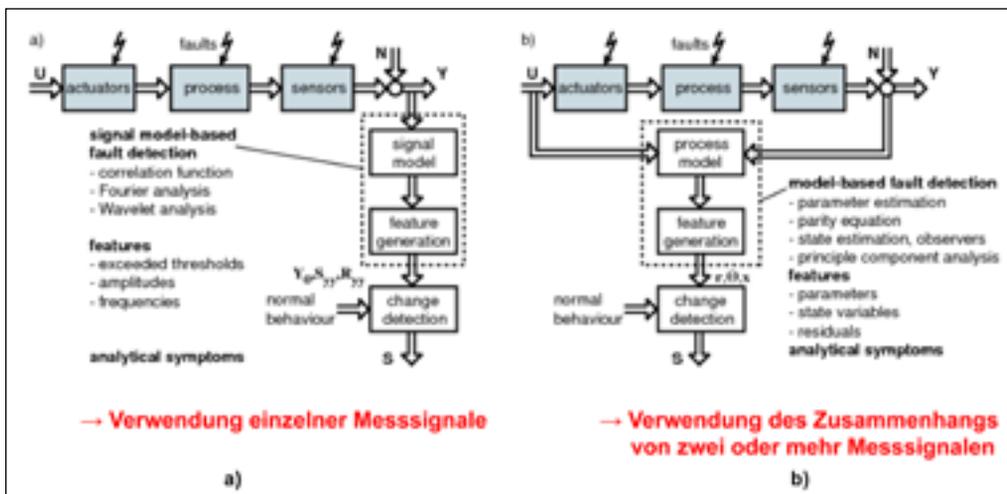


Abb. 2 Fehlererkennung mit a) Signalmodellen b) Prozessmodellen

*Signalmodellgestützte Methoden* der Fehlererkennung werten die in einem einzelnen Messsignal enthaltenen harmonischen oder regellosen Anteile aus, z. B. durch Fourier- oder Korrelationsanalyse bei stationärem Verlauf oder z. B. Waveletanalyse bei impulsförmigem Verlauf. Symptome sind z. B. Änderungen von Amplituden oder charakteristischen Frequenzen.

Die Aufgaben der *Fehlerdiagnose* ist die Ermittlung der Fehler mit möglichst detaillierten Angaben über ihren Ort und ihre Größe. Hierzu reicht die Kenntnis analytischer Symptome im Allgemeinen nicht aus, sondern es ist auch die Verarbeitung von heuristischem Wissen (Bedienerbeobachtungen) erforderlich. Deshalb ist der Einsatz von Onlineexpertensystemen zweckmäßig. Zunächst sind die analytischen und heuristischen Symptome in einer einheitlichen Form darzustellen. Hierzu eignen sich besonders unscharfe Mengen als fuzzy sets mit Zugehörigkeitsfunktionen (Symptom z. B. groß, mittel, klein). Der Zusammenhang zwischen den beobachteten Symptomen und den Fehlern kann durch Klassifikationsmethoden (oder Mustererkennungsmethoden) experimentell „erlernt“ oder „trainiert“ werden.

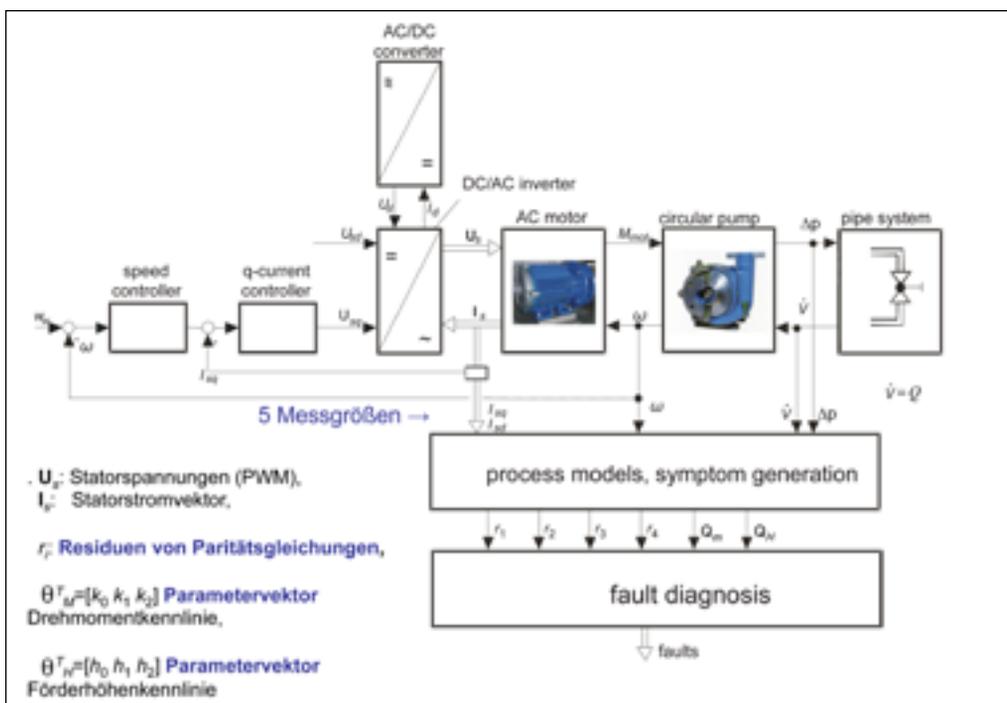


Abb. 3 Modellgestützte Fehlererkennung eines Kreiselpumpen-Aggregates

Wenn jedoch der prinzipielle Zusammenhang „Fehler F – Zwischenereignisse E – Symptome S“ bekannt ist, z. B. als kausale Verknüpfung oder Wenn-dann-Regel, dann lassen sich Inferenzmethoden (Methoden des diagnostischen „Schließens“ oder „Schluss-

folgers“) einsetzen. Da die Symptome meistens unscharfe Größen sind, eignet sich besonders das approximative Schließen mit Fuzzy-Logik.

#### 4. Anwendungsbeispiel: Kreiselpumpe

Bei relativ gut instrumentierten Kreiselpumpen stehen Differenzdruck  $\Delta p$ , Volumenstrom  $\dot{V}$ , Drehzahl  $\omega$ , Spannungs- und Stromwerte eines antreibenden Elektromotors zur Verfügung (Abb. 3), sodass auch das elektrische Drehmoment  $M_{\text{mot}}$  berechnet werden kann. Die möglichen Fehlererkennungsmethoden hängen von der Betriebsart ab. Wird die Kreiselpumpe im Wesentlichen *stationär an verschiedenen Betriebspunkten* betrieben, dann können aus einer Parameterschätzung der Differenzdruck- und Drehmomentkennlinien  $\Delta p(\dot{V})$  sowie  $M_{\text{mot}}(\dot{V}, \omega)$  mehrere Fehler wie z. B. Dichtspaltverschleiß, Schaufeldefekte und Kavitation diagnostiziert werden.

Bei andauerndem oder gelegentlichem dynamischen Betrieb liefert eine Parameterschätzung für das dynamische Verhalten (Differenzialgleichungen 2. Ordnung) zusätzliche Parameter wie z. B. Trägheitsmoment und zusätzliche Reibungsterme. Durch eine Kombination mit Paritätsgleichungen können mehrere Motoren-, Pumpen- und Sensorfehler über verschiedene Symptome diagnostiziert werden (siehe Abb. 3 und Tab. 1). Die Paritätsgleichungen können auch bei *stationärem Betrieb an einem Betriebspunkt* eingesetzt werden, um Fehler wie Dichtspaltverluste, Lagerreibung und Sensor-Offsetfehler zu diagnostizieren. Jedoch können dann andere Fehler wie erhöhter Strömungswiderstand, Kavitation und Schaufelschäden zwar erkannt, aber nicht unterschieden werden. Eine Parameterschätzung während des Auslaufens bis zum Stillstand nach einer Abschaltung erlaubt zusätzliche Symptome für erhöhte Reibung und Schaufelschäden. Eine Signalanalyse von Körperschall über Beschleunigungssensoren an geeigneten Stellen des Pumpengehäuses ermöglicht die Erkennung von Kavitation (zusätzlich) und Unwucht des Rotors.

Zusammenfassend kann also bei 4 verfügbaren Messgrößen ( $I_{\text{sq}}$ ,  $\omega$ ,  $\Delta p$ ,  $\dot{V}$ ) ein großer Umfang an Fehlern von Elektromotor, Pumpe und Leitungen diagnostiziert werden. Mit abnehmender Zahl an Messgrößen reduziert sich die Zahl der diagnostizierbaren Fehler. Ein zweckmäßiges Vorgehen besteht im dauernden Einsatz von Paritätsgleichungen und nach sich einstellenden ersten Symptomen kurzfristig dynamische Drehmomentanregungen mit Testsignalen, um eine differenzierte Diagnose zusammen mit Parameterschätzwerten zu erhalten [2].

Weitere Fehlerdiagnosesysteme wurden z. B. für verschiedene elektrische Antriebe, elektrische, hydraulische und pneumatische Stellantriebe, Membranpumpen, Pipelines (Leckerkennung), Werkzeugmaschinen, Roboter und Wärmeaustauscher entwickelt (siehe [1], [2], ferner für Kraftfahrzeugfahrwerke, Otto- und Dieselmotoren [3]).

#### 5. Fehlermanagement und Teleservice

Im Rahmen der Lebenszyklusbetrachtungen technischer Prozesse kommt dem *Fehlermanagement* eine zunehmende Bedeutung zu. Dies schließt z. B. Maßnahmen wie Wartung, Reparatur oder Rekonfiguration ein. Eine frühzeitige Fehlererkennung ermöglicht dabei eine Wartung nach Bedarf.



**Rolf Isermann** studierte Maschinenbau an der Universität Stuttgart und promovierte 1965 zum Dr.-Ing. Dann habilitierte er sich für das Fach Regelungstechnik und wurde Dozent und apl. Professor. 1977 erhielt er einen Ruf der TU Darmstadt auf die Professur für Regelungstechnik und leitete das Fachgebiet Regelungstechnik und Prozessautomatisierung im Institut für Automatisierungstechnik bis zu seiner Emeritierung im Jahr 2006. Er erhielt zahlreiche nationale und internationale Ehrungen. In der Forschungsgruppe Regelungstechnik und Prozessautomatisierung führt er zusammen mit wissenschaftlichen Mitarbeitern weiterhin Forschungsarbeiten durch, z. B. über Modellbildung und Identifikation dynamischer Systeme, digitale Regelsysteme, adaptive Regelsysteme, Methoden zur Überwachung und Fehlerdiagnose, Steuerung und Regelung von Verbrennungsmotoren und Kraftfahrzeugen und der systematischen Entwicklung von mechatronischen Systemen. Zu diesen Gebieten verfasste er mehrere Bücher.

