

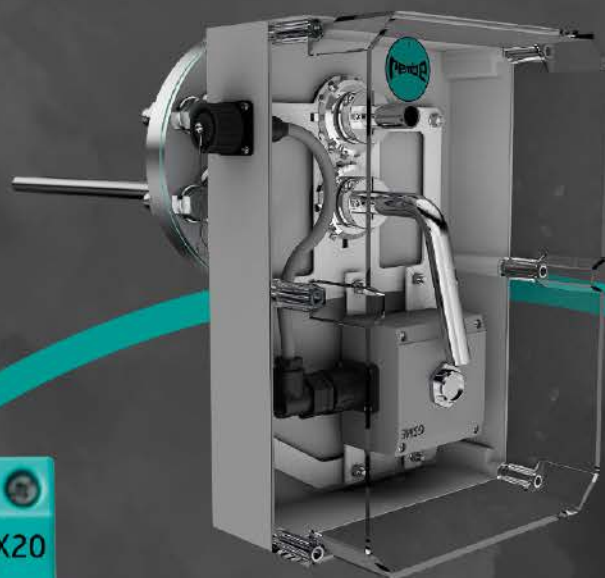
CITplus

9

26. Jahrgang · September · 2023

Das Praxismagazin für **Verfahrens- und Chemieingenieure**

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



Risikogerechter Explosionsschutz

Explosionsrisiken beim Umgang mit
Stäuben erkennen und minimieren

Batterie-Elektroden- Materialien

Kleine Partikel mit
großer Wirkung

S. 20

Batterieanlagenbau

Schalterschluss
für den Erfolg
in Europa

S. 28

Containment im Pulverhandling

Sichere Herstellung
von APIs

S. 52

how

Wie stellen wir einen
der Kraftstoffe
der Zukunft bereit?

Wasserstoff kann eine entscheidende Rolle unter den Energieträgern von morgen spielen. Allerdings entstehen beim Transport hohe Kosten. Wie können wir die Welt dennoch wirtschaftlich mit dieser saubereren Energie versorgen?

Diese Frage stand im Mittelpunkt eines unserer ambitioniertesten Pilotprojekte der heutigen Zeit: ein Versorgungsnetz zu schaffen, das die gesamte Wasserstoff-Wertschöpfungskette abdeckt – auch die Umwandlung von Wasserstoff in blaues Ammoniak für den sicheren und kostengünstigen Transport. 2020 gelang es uns in Zusammenarbeit mit dem japanischen Institut für Energiewirtschaft und unserer Tochtergesellschaft SABIC, 40 Tonnen blaues Ammoniak zur sauberen Energiegewinnung nach Japan zu verschiffen.

Erleben Sie mit, wie Aramco neue Wege zu sauberen Kraftstoffen ebnet:
aramco.com/poweredbbyhow

Ohne Chemie keine Zukunft

Liebe Leserin und liebe Leser, in diesen Wochen steht die Chemieindustrie wie selten im Fokus der Öffentlichkeit. Die hohen Energiepreise und die zunehmend schwierigen wirtschaftlichen Bedingungen für Unternehmen veranlassen Verbände und Unternehmenslenker dazu, öffentlich Klartext zu sprechen, und zwar deutlich. So wie Christian Kullmann, Vorstandsvorsitzender der Evonik Industries, in der ARD-Sendung „hart aber fair“ am 21.8.23 formulierte, dass ohne die Industrien,



Etwina Gandert
Chefredakteurin

keine Transformation zu einer nachhaltigen Wirtschaft und Gesellschaft möglich ist. „Ohne uns gibt es keine Elektromobilität, ohne uns dreht sich kein Windrad, ohne uns gibt es keine Leichtbauweise und ohne uns hätte es auch keine Vaccine gegeben gegen die Coronapandemie. Es geht also um Zukunftsindustrien.“ Mich hat das Statement berührt, weil es so gut darstellt, wie wichtig Chemie für die Entwicklung einer modernen Gesellschaft ist, weil diese Tatsache so wenig Menschen bewusst ist, die nichts mit Chemie zu tun haben und weil ich es selten in dieser Klarheit in den öffentlichen Medien gehört habe. Wie erleben Sie die Diskussionen um die energieintensiven Industrien und die Chemieindustrie, um die großen und kleineren Unternehmen und deren Bedeutung?

Gelegenheit zum Austausch darüber bietet die Ende September stattfindende Powtech, Messe für die Verfahrenstechnik rund um das Handling und die Herstellung von Pulver, Feststoffen und Flüssigkeiten. In Nürnberg werden rund 600 Firmen präsent sein. Der Veranstalter erwartet, dass die Besucherzahl von knapp 7.700 im Jahr 2022 in diesem Jahr übertroffen wird. Im Sonderteil dieser CITplus finden Sie ausgewählte neue Entwicklungen und Schwerpunktthemen der Aussteller. Dazu gehört der Batterieanlagenbau (Interview mit Stephan Eirich, VDMA Fachabteilung Batterieproduktion, S. 28) und die Herstellung und das Recycling von Elektrodenmaterialien. Wie wichtig die Partikeleigenschaften für die Lithium-Ionen-Batterien sind, lesen Sie im Fokusartikel der Fachgruppe um Prof. Dr.-Ing. Kwade vom Institut für Partikeltechnik und Battery LabFactory Braunschweig, TU Braunschweig (S. 20). Außerdem stellen wir schonende Misch- und Abfülltechniken und Entwicklungen zum explosionsgeschützten Umgang mit Schüttgütern vor, dazu auch die Titelstory auf S. 18. Darüber hinaus haben wir in dieser Ausgabe der Pharmaproduktion eine eigene Rubrik gewidmet, die Sie ab Seite 50 lesen können.

Ich freue mich darauf, die neuen Entwicklungen live auf der Powtech zu entdecken und auf den persönlichen Austausch über die relevanten Themen unserer Industrie. Denn ohne Chemie keine Zukunft und den Weg dahin begleite ich gerne mit der CITplus und mit Ihnen.

Viele Grüße

Etwina Gandert

etwina.gandert@wiley.com

Wiley Online Library



Entdecken Sie den Newsletter

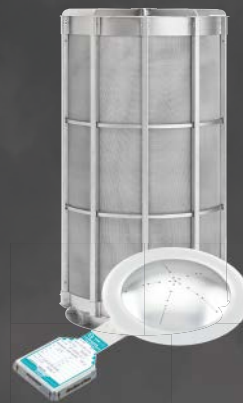
CITplus **IN SIGHT**



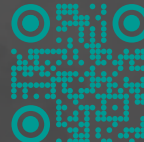
Safety is for life.™

POWTECH
Halle 1
Stand 429

REMBE®
Druckentlastung
und
Explosions-
schutz.



rembe.de



REMBE® GmbH Safety+Control

Gallbergweg 21

59929 Brilon, Germany

T +49 2961 7405-0

hello@rembe.de

© REMBE® | All rights reserved



18 Risikogerechter Explosionsschutz Explosionsrisiken beim Umgang mit Stäuben erkennen und minimieren

Um die Sicherheit der Mitarbeiter, die Anlagenintegrität und den kontinuierlichen Betrieb zu gewährleisten, müssen geeignete Maßnahmen ergriffen werden. Es gilt, Explosionen entweder zu verhindern oder ihre Auswirkungen auf ein akzeptables Maß zu minimieren. Der herkömmliche Ansatz für den Explosionsschutz konzentriert sich oft auf die Verwendung von Berstscheiben als alleinige oder zumindest vorrangige Schutzmaßnahme – doch: Explosionsschutz beginnt bereits viel früher. Ein risikogerechter Explosionsschutz ist ein entscheidender Faktor beim sicheren Betrieb von Anlagen, in denen brennbare Stäube verarbeitet werden.

REMBE GmbH Safety+Control, Brilon
Tel.: +49 2961 7405-0
hello@rembe.de · www.rembe.de

KOMPAKT

- 6 Termine
- 7 Forschung + Entwicklung
- 10 Wirtschaft + Produktion
- 16 Personalia

THEMA ARBEITSSCHUTZ

- 8 **Die Mauer des Schweigens durchbrechen**
Warum Arbeitsunfälle oft verschwiegen werden und wie Arbeitgeber am besten reagieren
S. Ganzke, WandelWerker Consulting

IM PROFIL

- 14 **„Was Menschen bewegt, die etwas bewegen“**
Johannes Walter, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

TITELSTORY

- 18 **Risikogerechter Explosionsschutz**
Explosionsrisiken beim Umgang mit Stäuben erkennen und minimieren
A. Kemmling, Rembe Safety+Control

FOKUSTHEMA PARTIKELTECHNOLOGIE

- 20 **Kleine Partikel mit großer Wirkung**
Gezielte Anpassung der Partikeleigenschaften und der Mikrostruktur in der Elektrodenherstellung für Lithium-Ionen-Batterien
M. Weber, M. Horst, R. Moschner, A. Diener, L. Schumann, A. Kwade; TU Braunschweig

SONDERTEIL POWTECH

- 25 **Die wunderbare Welt der Schüttgüter**
- 26 **Marktplatz**
Produkte von Fike, Greif-Velox und Netzsch
- 28 **Es braucht den europäischen Schulterschluss**
Die Qualität des deutschen Anlagenbaus für die Batterieproduktion liegt im Detail
Interview mit S. Eirich, VDMA

Beilagen
Bitte beachten Sie die Beilage von RCT Reichelt Chemietechnik sowie die Teilbeilage von Meorga.



25

SONDERTEIL POWTECH

- 32 Lithium-Ionen-Batterie-Elektroden neu denken**
Innovative Konzepte machen Batterien „grüner“ und kostengünstiger
S. Gerl, Maschinenfabrik Gustav Eirich
- 36 Elektrodenmaterialien recyceln**
Produktionsausschuss in der Batterieproduktion aufbereiten
Hosokawa
- 38 Video statt Schnappschuss**
Partikelmessung mit 3D-Bildanalyse
K. Dueffels, Microtrac Retsch
- 40 Inertisierung von Mischern und Anlagen**
Sauerstoff ist ein aggressives Oxidationsmittel und manchmal unerwünscht
M. Böning, Amixon
- 42 Exotischer Explosionsschutz**
Ex-Sauger für besondere Anwendungsbereiche
U. Truderung, Ruwac Industriesauger
- 44 Anlagensicherheit aus Betreibersicht**
Für den sicheren Betrieb von Prozessanlagen können Anlagenbauer mehr tun als ihre Pflicht
F. Ohlendorf, G. Beck, S. Albers; Glätt Ingenieurtechnik
- 47 Mehr Energieeffizienz beim chemischen Recycling**
Einen Mehrwert aus End-of-Life-Kunststoffen schaffen
Coperion
- 48 Modulare Palettier- und Verpackungsanlagen**
Produkte fördern, verladen, abfüllen, palettieren und verpacken
Beumer

30, 31, 34, 35, 37, 39, 41, 46, 49 Produkte

von Alfa Laval, Bormann & Neupert, Copa-Data, Coperion, Eirich, Envea, Fette, Gericke, Hapa, Hosokawa, Kaeser, Milton Roy, Ruwac, SI Scientific Instruments, Ystral

CITplus

Die Beiträge, die in CITplus veröffentlicht werden, sind auch in der Wiley Online Library (WOL) abrufbar. Dafür wird jeder Artikel mit einem dauerhaften digitalen Identifikator ausgezeichnet, dem Digital Object Identifier (DOI).

Scannen Sie den QR-Code oder klicken Sie im PDF einfach darauf.

Wiley Online Library

PHARMAPRODUKTION

- 50 Containment-gerechtes Pulverhandling**
Sichere und effiziente Herstellung von APIs
E. Naudin, J. Haverbeck; De Dietrich Process Systems
- 52 Qualitätssicherung in der Arzneimittellogistik**
Temperatur und Qualität – eine kritische Verbindung in der pharmazeutischen Produktion
R. Kolass, PST Process Sensing Technologies
- 54 Teilautonomer Betrieb von Bioreaktoren**
Sartorius integriert neues Prozessleitsystem
Emerson
- 55 Produkte**
von Goudsmit und Romaco

MECHANISCHE VERFAHREN | SCHÜTTGUTTECHNIK | LOGISTIK

- 56 Trends in der Mehrphasensimulation**
Fortgeschrittene Ansätze zur Modellierung von Zerstäubung und Sprayausbereitung
U. Heck, M. Becker, DHCAE Tools
- 60 Vernetzte Dosier- und Abfüllanlagen steigern Effizienz und Qualität**
Automatisierungstechnik für die Parfüm- und Aromenindustrie
A. Richter, Fricke Abfülltechnik
- 58, 59 Produkte**
von AHS/AMP, Bormann & Neupert, RCT Reichelt und Wolftechnik

PUMPEN | KOMPRESSOREN | DRUCKLUFTECHNIK

- 62 Gaseinschlüsse erkennen**
Ausgasende Medien störungsfrei und genau dosieren
Prominent
- 63, 64 Produkte**
von Beko, IFM, Keller, KSB und Pilz

- 65 Bezugsquellenverzeichnis**
- 67 Index | Impressum**

Wiley Online Library



MEORGA
MSR-Spezialmessen
Prozess- u. Fabrikautomation

Fachmesse für **Prozess- und Fabrikautomation**

- Messtechnik
- Steuerungstechnik
- Regeltechnik
- Automatisierungstechnik
- Prozessleitsysteme

+ 36 begleitende Fachvorträge

Der Eintritt zur Messe und die Teilnahme an den Fachvorträgen ist für die Besucher kostenlos.

Wirtschaftsregion Südost

Landshut

18.10.2023

8.00 bis 16.00 Uhr

**Sparkassen-Arena
Niedermayerstr. 100
84036 Landshut**



BESUCHER-REGISTRIERUNG
erforderlich für Einlass-Code

MEORGA Messen:

Frankfurt 20.03.2024
Halle (Saale) 05.06.2024
Ludwigshafen 18.09.2024

www.meorga.de

MEORGA GmbH - Sportplatzstr. 27 - 66809 Nalbach
Telefon 06838 8960035 - info@meorga.de

September 2023

Lasten- und Pflichtenhefte für Automatisierungssysteme erstellen	18. – 19. Sept.	online	VDI Wissensforum, www.vdi-wissensforum.de
Optimierung von Pumpensystemen	18. – 19. Sept.	Düsseldorf	VDI Wissensforum, www.vdi-wissensforum.de
Projektmanagement im Anlagenbau	18. – 19. Sept.	Frankfurt/Mainn	VDI Wissensforum, www.vdi-wissensforum.de
Kompaktkurs BIM-Management und BIM-Koordination	19. – 20. Sept.	Online	VDI Wissensforum, www.vdi-wissensforum.de
Powtech/Partec	26. – 29. Sept.	Nürnberg	Messe Frankfurt, www.powtech.de
Ilmac	26. – 28. Sept.	Basel	Messe Schweiz, www.ilmac.ch
GLP-Intensivtraining mit QS-Übungsaufgaben: Methodvalidierung und Gerätequalifizierung unter GLP (Gute Laborpraxis) – Mit Praxisteil	26. – 28. Sept.	Frankfurt/Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de , www.gdch.de
Kristallisation und Fällung	27. – 29. Sept.	online	GVT – Forschungs-Gesellschaft Verfahrens-Technik www.gvt.org.de
Numerische Berechnung turbulenter Strömungen in Forschung und Praxis	27. – 29. Sept.	Dresden	GVT – Forschungs-Gesellschaft Verfahrens-Technik www.gvt.org.de
Hydrogen Technology Expo	27. – 28. Sept.	Bremen	Messe Bremen, www.hydrogen-worldexpo.com

Oktober 2023

Grundlagen der praktischen NMR-Spektroskopie für technische Beschäftigte	4. – 6. Okt.	Mainz	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de , www.gdch.de
Simulation Partikelbeladener Strömungen 2023	4. – 6. Okt.	Karlsruhe	GVT – Forschungs-Gesellschaft Verfahrens-Technik www.gvt.org.de
Regelungstechnik – Praxis verfahrenstechnischer Prozesse	9. – 10. Okt.	Frankfurt/Mainn	Dechema, kurse@dechema.de , www.dechema-dfi.de/kurse.html
Korrosion – Grundlagen und Untersuchungsmethoden	10. – 12. Okt.	Frankfurt/Main	Dechema, kurse@dechema.de , www.dechema-dfi.de/kurse.html
GMP-Intensivtraining: Hintergründe und Essentials der GMP (Gute Herstellungspraxis) auf deutscher, europäischer und amerikanischer Ebene – mit Praxisteil	10. – 11. Okt.	Frankfurt/Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de , www.gdch.de
Fortgeschrittene (APC-) Regelungsalgorithmen	12. Okt.	online	Dechema, kurse@dechema.de , www.dechema-dfi.de/kurse.html
Misch- und Rührtechnik in Theorie und Praxis	12. – 13. Okt.	Frankfurt/Main	Dechema, kurse@dechema.de , www.dechema-dfi.de/kurse.html
MSR-Spezialmesse	18. Okt.	Landshut	Meorga, info@meorga.de , www.meorga.de
Gas Diffusion Electrodes for Water Electrolysis	18. Okt.	online	Dechema, kurse@dechema.de , www.dechema-dfi.de/kurse.html
Intensivkurs Marketing für Chemiker	19. – 20. Okt.	online	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de , www.gdch.de
IO-Link Forum	24. Okt.	Essen	Profibus Nutzerorganisation, barbara.weber@profibus.com
A+A	24. – 27. Okt.	Düsseldorf	Messe Düsseldorf, www.aplusa.de
Elektrochemie für Naturwissenschaftler, Ingenieure und Techniker	24. – 26. Okt.	Frankfurt/Main	Dechema, kurse@dechema.de , www.dechema-dfi.de/kurse.html
Zielgerichtete Bioprozessentwicklung	24. – 25. Okt.	Frankfurt/Main	Dechema, kurse@dechema.de , www.dechema-dfi.de/kurse.html
Schwingungsspektroskopie für die chemische Qualitäts- und Prozesskontrolle	24. – 25. Okt.	Frankfurt/Main oder online	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de , www.gdch.de

November 2023

Aquatech	6. – 9. Nov.	Amsterdam	RAI Amsterdam Aquatech, www.aquatechtrade.com
Risikobewertung von Mikroplastik	7. – 8. Nov.	Idstein	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de , www.gdch.de
Grundlagenkurs Emulsionstechnologie am Beispiel von Hautpflegeprodukten	7. – 15. Nov.	online (4 Tage, jeweils vormittags)	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de , www.gdch.de

Wiley Online Library



DOI
(Digital Object Identifier)

Die **Meldungen mit DOI** (Digital Object Identifier) auf dieser Seite beruhen auf wissenschaftlichen Originalarbeiten, die in voller Länge in der **Chemie Ingenieur Technik**, Wiley-VCH, Weinheim, erscheinen.

Der Aufruf eines Artikels erfolgt im Webbrowser unter der Adresse <http://dx.doi.org/> mit nachfolgendem DOI.



Wiley Online Library

Membranverfahren für den Protein Shift

Proteine sind nicht nur wichtig für unsere tägliche Ernährung, sondern auch eine der bedeutendsten Lebensmittelzutaten weltweit. Seit den 1970er Jahren haben sich Membranprozesse als entscheidende Grundoperationen in der Proteinverarbeitung, z.B. in der Milchindustrie, etabliert. Der „Protein Shift“, der neue Trend, tierische durch pflanzliche Proteine zu ersetzen, eröffnet neue Anwendungsmöglichkeiten für Membranpro-

zesse. Als Beispiel wurde in einer Studie die Rückgewinnung von Rapsprotein aus Presskuchen der Rapsölproduktion unter Berücksichtigung der Fouling- und Reinigungsherausforderungen untersucht.

Frank Lipnizki, Universität Lund, Schweden
frank.lipnizki@chemeng.lth.se
DOI: 10.1002/cite.202300067

Pharmaka aus dem Abwasser holen

Pharmazeutische Wirkstoffe sind essenzielle Bestandteile der modernen Medizin. Ein Großteil der verabreichten Pharmazeutika wird jedoch wieder ausgeschieden und gelangt in die kommunalen Kläranlagen. Da sie nur schlecht biologisch abbaubar sind, können sie dort nicht umfassend eliminiert werden und gelangen über den Weg der Fließgewässer in das Grundwasser. In einer Studie wurden keramische Membranen zur Entfernung verschiedener Wirkstoffe aus

wässrigen Lösungen untersucht. Die untersuchten keramischen UF- und NF-Membranen erwiesen sich als vielversprechend. So konnte Diclofenac zu 40 % und Ibuprofen zu 47 % abgeschieden werden.

Mehrdad Ebrahimi, University of Applied Sciences Mittelhessen, Gießen
mehrdad.ebrahimi@lse.thm.de
DOI: 10.1002/cite.202300068

Unstete Überströmung gegen Fouling

Membranprozesse wie die Crossflow-Mikrofiltration spielen eine wichtige Rolle in vielen Industriezweigen. Ihr Einsatz und ihre Wirtschaftlichkeit werden jedoch durch Fouling beeinträchtigt. Eine wirksame Gegenmaßnahme ist die unstete Überströmung, beispielsweise durch eine pulsierende oder alternierende Betriebsweise. Sie kann die Bildung einer Deckschicht verringern und damit einen starken Fluxabfall und den Rückhalt

von Gelöststoffen verhindern. Vor allem Prozesse mit geringer Überströmungsgeschwindigkeit oder hohem Transmembrandruck lassen sich so deutlich verbessern – allerdings nicht in allen Anwendungen.

Maria E. Weinberger, Technische Universität München
maria.weinberger@tum.de
DOI: 10.1002/cite.202300069

Mixed-Matrix-Membranen gegen Mikroverunreinigungen

Werden Mikroverunreinigungen bei der Abwasserbehandlung nur unvollständig entfernt, kann die aquatische Umwelt kontaminiert werden. Mixed-Matrix-Membranen mit unterschiedlichen Anteilen eingebetteter Adsorbentien gelten als vielversprechend für die Eliminierung häufig gefundener Arzneimittel. Ihre ideale Geometrie und Wiederverwendbarkeit nach einem Ladezyklus bleiben jedoch ungewiss. In einer Studie konnte der Lebenszyklus belasteter Membranen durch

chemische Regeneration mit Ethanol bei verschiedenen Temperaturen verlängert werden. Darüber hinaus konnten die Membranstabilität und das Adsorbens-zu-Membran-Flächenverhältnis durch eine Geometrie mit sieben Bohrungen verbessert werden.

Jana Marx, MCI – The Entrepreneurial School, Innsbruck, Österreich
jana.marx@mci.edu
DOI: 10.1002/cite.202300075



DORTMUND
09. - 10. OKTOBER 2024
SOLIDS

FACHMESSE FÜR **GRANULAT-, PULVER- & SCHÜTTGUT-TECHNOLOGIEN**



STAND ZUM VORTEILSPREIS SICHERN!



www.solids-dortmund.de

Parallel zur **RECYCLING-TECHNIK** by **EASYFAIRS**

Premium-Partner:



Die Mauer des Schweigens durchbrechen

Warum Arbeitsunfälle oft verschwiegen werden und wie Arbeitgeber am besten reagieren



© Andrey Popov - stock.adobe.com



Keywords

- **Arbeitsunfall**
- **Arbeitssicherheit**
- **Unfallverhütung**

Arbeitsunfälle, vor allem solche mit geringen Auswirkungen, werden häufig nicht als Unfälle gemeldet – obwohl das eigentlich eine Selbstverständlichkeit sein sollte. Eine Reihe von Maßnahmen kann helfen, diesen Zustand zu ändern und so die Arbeitssicherheit zu erhöhen.

„Es gibt verschiedene Gründe, warum Arbeitnehmer sich scheuen, Arbeitsunfälle zu melden“, weiß Sicherheitsingenieur Stefan Ganzke. „Gerade sogenannte Bagatellunfälle werden häufig unter den Teppich gekehrt, weil es Mitarbeitern unangenehm ist, sich ihre eigenen Fehler einzugestehen. Auch mangelnde Kenntnis über die Meldepflicht oder die Angst vor negativen Konsequenzen können dazu führen, dass Unfälle nicht gemeldet werden. Das große Problem dabei ist, dass das Unternehmen aufgrund der Nichtmeldung keine Chance hat, geeignete Präventivmaßnahmen zu ergreifen, um die Sicherheit am Arbeitsplatz zu verbessern.“ Im Folgenden verrät Stefan Ganzke, warum Unfälle oft verschwiegen werden und was Arbeitgeber dagegen unternehmen können.

Hohe Dunkelziffer

Jahr für Jahr werden in Deutschland Tausende von Arbeitsunfällen gemeldet. In der offiziellen Statistik der Berufsgenossenschaften und Unfallkassen werden am Ende jedoch nur die Unfälle aufgeführt, bei denen ein Mitarbeiter nach einem Unfall für mindestens drei Tage ausgefallen ist. Die Zahl der sogenannten Bagatellunfälle mit keiner oder geringerer Ausfallzeit ist dagegen deutlich höher. Aufgrund der Neigung vieler Arbeitnehmer, Arbeitsunfälle

nicht zu melden, muss hier von einer hohen Dunkelziffer ausgegangen werden.

Herbert Heinrich, ein US-amerikanischer Pionier im Bereich des industriellen Arbeitsschutzes, entwickelte vor mehr als 30 Jahren die sogenannte Heinrich-Pyramide, um den Zusammenhang zwischen leichten Unfällen, Beinaheunfällen und schweren Unfällen zu verdeutlichen. Laut seines Pyramidenmodells kommen auf einen schweren Unfall 29 leichte Unfälle und rund 300 Beinaheunfälle. Obwohl es aktuell keine gleichwertige Statistik gibt, macht es grundsätzlich durchaus Sinn, sich an der Heinrich-Pyramide zu orientieren. So erlauben die Berufsfelder Holz und Metall z.B. den Rückschluss, dass die Zahlen, von denen Herbert Heinrich bereits vor Jahrzehnten ausging, durchaus valide sind: Hier ereignen sich bei 1.000 Mitarbeitenden etwa 33 Arbeitsunfälle pro Jahr. Klar ist auch, dass gerade die Zahl der Beinaheunfälle enorm ist – und daher auf jeden Fall bei der Prävention von Arbeitsunfällen berücksichtigt werden sollte.

Warum Arbeitsunfälle oft nicht gemeldet werden

Falsches Mindset: Arbeitsunfälle gehören zum Arbeitsalltag – ebenso wie ihre fachgerechte Meldung. Doch viele Arbeitnehmer neigen dazu, Arbeitsunfällen nicht die Aufmerksam-

keit zukommen zu lassen, die eigentlich angemessen wäre. Häufig verbergen sich dahinter veraltete Glaubenssätze, die noch aus der Kindheit stammen. Durch Sprichwörter wie „Ein Indianer kennt keinen Schmerz“ bekommt man oft das Gefühl vermittelt, Schmerzen besser herunterzuschlucken, statt „Schwäche“ zu zeigen. Hinzu kommt, dass viele Mitarbeiter der Überzeugung sind, in gewissen Berufen seien Unfälle etwas ganz Normales und damit schlichtweg unvermeidbar. Das falsche Mindset zum Thema Arbeitsunfälle und Sicherheit am Arbeitsplatz ist damit ein Punkt, der das Nichtmelden zahlreicher Fälle begünstigt.

■ **Aufwendige Prozesse:** Auch die Meldekette sind in vielen Unternehmen zu aufwendig. Gerade in produzierenden oder produktionsnahen Bereichen haben Arbeitnehmer meist nicht die Zeit, Arbeitsunfälle zu melden, wenn das einen Rattenschwanz an Bürokratie nach sich zieht. Um den Aufwand für Mitarbeiter und Führungskräfte möglichst gering zu halten, wird daher vor allem bei leichten Unfällen eher auf eine Meldung verzichtet. Ähnliches gilt für den Analyseprozess, der in vielen Unternehmen so gestaltet ist, dass Aufwand und Nutzen in keinem Verhältnis stehen. Wenn ein kleiner Schnitt genauso behandelt wird wie eine abgetrennte Finger-

kuppe, muss sich definitiv etwas im Unternehmen ändern.

- **Strenge Sanktionen:** Natürlich sind arbeitsrechtliche Konsequenzen im Falle schwerwiegender Arbeitsunfälle manchmal unumgänglich – sie sollten aber nicht das erste Mittel sein, um Unfällen vorzubeugen. Eine Atmosphäre der Angst, in der die Mitarbeiter regelmäßig für unsichere Verhaltensweisen bestraft werden, trägt nämlich nur zusätzlich dazu bei, dass Arbeitsunfälle nicht gemeldet werden, weil das Personal negative Auswirkungen fürchtet.
- **Unrealistische Ziele:** Ebenso wirkungslos wie strenge Sanktionen sind sogenannte Null-Unfall-Ziele. Im schlimmsten Fall lockt das Unternehmen seine Mitarbeiter mit Prämien, die das Team z.B. im Anschluss an ein unfallfreies Jahr erhält. Das große Problem dabei ist, dass Arbeitnehmer im Ernstfall eher geneigt sind, einen Unfall zu vertuschen – schließlich möchten sie auf keinen Fall diejenigen sein, durch deren unsicheres Verhalten das gesamte Team seine Prämie verliert. So entsteht für die Mitarbeiter durch Null-Unfall-Ziele also ein immenser Druck, der es am Ende unmöglich macht, Unfallursachen zu identifizieren und zu beheben, was wiederum zu weiteren Unfällen führen kann – ein Teufelskreis, den es zu vermeiden gilt.

Maßnahmen für Arbeitgeber: so sollten sie reagieren

- **Regelmäßige Mindsetarbeit:** Glücklicherweise gibt es durchaus Maßnahmen, die Unternehmen umsetzen können, um ihre Mitarbeiter im Falle eines Arbeitsunfalls zu

einer Meldung zu ermutigen. An erster Stelle sollten dabei das Mindset und die Glaubenssätze des Personals stehen. Durch regelmäßige Workshops, in denen Interaktion und Gruppenarbeit nicht zu kurz kommen, kann konkret mit den Mitarbeitern und Führungskräften an deren Haltung zum Arbeitsschutz gearbeitet werden. Wichtig ist, dass den Teilnehmern nicht nur allgemeines Wissen vermittelt wird, sondern dass sie begreifen, welche persönlichen Vorteile der Arbeitsschutz für sie hat. So kann nach und nach ein Wandel in der Denkweise stattfinden, der wiederum das Fundament für den Weg in die intrinsische Motivation im Hinblick auf die Sicherheit am Arbeitsplatz und die damit verbundene Meldung von Arbeitsunfällen ist.

- **Vereinfachte Prozesse:** Zusätzlich sollten auch die Meldewege und der Analyseprozess möglichst einfach gestaltet werden. Dabei helfen z.B. technische Lösungen wie eine App oder eine Software, über die Arbeitsunfälle schnell und unkompliziert gemeldet werden können. Auch ein systematischer Fahrplan mit individuellen Maßnahmen hilft dabei, eine Sicherheitskultur zu entwickeln, in der Arbeitsunfälle unproblematisch gemeldet werden können. Wichtig ist, dass die Schutzmaßnahmen das Unternehmen nicht überfordern, weshalb es üblicherweise ratsam ist, den Fahrplan auf mehrere Jahre auszulegen.
- **Offene Fehlerkultur:** Um Mitarbeiter dazu zu ermutigen, Arbeitsunfälle ohne Angst zu melden, ist eine offene Gesprächskultur, in der Fehler ehrlich zugegeben werden können, essenziell. Sanktionen und Abmah-

nungen sollten dagegen das letzte Mittel sein, das Unternehmen ergreifen. Stattdessen sollte dem Personal vermittelt werden, dass sie das Richtige tun, indem sie unsichere Verhaltensweisen offen und ehrlich ansprechen.

- **Realistische Ziele:** Zu guter Letzt sollten Unternehmen unbedingt auf toxische Null-Unfall-Ziele verzichten. Besser sind realistische Ziele, die einen Wandel im Safety Mindset anpeilen. Ein gutes Beispiel für sinnvolle Ziele sind halbjährliche Begehungen oder monatliche Sicherheitsgespräche. Auf jeden Fall braucht es eine Regelkommunikation des Arbeitsschutzes im Betrieb. Je häufiger Sicherheit ein Thema ist, desto nachhaltiger findet tatsächlich eine Veränderung statt und desto höher ist die Meldemoral bei Arbeitsunfällen.



Der Autor
Stefan Ganzke,
Geschäftsführer der
WandelWerker Consulting



Wiley Online Library

WandelWerker Consulting GmbH, Wuppertal
Tel.: +49 202 29 54 - 29
service@wandelwerker.com · www.wandelwerker.com



Fünf Minuten **Kaffeepause...**

...und dabei den wöchentlichen Newsletter von CHEManager studieren.
Effizienter und entspannter können sich Strategen und Entscheider der
Chemiebranche nicht informieren!



<https://bit.ly/31cWhef>

Jetzt ganz einfach kostenlos registrieren:
www.chemanager-online.com/newsletter

Anton Paar übernimmt Brabender



Dr. Friedrich Santner und Peter Eßer (Eigentümervetreter der Brabender-Gruppe) freuen sich über die erfolgreiche Übernahme der Brabender durch Anton Paar.

Der internationale Messtechnikspezialist Anton Paar übernahm am 1. August 2023 das deutsche Traditionsunternehmen Brabender, welches als Anton Paar TorqueTec GmbH mit sofortiger Wirkung in die Anton Paar Gruppe integriert wird. Das Unternehmen mit Hauptsitz in Duisburg bietet mess- und verfahrenstechnische Lösungen für die Prüfung verschiedener Rohmaterialien und zur Rezeptur- und Prozessentwicklung. Die Anwendungsgebiete sind sehr vielfältig – von Lebens-

mitteln und Tierfutter über Kunststoff und Gummi, bis zu Batterien und anderen Spezialanwendungen. Am 1. August fand das Signing des Übernahmevertrags statt. Über den Kaufpreis wurde Stillschweigen vereinbart. Es ist eine sanfte Integration des Unternehmens Brabender in die Anton Paar Gruppe geplant. Produkte und Dienstleistungen können wie bisher direkt über die Website und die Vertriebsorganisation von Brabender bezogen werden. Für Anton Paar bedeutet der Kauf von Brabender eine vielversprechende Ergänzung des Produktportfolios, besonders im Bereich der Materialcharakterisierung – einem der stärksten Wachstumsmärkte für Anton Paar.

www.anton-paar.com

Mitgliederzahl des DSIV stark gestiegen

Der Deutsche Schüttgut-Industrie Verband (DSIV) hat im ersten Halbjahr 2023 einen bemerkenswerten Mitgliederzuwachs von rund 10 % zu verzeichnen. Aktuell sind 77 Unternehmen aus der Schüttgutindustrie Mitglied im Verband. Hinzu kommen zahlreiche persönliche Mitglieder aus der Industrie, aus der Forschung und von den Hochschulen. Das Wachstum unterstreicht die zunehmende Relevanz und den Einfluss des DSIV im Schüttgutsektor und auch in der Prozessindustrie. Präsident Tom Henning betont die Rolle des ganzjährigen Engagements und der dynamischen Community, die sich auf Augenhöhe trifft: „Das sind aus meiner Sicht die entscheidenden Faktoren für diese positive Entwicklung.“ „Das Mitgliederwachstum des DSIV zeigt, dass unsere Angebote von der Schüttgutindustrie gut angenommen werden. Durch unsere Aktivitäten und Initiativen bieten wir allen Mitgliedern einen Mehrwert unabhängig davon, ob es persönliche Mitglieder, kleine und mittelständische Unternehmen oder große Konzerne sind“, sagt der Geschäftsführer Jochen Baumgartner. Mit Zeppelin Systems ist seit dem Sommer auch ein sehr großes Unternehmen aus der Branche Mitglied im DSIV. Evelyn Müller, Leiterin globales Marketing & Kommunikation bei Zeppelin Systems, betont: „Wir sind überzeugt, dass in der Zukunft große Investitionen eher in Teams oder im Rahmen von Konsortien realisiert werden. Um dafür geeignete Partner zu finden, bietet der DSIV aus unserer Sicht eine perfekte Plattform.“ Von besonderer Bedeutung sind für E. Müller auch die Netzwerkveranstaltungen: „Einige Kolleginnen und Kollegen haben bereits an Netzwerkveranstaltungen teilgenommen; Für uns ist das eine wunderbare Gelegenheit, mit anderen Schüttgutunternehmen in Kontakt zu treten. Auch Fachtagungen, Schulungen und Seminare sind eine willkommene und gewinnbringende Bereicherung für uns.“

www.dsiv.org

MAN Energy Solutions Deggendorf liefert 800. Reaktor aus

MAN Energy Solutions in Deggendorf hat seinen insgesamt 800. Reaktor gefertigt und in die USA ausgeliefert. Der Chemiereaktor hat seine Reise zur Chemiefabrik von Evonik Industries in der US-amerikanischen Stadt Mobile, Alabama, Anfang August angetreten, wo er nach circa 2,5 Monaten ankommen wird. Dort wird der 132,5 t schwere Reaktor Methylmercaptan produziert. Die Chemikalie dient zur Herstellung u.a. der Aminosäure L-Methionin, die für die Tierfutterproduktion benötigt wird. Norbert Anger, Standortleiter MAN Energy Solutions Deggendorf, sagt: „Seit fast 70 Jahren produzieren wir am Standort Deggendorf maßgeschneiderte Reaktorsysteme für chemische und petrochemische Anwendungen. Unsere Mitarbeitenden verfügen über wertvolle und einzigartige Kenntnisse in der Verfahrenstechnik und Montage dieser hochkomplexen Systeme. Die Auslieferung des 800. Reaktors beweist einmal mehr, dass unsere Kunden den herausragenden Fähigkeiten der Mitarbeitenden am Standort Deggendorf vertrauen.“ www.man-es.com



Aveva Process Simulation Wettbewerb 2023 für Studierende aus dem Chemieingenieurwesen

Aveva ruft Studierende aus dem Chemieingenieurwesen ab sofort zur Teilnahme am Process Simulation Wettbewerb 2023 auf. Dabei können Studierende aus Europa sowie Nordamerika ihre Fähigkeiten in der Prozesssimulation anhand der neuesten Technologien unter Beweis stellen und weiterentwickeln. Der Sieger/die Siegerin erhält die Chance auf ein Praktikum bei Aveva oder einen Geldpreis in Höhe von 3.000 USD. Teilnahmeberechtigt sind alle Personen, die Chemieingenieurwesen in der Europäischen Union, der Schweiz, Norwegen, Großbritannien, Kanada oder den USA studieren. Interessierte können sich bis zum 31. August 2023 für den Wettbewerb registrieren und erhalten in Folge alle weiteren Informationen. In diesem Jahr geht es um die Produktion und den Transport von Wasserstoff auf saubere und nachhaltige Weise. Die Teilnehmer sind eingeladen, reale Nachhaltigkeitsprobleme mit Aveva Process Simulation, dem neuesten Standard der Verfahrenstechnik, zu lösen. Auch Studierende ohne Vorkenntnisse können in die leicht zu erlernende Software eintauchen und dabei ihr eigenes Potenzial ausschöpfen.