## DIE DREI FÜR DEN REINRAUM

**PUC 24**

**PUC 28 K**

**P 26**

Differenzdruckmessumformer  
zur Prozessüberwachung –  
intelligent mit skalierbarem Messbereich.

halstrup  
walcher

www.halstrup-walcher.de

halstrup-walcher GmbH  
Stegener Straße 10  
D-79199 Kirchzarten

Tel.: +49 (0)7661 / 3963-0  
Fax: +49 (0)7661 / 3963-99  
info@halstrup-walcher.de

**Tab. 1** Fehler-Symptom-Tabelle eines Kreiselpumpen-Aggregates

Fault	Symptom											
	$I_{r1}$	$I_{r2}$	$I_{r3}$	$I_{r4}$	$\Delta J_{ges}$	$\Delta M_{Rr}$	$\Delta M_2$	$\Delta a_B$	$\Delta h_0$	$\Delta h_1$	$\Delta h_2$	
Sensor $\omega$	+/-	0	-/-	-/++	0	0	0	0	0	0/-	+ / +	
Sensor Q	0	-/-	-/-	0	0	0	0	0/-	+	0	0	
Sensoren $p_s, p_D$	+/-	+/-	0	0	0	0	0	0/+	0	0/-	+ / +	
Spaltverluste	+	0	0	0	0	0	0	0	0	-	+	
Leckage	+	+	+	0	0	0	0	-	-	0	0	
Verstopfung 20–40%	+	+	+	0	0	0	0	0	+	0	0	
Verstopfung 40–60%	+	++	+	+	0	0	0	++	++	0	0	
Verstopfung 60–90%	++	++	++	++	0	0	+	++	++	0	0	
Kavitation	+	++	++	+	0	0	+	--	++	--	++	
erhöhte Lagerreibung	0	0	0	+	0	+	+	0	0	0	0	
defektes Laufrad	+	+	+	+	+	0	0	-	-	-	+	

0: kleine Werte; +/-: pos./neg. Auslenkung; +/-/: große pos./neg. Auslenkung

Ein weiteres Anwendungsgebiet der wissensbasierten Fehlerdiagnose ergibt sich im Rahmen des *Teleservice* [4]. Hierbei wird von mit Experten besetzten Servicestationen über geografisch größere Entfernungen eine Anlage im Rahmen der Inbetriebnahme, des Normalbetriebes, der Garantieabwicklung und im After-Sales-Bereich betreut

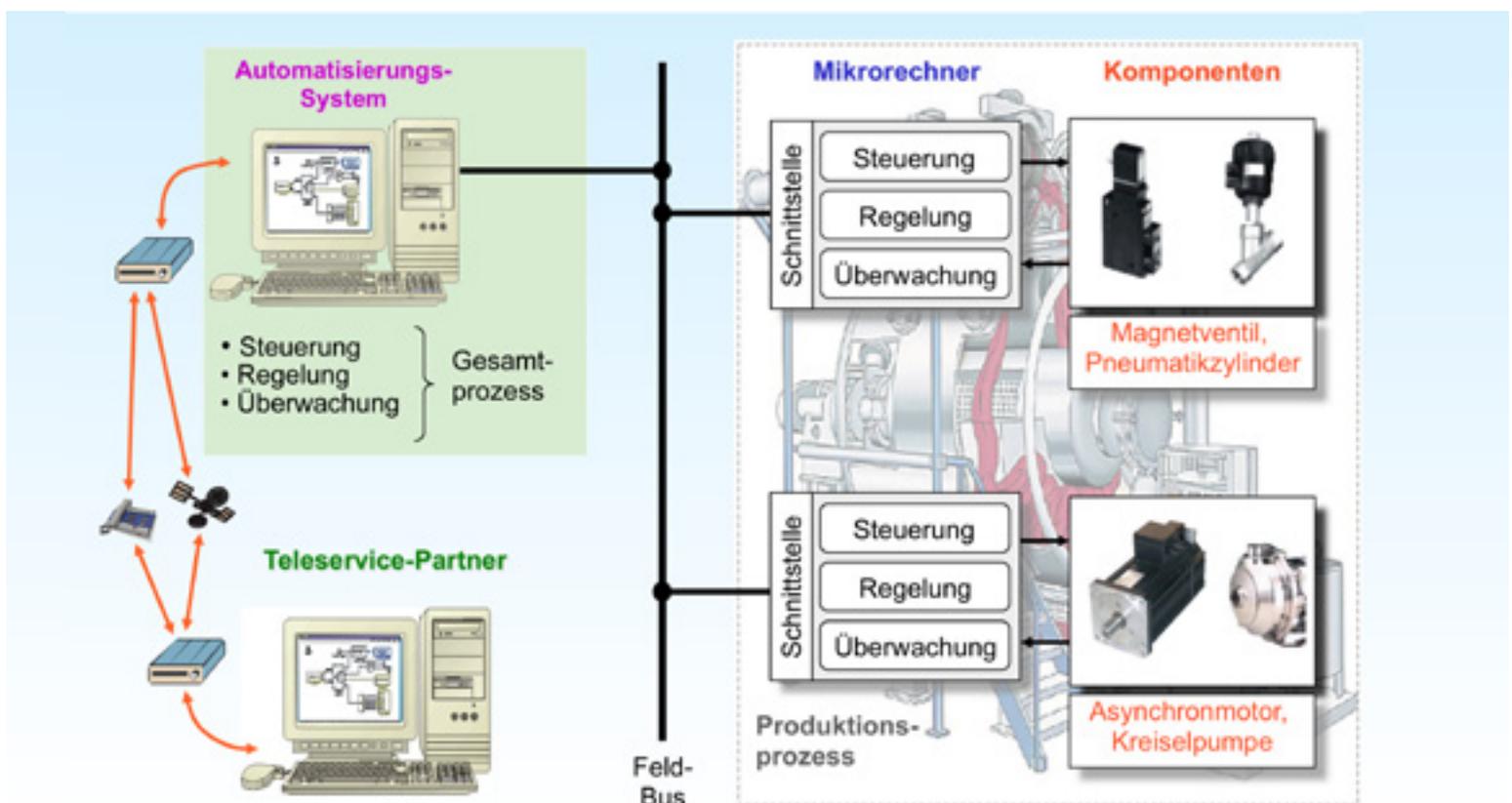
(Abb. 4). Grundlage sind die über verschiedene Kommunikationswege (Festnetz- und Mobiltelefon, Internet) übertragenen Meldungen der Anlage. Hierbei bietet sich besonders eine Datenverdichtung zu aktuellen Kennwerten (Symptomen) an der Anlage an. Der Teleservice ist besonders für Hersteller mit größerem Exportanteil

von zunehmender Bedeutung. Somit erlaubt eine wissensbasierte Fehlerdiagnose vor Ort oder in Teleservicestationen in Verbindung mit anderen Informationen eine Verbesserung der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit und Sicherheit.

**risermann@iat.tu-darmstadt.de**

*Literatur*

- [1] Isermann, R. (2010), *Modellbasierte Überwachung und Fehlerdiagnose von kontinuierlichen technischen Prozessen, at-Automatisierungstechnik* 58, 291–305.
- [2] Isermann, R. (2011), *Fault diagnosis applications*, Springer Verlag, Berlin.
- [3] Isermann, R. (Hrsg.) (2010); *Elektronisches Management motorischer Antriebe*, Vieweg + Teubner, Wiesbaden.
- [4] Riegler, T. (2005), *Teleservice life*, *VDMA-Nachrichten* 08, S. 73.



**Abb. 4** Überwachung und Fehlerdiagnose im Rahmen eines Teleservices

## Bewährtes Lösungskonzept

Über 12 Jahre Betrieb der Abwasserpumpen innerhalb der PCK Raffinerie GmbH

Die Zeit wird immer schneller und die gesetzten Ziele immer anspruchsvoller. Gerade deshalb ist es um so wichtiger auch einmal einen Blick zurück zu wagen, ob sich die umgesetzten Ziele auch bewährt haben. Die PCK Raffinerie GmbH in Schwedt/Oder stand 1997 vor der Aufgabe, die gesamten unterirdischen Kanalsysteme zu sanieren. Der Auftrag für die Planungen im Rahmen der behördlichen Genehmigungen sowie für die anschließende Ausführungsplanung erhielt das Ingenieurbüro IPSC in Schwedt. Im Wesentlichen wurden zwei Lösungsansätze verfolgt und miteinander verglichen.

Der konventionelle Ansatz war, die in der Erde liegenden Rohrsysteme zu erneuern. Das zweite Lösungskonzept sah vor, an jeder Anlage eine Pumpstation zu setzen. Dabei werden die Slop-Produkte der Produktionsanlage sowie das anfallende Regen- und Oberflächenwasser über ein vorhandenes Rohrleitungsnetz auf den Rohrbrücken in die zentrale Abwasseraufbereitung gepumpt. Den Zuschlag erhielt der zweite Lösungsansatz

Die PCK Raffinerie GmbH nahm Gespräche mit verschiedenen Pumpenherstellern auf. Da auch korrosive Stoffe in die Gruben gelangen konnten, wurde die Mindestanforderung an den Werkstoff der Medium be-

rührten Teile mit Duplex 1.4462 definiert. Die Designtemperatur von 80 °C schloss den Einsatz von Tauchmotorpumpen aus. Letztlich spezifizierte PCK Tauchpumpen mit trocken aufgestelltem IEC-Normmotor. Das Einschaltniveau für die Pumpen musste so gewählt werden, dass ein Zurückstauen in die Zulaufkanäle vermieden wird. Es ergaben sich dadurch Einbaulängen von 2,5 bis 5 m.