<https://www.aveva.com/en/academia/academic-competition>

Schweizer WAB-Group gründet Tochtergesellschaft in Israel

Die Schweizer Maschinenbaufirma Willy A. Bachofen (WAB) übernimmt Teilaktivitäten ihres bisherigen Partners E.S.T. Projects und hat zum 1. Juli 2023 die neue Tochtergesellschaft WAB Israel Corp Ltd (WAB Israel) in Israel gegründet. Seit über 10 Jahren ist WAB durch seinen engagierten und vertrauenswürdigen Partner E.S.T. Projects auf dem israelischen Markt vertreten. Der CEO und Eigentümer von E.S.T. Projects, Yossi Gershenman, hat sich nun entschlossen, seine Unternehmensaktivitäten umzustrukturieren und sich auf Umweltprojekte zu konzentrieren. „Israel war schon immer ein Schlüsselmarkt für WAB und wir sind bestrebt, diese Erfolgsgeschichte durch die Bereitstellung erstklassiger Produkte und Dienstleistungen fortzusetzen“, erklärt Erich Ermel, CEO der WAB-Group. WAB Israel ist die sechste Tochtergesellschaft neben China, Deutschland, Frankreich, Indien und den USA.

www.wab-group.com



Dotan Nave, Managing Director WAB Israel (li) und Erich Ermel, CEO WAB-Group (re)

Angebot für den Profinet-Workshop-Cluster

Um Interessenten auch dieses Jahr einen umfassenden Überblick über die Profinet-Technologie zu geben, wird vom 17. bis 19. Oktober 2023 in Stuttgart erneut die Workshopreihe Profinet „Super-Kombi“ angeboten. Über einen Zeitraum von drei Tagen vermitteln Experten komprimiertes Fachwissen in vier verschiedenen Workshops. Dadurch erhalten die Teilnehmer einen umfassenden Einblick in verschiedene Bereiche rund um das Thema Profinet, dem offenen, herstellerübergreifenden Standard für Industrial Ethernet in der Fertigungs- und Prozessautomatisierung. Bei dem Profinet-Cluster werden folgende spannende Workshops angeboten: Technologie Workshop für Entwickler und Projektmanager, Antriebstechnik mit PROFIdrive für Entwickler und Projektmanager, Profinet in der Prozessautomatisierung für Anwender und Profinet-Workshop für Anwender.

<https://de.profibus.com>



Wiley Online Library

Driving the world

SEW
EURODRIVE

Energiesparen mit IE5-Lösungen



Modularität macht den Unterschied – auch beim Energiesparen

Die neuen Synchronmotoren der Baureihe DR2C.. (normativ IE5) reduzieren den Energiebedarf. Modularität ist die Basis des Baukastensystems von SEW-EURODRIVE: mit oder ohne Getriebe und zentralen oder dezentralen Umrichtern. So entsteht, Komponente für Komponente, kombiniert mit Drehzahlregelung oder zeitlichem Anlagenmanagement eine energie-effizientere Anlage. Je nach Lastprofil wird der Energiebedarf um 10 %, 20 % oder mehr verringert.

- platzsparend – nur so viel Bauvolumen wie nötig, aber stark überlastfähig
- besser – in der Gesamteffizienz wertvoller als gesetzlich für Komponenten vorgeschrieben
- vielfältig – nur wenige Varianten ermöglichen viele Wege zum Energiesparen
- passend – Betreiber, Ausrüster und Hersteller zusammen maximieren die Energie-Ersparnis



www.sew-eurodrive.de/synchronmotoren-dr2c

Partec-Konferenz und Powtech 2023

Das Fachprogramm der Powtech 2023, internationale Messe für die Verfahrenstechnik rund um das Handling und die Herstellung von Pulver, Feststoffen und Flüssigkeiten vom 26. bis 28. September 2023, ist vielfältig wie nie zuvor. Premiere feiert eine Sonderschau des VDMA, die unter anderem ressourcenschonende Lösungen fokussiert. Das Expertenforum Stagetalks I adressiert sämtliche Powtech-Besucherbranchen, auf dem Expertenforum Stagetalks II zeigen erstmals Anbieter pharmazeutischer Verfahrenstechnik in separaten Themenblöcken, welche Lösungen sie zu bieten haben. Startups erhalten eine separate Bühne, besondere Highlights gibt es diesmal auch für Studierende. Und wer eine Live-Explosion unter sicheren Bedingungen erleben will, hat dazu zweimal täglich die Gelegenheit. Auf der Messe präsentieren zahlreiche nationale und internationale Unternehmen die neusten Lösungen der Verfahrenstechnik. Dabei umfasst das Portfolio explizit auch integriertes Processing von Feststoffen, halbfesten Produkten und Flüssigkeiten. Die Fachbesucher kommen aus einer Vielzahl von Branchen, allen voran die Chemie- und Kosmetikindustrie, die Nahrungs- und Futtermittelindustrie, die Pharmaindustrie und die Batteriebranche. Im Verbund mit dem Partec-Kongress sorgt die Messe für wissenschaftlich fundiertes Know-how in der Partikeltechnik.

Die VDMA-Sonderschau in Halle 2, Stand 2-204, bietet Einblick in die Prozesskette der Schüttgutindustrie – aus mechanischen und thermischen Verfahren sowie Lufttechnik. Neben einer breiten Palette an Exponaten,



die effiziente, ressourcenschonende Lösungen ermöglichen, thematisiert die Sonderschau auch aktuelle Herausforderungen wie die Novelle der TA Luft und des Fachkräftemangels. Diese und weitere Themen wie den Trend „Biologisierung der Industrie“ können Besucher mit den VDMA-Ansprechpartnerinnen und -Ansprechpartnern diskutieren.

Am Gemeinschaftsstand „Innovation made in Germany“ in Halle 4, Stand 4-453, nutzen deutsche Startups und Jungunternehmen die Plattform, um für ihre Innovationen zu werben und mit interessierten Besuchern ins Gespräch zu kommen. Das Angebot reicht

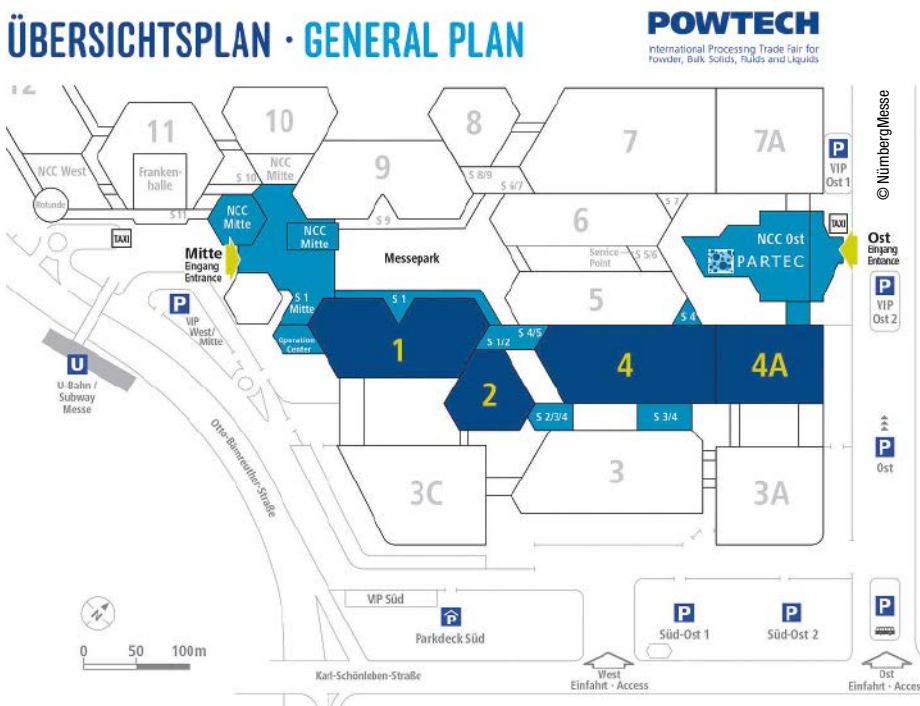
von Wärmepumpen und kreativen Dicht- und Mischsystemen über Beschichtungstechnologie für Mikropulver und Staubschutzsysteme bis hin zu digitalen Lösungen wie Prozessanalyse, Live-Dashboards, Prozesssimulation und digitalen Zwillingen.

Der Campus Pavillon in Halle 1: Hier präsentieren sich renommierte Universitäten und Hochschulen. Ein direkter Anlaufpunkt für Studierende, die die Welt der Verfahrenstechnik live erleben und mögliche Arbeitgeber kennenlernen wollen. Unterstützung gibt es auch bei der Suche nach Themen für Bachelor-, Master- oder Promotionsarbeiten. Im Mittelpunkt steht der Student's Day am Donnerstag. Studierende haben hier die Möglichkeit, mit einer digitalbasierten Guided Tour die Messe zu erleben. Alle Teilnehmer, die die Tour erfolgreich absolvieren, haben die Chance, einen Eventim-Gutschein zu gewinnen.

Live-Demonstrationen zum Explosionsschutz sind ein Zuschauermagnet auf jeder Powtech. Die Demonstration von Explosionen an realen Industrieanlagen durch das Rembe Research + Technology Center hat Tradition auf der Fachmesse. Zuschauer spüren die Auswirkungen und erfahren, wie Schutzsysteme funktionieren: zweimal täglich – jeweils um 12:00 und 16:00 Uhr (Donnerstag bereits 15:00 Uhr).

www.powtech.de

ÜBERSICHTSPLAN · GENERAL PLAN





Covestro nimmt neue Elastomer-Anlage in China in Betrieb

Covestro hat die Produktion in seiner neuen Anlage für Polyurethan-Elastomersysteme am integrierten Standort in Shanghai, China, aufgenommen. Der Bau hatte im Sommer 2022 begonnen. Die Investitionssumme liegt im zweistelligen Millionen-Euro-Bereich. Sie ist Teil einer Reihe von Investitionen in das Geschäft für Hochleistungselastomere, die das Unternehmen in den vergangenen Jahren weltweit getätigt hat – unter anderem an seinen Standorten in Thailand und Spanien. Die am Standort in Shanghai produzierten Polyurethan-Elastomersysteme können für eine Vielzahl von Endprodukten eingesetzt werden. Für die Offshore-Windkraft ist der Schutz von Tiefseekabeln ein Kernanwendungsgebiet. Daneben werden sie auch bei der Herstellung von Photovoltaikmodulen oder bei Sieb-Anwendungen in der Bergbauindustrie verwendet. Die neue Anlage ist die jüngste Ergänzung des integrierten Standorts von Covestro in Shanghai (Covestro Integrated Site Shanghai (CISS)), dem weltweit größten Produktionsstandort von Covestro. CISS beherbergt nun zwölf Anlagen insgesamt. Seit 2001 hat das Unternehmen dort rund 3,7 Mrd. EUR investiert.

www.covestro.com

Meorga MSR-Spezialmesse für Prozess- und Fabrikautomation in Landshut

Die Meorga veranstaltet am 18. Oktober 2023 in der Sparkassen-Arena in Landshut eine Spezialmesse für Mess-, Steuerungs- und Regeltechnik, Prozessleitsysteme und Automatisierungstechnik. Hier zeigen ca. 160 Fachfirmen ihr Leistungsspektrum, Geräte und Systeme, Engineering- und Serviceleistungen sowie neue Trends im Bereich der Automatisierung. Darüber hinaus können sich die Besucher in 36 praxisnahen Fachvorträgen umfassend über den aktuellen Stand der MSR-Technik informieren. Auf den Ständen sind die jeweiligen regionalen Ansprechpartner vertreten, um lösungsorientierte Fachgespräch in einer professionellen und serviceorientierten Messeatmosphäre zu führen. Die Messe wendet sich an Fachleute und Entscheidungsträger, die in ihren Unternehmen für die Optimierung der Geschäfts- und Produktionsprozesse entlang der gesamten Wertschöpfungskette verantwortlich sind. Der Eintritt zur Messe und die Teilnahme an den Fachvorträgen sind für die Besucher kostenlos und sollen ihnen Informationen und interessante Gespräche ohne Hektik und Zeitdruck ermöglichen. Die erforderliche Besucherregistrierung erfolgt über die Internetseite. Hier wird dann der Besucherausweis mit QR-Code zur Verfügung gestellt, der zum kostenfreien Eintritt berechtigt.

<https://meorga.de/anmeldung.php>



Der schnellste Weg zur perfekten Elektrodenmischung

Mit Eirich in die Zukunft der Batterie:
Einfaches scale-up, hocheffizienter Prozess, saubere Turnkey-Lösungen und kontinuierliche Versorgung von Coatern. Eirich macht Ihre Batterien besser - heute und morgen!

eirich.de



„Was Menschen bewegt, die etwas bewegen“

Der promovierte Chemieingenieur Dr.-Ing. Johannes Walter wird mit dem Friedrich-Löffler-Preis des VDI ausgezeichnet. Der Experte für Partikelmess-technik ist Arbeitsgruppenleiter für „Advanced Colloid Characterization“ am Lehrstuhl für Feststoff- und Grenzflächenverfahrenstechnik an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und Geschäftsführer des Sonderforschungsbereichs 1411 „Design of Particulate Products“.

Die berufliche Seite

Wer oder was hat Sie geprägt?

Meine Eltern, meine Frau und Kinder, mein Leistungskurslehrer Chemie und vor allem auch mein Doktorvater.

Was lieben Sie an Ihrem Beruf?

Die Abwechslung, sich immer wieder neuen Herausforderungen stellen zu können und Lösungswege zu finden, die sonst noch niemand zuvor beschritten hat.

Was war Ihr größter Erfolg?

Die Verteidigung meiner Dissertation, die Auszeichnung mit dem Young Scientist Award und die Verleihung des Friedrich-Löffler-Nachwuchspreises.

Was war Ihr größter Misserfolg?

Misserfolge gibt es immer wieder im Kleinen wie im Großen, dies ist Teil der Forschung. Am meisten hat mich die mehrfache Ablehnung meines ersten Erstautorenpapers getroffen. Rückblickend kann ich sagen, dass dies eine gute Erfahrung war, da sie mir gezeigt hat, dass es wichtig ist hartnäckig zu bleiben und nach vorne zu schauen.

Was vermissen Sie in Ihrem Beruf?

Vor allem die Zeit, auch in intensiven Phasen meiner Familie gerecht zu werden.

Worauf würden Sie gerne verzichten?

Auf den bürokratischen Wasserkopf der leider auch im akademischen Umfeld immer größer wird.

An welchen Prinzipien orientieren Sie sich?

Integrität, Ehrlichkeit und ein achtungsvoller Umgang im Team.

Was erhoffen Sie von der Zukunft?

Die Entwicklung nachhaltiger Technologien, sodass unsere Welt auch für meine Kinder und Enkelkinder ein lebenswerter Ort bleibt.

Welche Trends möchten Sie aufhalten?

Ich habe die Sorge, dass bei allem technologischen Fortschritt der Profit stets mehr als der Menschen zählt.

Was sind Ihre nächsten Pläne?

Der weitere Aufbau meiner Arbeitsgruppe und das Angehen der nächsten Herausforderungen. Vor allem aber bin ich gespannt, was die Zukunft bringen mag.



© Muhammad Saad Ali

Lebenslauf Johannes Walter

Privat:

- Geburt: 29.04.1987, Bamberg
- Eltern: Stephan Walter, Andrea Walter
- Geschwister: Julian Walter, Samuel Walter
- verheiratet mit: Maja Walter (Lehrerin)
- Kinder: Madita (5), Paul (3)
- Hobbies: Schlagzeug spielen, Musik, Wandern, Brot backen

Beruflich

- **Schule:** 1993 – 1987: Grundschule Stegaurach
- 1997 – 2006: Clavius-Gymnasium Bamberg (Leistungskurse Chemie und Physik)
- **Studium:** 2006 – 2012: Studium des Chemie- und Bioingenieurwesens an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU)
- 2012 – 2017: Promotion am Lehrstuhl für Feststoff- und Grenzflächenverfahrenstechnik (LFG), FAU, unter Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Peukert

- **Abschlüsse:** 2012: Diplom-Ingenieur (Diplomarbeit: Ellipsometrie zur Charakterisierung von dünnen organischen Filmen); 2017: Doktor-Ingenieur (Dissertation: „Multidimensional Characterization of Nanoparticles by Means of Analytical Ultracentrifugation“)
- **Auszeichnungen:** Diverse Preise (Cluster of Excellence Engineering of Advanced Materials an der FAU, International Symposium for Analytical Ultracentrifugation)
- 2016: Young Scientist Award der LUM GmbH
- 2023: Friedrich-Löffler-Nachwuchspreis der VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen

Berufslaufbahn:

- 2012-2017: Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Feststoff- und Grenzflächenverfahrenstechnik, FAU
- Seit 2017: Arbeitsgruppenleiter „Advanced Colloid Characterization“ am Lehrstuhl für

Feststoff- und Grenzflächenverfahrenstechnik, FAU

- Seit 2019: Wissenschaftlicher Koordinator des Zentrums für funktionale Partikelsysteme (FPS), FAU
- Seit 2020: Geschäftsführer des Sonderforschungsbereichs 1411 „Design of Particulate Products“
- **Anzahl Veröffentlichungen/Patente:** 49 Veröffentlichungen (mit Peer Review), vier Buchbeiträge, zahlreiche Proceedings verbunden mit Vorträgen und Posterpräsentationen auf nationalen und internationalen Tagungen
- **Verbandsmitgliedschaften:** Mitglied des FAU Profizentrums für Neue Materialien und Prozesse (FAU NMP) und des FAU Kompetenzzentrums Engineering of Advanced Materials (FAU EAM)
- Mitglied im Karriereprogramm FAUnext
- Gewähltes Vorstandsmitglied des Zentrums für Funktionale Partikelsysteme (FPS), FAU

Die private Seite

Wie würden Ihre Familie/Ihre Freunde Sie charakterisieren?

Liebevoll, humorvoll, ehrgeizig und zuweilen etwas zu sehr im Tunnelblick.

Was treibt Sie an?

Die Zusammenhänge hinter komplexen Sachverhalten zu entdecken, zu verstehen und Lösungen zu erarbeiten.

Was gibt Ihnen Kunst/Kultur?

Einen anderen Blick auf die Welt, Inspiration und Freude.

Ihr Verhältnis zum Reisen?

Ich liebe die Berge und das Meer als Orte zum Abschalten und Auftanken. Reisen bedeutet für mich vor allem auch intensive Familienzeit und Spaß mit meinen Kindern.