Der Schweizer Pumpenhersteller Emile Egger & Co. GmbH, war einer dieser möglichen Lieferanten, für den aus technischer Sicht sprach, dass er ein Spezialist für feststoffbeladene Flüssigkeiten ist. Die patentierte Turo®-Freistromhydraulik verfügt über einen freien Kugeldurchgang in Größe des Druckstutzens. Eine Verstopfung ist ausgeschlossen und gröbere Feststoffe wie Steine, Äste, Schrauben etc. passieren die Pumpe problemlos. Zu dem ist die Pumpe autark, das bedeutet, sie kommt komplett ohne externe Versorgung wie Sperrflüssigkeit aus. Die Wellenabdichtung als einfach wirkende Gleitringdichtung sitzt unmittelbar hinter dem Laufrad. Die darüber liegenden Gleitlager werden mit einer sauberen Flüssigkeitsvorlage geschmiert und kommen nicht mit dem Fördermedium in Berührung. Durch ein Wasser-Glykol-Gemisch sind die Pumpen zusätzlich frostsicher. Auch die sehr positive Betriebserfahrung



Positive Betriebserfahrung – Pro Abwasserstation sind zwei SG-Pumpen der Firma Egger platziert.

mit bereits eingesetzten Schachtpumpen war der Grund dafür, den Auftrag für insgesamt 48 Pumpen dieser Bauart 1998 bei der Firma Egger zu platzieren. Pro Abwasserstation sind zwei Pumpen installiert. Die Grundlastpumpe wird niveaubhängig drehzahl geregelt betrieben. Die zweite Pumpe mit fester Drehzahl dient als Reserve und als Überlastpumpe, die bei Starkregen parallel zugeschaltet wird.

Nach nun ca. 12 Jahren Betriebsdauer kann positiv festgestellt werden, dass sich die Egger-Pumpen der Bauform SG bewährt haben. In diesem Zeitraum wurden auch andere Pumpengruben mit diesen Pumpen bestückt. In 2011 hat Egger die 100. Schachtpumpe geliefert. Darunter sind auch fünf Zone 0 Pumpen.

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



## PUMPEN – ARMATUREN – SERVICE

Klaus Union GmbH & Co. KG  
Blumenfeldstr. 18  
44795 Bochum  
Germany

Telefon +49 234 45 95 - 0  
Telefax +49 234 45 95 - 7000

E-Mail: [info@klaus-union.de](mailto:info@klaus-union.de)  
[www.klaus-union.de](http://www.klaus-union.de)

 **KLAUS  
UNION**  
QUALITY IS OUR SUCCESS

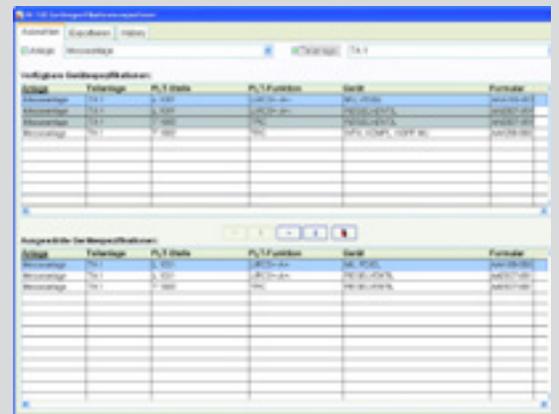
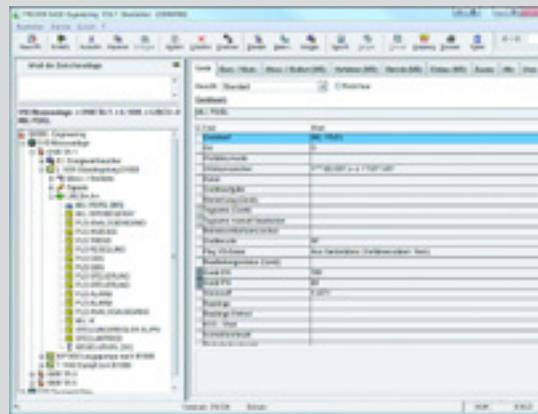
# Automatisierungstechnik für eine Chlorsilan-Anlage

Uwe Reinhardt, Rösberg Engineering GmbH

**Kaum eine Branche ist der Krise zum Trotz so sehr gewachsen wie die Photovoltaikindustrie. Mit dem Wachstum einher geht der Bedarf nach den entsprechenden Rohstoffen. Hochreines, polykristallines Solarsilizium (PCS) beispielsweise ist in der Photovoltaikindustrie ein begehrter Rohstoff zur Herstellung von Solarzellen. Eine entscheidende Vorstufe in dessen Herstellung ist das Erzeugen von Chlorsilanen. Evonik baute im italienischen Sinich eine Chlorsilan-Anlage, die vor Kurzem in Betrieb genommen wurde.**



**Abb. 1** Mess- und Regeltechnik sorgt dafür, dass die Chlorsilan-Anlage in Sinich, Italien zuverlässig, sicher und effektiv arbeitet



**Abb. 2a, b** Eine Anlage mit fast 2.000 Messstellen erfordert natürlich eine gründliche Planung und zuverlässige Verwaltung der eingesetzten MSR-Technik

Chlorsilane werden durch Hydrochlorierung von metallurgischem Silizium in einer Wirbelschicht gewonnen. Durch Destillation lassen sich Chlorsilane in die hochreinen Endprodukte Trichlorsilan und Siliziumtetrachlorid auftrennen. Diese dienen als Einsatzstoffe für die Herstellung von hochreinem PCS nach dem Siemens-Verfahren.

## Prozesstechnik verstehen

Keine Anlage arbeitet zuverlässig, sicher und effektiv ohne die entsprechende Mess- und Regeltechnik. Das gilt auch für die Chlorsilan-Anlage in Sinich (Abb. 1). Die Rösberg Engineering GmbH wurde mit der Realisierung von MSR- und Elektroplanungsleistungen sowie der Konzeption und Umsetzung von Hard- und Software für das benötigte Prozessleitsystem beauftragt. Das Unternehmen arbeitet schon seit Jahrzehnten als Dienstleister eng mit Evonik und besonders mit dessen Engineering-Bereich zusammen. Über die Jahre sind immer größere Projekte dazu gekommen. Für diese Projekte übernahm das verantwortliche Team aus der Niederlassung in

Ludwigshafen die komplette Automatisierungsplanung sowie einen Großteil der Elektroplanungsleistungen.

Als Planungsgrundlage lieferte Evonik Aufstellungspläne der Anlage, Verfahrensfließbilder, R&I-Fließbilder sowie Messstellenlisten. Ebenfalls wurden die Verfahrensdaten in das PLT-CAE-System Prodok importiert. Basierend auf diesen Grundlagen wurden dann die geeigneten Messverfahren samt passenden Geräten spezifiziert und ausgewählt. Gerade im Detail-Engineering kommt es bei der Spezifikation und Geräteauswahl darauf an, für jedes Medium und Verfahren die geeignete Technik einzusetzen. Dies erfolgt in enger Abstimmung mit dem Kunden.

## Sichere Anlagen bauen

Eine Anlage mit fast 2.000 Messstellen erfordert natürlich eine gründliche Planung. Dazu gehörte das Erstellen eines Messstellenverzeichnisses, das Spezifizieren von Sensorik und Aktorik – teilweise nach NE100 – einschließlich der entsprechenden

Auslegungsberechnungen sowie technische Angebotsvergleiche. In einem 3D-Modell-Check wurde dann nochmals geprüft, ob die ausgewählten Mess- und Regelgeräte richtig in die Rohrleitungen und Behälter eingeplant wurden und ob sie im Kontext der Anlage alle Anforderungen erfüllten. Selbstverständlich waren auch Detail- und Montageplanung Teil der MSR-Planungsleistungen (Abb. 2). Dazu zählte die Erstellung der Montageanordnungen sowie der Einbauzeichnungen. Für die Trassenplanung, die Erstellung der Kabellisten und des Leistungsverzeichnisses für Montagearbeiten trug Rösberg ebenfalls die Verantwortung. Weil man es in der Anlage mit Ex-Bereichen zu tun hatte, galt es zudem, die entsprechenden Nachweise zur Eigen-sicherheit zu berücksichtigen. Auch das Thema funktionale Sicherheit war in dem Zusammenhang zu beachten. Ebenfalls mussten die hohen Anforderungen an die Sicherheit und Verfügbarkeit der Anlage optimal erfüllt werden. Hierfür wurden alle notwendigen SIL-Berechnungen durchgeführt und die entsprechenden Sicherheitsanforderungen umgesetzt.

Bei der Elektrotechnik für die Chlorsilan-Anlage kommen teilweise auch Lösungen im Mittelspannungsbereich zum Einsatz. Auch hierfür wurden Konzept, Planung und Spezifizierung übernommen. Es wurden unter anderem Einliniendiagramme für die Energieverteilung und der Anordnungsplan für den MSR-Schaltraum erstellt. Weiter umfasste das Aufgabenspektrum in diesem Bereich die Spezifizierung von Leistungstransformatoren bis 2,5 MVA und zusammen mit dem Kunden die Konzepterstellung für Erdung und Potenzialausgleich. Ebenfalls musste an die nötige Beleuchtung samt Not-, Ersatz- und Sicherheitsbeleuchtung sowie die Auslegung der elektrischen Begleitheizungen gedacht werden. Damit es im Falle eines Falles nicht zu Problemen kommt, galt es natürlich auch, die entsprechenden USV-Anlagen samt USV-Verteilung und Notstromaggregaten zu spezifizieren. Für die gesamte MSR-Planung arbeiteten die Mitarbeiter von Rösberg mit dem PLT-CAE-System Prodok (siehe Kasten), das einen integrierten Planungsprozess nach einheitlichen Regeln ermöglicht.

### Kein Prozess ohne Steuerung

Schließlich galt es auch die passende Steuerung auszuwählen und zu programmieren. Für die Chlorsilan-Anlage fiel die Wahl auf drei hochverfügbare Siemens-Steuerungen (AS CPU 417-4H) mit redundantem OS-Server. Das Erstellen der Software für das Prozessleitsystem war ebenso Teil des Projektumfangs wie die Fertigung und Lieferung der Systemschränke.

Am Ende standen zudem natürlich die Werksabnahme (FAT Factory Acceptance Test), die Vor-Ort-Abnahme (SAT Site Acceptance Test) und zu guter Letzt die Inbetriebnahme. Zirka 95% dieses Projektes wurden am Ludwigshafener Rösberg-Standort geplant und realisiert. Nur etwa 5% der Zeit machten Arbeiten vor Ort in der Anlage mit Installieren, Testen und Inbetriebnahme aus. Inzwischen ist das Projekt abgeschlossen und die Erstinbetriebnahme erfolgt.

[info.ka@rosberg.com](mailto:info.ka@rosberg.com)

**Rösberg auf der ACHEMA 2012**  
**Halle 11, Stand C3**

### Prodok – elektronische Anlagendokumentation

Moderne verfahrenstechnische Anlagen können nur dann effektiv betrieben werden, wenn die Daten aus der Planungsphase auch für Betrieb, die Instandhaltung und Modernisierung verfügbar sind. Anlagenrealität und Dokumentation müssen verlässlich übereinstimmen, denn nur wenn alle Daten konsistent sind, lassen sich kostspielige Neueingaben und unnötiger Engineering-Aufwand vermeiden. Hier ermöglicht das PLT-CAE-System Prodok einen integrierten Planungsprozess nach einheitlichen Regeln. Die Funktionen umfassen Basis-, Funktions-, Ausführungs- und Montageplanung bei Neubauten, Änderungen oder Ergänzungen von Anlagen und unterstützen bei der Betriebsbetreuung. Die webbasierte Software LiveDOK bietet einen effizienten Zugriff auf die elektronische Anlagendokumentation und gewährleistet deren Pflege und Konsistenz während des gesamten Lebenszyklus.

# Resolve it



**EP**  
**USP**  
**BP**

- Salze
- Säuren
- Laugen
- Lösungsmittel

**in Pharmaqualitäten für die Analytik und die Produktion.**

... zu beziehen über den lokalen Laborfachhandel  
Adressen finden Sie unter  
[www.applichem.com/kontakt/distributoren/national](http://www.applichem.com/kontakt/distributoren/national)

**Achema Frankfurt**  
**Halle 4.2 | Stand E77**

**AppliChem**  
BioChemicals | Chemical Synthesis Services



# Thermodynamik in Perfektion

Die Neuen PRESTO® von JULABO

**JULABO bringt mit den neuen PRESTO® eine komplett neue Generation Hochdynamischer Temperiersysteme auf den Markt. Ob Reaktortemperierung, Materialstresstests oder Temperatursimulation, die neuen PRESTO® sind dafür geschaffen, Temperaturen hochpräzise zu regeln und schnelle Temperaturwechsel zu gewährleisten. Mit hohen Kälte- und Heizleistungen decken die ersten Modelle der neuen Generation einen Arbeitstemperaturbereich von -80 °C bis +250 °C ab. Durch den Einsatz hocheffizienter Komponenten können sie exo- und endotherme Reaktionen extrem schnell kompensieren.**



Mit den neuen PRESTO® bietet JULABO Spitzen-Technologie für moderne Labors an. Zur hochpräzisen Regelung von Temperaturen und zur Kompensation schneller Temperaturwechsel bieten die neuen PRESTO® 2,7kW Heizleistung. Die neuen PRESTO® sind äußerst robust und arbeiten selbst bei erhöhten Raumtemperaturen bis +40°C zuverlässig. Die integrierte Kältemaschine und das interne, gekühlte Expansionsgefäß fangen Volumenänderungen im Wärmetauscher permanent auf.

## Pumpen mit Power

Leistungsstarke, magnetgekoppelte und damit wartungsfreie Pumpen sorgen in den neuen PRESTO® für hohe Durchflussraten bei gleichbleibendem Druck.

Die erforderlichen Drücke werden dabei unter ständiger Kontrolle aufgebaut, um die Applikationen zu schützen. Viskositätsänderungen des Temperiermediums werden durch die Pumpen dynamisch ausgeglichen. Permanente interne Überwachungen und die Selbstschmierung der Pumpen gewährleisten eine hohe Lebensdauer der neuen PRESTO®. Die benötigte Pumpenleistung kann dabei entweder über vier Stufen oder über einen vorgegebenen Druckwert geregelt werden.

## Neue Maßstäbe in Sachen Bedienkomfort

Besonders charakteristisch bei den neuen PRESTO® ist das integrierte 5,7" Farb-Industrie-Touchpanel. Es bietet eine klare

und übersichtliche Darstellung aller wichtigen Informationen und steigert zudem wesentlich den Bedienkomfort.

Per Passwortverwaltung lassen sich über eine Administratorebene bis zu zwei weitere Nutzerebenen einrichten. Das erleichtert die Abläufe im Labor.

Der verantwortliche Administrator kann häufige Alltagsarbeiten im Voraus parametrieren und die Mitarbeiter mit eingeschränkten Zugriffsrechten rufen diese Einstellungen nur noch ab.

## Viele nützliche Features

Der Labor-Alltag wird durch viele weitere Vorteile erleichtert. Die neuen PRESTO® arbeiten im gesamten Arbeitstemperaturbereich mit ein und derselben Temperierflüssigkeit. Das erspart häufige Wechsel des Temperiermediums und erleichtert die Bevorratung. Die Befüllöffnung befindet sich bei den neuen PRESTO® leicht zugänglich an der Oberseite. Dank einer flüsterleisen Arbeitsweise sind die neuen PRESTO® im Labor kaum zu hören. Die neuen PRESTO® sind als luft- oder wassergekühlte Geräte erhältlich.

Wie bei allen Geräten von JULABO haben auch die neuen PRESTO®-Geräte geschlossene Seitenwände ohne Lüftungsschlitze. Damit reduziert sich die benötigte Stellfläche inklusive angrenzendem Nutzraum auf ein Minimum. Diesen Geräten wird es somit nichts ausmachen, wenn es links und rechts ein wenig eng wird.

## Umfangreiche Schnittstellen!

Dank umfangreicher Schnittstellen können die neuen PRESTO® über Netzwerke ferngesteuert und in Leitsysteme eingebunden werden.

Die neuen PRESTO® verfügen über eine Ethernet-Schnittstelle für die Netzwerk- anbindung. Über diese Schnittstelle haben Sie vollen Zugriff auf alle Bedienfunktionen der neuen PRESTO®, wobei dazu das User-Interface des Touchpanels 1:1 auf dem Monitor des Netzwerk-PCs abgebildet wird.

Über die USB-Schnittstelle – bei dynamischen Temperiersystemen ein Novum – können die neuen PRESTO® auch gänzlich ohne Kabel per Funk vom Arbeitsplatz aus bedient werden. Dazu bietet JULABO die bewährte Lösung WirelessTEMP an.

## Umfassender Service und Support vor Ort

Kompetente Beratung, gemeinsame Suche mit dem Kunden nach passenden Lösungen und viele weitere Serviceleistungen sichern dem Nutzer von JULABO Geräten die optimale Temperierlösung. Mit Installation und Kalibrierung, Bereitstellung von Unterlagen zur Gerätequalifizierung und Anwendungsschulungen unterstützt JULABO seine Kunden, damit die Anwender ihr JULABO Gerät schnell und sicher beherrschen und langfristig nutzen können.

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

## Industriemikroskopie

### Leistungsstarke, intuitive und flexible Analyse

Das neue schwenkbare Zoom-Mikroskop DSX100 von Olympus fungiert als komplettes Inspektionssystem. Bei der Inspektion von Proben ist es grundsätzlich wichtig, dass der Anwender das Objekt aus jedem Winkel im Detail betrachten kann. Dies ist mit dem DSX100 durch die freie Winkeleinstellung möglich. Die Möglichkeit, Bilder auf dem Bildschirm zusammenzufügen, bietet dem Nutzer ein großes Sehfeld, sodass der Anwender das gesamte Objekt in außergewöhnlicher Schärfe betrachten kann. In Kombination mit dem großen Arbeitsabstand, der soliden Bauweise und der einfach zu bedienenden

Benutzeroberfläche eignet sich das DSX für jeden Anwender, der im Bereich Forschung und Entwicklung oder Qualitätskontrolle tätig ist.

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



## Schlauchpumpen

### Robust und zuverlässig

Bei der Entwicklung der Verderflex Dura Schlauchpumpen wurde besonderer Wert auf einen möglichst einfachen und schnellen Schlauchwechsel gelegt, um die Wartungszeit und die Wartungskosten so gering wie möglich zu halten. Eine revolutionäre Schlaucheinbindung kommt ohne die sonst üblichen Klemmverbindungen oder Schlauchschellen aus. Trotz der kompakten Bauform sind Getriebe und Pumpe optimal geschützt, es kann zu keiner Kreuzkontamination zwischen Getriebeöl und Schmiermittel der Pumpe kommen. Die einzigartige Antriebskonzeption verbessert den Wirkungsgrad deutlich und verringert so die Energiekosten. Die vier Baugrößen der Verderflex Dura Schlauchpumpen ermöglichen eine maximale Fördermenge von 3,5m<sup>3</sup>/h bei maximal 12 bar.

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



**ACHEMA 2012**  
**Halle 8, Stand B27**

## Kreiselpumpe

### Qualität im Doppelpack

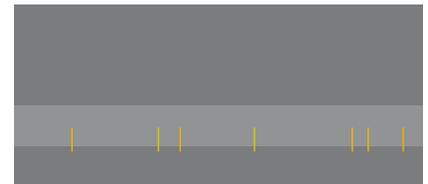
Unter dem Motto „Qualität im Doppelpack“ entwickelte die Klaus Union GmbH & Co. KG, der Spezialist für Magnetantriebe aus Bochum, in Zusammenarbeit mit der Firma SICcast Mineralguß GmbH & Co. KG, Hersteller von Produkten aus Siliziumkarbid Mineralguss aus Witten (Düchtling Pumpen), eine neue, verschleißfeste magnetgekuppelte Kreiselpumpe. Bei dieser Produktneuheit bestehen Gehäuse und Laufrad aus Siliziumkarbid Mineralguss, der Gehäusedeckel ist produktseitig mit demselben Material nach einem patentierten Verfahren beschichtet.

[www.klaus-union.de](http://www.klaus-union.de)



**ACHEMA 2012**  
**Halle 8.0, Stand B88**

**chem2biz**  
Turning Your Ideas Into Business



## Start-up?

Wir helfen Ihnen bei Ihrem Unternehmensstart in der Chemiebranche durch:

- maßgeschneiderte Beratungspakete: Gründungs- und Wachstumsberatung
- Räumlichkeiten: Labor, Technikum, Lager, Büro
- Technische Serviceleistungen: Analytik, Beratung (z.B. Scale-up), Contract Manufacturing
- Office Services
- Networking

[www.chem2biz.de](http://www.chem2biz.de)

Kontakt chem2biz  
fon: +49 621 5953-0  
mail: info@chem2biz.de

Eine gemeinsame Initiative der  
TZL - TechnologieZentrum Ludwigshafen  
am Rhein GmbH und BASF SE



TZL-TechnologieZentrum  
Ludwigshafen am Rhein

# Was es alles gibt

## Koordinatenmessgerät

### Zuwachs für die O-Inspect-Reihe

Ab sofort ist das Koordinatenmessgerät O-Inspect 322 auf dem Markt verfügbar. Es ist das kleinste Gerät, mit dem Carl Zeiss das Anwendungsspektrum seiner Koordinatenmessgeräte weiter ausbaut. Das Gerät vereint taktiles Zeiss Scanning und optisches Messen. Damit gibt es diese Kombination jetzt in zwei Größen: O-Inspect 322 und das bisherige Messgerät O-Inspect 442. Beide nutzen die gleiche Sensorik und gleiche Funktionen, unterscheiden sich aber in den Messbereichen. In vielen Branchen sind die zu prüfenden Bauteile



nicht mehr als handflächen-groß, etwa Handyschalen oder künstlicher Zahnersatz. Für die Messung solcher Bauteile gibt es O-Inspect 322.