Womit beschäftigen Sie sich in Ihrer Freizeit?

Aktuell in erster Linie Zeit mit meinen beiden kleinen Kindern verbringen.

Was lesen Sie gerade?

Die Sturmlichtchroniken (Brandon Sanderson) bieten genug Stoff für mindestens ein Jahr. Ansonsten lese/höre ich auch gerne Technik-Thriller (Michael Crichton, Ernest Cline).

Ihre Lieblingsmusik?

70er Jahre Progressive Rock (Genesis, Yes, Pink Floyd), Neoprog (Spock's Beard, NMB) und aktuelle Singer-Songwriter Interpreten.

Was wären Sie auch gern geworden?

Zur Auswahl standen für mich Medizin, Lehramt und Ingenieurwesen. Letztlich ist es das Ingenieurwesen geworden, aber Arzt zu werden hätte mich rückblickend auch gereizt.

Was schätzen Sie an Ihren Freunden?

Ich schätze an Ihnen, dass sie mich so annehmen wie ich bin und dass sie stets da sind, auch wenn ich mir viel zu wenig Zeit für sie nehme.

Was möchten Sie in Ihrem Ruhestand machen?

Mit meiner Frau und meinen Enkelkindern die Welt entdecken und wieder mehr Zeit für Hobbies finden.



© Giulia Magnabosco

Wiley Online Library



Lehrstuhl für Feststoff- und Grenzflächenverfahrenstechnik

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Dr.-Ing. Johannes Walter
Tel.: +49 9131 85 704-80 · johannes.walter@fau.de

Team der Geschäftsführung bei Wangen Pumpen wird erweitert

Seit dem 1. Juli 2023 ist Stefan Isberg General Manager bei Wangen Pumpen und leitet das Unternehmen im Team gemeinsam mit Erik Sparby und Lorenz von Haller. Der 48-jährige Schwede verantwortet die Sparte Production Center (PC), welche die Bereiche Produktion, Finanzen/Controlling, IT, Personal, Produktentwicklung und Einkauf beinhaltet. Für den schwedischen Konzern Atlas Copco war Stefan Isberg bereits seit 2012 in unterschiedlichen Geschäftsbereichen und Positionen weltweit unterwegs, zuletzt als General Manager in der Produktgesellschaft in Saragossa, Spanien.



© Wangen Pumpen

www.wangen.com

Hessischer Verdienstorden am Bande für Bernhard Juchheim

Der Hessische Finanzminister Michael Boddenberg hat den Unternehmer Bernhard Juchheim, Gesellschafter der Jumo-Unternehmensgruppe und langjähriger Präsident der Industrie- und Handelskammer (IHK) Fulda, mit dem Hessischen Verdienstorden am Bande ausgezeichnet. Boddenberg überreichte die Auszeichnung im Namen von Ministerpräsident Boris Rhein im Stadtschloss Fulda. Der 73-jährige Bernhard Juchheim hat sich stets für das Gemeinwohl Fuldas und der Region ehrenamtlich engagiert. Ob als Vorsitzender des Arbeitgeberverbands Osthessen, als Vizepräsident und Präsident der IHK, als Vorsitzender des Vereins „Freunde und Förderer der Hochschule Fulda“ sowie des „Förderkreises des Fachbereichs Elektrotechnik und Informationstechnik der Hochschule Fulda“, als Vorsitzender des Vereins „Engineering-High-Tech-Cluster“, als Kuratoriumsvorsitzender der „Perspektiva gemeinnützige GmbH Fördergemeinschaft Theresienhof für Arbeit und Leben“, als Unterstützer der Kinderakademie sowie in vielen anderen Projekten. Bernhard Juchheim fragte sich stets, „in welchem Maße Technologie, Innovationen und nachhaltiges Wirtschaften am besten dazu beitragen können, die Gesellschaft besser zu machen“, wie er einmal sagte. Minister Boddenberg würdigte Juchheim als Unternehmer mit Gestaltungswillen und Verantwortungsbewusstsein, dem es darum gehe, im Dialog mit Politik und Verwaltung gute Rahmenbedingungen für die Industrie und somit sichere Arbeitsplätze zu schaffen. So habe er Jumo als Global Player und Weltmarktführer über Jahrzehnte ausgebaut. Gleichzeitig habe er dabei immer die Werte und die Kultur eines Familienunternehmens und verlässlichen Arbeitgebers bewahrt.



© Jumo

www.jumo.net

Thomas Kaeser mit dem Bayerischen Verdienstorden ausgezeichnet

Der Bayerische Ministerpräsident Dr. Markus Söder zeichnete Thomas Kaeser, Vorstandsvorsitzender von Kaeser Kompressoren, mit dem Bayerischen Verdienstorden aus. Söder betonte, dass Kaeser in einer regionalen oberfränkischen Wirtschaft, die mehr im Umbruch war wie kaum eine andere, dabei mitgewirkt habe, Transformation und Strukturwandel zu bewältigen. Es sei aber auch eine Auszeichnung für das Familienunternehmen Kaeser Kompressoren, weil ein Mittelständler wie Thomas Kaeser den Begriff nicht nur auf die Kernfamilie definiere, sondern auf das gesamte Unternehmen. Er sei ein großer erfolgreicher Wirtschaftsdenker, ein umsichtiger Redner und im Besitz einer besonderen Autorität, die in seiner Art ankomme und wertgeschätzt werde. Thomas Kaeser freute sich sehr über die Auszeichnung und versprach, auch in Zukunft sein Bestes zu geben und seine Fähigkeiten zum Wohle der Gesellschaft und des Unternehmens einzusetzen. Sein Dank galt den vielen Menschen, die ihn in seinem Leben begleitet und geprägt haben. Den Großeltern und Eltern, den sechs Geschwistern, den Freunden und Wegbegleitern, der ganzen Belegschaft mit 7.500 Mitarbeitern und ganz besonders seiner Frau Tina-Maria und seinen Söhnen Jan und Philipp. „Ich möchte einen Teil des Ordens an die weitergeben, die mich über mein Leben hinweg so unterstützt und geprägt haben“, sagte er.



© Kaeser

www.kaeser.de

Roman Gaida wird neuer CSO bei Bürkert

Zum 1. November wird Roman Gaida die vakante Position des Chief Sales Officers (CSO) bei Bürkert Fluid Control Systems in Ingelfingen übernehmen und als Mitglied der Geschäftsführung die weltweiten Vertriebs- und Marketingaktivitäten verantworten. Gaida verfügt über umfangreiche Industrieerfahrung in international agierenden Unternehmen: Nach einer Ausbildung zum Zerspanungsmechaniker und anschließender Tätigkeit in verschiedenen Positionen bei den Wieland-Werken in Ulm sowie Studium zum Wirtschaftsingenieur und Executive MBA Technology Management war er bei OC Oerlikon Balzers für den Bereich Business Development Plasmabeschichtung zuständig. Nach sechs Jahren als Bereichsleiter EMEA Sales, Marketing, Service und Engineering für CNC-Produkte, bei Mitsubishi Electric Europe komplettiert er damit fortan das Führungsteam des international tätigen Fluidikspezialisten. „Wir freuen uns, mit Herrn Gaida eine dynamische Führungskraft gewinnen zu können. Für beide Seiten war es wichtig, dass wir eine hohe Übereinstimmung bei unseren Werten feststellen konnten. Wir sind überzeugt, dass Herr Gaida sehr gut in die Bürkert Kultur passt, die geprägt ist von Wertschätzung, Respekt und gegenseitigem Vertrauen“, berichtet CEO Georg Stawowy über die Rekrutierung.



© Bürkert

www.buerkert.de



Friedrich-Löffler-Preis der VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen

Die VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (GVC) vergibt am 27.09.2023 zum vierten Mal den Friedrich-Löffler-Preis. Die mit 3.000 EUR dotierte Auszeichnung erhält Dr.-Ing. Johannes Walter vom Lehrstuhl für Feststoff- und Grenzflächenverfahrenstechnik der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Walter überzeugte die Jury durch seinen breiten wissenschaftlichen Arbeitsspektrum von der Grundlagenforschung der Partikelmesstechnik bis hin zur Entwicklung der Apparatechnik mit Marktrelevanz. Auch die Vielzahl seiner Internationalen Kooperationen und Drittmittelprojekte sowie seine herausragenden Publikationen beeindruckten die Fachwelt. Die Jury würdigte Walters herausragende ingenieurwissenschaftliche Leistungen und Kenntnisse auf dem Gebiet der Partikelmesstechnik. Vor allem Walters Arbeiten zur Weiterentwicklung der analytischen Ultrazentrifugation (AUZ) haben diese Messtechnik von der Biomedizin in eine breite Anwendung für unterschiedliche Materialsysteme wie z.B. die Messung halbleitender Quantenpunkte, plasmonischer Metallnanopartikel, Kohlenstoffallotrope wie von Nanoröhren oder Graphen und vieler anderer Materialien einschließlich Proteinen und Antikörpern befördert.

Preisträger sind Prof. Dr.-Ing. Sergiy Antonyuk, TU Kaiserslautern (2013), Prof. Dr.-Ing. Doris Segets, Uni Duisburg-Essen (2016), und Prof. Dr.-Ing. Carsten Schilde, TU Braunschweig (2019). Im Rahmen der Par-tec 2023 wird der Friedrich-Löffler-Preis zum vierten Mal verliehen und die Preisträger sind sich einig: „Der Friedrich-Löffler-Preis stellt für uns eine große Wertschätzung unsere bisherigen Forschungen und wissenschaftlichen Tätigkeiten dar. Gleichzeitig ist ein solcher Nachwuchspreis auch ein Ansporn, in den bisherigen Anstrengungen nicht nachzulassen“.



In Memoriam: Frau Elisabeth Löffler, die am 26.03.2023 verstarb, mit Preisträger 2019 Prof. Dr.-Ing. Carsten Schilde, Laudator Prof. Dr.-Ing. Stefan Heinrich und GVC-Geschäftsführerin Dr. Ljuba Woppowa (vrrnl)

Mit dem Preis wird auch dem Vermächtnis von Prof. Dr.-Ing. Friedrich Löffler gedacht und seine Leistungen für die Partikelforschung gewürdigt. Prof. Dr.-Ing. Friedrich Löffler lehrte ab 1973 in Karlsruhe und wurde 1989 als C4-Professor an das Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Mechanik der Universität Karlsruhe berufen. Für seine richtungsweisenden Forschungen zur Partikeltechnologie wurde er u.a. 1974 mit dem Arnold-Eucken-Preis der VDI-GVC und 1981 mit der VDI-Ehrenmedaille in Gold der Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN ausgezeichnet. Fachliche Ansprechpartnerin ist Dr. rer. nat. Ljuba Woppowa, VDI-GVC, Tel. +49 211 6214-266 · gvc@vdi.de · www.vdi.de/gvc

26.–28.9.2023

Nürnberg, Germany

POWTECH

International Processing Trade Fair for

POWDER
BULK SOLIDS
FLUIDS
and **LIQUIDS**

Erleben Sie auf der POWTECH den Puls der Verfahrenstechnik! Nutzen Sie die Chance, die neuesten Innovationen, Lösungen und Technologien zu entdecken. Lassen Sie sich von führenden Unternehmen und Experten inspirieren, knüpfen Sie Kontakte zu den Entscheidern und Innovatoren der Branche. Erleben Sie die Energie und Dynamik der POWTECH und tauchen Sie ein in die Welt rund um Pulver, Granulat, Schüttgut und Flüssigkeiten.

Wir freuen uns auf Ihren Besuch!

Im Verbund mit



Ideelle Träger



Werden Sie Teil der
POWTECH-Community!
powtech.de/besucher-werden

NÜRNBERG MESSE

Risikogerechter Explosionsschutz

Explosionsrisiken beim Umgang mit Stäuben erkennen und minimieren



Keywords

- **Staubexplosion**
- **Risikoanalyse**
- **Explosionsschutz**

Um die Sicherheit der Mitarbeiter, die Anlagenintegrität und den kontinuierlichen Betrieb zu gewährleisten, müssen geeignete Maßnahmen ergriffen werden. Es gilt, Explosionen entweder zu verhindern oder ihre Auswirkungen auf ein akzeptables Maß zu minimieren. Der herkömmliche Ansatz für den Explosionsschutz konzentriert sich oft auf die Verwendung von Berstscheiben als alleinige oder zumindest vorrangige Schutzmaßnahme – doch: Explosionsschutz beginnt bereits viel früher. Ein risikogerechter Explosionsschutz ist ein entscheidender Faktor beim sicheren Betrieb von Anlagen, in denen brennbare Stäube verarbeitet werden.

Die systematische Herangehensweise im Explosionsschutz besteht aus mehreren aufeinanderfolgenden Schritten. Der erste Schritt besteht darin, zu identifizieren, wo, welche und in welcher Häufigkeit explosionsfähige Staubatmosphären auftreten können. Sobald diese Aspekte identifiziert sind, ist das Ziel, deren Entstehung zu vermeiden. Dies kann durch verschiedene Maßnahmen wie regelmäßige Reinigung, Inertisierung oder Entstaubung und Absaugung von Maschinen und Anlagenteilen erreicht werden.

Wenn eine vollständige Vermeidung der explosionsfähigen Atmosphären nicht möglich ist, erfolgt der zweite Schritt: Die Identifizierung effektiver Zündquellen. Wie auch im ersten Schritt müssen hierbei die Charakteristiken und sicherheitstechnischen Kenngrößen des Staubs berücksichtigt werden. Das Ziel besteht darin, diese Zündquellen zu vermeiden, um die Entstehungswahrscheinlichkeit einer Explosion weiter zu reduzieren. Einige Zündquellen können bereits durch einen angepassten Anlagenbetrieb ausgeschlossen werden, bspw. eine Reduzierung der Fördergeschwindigkeit oder ein fachgerechter Potenzialausgleich.

Sollte eine vollständige Vermeidung der Zündquellen nicht möglich sein, müssen daraufhin konstruktive Explosionsschutzmaßnahmen vorgesehen werden. Ein solches Konzept besteht in der Regel aus Druckentlastungseinrichtungen und Maßnahmen zur Entkopplung der jeweils geschützten Behälter. Im Falle einer Explosion sollen z.B. Berstscheiben den schnellen Druckanstieg aus dem Prozess entlasten und die Entkopplungsorgane sowohl Flamme als auch Druckwelle daran hindern weitere Maschinen und Anlagenteile zu erreichen. Damit werden die Auswirkungen

begrenzt und die Integrität der Anlage sowie die Sicherheit der Mitarbeiter gewährleisten.

Explosionsgefährdete Bereiche

Die Einteilung der explosionsgefährdeten Bereiche basiert auf der Häufigkeit und Dauer des Vorhandenseins einer explosiven Atmosphäre.

- In der Zone 20 befinden sich Bereiche, in denen explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke brennbaren Staubes in der Luft ständig, langfristig oder häufig vorhanden ist.
- In der Zone 21 befinden sich Bereiche, bei denen bei Normalbetrieb nur gelegentlich damit zu rechnen ist.
- Die Zone 22 definiert Bereiche, in denen bei Normalbetrieb nicht damit zu rechnen ist, dass explosionsfähige Atmosphäre in Form einer Wolke brennbaren Staubes in Luft auftritt, wenn sie aber dennoch auftritt, dann nur kurzzeitig.

Können Zündquellen nicht ausgeschlossen werden, müssen diese alternativ frühzeitig, d.h. bevor sie wirksam werden, erkannt und eliminiert werden. Da Zündquellen unterschiedliche Eigenschaften besitzen, werden zugeschnittene Detektionssysteme benötigt.

Um Flammen und heiße Gase zu detektieren, können Flammendetektoren verwendet werden, (Infrarot-Detektion). Ebenso können mechanisch erzeugte Funken mithilfe von Funkenmeldern erkannt werden (Infrarot-Detektion). Die Vermeidung von Blitzschlag kann durch die Erdung und einen fachgerechten Blitzschutz erreicht werden. Bei elektrischen Anlagen ist es wichtig, nur Geräte mit entsprechenden Zulassungen zu verwenden. Statische

Elektrizität und Funkenentladung können durch eine ordnungsgemäße Erdung und Überwachung vermieden werden.

Kenngrößen ermitteln

Bei Selbstentzündungen und Glimmnestern hingegen ist es immer wieder zu beobachten, dass herkömmliche Detektionssysteme oft zu spät reagieren. Daher können zusätzliche Maßnahmen erforderlich sein, um die Entstehung oder die Zündgefahr von Glimmbränden gesichert zu verhindern.

Die Kenngrößen der Stäube und das Prozessverhalten spielen eine entscheidende Rolle bei der Auswahl der Detektionssysteme. Vergleicht man die Prozessbedingungen mit den Kenngrößen des Staubes, ermöglichen sie einen Rückschluss auf das individuelle Brand- und Explosionsrisiko. Je näher die Prozessbedingungen an den Grenzwerten der sicherheitstechnischen Kenngrößen liegen, desto risikoreicher ist der Prozess. Ein wichtiger Parameter, um über die Maßnahme bei Detektion eines Glimmnestes zu entscheiden ist die sogenannte „Brennzahl“ der Stäube. Die Brennzahl gibt an, wie leicht ein Staub entzündbar ist und wie schnell sich ein Feuer nach der Entzündung ausbreiten kann. Sie wird anhand von Laboruntersuchungen, bspw. durch das Rembe Research+Technology Center ermittelt. Je höher die Brennzahl, desto größer ist daneben auch in letzter Konsequenz das Explosionsrisiko. Daher ist es wichtig, die Brennzahl eines Staubes zu kennen und entsprechende Maßnahmen zu ergreifen, um das Risiko zu minimieren.

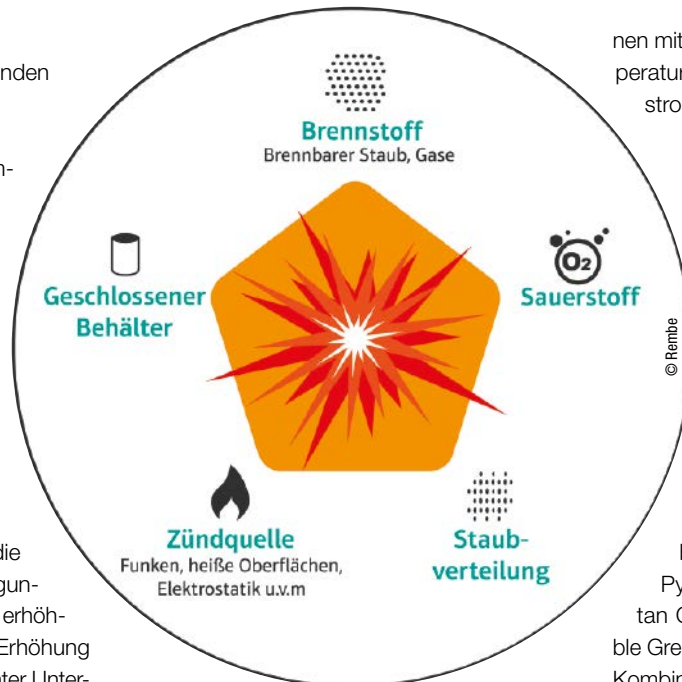
Brennzahl Definition:

- BZ 1: kein Anbrennen, kein Entzünden
- BZ 2: kurzes Anbrennen, rasches Auslöschen
- BZ 3: örtliches Brennen oder Glimmen (keine oder sehr geringe Ausbreitung)
- BZ 4: Ausbreiten eines Glimmbrandes oder langsames flammenloses Zersetzen
- BZ 5: Ausbreiten eines offenen Brandes (Brennen unter Flammenerscheinung)
- BZ 6: sehr rasches Durchbrennen unter Flammenerscheinung

Es ist jedoch zu beachten, dass die Brennzahl unter bestimmten Bedingungen variieren kann. Bei kontinuierlich erhöhten Temperaturen kann es zu einer Erhöhung der Brennzahl kommen. Ein signifikanter Unterschied in der Brennzahl wird auch bei verschiedenen Zuständen des Staubes deutlich, insbesondere zwischen ruhendem und fluidisiertem Staub. Ein Beispiel dafür ist Milchpulver, das im ruhenden Zustand eine Brennzahl von 2 aufweist, während sie sich im fluidisierten Zustand auf 4 bis 5 erhöht. Dies verdeutlicht, dass nicht nur die im Labor getesteten Werte, sondern auch der Umgang im eigenen Prozess beachtet werden muss.