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

**ACHEMA 2012  
Halle 4.2, Stand G66**

## Hightechwerkstoff

### Dichtungsinnovation für den Tieftemperaturbereich

COG präsentiert exklusiv auf der Achema den neuen FFKM-Werkstoff Perlast ICE G75LT. Dieser innovative Hightechwerkstoff setzt neue Maßstäbe im Einsatz bei extrem tiefen Temperaturen und ist überall dort anwendbar, wo hohe und/oder tiefe Temperaturen vorhanden sind und gleichzeitig aggressive chemische Einflüsse herrschen. Hierzu zählen unter anderem Anwendungen in der Öl- und Gasindustrie, chemischen Prozesstechnik, in der Lebensmittel- und Pharmaindustrie, der Bioanalytik sowie in der Luft- und Raumfahrttechnik.



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

**ACHEMA 2012  
Halle 9.0, Stand E14**

## Stellmotoren

### Einer für alle: Stellmotor ARM

Die neuen elektrisch betriebenen Stellmotoren der Serie ARM von AFRISO wurden für den automatisierten Betrieb von wasserbasierten Heizungs- und Kühlsystemen konzipiert und sind universell zur Regelung von 3-/4-Wege-Mischventilen DN 20 bis DN 50 einsetzbar. Die Stellmotoren ARM 323, ARM 434 und ARM 443 benötigen ein digitales 3-Punkt Eingangssignal und werden mit AC 230 V versorgt. Für Analogsignale 0(2)-10 V, 0(4)-20 mA und eine Versorgung über AC/DC 24 V wurde der Bautyp ARM 994 entwickelt, der im Vergleich zu den anderen Motoren ein höheres Drehmoment



(10Nm statt 6Nm) aufweist. Der lautlose und wartungsfreie Stellmotor ARM hat einen Drehwinkel von 0/90° und eine Umschaltmöglichkeit von Automatik in Handbetrieb, wobei über einen skalierten Drehknopf eine schnelle und präzise Einstellung des Mischventils vorgenommen werden kann.

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

## Psychrometergeber

### Hochgenaue Messung der Luftfeuchte

Der neue digitale Psychrometergeber FPA 836-3P3 von Ahlborn ist mit zwei hochgenauen Pt 100-Temperaturfühlern ausgestattet. Die Fühler bieten am Messgerät eine Auflösung von 0,001 K ohne jeden Linearisierungsfehler. Damit werden die Trocken- und Feuchttemperaturwerte präzise erfasst. Auf Basis der Formeln von Dr. Sonntag und unter Berücksichtigung des Enhancementfaktors nach W. Bögel werden alle Feuchtemessgrößen exakt berechnet. Außerdem sind die Fühler ab Werk in mehreren Punkten justierbar, dabei wird



die Fehlerkurve im Stecker abgelegt.

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

**ACHEMA 2012  
Halle 11.1, Stand F74**

## Förderschläuche

### Für hohen Durchsatz an abrasiven Feststoffen

Bei der Entsorgung hoch abrasiver Feststoffe wie Sand, Kies, Getreide, Scherben und Späne bedarf es besonders robuster Förderschläuche. Der NORPLAST PUR 387 von NORRES eignet sich zu diesem Zweck besonders gut als Förderschlauch in Glashütten, Hafenanlagen, Stahlwerken, Steinbrüchen, Werften, Zementwerken etc. Der

extrem abriebfeste Saug- und Förderschlauch eignet sich besonders für hohen Durchsatz an extrem abrasiven Feststoffen wie Sand, Kies, Getreide, Scherben und Späne. Der Schlauch besitzt eine ca. 2,5- bis 5-mal bessere Abriebfestigkeit als die meisten Gummimaterialien und ca. 3- bis 4-mal abriebfester als die meisten Weich-PVC.



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

## Thermodynamik in Perfektion

Julabo hat mit Presto A80 und W80 zwei weitere hochdynamische Temperiersysteme auf den Markt gebracht. Beide Geräte decken einen Arbeitstemperaturbereich von  $-80^{\circ}\text{C}$  bis  $+250^{\circ}\text{C}$  ab, bieten 1,2 kW Kälteleistung, 1,8 kW Heizleistung, sind robust und arbeiten zuverlässig selbst bei erhöhten Raumtemperaturen bis  $+40^{\circ}\text{C}$ . Durch den Einsatz hocheffizienter Komponenten können diese Geräte exo- und endotherme Reaktionen extrem schnell kompensieren.

Besonders charakteristisch bei den neuen PRESTO ist die interaktive Benutzerführung über den integrierten 5,7" Farb-Industrie-Touchscreen.

Umfangreiche Schnittstellen erlauben einen flexiblen Einsatz im Labor, die Fernsteuerung

über ein Ethernet-Netzwerk, die kabellos Steuerung via Julabo's WirelessTEMP Lösung oder die Einbindung in Leitsysteme.

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



**ACHEMA 2012**  
**Stand 4.2 J38**

## Neuheiten für die Prozessindustrie

Huber Kältemaschinenbau präsentiert auf der diesjährigen Achema zahlreiche neue und verbesserte Temperiergeräte für die Prozessindustrie. Das Highlight unter den Messeneuheiten wird die neue Reglergeneration Pilot ONE<sup>®</sup> sein. Unter dem Motto „Einer für alle – Alle mit einem!“ wird ein gänzlich neu entwickelter Reglereinschub mit modernster Touchscreen-Technik und dem Look & Feel aktueller Smartphones gezeigt. Der neue Pilot ONE<sup>®</sup> passt auf alle Unistate, Unichiller und Compatibel Control Thermostate. Dank der einzigartigen Plug & Play-Technologie von Huber wird dadurch nahezu das gesamte Geräteprogramm auf einen Schlag modernisiert und mit neuen Funktionen aufgewertet. Und das Beste: der



Regler ist voll rückwärtskompatibel zu älteren Modellen.

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

**ACHEMA 2012**  
**Halle 4.2, Stand B49**

## Nachhaltig, sicher und effizient

Mit Focus on Solutions präsentiert ProMInent auf der ACHEMA seine Kompetenz und sein Prozessverständnis am Beispiel der Kühlwasseraufbereitung. Anwendungshighlights sind Produkte und Lösungen, mit denen der Kühlwasser- sowie Chemikalienverbrauch reduziert werden. Gleichzeitig lassen sich Korrosion, Ablagerungen und biologisches Wachstum vermeiden. Als ganzheitliche Lösung werden Möglichkeiten zur umweltschonenden Dosierung und nachhaltigen Wasseraufbereitung mit höchster Effizienz und Anwendungsorientierung gezeigt. Erstmals werden in Halle 8 auf Stand J94 auch die vollkommen überarbeiteten Motordosier-

pumpen der Baureihe Sigma und die innovative Prozesspumpe Zentriplex präsentiert. Die Sigma bietet Sicherheit, Effizienz und Umweltschutz als Standard. Die Zentriplex besticht durch ihre hohe Leistung und hohen Wirkungsgrad bei minimaler Standfläche und geringem Gewicht.

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



## Nie wieder Ölwechsel.

### PC 3012 NT VARIO



- der neue Chemie-Pumpstand für hohe Vakuumanforderungen im Kilolabor und Miniplant
- die sinnvolle Alternative zu Drehschieberpumpen
- effiziente VARIO<sup>®</sup>-Prozessregelung

*vacuubrand*

VACUUBRAND GMBH + CO KG  
Alfred-Zippe-Straße 4 · 97877 Wertheim  
T +49 9342 808-5550 · F +49 9342 808-5555  
info@vacuubrand.com · www.vacuubrand.com

**Vakuumentchnik im System**

## Neue Chemienormpumpe für den Weltmarkt

Erstmalig präsentiert die KSB Aktiengesellschaft auf der diesjährigenACHEMA die modernste Entwicklungsstufe ihrer Chemienormpumpen. Die neue Baureihe MegaCPK zeichnet sich vor allem durch eine hohe Leistungsdichte und damit durch einen sehr sparsamen Energieverbrauch aus. Sie ist eine Weiterentwicklung der weltweit erfolgreichen Baureihen CPK, CPKN und Megachem.

Bei gleichen Förderdaten und Betriebsbedingungen kann der Anwender im Vergleich zur früheren Generation und Wettbewerbsprodukten kleinere Pumpengrößen auswählen. Das spart nicht nur Strom im Betrieb, sondern mindert auch die Investitionskosten. Um das Risiko einer eventuell auftretenden Kavitation zu minimieren, legten die Entwickler großen Wert auf gutes Saugverhalten mit einem niedrigen NPSH-Wert. So können die Pumpen auch unter schwierigen Betriebsbedingungen ruhig und stabil laufen. Das sichert ihre Zuverlässigkeit und erhöht die Verfügbarkeit einer ganzen Anlage.

**ACHEMA 2012**

**Halle 8.0, Stand H14**

Explosionsschutz

## Nachhaltige Explosionsschutzmaßnahmen für ein Höchstmaß an Sicherheit

Vor dem Hintergrund der schweren Explosionen, die sich trotz strenger Regularien und Schutzmaßnahmen Anfang dieses Jahres in zwei Chemiewerken in Nordrhein-Westfalen ereigneten, wird einmal mehr die Notwendigkeit eines konstruktiven Explosionsschutzkonzeptes in chemischen Produktionsanlagen deutlich. Denn überall dort, wo explosionsfähige und sogar toxische Stäube

verarbeitet werden, sind Personen und Anlagen einem hohen Risiko ausgesetzt. Mit ihren intelligenten Lösungen zur Reduzierung von Explosionsrisiken kann die in Ratingen ansässige Kidde Brand- und Explosionsschutz GmbH exakt auf die Bedürfnisse der Anlagenbetreiber reagieren und für eine nachhaltige Sicherheit sorgen.

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

Hall-Sensor-IC

## Vielseitig einsetzbar mit hoher Schaltpräzision

Der neue bipolare Halleffekt-schalter A1250 von Allegro MicroSystems bietet extrem sensitive Schaltpunkte für eine Vielzahl von Präzisionsanwendungen. Der IC nutzt das patentierte 4-Phasen-Chopping und zeigt ein sehr geringes Ausgangsrauschen, eine geringere Schalthpunkt-drift über Temperatur sowie kürzere Power-On-Zeiten. Aus der Verbesserung bezüglich Rauschen und Schalt-

punkt-drift ergibt sich eine höhere Schaltpräzision sowie ein verbessertes Jitterverhalten. Die dynamische Offsetkompensation reduziert die Offset-drift des Hallelements, die üblicherweise durch das Vergießen des IC-Gehäuses Temperaturabhängigkeiten und thermischen Stress verursacht wird.

[www.ssg-de.com](http://www.ssg-de.com)

Mittels Finite-Elemente-Methode, einem Berechnungsverfahren zur Festkörpersimulation, ist es gelungen, die Steifigkeit der Aggregate zu erhöhen. Dazu trägt auch der optimierte einteilige Lagerträger bei. Dank einfach zu wartender Gleitringdichtungen, beidseitig gekammerter Gehäusedichtungen sowie eines minimierten Axialschubs erzielen die Pumpen lange Standzeiten. Die Lebenszykluskosten sinken, weil die Betreiber weniger Mittel für Instandhaltung und Wartung aufwenden müssen.

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

Die neue MegaCPK-Baureihe, ausgerüstet mit dem Drehzahlregelsystem PumpDrive und der Überwachungseinheit PumpMeter aus dem KSB-Werk in Pegnitz. (KSB Aktiengesellschaft, Frankenthal)



© KSB Aktiengesellschaft.

Funksystem

## Signale mit einem Dreh im Feld verteilen

Das neue Funksystem Radio-line von Phoenix Contact ist speziell für die drahtlose Signalübertragung in ausgedehnten Anlagen konzipiert. Eine Besonderheit stellt das I/O-Mapping dar, bei dem die Signale der bis zu 250 Stationen ohne Software in der Anlage verteilt werden. Dazu erhalten die Eingangssignale mit Hilfe von Rändelrädern I/O-Adressen, die auf korrespondierende Ausgangsmodule gemappt werden. Da



identische Signale auch mehrfach ausgegeben werden können, ist so eine intelligente Verteilung und Vervielfachung der Signale im Feld möglich.

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

Steckbares Elektroinstallationssystem

## Neue GST18-Verteiler sorgen für mehr Flexibilität

Die GST18-Serie des steckbaren Elektroinstallationssystems gesis® von Wieland Electric wird um verschiedene neue Verteilerblöcke ergänzt. Die Verteiler vereinfachen die Installation von Komponenten und ermöglichen größere Flexibilität in der Installation. Sämtliche Verteiler entsprechen der Norm für Installationssteckverbinder IEC 61535. Der 3-polige h-Verteiler

GST18i3V 1P2 eignet sich, um Geräte mit 3-poligem GST18i3-Eingang, die keinen eigenen GST18-Ausgang haben, mit Spannung zu versorgen und dann direkt auf das nächste Gerät weiter zu verdrahten.

[www.wieland-electric.com](http://www.wieland-electric.com)



## Schutz bei Wartung und Instandhaltung

Die Condition-Monitoring-Einheit DRC MCM XT ermöglicht es, eine zustandsorientierte Wartung und Instandhaltung von Überspannungsschutzgeräten des Typs BLITZDUCTOR® XT, sogar in eigensicheren Messkreisen, durchzuführen. Der im Schutzmodul integrierte LifeCheck® in Verbindung mit der Condition Monitoring-Einheit sowie eine optimierte Software-Performance bilden die Basis für eines der leistungsfähigsten Überwachungssysteme im Überspannungs-schutz auf dem Markt.

Die Ex-Trennfunkstrecken EXFS 100 und EXFS L eignen sich für Einsätze in den Ex-Bereichen der Zonen 1, 2 oder 21, 22. Nach EN 50164-3 geprüft, finden die EX-Trennfunkstrecken überall Anwendung, wo unzulässige Potentialdifferenzen in betriebsmäßig nicht unter Spannung stehenden Anlagenteilen auftreten. Die nach EN 60079 ATEX- und IEC Ex-zertifizierten Trennfunkstrecken weisen mit einem Blitzstoßstrom von 100 kA (10/350 µs) die höchste Blitzstrom-Tragfähigkeitsklasse auf. Weitere Leistungsmerkmale sind eine niedrige Bemessungs-Ansprechstoßspannung, eine hohe 50-Hz-Bemessungs-Stehwechselspannung und ein hoher 50-Hz-Bemessungs-Ableitstrom. Vorkonfektionierte zündfunkenfreie Anschluss-technik ergänzt die kompakten Geräte.



**ACHEMA 2012**  
**Halle 11.1, Stand E15**

## Komfortabler Umstieg bei Ex-Prozessanlagen



Zur Umrüstung bisheriger 15“- und 19“-Bedienstationen im Ex-Bereich bietet R. Stahl mit großformatigen aktuellen Widescreen-HMIs eine zukunfts-sichere Lösung an. Die Migration auf neue Betriebs- oder Prozessleitsysteme ist nicht das einzige sinnvolle Umstiegsszenario: Durch die modernen 22“- und 24“-HMIs erhöht sich durchweg der Bedien- und

Visualisierungskomfort, da sie mit LED-Backlights für eine brillantere Anzeige und besser ablesbare Bilder sorgen. Auch im Zusammenspiel mit Leitsystemen älterer Generationen macht sich dies bereits deutlich positiv bemerkbar.

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

**ACHEMA 2012**  
**Halle 11.1, Stand E41**

## Leuchtenanschluss für konventionelle Elektroinstallation

Der Steckverbinder 770-6229 von Wago bietet alle Vorteile eines steckbaren Leuchtenanschlusses. Er wird an die konventionelle Elektroinstallation des Gebäudes angeschlossen und anschließend von außen auf die Linect-Leuchte aufgerastet. Dadurch gestaltet sich bei Wartungsarbeiten oder späteren Nutzungsänderungen der Leuchtenwechsel einfach und schnell. Eine Unterbrechung des Stromkreises ist hier

bei nicht erforderlich. Der 3-polige Linect-Steckverbinder ist fehlsteckgeschützt und mit Cage-Clamp-S-Anschluss-technik ausgestattet.

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



**ACHEMA 2012**  
**Halle 11.1, Stand E64**

## Coating-Lösung für Crispies

Beim Coaten, dem Beschichten oder Umhüllen von Partikeln, stehen verschiedene verfahrenstechnische Alternativen zur Auswahl. Eine von Lödige realisierte Lösung zur Verarbeitung so genannter Crispies in einem Pflugscharmischer zeigt: Bei einer exakten Steuerung der Pro-

zessparameter lassen sich auch anspruchsvolle Coating-Aufgaben mit vergleichsweise kostengünstigen Lösungen umsetzen.

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

**ACHEMA 2012**  
**Halle 6, Stand D1**

## Höchste Gesamteffizienz

In den erneuerten und erweiterten Abwasserpumpen der Grundfos SE- und SL-Baureihen findet die Geschichte der äußerst zuverlässigen und bewährten Grundfos-Produkte ihre Fortsetzung. Die neuen Baureihen bestehen aus technologisch ausgereiften Pumpen für die Handhabung von Abwasser.

nen Grundfos die optimale Leistung seiner Pumpen und Pumpensysteme sicherstellt.

Ausgelegt für die anspruchsvollsten Anforderungen und Einsatzbedingungen sind die Abwasserpumpen der SE- und SL-Baureihen von Grundfos jetzt mit den neuesten innovativen Technologien und Funktionalitäten ausgestattet, mit de-

Diese Abwasserpumpen für hohe Beanspruchungen bieten dank der IE3-Motoreffizienz und der neuen Hydraulikausführung den bisher besten Gesamtwirkungsgrad, d. h. Leitungs-Wasser-Wirkungsgrad. Dazu zählt das neue S-Tube-Laufrad, das eine hervorragende hydraulische Effizienz und ausgezeichnete Anti-Verstopfungseigenschaften bietet, ohne Kompromisse beim freien Durchgang eingehen zu müssen.

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

## Management Software

### Automatische Informationsbereitstellung

Mit der Version 10 der Ultimo Maintenance Management Software profitieren Anwender von der automatischen Informationsbereitstellung rund um die Endress+Hauser Produkte. Über integrierte Web-Links, zu den im Endress+Hauser W@M Portal hinterlegten Lebenszyklusinformationen der Messtechnik, erhalten die Anwender mehr Detailinformationen zum Produkt bei deutlich reduziertem Aufwand für die Datenpflege. Automatisch bereitgestellt werden beispielsweise Stammdaten, Dokumentation, Ersatzteillisten und Ereignisinformationen aus dem Gerätelebenszyklus. Die Verbindung zwischen den Geräteinformationen in Ultimo Maintenance Management und dem W@M Portal erfolgt über die Seriennummer des jeweiligen Gerätes und wird durch das auf Web-Services basierende Endress+Hauser „W@M Application Interface“ ermöglicht. Anwender loben die spürbare Qualitäts- und Effizienzsteigerung in der Instandhaltung sowie die erhebliche Zeit- und Kostenersparnis durch die Informationsintegration der Endress+Hauser Stammdaten in das Ultimo Maintenance Management.

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



## Ultraschalldurchflussmessung

### Durchflüsse eingriffsfrei messen



Denn Durchflussmessung im Ultraschall-Clamp-On-Verfahren bedeutet:

- keine Prozessunterbrechung zur Installation
- kein Verschleiß durch das Medium
- kein Leckagerisiko
- kein Druckverlust und vor allem
- uneingeschränkte Anlagenverfügbarkeit.

Seit über zwei Jahrzehnten hat die eingriffsfreie Ultraschalldurchflussmessung einen Namen: FLUXUS. In puncto Genauigkeit und Zuverlässigkeit bewährt sich FLUXUS in zahllosen Anwendungen rund um den Globus. Nicht zuletzt in der Chemie mit ihren oft aggressiven und toxischen Medien greift man gerne auf die eingriffsfreie Messtechnik zurück. Als einziger Anbieter weltweit realisiert FLEXIM Clamp-On-Ultraschalldurchflussmessungen im Hochtemperaturbereich bis 400 °C. Einzigartig ist auch das jüngste Erzeugnis aus dem Hause FLEXIM, das Sie selbstverständlich auch an unserem Messestand in die Hand nehmen können: der portable und ATEX-zertifizierte FLUXUS F/G608 für die mobile Durchflussmessung im explosionsgefährdeten Bereich.