In der Herstellung von Futtermitteln spielen viele potenzielle Zündquellen eine Rolle. Mechanische Schlagfunken und elektrostatische Entladungen werden in der Regel bereits mit etablierten Schutzsystemen wie Funkenlöschanlagen erkannt oder vermieden. Allerdings kann es noch immer Herausforderungen im Umgang mit den Zündquellen „Selbstentzündung“ und „heiße Oberflächen“ in verschiedenen Anlagenteilen der Prozesskette geben.

Bei der Herstellung von Futtermitteln entstehen derart kritische Situationen häufig in den Bereichen der Annahme, in Elevatoren (Becherwerke), in Band-, Schnecken- und Trogkettenförderern, in Entstaubungsanlagen, in Mahlanlagen, in Mischanlagen und in Sieben, in Pressen, in Kühlsystemen, in Trocknern und in Silos. Glimmnester können sich



Die fünf Bausteine einer Staubexplosion.

dort bilden oder durch die Anlagenbereiche gefördert werden.

Einsatz von Detektionssystemen

Traditionelle Detektionssysteme wie Flammen- und Funkenmelder reagieren nur, wenn das Glimmnest aufgebrochen und die IR-Strahlung sichtbar ist. Rauchmelder führen entweder zu Fehlalarmen bei hoher Staubkonzentration oder lösen zu spät aus, da die Verdünnung durch die Prozessluft zu hoch ist. Temperatursensoren sind nur dann hilfreich, wenn sie physischen Kontakt mit den Problemstellen haben. Die Überwachung der Temperatur von Abluftströmen scheidet ebenfalls aus, da herkömmliche Luftwechsellatzen eine enorme Energie erfordern würden, um die Temperatur merklich zu erhöhen – entsprechend viel Material müsste bereits brennen, um detektierbare Temperaturanstiege zu erzeugen.

Um diese Herausforderungen zu bewältigen, bietet sich ein differenzierter Ansatz zur Detektion an. Je nach Prozess können Temperaturanstiege an kritischen Stellen oder Anstiege von Pyrolysegas-Konzentrationen (Schwelgas) zur Detektion genutzt werden. Alternativ kön-

nen mittels Thermografie bereits geringe Temperaturunterschiede zum Rest des Produktstroms sichtbar werden.

In diesem Kontext sind innovative Detektionssysteme wie der Hotspot IR-Detektor und der GSME Pyrolysegas-Detektor besonders relevant. Der Hotspot IR-Detektor ermöglicht die Messung von Temperaturen zwischen 0 und 200 °C und ist für den Einsatz in Zone 20 und Zone 0 zugelassen. Er überwacht die Produktströme innerhalb des Prozesses und kann in 16 Zonen individuell mit Alarmwerten konfiguriert werden. Die Reaktionszeit beträgt lediglich 100 ms. Der GSME Pyrolysegas-Detektor überwacht simultan CO, H₂, HC und NO_x und bietet flexible Grenzwerteinstellungen für jedes Gas oder Kombinationen mehrerer Gase, die im Vorstadium von Staubbränden entstehen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Umgang mit Zündquellen eine differenzierte und prozessindividuelle Betrachtung erfordert.

Tests von Produkteigenschaften und deren Zündverhalten und der daraufhin individuell parametrisierte Einsatz innovativer Detektionssysteme wie Hotspot und/oder GSME-Detektoren ermöglichen es dann, die Sicherheit und die Effizienz in der Futtermittelherstellung zu steigern.



Der Autor
Alexander Kemmling,
Sales Executive Explosion
Prevention, Key Accounts D-A-CH,
Rembe Safety+Control

Wiley Online Library



REMBE GmbH Safety+Control, Brilon
Tel.: +49 2961 7405-0
hello@rembe.de · www.rembe.de



Die Rembe-Detektionssysteme GSME (re) und Hotspot (li).



Kleine Partikel mit großer Wirkung

Gezielte Anpassung der Partikeleigenschaften und der Mikrostruktur in der Elektrodenherstellung für Lithium-Ionen-Batterien

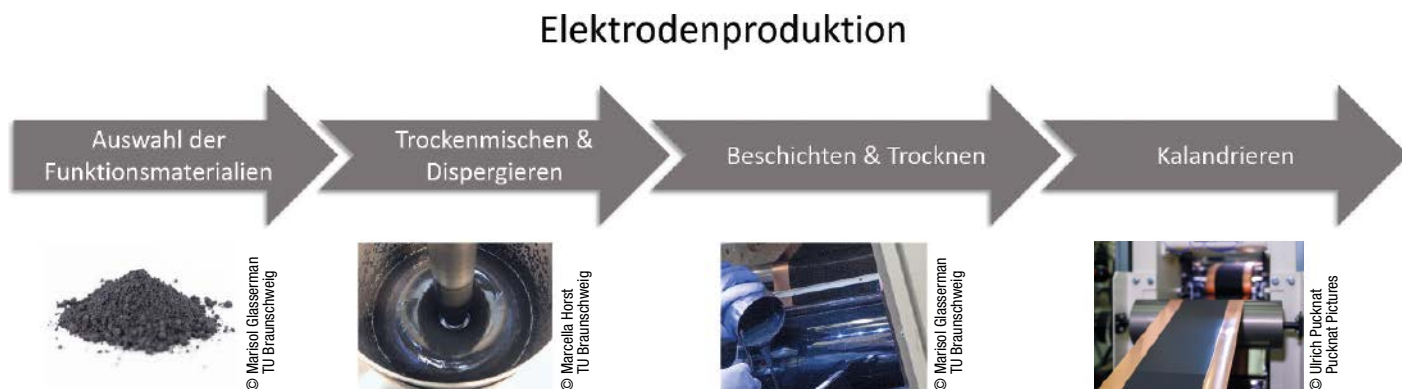


Abb.: 1: Schematischer Ablauf wesentlicher Schritte der Elektrodenherstellung für Lithium-Ionen-Batterien



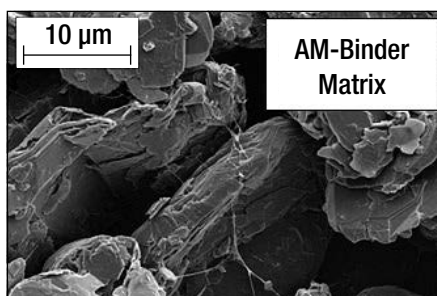
Keywords

- **Elektrodenmaterialien, Partikeleigenschaften**
- **Batterieperformance**
- **lösungsmittelfreies Trockenbeschichten**
- **Verfahrenstechnik, Energieeffizienz**

Die Performance einer Batterie hängt signifikant von den Eigenschaften der kleinen Partikel im Submikro- und Mikrometerbereich und ihrer Mikrostruktur ab. Für die Herstellung von maßgeschneiderten Batterien müssen diese im Verlauf des Herstellungsprozesses präzise und reproduzierbar eingestellt werden. Im Zuge der Produktion von Lithium-Ionen-Batterien haben sich hierfür bewährte Verfahren etabliert. Jeder Produktionsschritt trägt somit auf seine Weise zur Performance der Batterie bei. Durch die Optimierung bekannter oder neuer Verfahren ergibt sich zudem das Potenzial zur Senkung der Produktionskosten oder Nutzung neuer zukunftssträchtiger Materialien.

Die Auswahl des Materialsystems je Elektrode hat einen besonders großen Einfluss auf die möglichen Anwendungsgebiete einer Batterie. Das Materialsystem ist allgemein in Aktiv- und Inaktivmaterialien zu unterteilen. Ein bewährtes Kathodenaktivmaterial sind Lithium-Mischmetalloxide, insbesondere NMC ($\text{Li}_{1-x}(\text{Ni}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z)\text{O}_2$). Durch seine hohe spezifische Kapazität eignet sich NMC gut für die Verwendung in Elektroautos, da Zellen mit vergleichsweise hoher Energiedichte und spezifischer Energie hergestellt werden können. Bisher hatte sich vor allem NMC-622 mit einem Nickelgehalt von 60 % aufgrund seiner positiven Eigenschaften industriell etabliert. Inzwischen ist NMC-811 mit Nickelanteilen über 80 % industrieller Standard. Nickel ist besser verfügbar und kostengünstiger als Kobalt. Zudem werden durch höhere Nickelanteile höhere Oxidationsstufen bei Nickel erreicht, die nicht erwünschte Einlagerung von Metallionen in die tetraedische Struktur verhindern und so den irreversiblen

Kapazitätsverlust senken. Für andere Anwendungen mit hohen Anforderungen an Sicherheit und Langlebigkeit, aber geringeren Ansprüchen an die Energiedichte eignet sich das Kathodenmaterial Lithium-Eisenphosphat (LFP). Dieses besitzt eine sehr gute Zyklenstabilität durch seine starken Phosphatbindungen, die thermische Degradation durch O_2 -Bildung verhindern. Durch zusätzliches Mangan (LMFP) ist es zudem möglich, die Kapazität zu steigern. Für die Anode ist Graphit das etablierte Aktivmaterial. Es besitzt eine Schichtstruktur, in die die

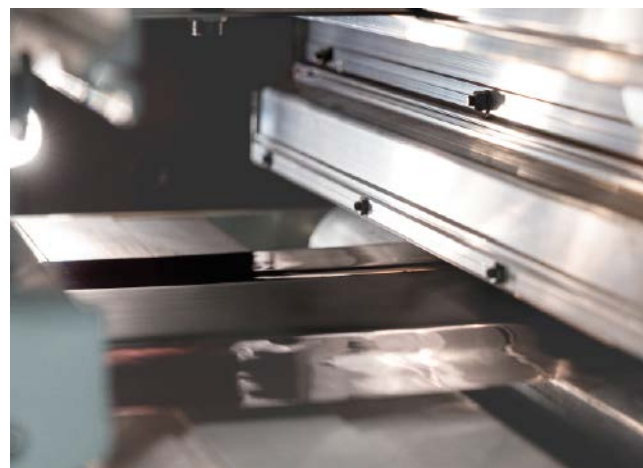
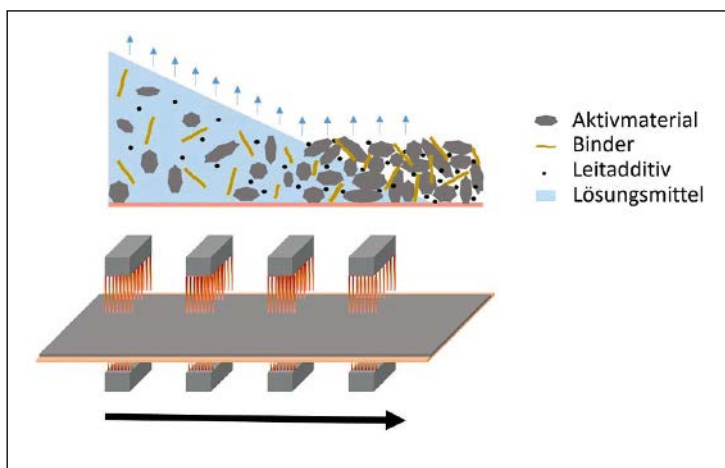


Lithiumionen interkalieren können, und bietet einen guten Kompromiss zwischen Lebensdauer und Performance. Alternative Materialien wie das besonders zyklenstabile Lithiumtitanat (LTO), hochkapazitives Silizium oder Silizium-Komposite, insbesondere als Zusatz zu Graphit, werden zunehmend eingesetzt.

Zu den Inaktivmaterialien auf Elektrodenenebene gehören Binder und Leitadditive. Während Binder primär für die mechanische Stabilität der Elektrodenstruktur verantwortlich sind, werden Leitadditive (z.B. Ruß, Graphen, CNTs, VGCFs) zur Verbesserung der elektrischen Leitfähigkeit und Einstellung einer optimalen Mikrostruktur benötigt. Wenngleich Ruße zu den

◀ **Abb. 2: Rasterelektronenmikroskopaufnahme der Aktivmaterial-Binder-Matrix einer Graphit-Anode**

© Marcel Weber/ TU Braunschweig, adaptiert von:
Weber, M., Moschner, R., Kwade A., (2022). Modifying the Network Structures of High Energy Anodes for Lithium-Ion Batteries through Intensive Dry Mixing. Energy Technology, Vol. 11.



© L. Schumann/ M. von Horstig, A. Schorr/TU Braunschweig (links), M. Kruszevski/TU Braunschweig (rechts)

Abb. 3: Exemplarischer Trocknungsprozess für Elektroden und schematische Darstellung der Auswirkungen des Trocknungsprozesses auf die Mikrostruktur der Elektrode (links) und Konvektionstrockner (rechts)

häufigsten Leitadditiven gehören, stehen neue Leitadditivmaterialien (Graphen, CNTs, VGCFs) immer mehr im Fokus von Untersuchungen. Beispielsweise besitzen Carbon-Nanotubes (CNT's) durch ihr hohes Aspektverhältnis bessere elektrische Leitfähigkeiten und tragen durch ihre flexible, röhrenförmige Materialstruktur zur Stabilität bei.

Trockenmischen und Dispergieren

Beim industriell meist eingesetzten Trockenmischen werden die Pulverkomponenten distributiv gemischt, um eine homogene Mischung für den nachfolgenden Nassmischprozess zu gewährleisten. Dafür können, je nach Mischaufgabe, unterschiedliche Geräte wie Taumelmischer, Planetenmischer oder Pflugscharmischer verwendet werden. Heute werden in der Regel Ruße mit hoher Oberfläche als Leitadditive verwendet, um die elektrischen, mechanischen und elektrochemischen Eigenschaften der Elektroden signifikant zu verbessern. Rußpartikel (Primärpartikel ca. 60 nm) liegen in Sekundär- und Ternärstrukturen (Aggregate und Agglomerate) vor, welche im Zuge des Mischprozesses gezielt zerteilt werden sollen. Untersuchungen zeigen, dass Rußpartikel bei ausreichender Beanspruchung auch trocken dispersiv gemischt und Aktivmaterialien modifiziert werden können. Durch dispersives Mischen der Rußpartikel im Trockenmischprozess können die Anforderungen an den Dispergierprozess maßgeblich reduziert werden. Die gezielte Modifizierung der Aktivmaterialien ermöglicht zudem, Defizite in den Materialeigenschaften (z.B. Feuchteempfindlichkeit, geringe elektr. Leitfähigkeit) zu kompensieren. Gleichzeitig ist bei hohen Intensitäten im Trockenmischprozess eine Degradation der Materialien zu vermeiden.

Im darauffolgenden Dispergierprozess muss eine Benetzung der Pulvermischung sowie der Aufschluss von Agglomeraten und die Stabili-

sierung der Partikel im umgebenden Medium sichergestellt werden. Der Dispergierprozess kann sowohl in kontinuierlichen Mischaggregaten wie Doppelschneckenextrudern als auch in diskontinuierlichen Batchmischern wie Dis-solvern oder Planetenmischern durchgeführt werden. Ziel des Dispergierprozesses ist, eine homogene, fließfähige Paste zu erzeugen, deren Viskosität die Anforderungen des nachfolgenden Beschichtungsprozesses erfüllt. Eine unzureichende Dispergierung kann zu Fehlern und Defekten in der Schichtoberfläche führen, weshalb die Deagglomeration von hoher

aufgebrachten Flüssigfilm schnell und effizient zu trocknen und damit die Partikelstruktur der Suspension in Form einer getrockneten Elektrode zu fixieren. Der Beschichtungsschritt erfolgt heute industriell in der Regel über Schlitzdüsen als vordosiertes Auftrags-system. Hierbei wird die Flüssigfilmdicke durch das Verhältnis aus Förderstrom der zuführenden Pumpe und der Bahngeschwindigkeit innerhalb der Anlage definiert. In Forschung und Entwicklung werden dagegen häufig selbst-dosierende Rakel- oder Kommarakel-Auftrags-systeme eingesetzt, die durch Einstellen des Rakelspaltes die Flüssigfilmdicke und damit die spätere Beladung definieren. Selbstdosierende Verfahren sind preisgünstiger und bieten eine größere Flexibilität sowie einfachere Reinigung. Vordosierte Systeme wie Schlitzdüsen hingegen bieten größere Beschichtungsgenauigkeiten und eine bessere Langzeitstabilität.

Im Trocknungsschritt wird das zum Dispergieren verwendete Lösemittel verdunstet und so die Elektrodenstruktur eingestellt. Die Trocknungsart sowie die Trocknungsparameter können dabei großen Einfluss auf die Partikel- und Porenstruktur sowie die Homogenität der Elektrode nehmen. Intensivere Trocknung führt bspw. zu einer poröseren Elektrode mit einer Ruß- und Binderverarmung in Richtung des Stromkollektors aufgrund der sich schneller ausbildenden Partikelstruktur und des schneller verdunstenden Lösemittels. Die aktuelle Standardtechnologie zur Elektrodentrocknung ist die Konvektionstrocknung, bei welcher die Wärme aufgrund der Temperaturdifferenz zwischen dem zugeführten Luftstrom und der Elektroden suspension übertragen wird. Hierbei kommt es dann getrieben durch die Temperatur- und Lösemittelkonzentrationsdifferenz zu der Verdunstung des Lösemittels, das durch den Luftstrom anschließend abtransportiert wird. Zu intensive Trocknung kann aufgrund des ausschließlichen Lösemittelabtransports

CITplus-Tipp

Diese und alle weiteren Themen entlang der zirkulären Produktion von Batterien einschließlich deren Recycling werden auf der International Battery Production Conference IBPC vom 7. bis 9. November 2023 vorgestellt

<https://battery-production-conference.de>

Bedeutung ist. Die Beanspruchung im Dispergierprozess kann durch Anpassung der Prozessparameter (z.B. Drehzahl, Mischzeit und Feststoffgehalt) individuell eingestellt werden.

Die Prozesse „Trockenmischen“ und „Dispergieren“ sind initial für die Ausbildung der Kohlenstoff-Binder-Matrix in der Elektrode verantwortlich (s. Abb. 2). Durch die gezielte Anpassung der Rußpartikelgröße in diesen Prozessschritten können die mechanische und elektrische Integrität sowie die Porenstruktur optimiert werden, um die elektrochemische Performance zu maximieren.

Beschichten und Trocknen

Die Beschichtung und Trocknung von Batterieelektroden findet in der Regel direkt aufeinanderfolgend statt, um den durch die Beschichtung auf dem Stromkollektor (Metallfolie)

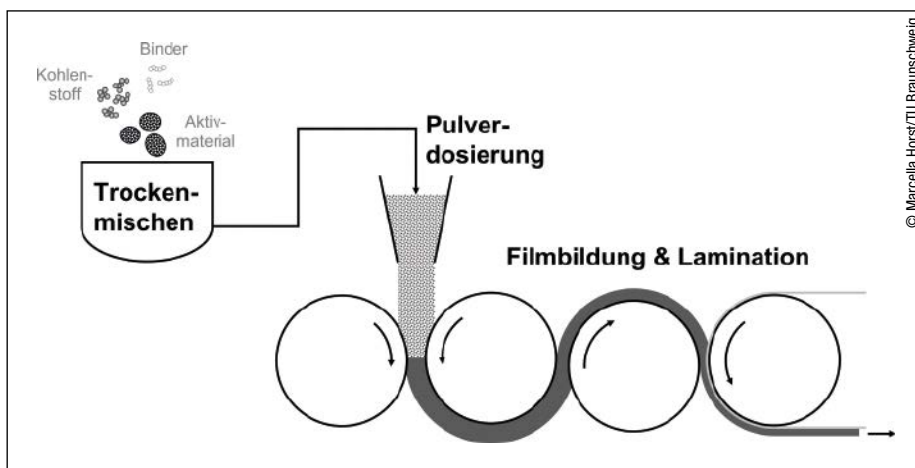


Abb. 4: Exemplarischer Trockenbeschichtungsprozess mit Pulverdosisierung über Kalandereinzug

an der Schichtoberfläche zu Inhomogenitäten führen. Leichte Elektrodenkomponenten wie Binder und Leitadditive können vom aufsteigenden Lösemittel mitgenommen werden und sich so an der Oberfläche anreichern, was negative Auswirkungen auf mechanische und elektrochemische Eigenschaften haben kann, da diese wichtigen Additive in den tieferliegenden Schichten entsprechend verarmen. Für eine schnelle und platzsparende Trocknung im industriellen Maßstab sind jedoch kurze Trock-

nungszeiten notwendig, wozu heute der Eintrag zusätzlicher Energie über (N)IR, Induktion oder auch Laser vorangetrieben wird.

Kalandrieren

Als letzter strukturgebender Prozessschritt vor der Nachtrocknung kommt dem Kalandrieren (kontinuierliche Walzenverdichtung) eine Schlüsselrolle zu, da hier die endgültigen Elektroden-eigenschaften festgelegt werden. Während die Elektrode – eine poröse Beschichtung

aus einem auf einer Trägerfolie aufgetragenen Partikelverbund – den Kalanderspalt durchläuft, werden Druck- und Schubkräfte aufgebracht, die die Elektrodendicke reduzieren und damit die Dichte erhöhen. Durch den Prozess wird die Elektrodenstruktur signifikant verändert, wodurch wichtige Eigenschaften der Elektrode wie Energie- und Leistungsdichte, Zyklenstabilität sowie strukturelle und elektrische Eigenschaften, die den Elektronen- und Ionentransport beeinflussen, festgelegt werden. Dabei unterscheidet sich der Einfluss auf die Anoden- und Kathoden-Mikrostruktur aufgrund der unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften der verwendeten Aktivmaterialpartikel deutlich. Die in vorherigen Prozessschritten definierten Leitfähigkeitsadditiv-Bindemittel-Komposite, die Rezeptur und das Materialsystem haben Einfluss auf das elastisch-plastische Verformungsverhalten der Elektrode während der Walzenverdichtung. Ist der elastische Anteil im Verdichtungsprozess hoch, führt dies dazu, dass im Vergleich höhere Kräfte erforderlich sind, um die gewünschte plastische Deformation zu erreichen. Die größte Herausforderung beim Kalandrieren sind makroskopische Fehlereffekte wie Schüsseln oder Faltenbildung. Diese Fehler entstehen durch unterschiedliches Verformungsverhalten von Trägerfolie und Elektrodenbeschichtung, was zu Verwerfungen führt. Diese Effekte können durch Beheizen der Kalandrierwalzen, was den Druck zum Erzielung der Zieldichte, oder durch den Einsatz größerer Walzendurchmesser reduziert werden. Größere Walzendurchmesser verringern durch die größere Kontaktfläche von Elektrode und Walze im Walzenspalt die Verdichtungsleistung pro Zeiteinheit, was zu einem schonenderen Verdichtungsprozess führt.

Nachtrocknung

Vor der Konfektionierung, dem Schneiden und Stanzen, der Elektroden für den Zellbau werden die Elektroden noch bis zur gewünschten finale Feuchte getrocknet. Dies kann diskontinuierlich als Rolle in Öfen oder aber kontinuierlich in Durchlauftrocknern erfolgen. Auch hierbei kann eine zu schnelle bzw. zu intensive Nachtrocknung die Leitfähigkeitsadditiv-Bindemittel-Komposite und damit Mikrostruktur der Elektrode nachteilig verändern.

Ausblick auf die nächsten Batteriegenerationen

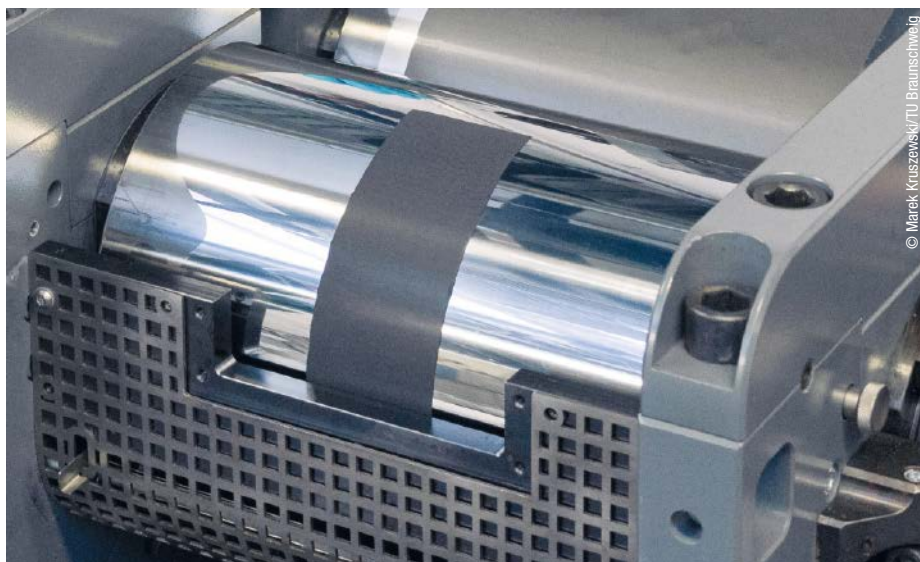
In den kommenden zehn Jahren wird, dem aktuellen Trend folgend, die Nachfrage nach Lithium-Ionen-Batterien und darauf aufbauenden Batteriegenerationen deutlich steigen. Dies gilt insbesondere für Batterien mit einer hohen Energiedichte, aber auch preisgünstige und ökologisch besonders vorteilhafte Batterietypen, und erfordert serienreife Batte-

Spotlight Trockenbeschichtung

Die Herstellung von Batterieelektroden und insbesondere der Trocknungsschritt von nassbeschichteten Elektroden ist mit einem hohen Energieverbrauch von insgesamt ca. 40 kWh pro erzeugter kWh Batteriekapazität verbunden. Ein großes Einsparpotenzial bietet daher ein Lösungsmittelverzicht, aus welchem sowohl der Wegfall des Trocknungsschrittes als auch der Verzicht auf organische Lösungsmittel, wie NMP (N-Methyl-2-pyrrolidon), resultiert. Damit einhergehend kann auch auf eine Lösemittelrückgewinnung und -aufarbeitung verzichtet werden. So können der CO₂-Fußabdruck und der Energiebedarf des Produktionsprozesses deutlich reduziert werden. Die etablierte Prozesstechnik der lösungsmittelbasierten Elektrodenherstellung ist dabei nicht direkt auf den trockenen Elektrodenherstellungsprozess übertragbar, so dass die gesamte Prozesskette hierauf ausgerichtet werden muss.

Beim Trockenmischen der pulverförmigen Elektrodenkomponenten ist es wichtig, die Elektrodenmaterialien zu funktionalisieren, um die Fließfähigkeit und die Mikrostruktur des Pulvers für die nachfolgenden Prozessschritte, Pulverdosisierung und Filmbildung, einzustellen. Während der Binder bei der Suspensionsherstellung für eine Nassfilmbeschichtung überwiegend im Lösungsmittel vorgelöst wird, muss der Binder im Trockenmischprozess homogen in der Pulvermischung mit dem Aktivmaterial und Leitfähigkeitsadditiven (z.B. RuBe)

verteilt werden und bestenfalls ein Netzwerk ausbilden (z.B. durch Fibrillierung eines PTFE-Binders oder Schmelzen eines PVDF-Binders). Gerade die Wechselwirkung zwischen den Binder-Partikeln und Leitfähigkeitsadditiven ist entscheidend für die Vernetzung der Partikel innerhalb der herzustellenden Elektrode und dessen elektrische Leitfähigkeit. Beim Dosier- und Beschichtungsprozess liegen die Elektrodenmaterialien nicht in Suspension, sondern als Pulver vor. Das Dosiersystem für die Beschichtung nimmt hierbei eine Schlüsselrolle ein, da an dieses System hohe Anforderungen gestellt werden. Das ausreichend fließfähige Pulvermaterial muss über die vorgegebene Elektrodenbreite präzise mit exakten Kanten auf ein Substrat, z.B. mittels Bürstenauftrag oder elektrostatischem Pulverauftrag, oder direkt in einen Kalanderspalt zugeführt werden, ohne dessen zuvor optimierte Eigenschaften negativ zu beeinflussen oder sich zu entmischen. Bei Auftrag auf ein Substrat ist nachfolgend meist ein Kalandrierschritt (horizontaler Spalt) zur finalen Verdichtung des Materials angeordnet. Der Beschichtungsschritt beim Auftrag mittels Kalandereinzug (vertikaler Spalt, Abb. 4) formt das dosierte Pulver in eine dünne Elektrodenschicht und verdichtet diese, sodass ein homogener stabiler freistehender Film (Abb. 5) ausgebildet wird. Anschließend wird der Film für eine bessere Haftung auf eine meist mit Kohlenstoff geprimerte Stromableiterfolie laminiert.



© Marek Kruszewski/TU Braunschweig

Abb. 5: Freistehender Elektrodenfilm bei der Trockenbeschichtung und Lamination

riekonzepte. In der Batterieproduktion müssen zukünftig vor allem der Energieeinsatz, die Kosten und der Ausschuss minimiert und der Durchsatz für eine Großserienfertigung erhöht werden. Viele der etablierten Verfahren (Beschichten mittels Schlitzdüsen, Kalandrieren und Trocknen) besitzen bereits heute eine gute Skalierbarkeit. Zugleich spielt aber auch die Nachhaltigkeit der Verfahren eine immer größer

werdende Rolle. Die Trockenbeschichtung, als ein alternatives Beschichtungsverfahren, zeigt hier großes Potenzial durch den Wegfall des Trocknungsschrittes und Senkung des ökologischen Fußabdrucks.

Im Bereich der Materialien werden derzeit bereits durch die zunehmende Verwendung von höheren Anteilen an kostengünstigem und besser verfügbarem Nickel bei gleichzeitiger

Steigerung der Gesamtperformance Kosten eingespart. Zukünftig könnten hier vor allem kosteneffiziente, hochkapazitive Materialien wie Silizium oder Silizium-Komposite noch an Relevanz gewinnen. Im aktuellen Stand der Technik gehört die Lithium-Ionen-Batterie nach wie vor zu den aussichtsreichsten Technologien und wird uns aller Wahrscheinlichkeit nach auch in Zukunft neben neuen Batteriegenerationen wie Festkörperbatterien begleiten.

Die Autoren

- Marcel Weber**, wiss. Mitarbeiter,
- Marcella Horst**, wiss. Mitarbeiter,
- Robin Moschner**, wiss. Mitarbeiter,
- Alexander Diener**, wiss. Mitarbeiter,
- Lara Schumann**, wiss. Mitarbeiter,
- Prof. Dr.-Ing. Arno Kwade**,
Leiter, Institut für Partikeltechnik und Battery LabFactory
Braunschweig, TU Braunschweig

Wiley Online Library



TU Braunschweig, Institut für Partikeltechnik
Tel.: +49 531 391 946 - 64
lara-katharina.schumann@tu-braunschweig.de



Roboterbasierte Automatisierung

depalletieren | wiegen | dosieren

Kosteneffizientes Rohstoffhandling

POWTECH 2023

Nürnberg: 26. – 28. Sept.
Halle 1, Stand 1-356

AZO Showroom
entdecken



We Love Ingredients.

www.azo.com



Nachhaltigkeit Kreislaufwirtschaft Digitalisierung

ACHEMAreporter 2024 – im Einsatz.

Vom 10. bis 14. Juni 2024 wird das Messegelände in Frankfurt am Main wieder zum Weltforum für die Prozessindustrie. Die Transformation in der Prozessindustrie zu einer klimaneutralen und ressourcenschonenden Produktion sowie die Digitalisierung auf allen Ebenen sind große Herausforderungen, die es zu bewältigen gilt. Dafür stellen über 2.000 Aussteller bei der ACHEMA 2024 ihre neuen Produkte, Lösungen und Verfahren zur Diskussion.

ACHEMA
reporter
gesucht!

Wir suchen **ACHEMAreporter**, die die technischen Lösungen und Trends aufgreifen und von der ACHEMA berichten. Als ACHEMAreporter eingeladen sind Studierende der chemischen Verfahrenstechnik, des chemischen Apparate- und Anlagenbaus, der Mess- und Regeltechnik sowie der Pharma- und der Biotechnik. Auch bewerben können sich fachjournalistisch Interessierte mit einer technischen Vorbildung. Die Berichte publizieren wir auf dem Zielgruppenportal www.chemanager-online.com sowie in den tagesaktuellen Newslettern.

Interessenten melden sich bitte bei:

citplus@wiley.com unter dem Stichwort „ACHEMAreporter“.



ACHEMA2024

**Besuchen Sie uns
auf der ACHEMA
Foyer 4.1, Stand A31**

Ihre Ansprechpartner:

Etwina Gandert
Chefredakteurin
+49 (0) 6201 606 768
egandert@wiley.com

Bettina Wagenhals
Assistenz
+49 (0) 6201 606 764
bwagenhals@wiley.com

CITplus

CHEManager

WILEY-VCH

CITplus

Das Praxismagazin für Verfahrens- und Chemieingenieure

Die wunderbare Welt der Schüttgüter

Die Physik der Schüttgüter erfordert eine spezielle Verfahrenstechnik und entsprechende Maschinen für das Mischen, Dosieren, Trocknen, Verpacken und für weitere Prozessschritte. Die Anlagen dafür werden über 600 Aussteller auf der Powtech 2023 zeigen. Denn die Verfahrenstechnik beeinflusst die Eigenschaften von Partikeln, Pulvern und Mischungen, wie z.B. bei der Herstellung von Elektrodenmaterialien für Batterien. Lesen Sie in diesem Sonderteil vor welchen Herausforderungen der Batterieanlagenbau steht und welche neuen technischen Lösungen für den sicheren Umgang mit Schüttgut in explosionsgefährdeten Zonen angeboten werden. Zudem präsentiert der Marktplace neue Entwicklungen der Powtech-Aussteller.



Weitere Themen

- Powtech Marktplace S. 26
- Es braucht den europäischen Schulterchluss – Interview mit Stephan Eirich, Vorstandsmitglied der VDMA-Fachabteilung Batterieproduktion S. 28
- Innovative Konzepte machen Batterien „grüner“ und kostengünstiger S. 32
- Elektrodenmaterialien recyceln S. 36
- Partikelmessung mit 3D-Bildanalyse S. 38
- Inertisierung von Mischern und Anlagen S. 40
- Ex-Sauger für besondere Anwendungen S. 42
- Anlagensicherheit aus Betreibersicht S. 44
- Energieeffizienz beim chemischen Recycling S. 47
- Modulare Palettier- und Verpackungsanlagen S. 48

Wiley Online Library



Advertorial



DFI in den Ausführungen Standard und Edelstahl.

Fike DFI – Rückschlagklappe zur Explosionsentkopplung

Die Fike DFI Rückschlagklappe zur Explosionsentkopplung ist jetzt in Edelstahlausführung erhältlich.

Diese neueste Ausführung der Rückschlagklappe ist besonders für den Einsatz in der Lebensmittelproduktion und in chemischen Anlagen geeignet. Sie verhindert, dass Rost, Farbe oder andere Verunreinigungen in das Produkt gelangen. Erhältlich ist Sie in den Größen bis DN800. Das DFI besteht aus zwei Klappen an einem vertikalen Scharnier mit Mittelsteg, die durch den normalen Prozessfluss offengehalten werden. Wenn es zu einer Deflagration kommt, schließen sich die Klappen durch die Druckwelle und fallen in einen Riegel, der stark genug ist, um dem Explosionsdruck standzuhalten.

Das DFI ist eine Rückschlagklappe, auf die Sie bauen können, denn sie bietet:

- Flexible Einbaumöglichkeiten durch die schnell schließenden Doppelklappen. Geeignet für den Einbau nahe an Behältern und Rohrbögen, sowohl in horizontalen und als auch in vertikalen Leitungen in Abhängigkeit von der DFI-Größe.
- Für einen breiten Anwendungsbereich einsetzbar, hält reduzierten Explosionsdrücken bis zu 1,5 barü von ST1-, ST2- und Leichtmetallstäuben sowie Stäuben mit niedriger Mindestzündenergie (MIE) stand.
- Durch Tests unter realen Bedingungen aus der Praxis, übertrifft sie die Prüfnorm EN16447.

Die Fike DFI Rückschlagklappe zur Explosionsentkopplung ist jetzt auch erhältlich in Größen bis DN1000.

Fike auf der Powtech | Halle 1, Stand 1-236



Fike Deutschland, Weinheim
 Tel.: +49 6201 7100 25 - 10
 info.de@fike.com
 www.fike.co.uk/de



Staubfreies Absacken von ultraleichten Pulvern in FIBCs (Big Bags) mit dem Greif-Velox Velovac XL.

Effiziente Carbon-Black-Absackung für die Batterieproduktion

Wie kann leitfähiges Carbon Black als wichtiger Bestandteil von Batterien schneller und nachhaltiger staubfrei abgesackt werden?

Die Lösung liefert Greif-Velox mit den VeloVac-Vakuumpackern: In einer komplett geschlossenen Vakuumkammer wird das ultraleichte Pulver mittels atmosphärischen Unterdrucks je nach Ausführung in Ventilsäcke oder FIBCs verpackt.