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

## Filtration

### „Die Kunst der Filtration“

Auf der Achema in Frankfurt präsentiert Hahnemühle FineArt dem Fachpublikum vom 18.-22 Juni die Ausstellung „Die Kunst der Filtration“. Großformatige Bilder des Künstlers Ralf Lürig, veranschaulichen die faszinierenden Einsatzgebiete der Filtrationsprodukte. Besucher tauchen ein in die vielseitige Welt der Filtration. Neben gemalten Werken verkörpern plastische Objekte die Kunst der individuellen Fertigung. Objektkünstler Andreas Kulpe bindet in seine Unikate Papiere und Filterelemente aus Cellulose und Baumwolle ein. Den Mit-

## Schlauchheber und Hebegeräte

### Chemische Stoffe mit Vakuum-Technik sicher handhaben

Der Vakuum-Schlauchheber JumboFlex 35 mit Rundsauggreifer, wird eingesetzt, um labile Papier- und Kunststoffsäcke sicher zu handhaben. Der Sauggreifer verfügt über eine Schürze, die zwischen Werkstück und Greifer zuverlässig abdichtet. Dank dem FDA-konformen Material ist der Greifer für den direkten Kontakt im Lebensmittel- und Arzneimittelbereich geeignet. Serienmäßig ist der JumboFlex 35 mit einem Schnellwechseladapter ausgerüstet. In wenigen Sekunden kann der Anwender ohne Werkzeug seinen Greifer tauschen. Der Vakuum-Schlauchheber eignet sich dadurch z. B. auch für häufiges und schnelles Umsetzen von Kartons, Kanistern oder Eimern bis zu einem Gewicht von 35 Kilogramm. Mit nur einer Hand lässt er sich ergonomisch und einfach bedienen.

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



**ACHEMA 2012  
Halle 3.1, Stand E15**

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

**ACHEMA 2012  
Halle 4.2, Stand G80**

## Sensor für photometrische Titrationsen

Acht verschiedene Wellenlängen (470, 502, 520, 574, 590, 610, 640 and 660 nm) für einen breiten Messbereich, 100 %-ige Lösungsmittelresistenz dank Glasschaft und denkbar einfaches Handling – das sind die Hauptvorteile der Optrode, des neuen Sensors von Metrohm für photometrische Titrationsen. Wenn eine potentiometrische Bestimmung des Äquivalenzpunktes nicht möglich ist, jedoch eine einfache und schnelle Durchführung der Analyse mit dem deutlichen Preisvorteil der Titration gegenüber aufwändigeren Verfahren (wie AAS, ICP\_AES) gewünscht wird, ist die Optrode die erste Wahl. Das Einsatzgebiet des neuen photometrischen Sensors ist breit. Typische Applikationen sind:

- Photometrische Titrationsen nach USP und EP (nicht wässrig)
- Bestimmung der Carboxylendgruppen (nicht wässrig)
- TAN/TBN nach ASTM D974 (nicht wässrig)
- Chlorid in Silikonprodukten (nicht wässrig)
- Sulfatbestimmung
- Fe, Al, Ca in Zement
- Wasserhärte (Gesamthärte und Ca/Mg)
- Chondroitinsulfat nach USP

Die Optrode kann sowohl an neuen als auch bestehenden Metrohm-Titrationssystemen verwendet werden. Die Stromversorgung erfolgt direkt über die USB-Schnittstelle eines Metrohm-Gerätes (Titrino plus, Ti-Touch, Titrando).

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

## IQ-Serie für anspruchsvolle Medien

Für das Verpumpen von anspruchsvollen Medien hat Vogelsang mit den Drehkolbenpumpen der IQ-Serie ein wartungsfreundliches Produkt auf den Markt gebracht, das sich durch einfaches Handling und geringe Betriebskosten auszeichnet. Einsatzgebiete für die IQ-Serie sind industrielle Anwendungen, Kläranlagen oder auch Tankfahrzeuge bzw. mobile Einheiten, in denen sich eine Pumpe in klassischer Bauform nicht an jeder beliebigen Position problemlos einbauen lässt.

## Sensor für photometrische Titrationsen

Das Ventex Typ 6 ist für sämtliche Industriebereiche, in denen Anlagenteile durch Rohrleitungen miteinander verbunden sind, prädestiniert. Da in diesen Anlagenteilen explosionsfähige Atmosphären auftreten können, besteht ein erhöhtes Gefahrenpotential – eine Entkopplung mit Hilfe von Explosionsschutzventilen ist in solchen Fällen unabdingbar, damit die Ausbreitung von Explosionen in benachbarte Anlagenteile wirksam verhindert und ein hohes Sicherheitslevel aufrechterhalten werden kann. Mit Hilfe der neuen Generation des Ventex Ventils wird diesen Risiken wie auch bei der Vorgängergeneration optimal vorgebeugt: Die Funktionsweise basiert auf dem unmittelbaren Verschluss des Ventils und somit der Leitung. Durch eine Druckwelle wird der Schließkörper an die Schließkörperdichtung gepresst. Letztere verfügt beim Typ 6 über ein neues Dichtungsprofil mit Hohlräum, so dass weder ein Einschleifen notwendig ist, noch die Einstellung des jeweiligen Spaltmaßes zum Problem wird. Hinzu kommt, dass der Austausch der Schließkörperdichtung vor Ort durch einen der Rico Servicepartner durchgeführt werden kann. Ein innovativer Fangring bietet ab einer Größe von DN200 weitere Pluspunkte für den Nutzer. Diese Konstruktion verfügt über eine Membraneinlage sowie eine geringere Empfindlichkeit gegenüber Vibrationen und größeren Temperaturschwankungen. Faktoren, wie beispielsweise die Einbaumaße sowie die Strömungskennwerte haben sich bewährt und bleiben bei dem neuen Produkt unverändert. Somit bleibt die neue Generation

rückwärtskompatibel. Optimiert wurden hingegen die Handhabung sowie die Durchführung von Servicearbeiten, was wiederum eine Reduktion der Betriebskosten gewährleistet. Auch die Empfindlichkeit in bestimmten Prozesssituationen ist bei der Weiterentwicklung des Ventils geringer, so dass die Gefahr einer Falschaktivierung nochmals gesenkt wurde. Die neuartige Entriegelungstechnik des Ventex Typ 6 zeichnet sich besonders durch ihre simple Handhabung, Zuverlässigkeit und eine rasche Wiederinbetriebnahme aus. Hinzu kommt, dass lediglich ein geringer Kraftaufwand notwendig ist, um das Ventil zu öffnen. Überprüfungen des minimalen Schließdrucks erfolgen mit Hilfe einer Schließvorrichtung sowie einer integrierten Drehmomentanzeige – auch diese Kontrollen können seitens der Servicepartner schnell und unkompliziert durchgeführt werden.

[www.jansen-communications.de](http://www.jansen-communications.de)



Pumpkammer bis hin zur Dichtung, muss keine Schraube der Verbindung zur Rohrleitung gelöst werden. Die Pumpe bleibt komplett festverschraubt in der Rohrleitung.

[www.vogelsang-gmbh.com](http://www.vogelsang-gmbh.com)

# Verkneifen Sie sich keinen Kommentar!

Gefällt Ihnen die labor&more? Wir sind **die Werbeagentur**, die auf gute Zeitschriften spezialisiert ist.

Da ist schon eine Agentur? **Vergleichen Sie doch mal** – was wir können und was die machen. **Wir sind mehr als einfach nur eine Alternative.**

4t Matthes+Traut Werbeagentur GmbH  
Die Agentur für Zeitschriften und Labor

Telefon +496151 851939 | [www.4t-da.de](http://www.4t-da.de)

**AFRISO-EURO-INDEX GmbH**

Lindenstr. 20  
74363 Güglingen  
Tel.: 07135/102-0  
Fax: 07135/102-147  
info@afriso.de  
www.afriso.de

Die bereits 1869 gegründete AFRISO-EURO-INDEX bringt nun schon in 4. Generation ein breit gefächertes Sortiment an marktgerechten und erprobten Mess-, Regel-, Füllstand- und Überwachungsgeräten für Haustechnik, Industrie und Umweltschutz auf den Markt. Die Produktpalette reicht von einfachen Thermometern, Manometern, Füllstandmess- und Warngeräten für die Industrie über Zubehör und Sicherheitstechnik für Heizungsanlagen bis hin zu stationären Gasanalyse- und Umkehrosmoseanlagen.

- Druck-, Temperatur- und Füllstandmesstechnik
- Gebäudetechnik
- Gasanalyse und Sonderanwendungen

**ATEC Armaturenbau und -Technik GmbH**

Raiffeisenstraße 29  
55270 Klein-Winternheim  
Tel. 06136/76647-0  
Fax 06136/76647-99  
info@atec-armaturen.de  
www.atec-armaturen.de

Die ATEC GmbH in Klein-Winternheim bei Mainz fertigt hochwertige Industrie-Kugelhähne aus verschiedenen Nickelbasis-Legierungen (Alloys) und anderen Edelstählen.

Spezialgebiet der ATEC sind Kugelhahn-Sonderkonstruktionen nach Kundenwunsch in weich und metallisch gedichteten sowie tottraumfreien Ausführungen. Die besondere Stärke von ATEC liegt in der flexiblen „in Haus“ Fertigung und die daraus resultierenden kurzen Lieferzeiten.

- Spezial- Kugelhähne
- Metallisch gedichtete Kugelhähne
- Sonder-Kugelhähne nach Kundenwunsch
- Tottraumfreie Kugelhähne

**Bardusch GmbH & Co. KG Textil-Mietdienste**

Pforzheimer Straße 48  
76275 Ettlingen  
Tel. 0 72 43/ 7070  
www.bardusch.de  
service@bardusch.de

Bardusch versorgt seine Kunden rundum u. a. mit Berufskleidung für nahezu alle Branchen, Arbeitsschutzbekleidung, Persönliche Schutzausrüstung, Waschraum-Hygiene, Schmutzfangmatten sowie mit dekontaminierter Spezialkleidung für den Reinraumbereich.

Weltweit über 90.000 Kunden vertrauen auf die kundennahen Lösungen von Bardusch.

- Miet-Berufskleidung
- Persönliche Schutzausrüstung
- Waschraum-Hygiene
- Matten-Service
- Reinraum-Service

**vali.sys gmbh**

Kastellstrasse 11  
CH-8623 Wetzikon  
Tel.: +41 43 495 92 50  
Fax: +41 43 495 92 60  
info@valisys.ch  
www.valisys.ch

Die Firma vali.sys ist als Zulieferer für Monitoring-Systeme tätig, ebenso werden Systeme im Bereich der Zutrittskontrolle und Gebäudeleittechnik angeboten. Das innovative KMU-Unternehmen hat sich zum Ziel gesetzt qualitativ hochwertige Systeme zu entwickeln und anzubieten. Es werden Komplettsysteme von der Planung bis zur Anlagenübergabe angeboten.