Ihre Vorteile:

- **Staubfreiheit:** Keine Partikel gelangen nach außen, kein Produkt geht verloren. Aufwendige, kostenintensive Reinigungen der Anlagenumgebung entfallen.
- **Hohe Arbeitssicherheit:** Durch das staubfreie Verfahren werden Mitarbeiter vor Kontaminationen geschützt. Dank zuverlässiger Ultraschallverschweißung und Ventilabschneidung gerät kein Produkt nach außen.
- **Hochreines Produkt:** Durch das auf die speziellen Anforderungen der Batterieherstellung abgestimmte Verfahren erhalten Hersteller das Produkt in bester Qualität – ohne Feuchtigkeit oder Verunreinigungen durch Buntmetalle.
- **Einsparung Lager- und Logistikkosten:** Die Vakuum-Technik sorgt sowohl für eine bis zu vierfache Verdichtung des Produkts als auch für gut stapelbare Säcke ohne Lufteinchluss. Somit sind Einsparungen von bis zu 75 % im Bereich Lager- und Logistik möglich.
- **Nachhaltigkeit:** Die starke Kompaktierung führt zu einer massiven Reduzierung des Versandvolumens: Weniger als die Hälfte an Containern werden für den Transport benötigt, was die CO₂-Emissionen verringert.

Greif-Velox auf der Powtech | Halle 1, Stand 1-253



GREIF-VELOX
 Maschinenfabrik GmbH, Lübeck
 Tel.: + 49 451 53 03 - 80
 info@greif-velox.com
 www.greif-velox.com/velovac

Wiley Online Library





Netzsch Mahlen & Dispergieren: „We enable our customers to create exciting products for a sustainable world“

„Wir sind da, wo unsere Kunden sind – mit Produktion, Technik und Service“

Netzsch Mahlen & Dispergieren ist ein innovativer, international agierender Hersteller von Maschinen und Anlagen der mechanischen Verfahrenstechnik, mit weltweit neun Produktionsfirmen, 12 Laboren, sowie 60 Vertriebs- und Servicebüros.

Bei der Aufbereitung von Produkten aus der Chemischen Industrie verfügt Netzsch über jahrzehntelange Erfahrung für die verfahrenstechnischen Aufbereitungsstufen Nassmahlen, Trockenmahlen, Mischen, Dispergieren, Entlüften und Feinsichten. Innovative Technologie und weltweite Kundennähe führt zu energieeffizienten Produktionsprozessen mit höchster Produktions- und Investitionssicherheit.

Netzsch unterstützt Sie weltweit bei Ihren Projekten, wenn es um Trocken-, Nass- oder Lohnvermahlung geht. Unsere innovativen Technologien, unser weltweiter Service und unsere große Erfahrung garantieren, dass Ihre Investition von Anfang an ein Erfolg wird.

Wenn Sie Netzsch Equipment erwerben, werden wir alles dafür tun, die optimale Leistungsfähigkeit Ihrer Maschinen zu erzielen. Wir unterstützen Sie mit Beratung hinsichtlich Prozessabläufen, sodass Ihre Produktion stets optimal, effizient und auf dem neuesten Stand der Technik bleibt.

Unser Versprechen an Sie lautet: optimale Verfügbarkeit durch ein umfassendes Programm aus vorbeugender Instandhaltung, Fernwartungs-Assistenten und Field Service, das sich durch Flexibilität, Schnelligkeit und Verlässlichkeit auszeichnet. Sie möchten mehr über unsere Neuheiten und innovativen Lösungen erfahren? Kommen Sie zu einem persönlichen Gespräch auf die Powtech nach Nürnberg.

**NETZSCH-Feinmahltechnik auf der Powtech
Halle 4A, Stand 223**

NETZSCH
Proven Excellence.

NETZSCH-Feinmahltechnik
GmbH, Selb
Tel.: +49 9287 - 7970
info.nft@netzsch.com
www.grinding.netzsch.com



amixon® Vakuu-Mischtrockner / Reaktor

Mischen, Trocknen und Synthetisieren in einem Apparat

- ✓ Besonders schonendes Mischen und Kontaktrocknen
- ✓ Idealer Wärmeaustausch – Mischraum und Mischwerkzeug temperierbar, nur oben gelagert und angetrieben
- ✓ Baugrößen von 100 Liter bis 50.000 Liter verfügbar
- ✓ Verwendbar für Pulver, Granulate, Flüssigkeiten und hochviskose Pasten
- ✓ Füllgrade können variieren von ca. 15% bis 100%
- ✓ Variable Umfangsgeschwindigkeit von 0,3 bis 5 m/s
- ✓ Einfach zu reinigen und zu sterilisieren, vollautomatisch
- ✓ In unserem Technikum können wir Prozesse bis 350°C bei Vakuum und bis zu 25 bar Prozessdruck abbilden. Apparate mit keramischer Beschichtung stehen für Versuche mit abrasiven Gütern bereit.
- ✓ Alle Komponenten der amixon®-Apparate stammen aus Deutschland. Die Fertigung der Maschinen findet ausschließlich im amixon®-Werk in Paderborn, Deutschland statt.



amixon GmbH
Paderborn, Deutschland
sales@amixon.de
www.amixon.de

Save the date! Messen 2023:

Powtech 26.-28. September, Nürnberg
IBA 22.-26. Oktober, München



Stephan Eirich, Geschäftsführer bei Maschinenfabrik Gustav Eirich und Vorstandsmitglied der VDMA-Fachabteilung Batterieproduktion

Es braucht den europäischen Schulterschluss

Die Qualität des deutschen Anlagenbaus für die Batterieproduktion liegt im Detail



Keywords

- **Batterieanlagenbau**
- **Mittelstand, Generalunternehmen**
- **Rohstoffe, Lieferketten**
- **Batterietechnologie, Batteriechemie**

Die Batterieproduktion hat in Europa Fahrt aufgenommen, doch zum Durchbruch braucht es intelligente und nachhaltige Fertigungsprozesse. Dafür ist es notwendig, die komplexen Produktionslinien zu verstehen, Kosten zu reduzieren und Prozessstabilität zu sichern. Stephan Eirich, Mitglied des Vorstands der VDMA-Fachabteilung Batterieproduktion und Geschäftsführender Gesellschafter Maschinenfabrik Gustav Eirich Hardheim, gibt im Interview einen Einblick in die Prozessschritte, beschreibt die aktuellen Herausforderungen für den deutschen Anlagenbau und für die Entwicklung und gibt einen Ausblick auf die erfolgsversprechenden Batterietechnologien der nächsten Jahre.

CITplus: Herr Eirich, was sind die wesentlichen Prozessschritte der Batterieproduktion und welche chemie- und verfahrenstechnischen Aufgaben sind zu bearbeiten?

Stephan Eirich: Die Batterieproduktion lässt sich in die drei großen Bereiche Zellfertigung, Modul- und Packfertigung unterteilen. Die Herstellung der Batteriezelle wiederum umfasst die Hauptprozessschritte Elektrodenfertigung, Zellassemblierung und Zellfinalisierung. Die Weiterverarbeitung der Batteriezelle geht in der Regel über Batteriemodule zu einem Batteriepack. Die einzelnen Batteriezellen werden in einem Modul seriell oder parallel verschaltet. Mehrere Module sowie weitere elektrische, mechanische und thermische Komponenten werden zu einem Pack assembliert.

Verfahrenstechnik findet in den ersten Schritten der Batteriezellproduktion in der Elektrodenfertigung Anwendung. Das Elektrodenmaterial für Kathode und für Anode muss dosiert und in der passenden Rezeptur mit einem Lösemittel gemischt werden.

Daran anschließend wird die Elektroden-schicht aufgetragen und das Lösemittel über eine Trocknungsstrecke wieder herausger-bacht. Danach wird die Schicht zwischen zwei Walzen homogen verdichtet, ohne komplett zusammen gepresst zu werden. Diesen Prozessschritt nennt man Kalandrieren. Hierbei werden Materialeigenschaften her- bzw. eingestellt. Die verfahrenstechnischen Prozessschritte haben erheblichen Einfluss auf Qualität und Performance der Zelle.

Das Trockenbeschichten ist eine Zusammenfassung einer Vielzahl einzelner, jeweils trockener Beschichtungsarten. Der Verzicht auf Lösemittel bildet einen signifikanten Unterschied zum herkömmlichen Mischprozess. Direktes Kalandrieren und die freistehende Elektrodenfertigung sind die derzeit vielversprechendsten Technologien und weisen das höchste Potenzial einer zeitnahen Umsetzung in der Industrie auf.

Der Wettlauf um die besten Produktions-technologien ist in vollem Gange. Wo steht

der deutsche Anlagenbau und was ist der Schlüssel zum Erfolg im internationalen Wettbewerb?

S. Eirich: Die europäischen Maschinen- und Anlagenbauer können die relevanten Bedarfe für Anlagen zur Batterieproduktion in Europa auch schon kurz- bis mittelfristig decken und bilden mit ihren Technologien jeden, der für die Batterieproduktion benötigten, Prozessschritte ab. Dabei ist der europäische mittelständisch geprägte Maschinenbau hochspezialisiert auf einzelne Prozessschritte. Gegenüber dem asiatischen Wettbewerb ist der fehlende Generalunternehmern derzeit ein Nachteil. Um konkurrenzfähig zu sein, ist der Zusammenschluss oder die Zusammenarbeit von Firmen entlang der Prozesskette essenziell. Hinzu kommt: Eine 20-Gigawatt-Fabrik stellt kein Mittelständler allein hin. Auch für die jeweiligen Prozessschritte ist es wichtig, dass der europäische Mittelstand Wege findet zusammen zu arbeiten. Mit gutem Beispiel vorangegangen ist die Kooperation von Manz, Dürr und Grob.

Worin liegt derzeit das Nadelöhr für das Hochlaufen des Batterieanlagenbaus in Deutschland und Europa?

S. Eirich: Derzeit fehlt es an einem Generalunternehmer aus Europa, der eine gesamte Fabrik ausrüsten kann in der Zellfertigung. Ebenso fehlt es an Referenzen in der Großserie. Unsere Automobilindustrie hat Jahrzehnte von dem guten Verhältnis und der engen Zusammenarbeit zwischen Maschinenbau und Autoindustrie profitiert. In der Batteriefertigung müssen diese Strukturen und das Vertrauen neu wachsen. Der Maschinenbau braucht vor allem Verbindlichkeit und Transparenz. Die Automobilindustrie will einen erfahrenen Generalunternehmer mit Referenzen und setzt daher auf den chinesischen Marktführer. Für technologischer Souveränität und resilienten Wertschöpfungsketten in Europa wird es aber das Bekenntnis und die Einbindungen deutscher und europäischen Unternehmen in die Produktionsausrüstung brauchen. Der Marktführer aus China, Wuxi Lead, rüstet ganze Gigafabriken mit Maschinen aus. Diese werden mit nicht kundenspezifischen Anlagen mit einem eigenen Serienstandard beliefert. Der weltweite Bedarf an Fabriken wird in den kommenden Jahren derart anwachsen, dass unter Umständen nicht alle Vorhaben bedient werden können. Wir brauchen also mehr Lieferanten, die fähig sind, Fabriken zu bestücken.

Es ist in der Verfahrenstechnik essenziell, dass die Kundenindustrie mit dem deutschen und europäischen Maschinenbau eng zusammenarbeitet und das Know-how gemeinsam aufbaut. Zusätzlich braucht es Lösungen für den mittelständischen Maschinenbau, zum Beispiel in Form von Integratoren „Turn Key Solutions“ oder finanzieller Absicherung und Liability-Thematik, um den finanziellen Umfang der Aufträge stemmen zu können.

Wie schätzen Sie die Rohstoffsituation und die Zuverlässigkeit der Lieferketten ein? Welchen Einfluss hat der Energiepreis in Deutschland?

S. Eirich: Bei den Rohstoffen gibt es hohe Unsicherheiten in der Prognose zur Versorgung. Andere Länder haben bereits ihre Rohstoffe gesichert, Lieferketten etabliert. Hier geht es um Nachholbedarf in Deutschland, um der Rohstoffverknappung vorzubeugen. In Europa selbst wird es nicht möglich sein ausreichend Rohstoffe zu erschließen. Die Europäische Kommission hat dies erkannt und das Recycling als ein wichtiges Instrument gewertet. In der Batterieverordnung sind entsprechende Rahmenbedingungen gesetzt, über Recyclingquoten und die Verwendung von recycelten Materialien in den Batterien. In der Forschung und Entwicklung ist das Bestreben nach wie vor hoch, Alternativen zu finden, um auf Cobalt, Mangan und Nickel

zu verzichten. Im Gespräch ist dabei in letzter Zeit vor allem die Cobalt-freie Batterie oder die Natriumionenbatterie.

Die Energiepreise sind in Deutschland zusammen mit Italien mit die höchsten in Europa. Die Batterieproduktion, gerade im Bereich der Zelle, ist ein hoher Energieverbraucher. Eine Verlagerung von Produktionsstättenplanungen ins europäische Ausland wird mit der Energiepreisfrage begünstigt. Der Maschinen- und Anlagenbau kann einen Beitrag leisten, indem Prozesse energieeffizient gestaltet werden. Die Trockenbeschichtung ist hier ein Beispiel, wie Energie im Prozess gespart werden kann.

Was sind die größten technischen Herausforderungen als Zulieferer im Batterieanlagenbau?

S. Eirich: Technologisch sind die Herausforderungen gar nicht so groß, wenn der Kunde offen für alternative und innovative Technologien ist und nicht nur eine Kopie asiatischer Anlagentechnik bei sich stehen haben will. Mit der wird er selbstredend auch nie besser oder effizienter produzieren können als die asiatischen Wettbewerber. Häufig wird von den Kunden angeführt, dass die asiatische Technik ja deutlich preisgünstiger als europäische ist. Schaut man jedoch genauer auf die Details, und wir bekommen das selbst bei Inbetriebnahmen von Gigafactories in Asien mit, wo der Kunde nur unser Kernpaket gekauft hat und selbst die „günstige“ asiatische Technik davor und danach einsetzt, so erkennt man bei der Analyse sehr schnell, dass viel einfachere Technik verbaut wurde, die weder europäischen ATEX-Richtlinien, CE-Konformitäten oder Arbeitssicherheitsvorgaben entsprechen würde. Auch ist die Technik durch fehlende Sensorik weniger robust im Dauerbetrieb und lässt Störungen oder Abweichungen nicht erkennen, bietet keine übergeordnetes Steuerungskonzept, sondern viele Individualsteuerungen, die von Mitarbeitern abgelaufen werden müssen und die somit viel Personal für den Betrieb benötigen. Oder sie ist einfach technisch weniger effizient, so dass längere Chargenzeiten und damit höhere Betriebskosten die Folge sind. Ertüchtigt man asiatische Anlage auf europäisches Anspruchsniveau sind die Kostenunterschiede in den Investitionskosten häufig gering, im Betrieb aufgrund der unterschiedlichen Konzepte und Lohnkosten in Asien und Europa aber nach wie vor sehr deutlich. Leider wird aber zu selten auch der OPEX mit in die Gesamtbetrachtung einbezogen, sondern erst einmal nur CAPEX. Rechnet man mit TCO ist die europäische Technologie auch heute schon absolut wettbewerbsfähig.

Ein weiterer wesentlicher Einflussfaktor sind die technischen Spezifikationen als auch

kommerziellen Bedingungen der europäischen Automobil OEM und anderer großer Batteriehersteller. Mit jeder neuen Anfrage und jedem Projekt erhalten wir Ordner voll von Vorgaben, die sehr zeitintensiv bewertet werden müssen.

Als Konsequenz bedeuten diese Vorgaben sehr hohe Aufwendungen, vom erneuten Engineering der Anlagen, der Qualifizierung und Beschaffung speziell vorgeschriebener Bauteile bis hin zur kompletten Neuprogrammierung der Software und Anpassung der Steuerungstechnik. Selbst wenn die bestehenden Standards der europäischen Maschinen und Anlagenbauer nicht voll ausreichend sind, so ist es sehr ärgerlich, dass jeder Kunde seine eigenen Standards umgesetzt haben möchte und damit wertvolle Kapazitäten der Maschinen und Anlagenbauer bindet. Ein gemeinsam genutzter Standard zwischen OEMs und Lieferanten wäre hier sehr wünschenswert und würde die Kostensituation deutlich verbessern. Die Asiatischen Anlagenbauer liefern bis heute ihren eigenen Standard.

Den Batterieanlagenbau zeichnet eine hohe Komplexität aus. Wie hoch ist der Automatisierungsgrad und kann der Industriezweig hier eine Vorreiterrolle einnehmen?

S. Eirich: Den Automatisierungsgrad würden wir, auch im Vergleich mit anderen Industrien, als Mittel einstufen. Technisch wäre durchaus deutlich mehr möglich. Es scheitert aber aktuell an zwei Aspekten: Erstens den hohen Kosten für In-line-Sensorik sowie deren fehlende Validierung im industriellen Einsatz, um Kosten und Nutzen gegenüber den Kunden klar aufzeigen zu können. Zudem müssen durch die komplexe Anlagentechnik mit parallel arbeitenden Beschichtern, Mischern und Tankanlagen, die Sensoren wiederkehrend jeweils in den unterschiedlichen Teilsträngen der Anlage eingebaut werden. Dadurch vervielfacht sich der schon hohe Einzelpreis des Sensors durch die notwendige Häufigkeit des Einbaus in der Anlage entsprechend, was erfahrungsgemäß das Budget der Kunden sprengt, so dass er am Schluss doch erst einmal darauf verzichtet. Asiatische Anlagentechnik hat hier erfahrungsgemäß nichts verbaut, so dass bei der Budgetplanung diese Kostenblöcke nicht ausreichend berücksichtigt wurden. Zweitens ist das Materialhandling (Rohstoffe, Slurrytransport) häufig noch extrem manuell ausgelegt, weil die Personalkosten in asiatischen Anlagen geringer sind und somit weniger ins Gewicht fallen. Die üblicherweise zum Einsatz kommenden Gebinde wie Big Bags und Säcke mit manueller Entleerung sind aufgrund der riesigen Durchsatzmengen in Gigafactories absolut nicht mehr zeitgemäß, benötigen enorme Personalressourcen für den Betrieb, erzeugen gigantische Produktverluste und Abfallmengen und sind durch den Faktor Mensch fehleranfällig. Ansätze, wie sie in anderen Industrien mit vergleichba-

ren Massendurchsätzen absolut üblich sind, wie beispielsweise Aktivmaterialbereitstellung über Silofahrzeuge, sind hier bisher absolute Fehlanzeigen. Bedingen aber auch eine technologische Durchgängigkeit vom Rohstoffhersteller bis zum Zellhersteller, die es so nicht zu geben scheint. Rohstofflieferungen aus Asien müssen zudem auf Big Bags und Säcke setzen, um überhaupt wirtschaftlich anbieten zu können.

Werden neben der Lithiumionen-Batterie auch andere Batteriesysteme größere Marktchancen haben und wenn ja, welche und warum?

S. Eirich: Natriumionen-Batterien, die auf identischen Fertigungsanlagen wie Lithiumionen-Batterien hergestellt werden, da in dem Fall nur die Rohstoffe getauscht werden müssen, während die Erfahrung aus der Serienfertigung der Zellen im Wesentlichen 1:1 übertragbar ist. Alternative Zellchemien haben nur dann Chancen, wenn entweder die Rohstoffkosten gegenüber Natriumionen noch viel günstiger oder die Fertigungstechnik noch wesentlich einfacher wäre. Viele innovative Fertigungsansätze sind in der Vergangenheit leider bereits gescheitert, da die Fertigungskosten für Lithiumionen-Zellen aktuell durch Skaleneffekte und fortlaufende Ausschussreduzierung schneller fallen, als Alternativtechnologien diese Referenzkosten überhaupt erreichen können. Günstige Rohstoffe allein sind da nicht ausreichend, zumal billige

Rohstoffe auch in der Regel schlechtere Zellleistung bedeuten.