- Partikelzähler
- Messdatenerfassung
- Sensoren
- Kalibrierungen

**IKA®-Werke GmbH & Co. KG**

Janke & Kunkel-Str. 10  
79219 Staufen  
Tel.: 07633/831-0  
Fax: 07633/831-98  
sales@ika.de  
www.ika.net

Die IKA®-Gruppe ist weltweit führend in der Labor-, Analysen- und Prozesstechnik. Das Produktprogramm umfasst dabei Magnetrührer, Rührwerke, Dispergierer, Schüttler, Mühlen, Rotationsverdampfer, Kalorimeter, Laborreaktoren und Inkubationsschüttler. Die Prozesstechnik bietet Lösungen für Rühr-, Misch- und Knetanwendungen.

- Magnetrührer
- Dispergiergeräte
- Rotationsverdampfer
- Kalorimeter

**JAG Jakob AG Prozesstechnik**

Industriestrasse 20  
CH-2555 Brugg  
Tel.: +41(0)32/374 30 30  
Fax: +41(0)32 374 30 31  
jagpt@jag.ch  
www.jag.ch

JAG Jakob AG Prozesstechnik, ein Schweizer Unternehmen, seit mehr als 80 Jahren im Bereich Prozesanlagenbau und Automationstechnik tätig. Wir sind Ihr Spezialist in der Prozesstechnik, verfolgen höchste Qualitätsansprüche für Dienstleistungen, Produkte und Mitarbeiter. Wir garantieren individuelle, sichere Gesamtlösungen, von der Planung über die Ausführung bis zum Systemunterhalt.

- Verfahrenstechnik
- Prozessautomation
- Automationssysteme
- Anlagenbau

**Zwick Armaturen GmbH**

Egerstraße 25  
D-58256 Ennepetal  
Tel.: 023 33/98 56 5  
Fax: 023 33/98 56 6  
info@zwick-gmbh.de  
www.zwick-gmbh.de

Seit über 30 Jahren steht der Name „ZWICK“ als Synonym für Qualitätsarmaturen. Wir fertigen und designen 3-fach exzentrische Absperrarmaturen nach Ihrem Prozess, um Ihnen eine optimale Lösung zu bieten. Sollten Sie noch weitere Informationen benötigen wenden Sie sich an uns. Wir helfen Ihnen gerne weiter.

- TRI-CON – 3-fach exzentrische, metallisch dichtende Industriearmaturen
- Double Block & Bleed Design
- Regelarmaturen
- Tottraumfreie Ausführungen

## Die nächsten Stufen der deutschen Rechtschreibreform

### Erster Schritt:

#### Wegfall der Großschreibung.

einer sofortigen einföhrung steht nichts im weg, zumal schon viele grafiker und werbeleute zur kleinschreibung übergegangen sind.

### zweiter schritt:

#### wegfall der dehnungen und schärfungen.

dise masname eliminiert schon di gröste felerursache in der grundschule, den sin oder unsin unserer konsonantenverdopplung hat onehin nimand kapirt.

### dritter schritt:

#### v und ph ersetzt durch f / z und sch ersetzt durch s.

das alfabet wird um swei buchstaben reduziert, sreibmasinen und sesmasinen vereinfachen sich, wertfole arbeitskräfte können der wirtsaft sgeführt werden.

### firter srit:

#### q, c und ch ersetzt durch k / j und y ersetzt durch i / pf ersetzt durch f.

iest sind son seks bukstaben ausgesaltet, di sulseit kan sofort von nein auf swei iare ferkürst werden, anstat aktsig prosent rektsreibunterikt können nüslikere fäker wi fisik, kemi, reknen mer geflegt werden.

### fünfter srit:

#### wegfal fon ä, ö und ü seiken.

ales überflusige ist iest ausgemerst, di ortografi wider slikt und einfak, naturlik benötigt es einige seit, bis dise fereinfakung ublical riktik ferdaut ist, fileikt sasungsweise ein bis swei iare. anslisend durfte als nakstes sil di fereinfakung der nok swirigeren und unsinigeren gramatik ansifirt werden.

## FRAGEN

die wir uns schon immer gestellt haben

// Gibt es ein anderes Wort für Synonym?

// Warum stinken Fische so sehr, obwohl sie ihr ganzes Leben lang baden?

// Was ist eigentlich die Mehrzahl von "Mehrzahl"?

// Ist ein Wintereinbruch strafbar?

// Warum gibt es in einem Flugzeug Schwimmwesten und keine Fallschirme?



## Lesen und Totlachen

Es existiert ein Interesse an der generellen Rezesion der Applikation relativ primitiver Methoden komplimentär zur Favorisierung Adäquater komplexer Algorithmen.

(Warum einfach, wenn's auch kompliziert geht?)

Ein der optischen Wahrnehmung unfähiges, gefiedertes, aber des Fliegens nicht mächtiges Haustier gelangt in den Besitz nicht näher definierter Sämereien.

(Ein blindes Huhn findet auch ein Korn)

Vier-Topf-Zerknallungs-Treibling (Vierzylindermotor)

Transparentpudding (Götterspeise)

Wäre es nicht adäquat, den Usus heterogener Termini zu minimieren? (Sollte man nicht weniger Fremdworte verwenden?)

## Elefantendame Citta beerbt Paul als Fußball-Orakel



Im Krakauer Zoo ist das neue Fußball-Orakel zu Hause: Elefantin Citta soll die Spielergebnisse für die Europameisterschaft 2012 voraussagen. Beim Champions-League-Finale hat sie schon richtig getippt.



## Die komplexe Welt der Frauen

Sie und Er legen sich nach dem Aufbau ihres Zeltes hin und schlafen beide ein. Einige Stunden später weckt er sie und meint: „schaue hinauf in den Himmel und sag' mir, was Du siehst“.

Sie: „ich sehe Millionen Sterne“.

Er: „und was denkst Du jetzt“.

Sie überlegt einen Moment: „Astronomisch sagt es mir, dass da Millionen von Galaxien und billionen von potentiellen Planeten sind. Astrologisch sagt es mir, dass der Saturn im Löwen steht. Zeitgemäß sagt es mir, dass es in etwa 3:15 Uhr ist. Theologisch sagt es mir, dass der Herr allmächtig ist und wir unbedeutend und klein. Meterologisch scheint es so, als hätten wir morgen einen wunderschönen Tag.“

„Und was sagt es Dir?“

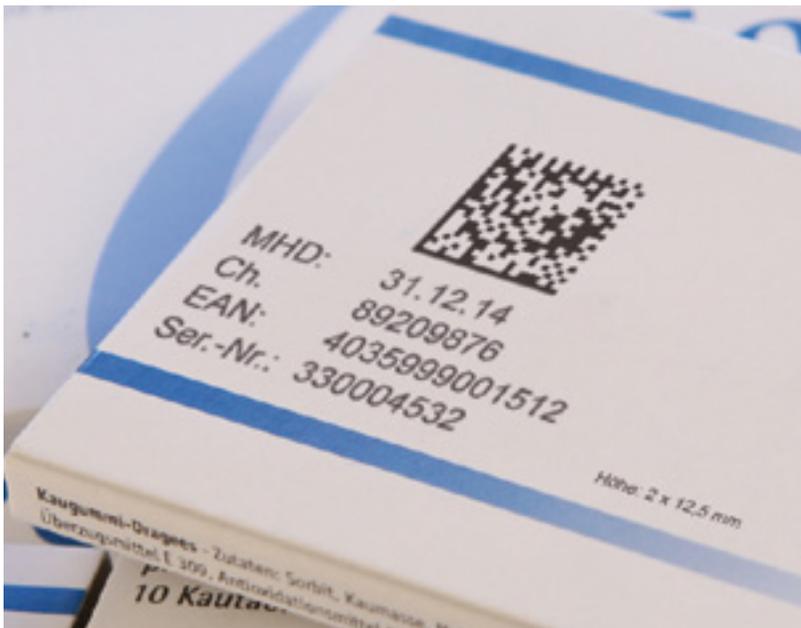
Er denkt einen Moment nach: „Praktisch gesehen sagt es mir: „JEMAND HAT UNSER ZELT GEKLAUT“





**Sichtbar und haltbar** lassen sich alle in der Chemiebranche erforderlichen Angaben auf die verschiedenen Verpackungen wie Big-Bags, Octabins, Fässer, IBC-Container und Paletten mit den Codier- und Etikettierlösungen von Bluhm aufbringen. Die Drucke und Etiketten sind GHS-konform, chemikalienresistent und auch gut haftend auf staubigen Untergründen.

## Kompetenz Kennzeichnen



**Unverwechselbar und rückverfolgbar** werden Einzelverpackung, Sammel- und Bündelpackung und Palette in der Pharmaindustrie mit Kennzeichnungslösungen von Bluhm. Ob Laser, Tintenstrahldrucker, Etikettendruckspender oder Track & Trace-Anlage – alle Systeme stehen für einfache Integration, 100-prozentig lesbare Drucke, Datensicherheit, hohe Druck- und Etikettiergeschwindigkeiten sowie sauberes Handling. Alle weltweit bestehenden Track & Trace-Konzepte werden unterstützt: Securpharm®, CIP13, GS1, ITS in der Türkei, epedigree in den USA, EFPIA in der EU usw.

**Weitere Informationen unter:**  
[www.bluhmsysteme.com](http://www.bluhmsysteme.com)  
[info@bluhmsysteme.com](mailto:info@bluhmsysteme.com)  
Telefon: +49(0)2224/7708-0

Besuchen Sie uns:

**ACHEMA 2012**  
Halle 3.1, Stand H-27



**AB SOFORT  
VERFÜGBAR**

Der eigensichere High-Power Trunk



## TECHNOLOGIE SCHAFFT FORTSCHRITT DART FELDBUS



### Eigensicherheit ohne Leistungsgrenzen: Die nächste Innovation von Pepperl+Fuchs

- High Power Trunk + Eigensicherheit erstmals kombiniert in einem innovativen System für maximale Sicherheit
- Hohe Leistung ermöglicht größere Segmente mit langen Kabelwegen
- Hohe Betriebssicherheit und Verfügbarkeit garantieren ein Höchstmaß an Effizienz

Erfahren Sie mehr unter: [www.dart-feldbus.de](http://www.dart-feldbus.de)

ACHEMA 2012  
Halle 11.1 · Stand A41