Gibt es wesentliche Unterschiede in der Prozesskette bei der Herstellung der verschiedenen Batteriesysteme? Was bedeutet das für die Flexibilität der Anlagen und wo sehen Sie noch signifikantes Verbesserungspotenzial in den Produktionstechnologien?

S. Eirich: Im Wesentlichen unterscheiden sich die Anlagen in der Elektrodenfertigung, wenn man mal die Zellmontage für Rund, Pouch oder Prismatische Zellen außen vorlässt. Neben den klassischen Beschichtungsverfahren gibt es diverse alternative Technologieansätze auf ganz unterschiedlichen TRL (Technology Readiness Level) Niveaus, wie beispielsweise gepresste Elektroden aus Granulaten, 3D-gedruckte Elektroden, direkt extrudierte Halbmasselektroden bis hin zu Trockenelektroden mittels Pulverauftragsverfahren oder der Herstellung freistehender Filme. Da die Elektroden-Fertigungsverfahren in der Regel zu unterschiedlich sind und ganz andere Maschinenteknik – zum Beispiel Mehrwalzenkalandrierung statt Beschichter und 50 bis 100 m lange Trocknertunnel – von Nöten ist, kann man nicht einfach zwischen unterschiedlichen Produktionstechnologien hin- und her wechseln. Bei der Mischtechnik, die der erste Schritt in der Elektrodenfertigung ist, sieht das etwas anders aus, wenn man auf die richtige Basistechnologie, wie den Eirich Mischer setzt. Während die für die Masselektrode etab-

lierten Planeten Dissolver Mischer für Trockenelektrodenfertigung völlig ungeeignet sind, ist der Eirich Mischer der einzige Batch-Mischer, der sowohl Masselektroden als auch Trockenelektroden in einem Eintopf-Prozess herstellen kann. Darüber hinaus kann er für Granulierung oder Herstellung extrusionsfähiger Elektrodenmassen genauso verwendet werden und bietet damit dem Anwender maximale Flexibilität und Zukunftssicherheit. Das größte Verbesserungspotenzial sehen wir im Bereich Trockenelektroden, wie sie neben Tesla mittlerweile auch von vielen weiteren OEM's als die mit Abstand wichtigste Technologieweiterentwicklung gesehen und propagiert wird. Erste Labor- und Pilotanlagen für Trockenelektroden oder Multifunktionsanlagen für Nass- und Trockenelektrodenherstellung hat Eirich mittlerweile geliefert.

Das Interview führte Dr. Etwina Gandert, Chefredakteurin CITplus.

Wiley Online Library



VDMA Fachabteilung Batterieanlagenbau

Dr. Sarah Michaelis
Leitung Batterieproduktion
Tel.: +49 69 6603 - 1930
sarah.michaelis@vdma.org
www.vdma.org/batterieproduktion

Schüttguthandling bei der Batterieherstellung

Beim Handling von Metalloxiden als Kathodenmaterialien für NMC-, NCA- oder LFP-Batteriezellen, Graphiten als Anodenmaterialien und anderen Pulvern, wie Ruß, Graphit, Carboxymethylcellulose (CMC) oder PVDF als leitfähige Additive oder Bindemittel ist die Dichtheit des Equipments ist ein absolutes Muss. Um dies zu gewährleisten, wendet Gericke innovative Konstruktionen für rotierende Wellendichtungen und spezielle Flansch- und Muffenverbindungen an. Dosierer mit solchen Dichtungen werden auch für die konstante Zufuhr von Batteriekomponenten zu Hochtemperatur-Kalziniierungsprozessen verwendet. Bei der Synthese von Kathodenmaterialien speisen Dosierer die Extrusions- oder Mischprozesse. Sowohl für die Kathoden- als auch die Anodenproduktion von NMC-, NCA-, LCO- oder LFP-Zellen werden Dichtstromförderanlagen angeboten. Für die Anodenherstellung gibt es Lösungen für eine schonende und dichte pneumatische Förderung von Graphit oder Additiven wie Russ oder CMC-Pulver. Typisch für die Dichtstromförderung ist die niedrige Transportgeschwindigkeit, die den Verschleiß minimiert und Metallverunreinigungen verhindert. Die Förderluft wird vorkonditioniert, um ihre Reinheit und Trockenheit zu erhalten und die Eigenschaften der geförderten Pulver zu bewahren. www.gerickegroup.com



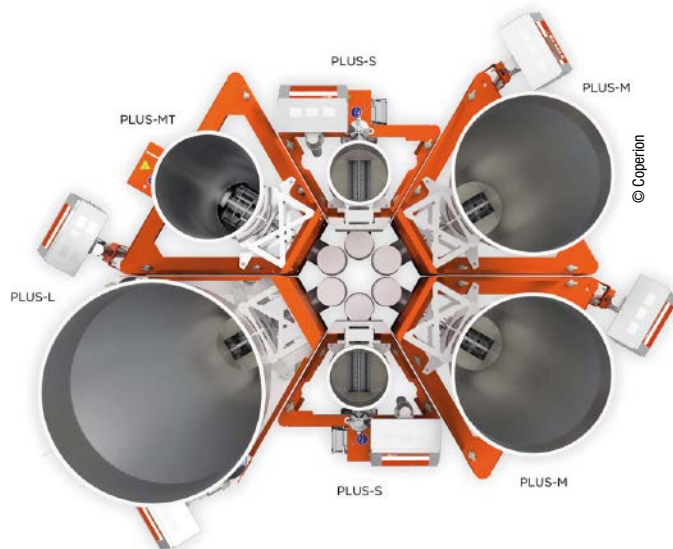
Grobe Materialien ohne Vorzerkleinerung feinstvermahlen

Hosokawa Alpine hat eine neue Strahlmühle entwickelt, bei der gröbere Produkte – anders als bei klassischen Spiralstrahlmühlen – auch ohne Vorzerkleinerung aufgegeben werden können. Dank ihres großen, zentralen Eintritts kann die Spiralstrahlmühle Microburst AMB gröberes Mahlgut direkt verarbeiten und auch faserige Produkte feinstvermahlen, die bisher kaum oder nur unter großem Aufwand zerkleinert werden konnten. Die Mühle eignet sich z.B. für die Herstellung von Functional Food oder feinstvermahlenen Lebensmitteln. Auch bei der Verarbeitung von z.B. Cannabis, Cellulose oder PLA/PLGA-Biopolymeren eröffnet sie neue Möglichkeiten. Für eine höhere Flexibilität und Effizienz kann der Mahlraum an die Eigenschaften des Zerkleinerungsgutes angepasst werden. Die Mühle mit Monobloc-Ausführung und Hygienic-Design kann optional mit einem Verschleißschutz ausgestattet werden und entspricht in ihren Baugrößen und der Peripherie weitgehend der AS-Reihe. Clamp-Klammern sorgen für eine schnelle und unkomplizierte Demontage und dafür, dass schnell und sauber gereinigt werden kann. Ein einfaches Explosionsschutzkonzept und der modulare Maschinenbau runden das Konzept ab. Die neue Spiralstrahlmühle ist auch in einer standardisierten Baseline-Variante erhältlich. www.hosokawa-alpine.de



Doppelschneckendosierer für Pulveradditive

Mit dem ProRate Plus-MT erweitert Coperion K-Tron das Dosiererportfolio um einen Doppelschneckendosierer. Zusammen mit dem kürzlich eingeführten ProFlow-Schüttgutaktivator ist der neue Apparat eine effiziente Lösung für die Dosierung von Pulveradditiven in Kunststoffanwendungen. Die ursprüngliche Produktlinie umfasst drei Einzelschneckendosierer für die Dosierung von Pellets, Granulaten und anderen frei fließenden Schüttgütern in der Kunststoffverarbeitung. Der kontinuierliche gravimetrische Doppelschneckendosierer eignet sich besonders für schwieriger zu handhabende Materialien, z.B. Additive, wie Talk, Kalziumkarbonat oder Ruß. Er sorgt mit seinem horizontalen Rührwerk dafür, dass die beiden Schnecken optimal mit Material gefüllt sind, und erreicht je nach Schüttgutbeschaffenheit Dosierleistungen von 40 bis 1.800 dm³/h [1,4 bis 63,6 ft³/h]. Die Doppelschneckentechnologie hat zudem den Vorteil geringer Pulsationen und eines Selbstreinigungseffekts der Schnecken. Durch die steile Ausführung der Trichterwände können schlecht fließende Schüttgüter ohne zusätzliches Vertikalrührwerk zuverlässig dosiert werden. Sollte es dennoch zu Materialbrücken oder Kaminbildung kommen, können ein oder mehrere Schüttgutaktivatoren am Trichter angebracht werden, um den Materialfluss zu fördern. Die Aktivatoren können auch den Anwendungsbereich der ursprünglichen Einzelschneckendosierer-Baureihe auf mäßig fließende Pulver und Flocken erweitern. Sie bestehen aus einer elektromagnetischen Vibrationsvorrichtung, die den Trichter aktiviert, um Schüttgut in Bewegung zu halten. Der Aktivator hat keine Verschleißteile und erfordert keinen zusätzlichen Reinigungsaufwand. Dank ihrer kompakten, trapezförmigen Form können bis zu sechs Dosierer in einem Radius von 1,5 m um einen Extrudereinlauf gruppiert werden. Wird das größte Modell der Reihe gewählt, können so bis zu 28,8 m³/h auf einer Grundfläche von nur 7 m² dosiert werden. Alle Dosierer der Serie sind vorkonfiguriert. Das zum Patent angemeldete Schienensystem ProClean Rail ermöglicht einen einfachen Zugang zu Reinigungs- und Wartungszwecken, selbst



innerhalb eines Clusters. Die Basiseinheit kann nach hinten zurückgezogen und gedreht werden, um Zugang zum Dosierungsbereich und zur Schnecke zu erhalten. Faltenbalg und Schnecke sind mit Magnettechnik für eine einfache, aber dennoch robuste Montage ausgestattet. So können sie ohne Werkzeug gelöst werden, bieten jedoch gleichzeitig die erforderliche Haltekraft für einen sicheren Betrieb. Die Dosierer sind mit P-SFT-Wägezellen und mit einem eigenen ProRate Plus PCM-Steuermodul ausgestattet. Dosiergeräte und Schüttgut-Fliesshilfen können in explosionsgefährdeten Bereichen der NEC Class II, Div. 2, Group F & G und ATEX 3D/3D (außen/innen) betrieben werden. Vorkonfigurierte pneumatische Nachfülllösungen sind für jede Dosierwaagengröße erhältlich. Jeder Dosierer kann entweder mit einem filterlosen Vakuumabscheider für Pelletanwendungen oder mit einem Vakuumabscheider mit Patronenfilter für Anwendungen ausgestattet werden, bei denen Staub aus der reinen Luftleitung des Vakuumfördersystems ferngehalten werden muss. Zu den Nachfülllösungen gehören ein kompakter Ständer, Füllstandsanzeigen, Absperrklappen und elektrische Anschlusskästen sowie je nach Bedarf ein oder mehrere Vakuumgebläse. www.coperion.com

Wiley Online Library



GREAT BATTERIES START WITH

CS+

- ▶ **HÖCHSTE UND KONSTANTE GENAUIGKEIT**
- ▶ **DOSIERBEREICH VON 1 BIS 5.500 LITER/STUNDE**
- ▶ **HERVORRAGENDE STAUBDICHTIGKEIT**
- ▶ **SICHERE HANDHABUNG UND REINIGUNG**

schenckprocess



Einfach QR-Code scannen und mehr rund um das Dosieren für die Batteriezellenfertigung und unser neues Differentialdosierwaagensystem **CS+** erfahren.

www.schenckprocess.com




 Keywords

- **Batteriematerialien**
- **Elektrodenherstellung**
- **Energieeffizienz**
- **Mischtechnik**

Lithium-Ionen-Batterie-Elektroden neu denken

Innovative Konzepte machen Batterien „grüner“ und kostengünstiger

Den CO₂-Ausstoß minimieren und die Kosten senken. Das sind wesentliche Ziele, die Hersteller von Energiespeichern aktuell verfolgen. Die wichtigsten Stellhebel liegen in der Elektrodenfertigung, der Mischtechnik und Trocknung. Sie unterliegt daher starken technologischen Veränderungen. Im Vormarsch sind Trockenelektroden, die maximale Wirtschaftlichkeit versprechen.

Die Europäische Union fordert mit ihrem „Green Deal“, dass die derzeit 27 Mitgliedsstaaten bis 2050 klimaneutral werden. In einem ersten Schritt sollen bis 2030 die Treibgasemissionen gegenüber 1990 um 55 % gesenkt werden. Industrie und Gesellschaft müssen ohne Zaudern Maßnahmen ergreifen, um dieses ehrgeizige Ziel zu erreichen. Das gilt auch für die Hersteller von Lithium-Ionen-Batteriezellen für Elektromobilität und stationäre Energiespeicher.

Nachfrage nach Batteriezellen steigt

Weltweit entstehen neue Gigafactories für die Batterieherstellung, insbesondere in China, den USA und Europa – hier schwerpunktmäßig in Frankreich und Deutschland. Allein für Europa wird bis 2030 ein Zuwachs von etwa 1,5 TWh/a prognostiziert. Das entspricht einer Verzehnfachung gegenüber den heute verfügbaren Fertigungskapazitäten. Damit die Zellen auch kaufwillige Abnehmer finden, müssen

Energiespeicher preisgünstiger werden. Neben der notwendigen Reduzierung des CO₂-Footprints ist das eine zusätzliche Herausforderung, mit der sich gerade Batteriehersteller in Europa konfrontiert sehen. Die Industrie wird hier aufgrund des notwendigen Umbaus der Energieinfrastruktur hin zu erneuerbaren Energien durch besonders hohe Strompreise gefordert.

Weichen richtig stellen

Angesichts der beachtlichen Rohstoffkosten und der damit einhergehenden Kapitalbindung beim Transport von Zellen aus Übersee wird es dennoch auch in Zukunft sinnvoll sein, Zellfabriken in der Nähe der großen Verbraucher, wie Automobil-OEMs oder Stromnetzbetreiber, anzusiedeln. Als Ausrüster der Branche sieht Eirich die Industrie auf einem guten Weg, beide Ziele durch Optimierung der Prozesskette oder Technologiesprünge, wie die Umstellung auf Trockenelektroden, zu erreichen.

Effiziente Slurry-Herstellung

Eirich-MixSolver sind inzwischen sowohl in der UKBIC Forschungsfabrik^[1] als auch in mehreren Gigafactories in Asien im Einsatz. So können heute relativ realistische Angaben zum Energieverbrauch bei der großtechnischen Herstellung von Elektroden-Slurries mit Mix-Solvern gemacht werden. Auch die Energieverbrauchswerte von Planetenmischern sowie Twin-Screw-Extrudern und Inline-Dispersern werden auf Symposien und teilweise auch auf den Webseiten von Maschinenherstellern veröffentlicht. Ein Vergleich der Werte führt zu recht eindeutigen Ergebnissen.

Den mit Abstand niedrigsten Stromverbrauch hat der MixSolver mit in Summe 0,6 GWh/a (bei mittleren Verbrauchswerten und 8.500 Betriebsstunden pro Jahr). Am schlechtesten schneidet der aktuell am häufigsten verwendete PD Mixer bzw. Planetenmischer ab. Twin-Screw Extruder und Inline Disperser weisen jeweils etwa ein Drit-

◀ **Trockener Elektrodenfilm aus strukturierter Elektrodenmischung aufbereitet im Eirich-Mischer.**

tel des Strombedarfs von Planetenmischern auf (siehe Grafik). Mit einem geringeren Stromverbrauch gehen nicht nur deutlich geringere Stromkosten einher. Auch die durch die Elektrodenfertigung verursachte CO₂-Emission fällt entsprechend niedriger aus.

Die Gründe für das gute Abschneiden der Eirich-Mischertechnologie sind vielfältig und wurden bereits im Detail dargelegt.^[2] Positiv wirken sich unter anderem aus:

- Kombination kompakter Batch-Mischer, z.B. des Typs MixSolver RV12, die effizient und flexibel sind,
- Just-in-Time-Produktion mit minimierten Ausschussraten,
- ContiFeeder-Technologie für kontinuierliche Beschickung des Beschichters mit Slurry in immer identischer Qualität,
- Prozess mit geringem Gesamtenergieeintrag, der Kühlen in der Regel unnötig macht,
- weniger umbauter Raum.

Angesicht der Herausforderungen, vor denen die Branche sowohl im Hinblick auf Kostensenkungen als auch hinsichtlich der Reduzierung von Treibgasemissionen steht, ist es jedoch sinnvoll und wichtig, die Elektrodenfertigung nicht nur evolutionär weiterzuentwickeln, sondern auch den Mut aufzubringen, neue Wege zu gehen.

Einsparpotenzial durch Trockenelektroden

Mit der Slurry-Herstellung in den Batchmischern ist bei der Elektrodenfertigung das Ende der Fahnenstange noch nicht erreicht. Neue Technologien wie die Trockenelektrodenher-

stellung versprechen weiteres Einsparpotenzial hinsichtlich des Energieverbrauchs, der CO₂-Reduktion, der Produktionskosten und des Einsatzes an Ressourcen.^[3] Daher nimmt die Forschungs- und Entwicklungsarbeit an Trockenelektroden aktuell Fahrt auf. Immer mehr öffentlich geförderte Forschungsvorhaben wie CircuBat, DryTreac oder ProLit, an dem auch Eirich beteiligt ist, sind in Bearbeitung. Daneben gibt es intensivste industrielle Entwicklungsarbeiten wie von Tesla, AM Batteries und Licap oder wie zuletzt von PowerCo und anderen europäischen OEMs publiziert.

Benötigt werden strukturierte Elektrodenmischungen

Für die Herstellung von Trockenelektroden stehen zwei konzeptionell unterschiedliche Verfahren mit unterschiedlichen Technologie-Reifegraden (TRL Level) im Wettbewerb:

- Herstellung einer Elektrodenmischung mit anschließendem Pulverauftrag durch Sprühen, Bürsten oder Elektrostatik auf den Ableiter mit anschließendem Heißkalandrieren.^[4]
- Herstellung einer Elektrodenmischung mit überlagerter Fibrillierung von PTFE zur Erzeugung einer formbaren, elastisch plastischen Mischung, die zu einem freistehenden Film in einem Kalanderspalt verarbeitet wird, der anschließend auf einen Ableiter auflaminiert wird.^[5]

In beiden Fällen werden entmischungsfreie strukturierte Elektrodenmischungen benötigt. Eine Möglichkeit hierzu ist, dass auf die Partikeloberflächen von Aktivmaterialien Leitruße aufgebracht werden. Der Binder muss auf jeden Fall homogen eingemischt und bei Verwendung von PTFE zudem durch gezielte Temperaturführung und hohe Scherung aufgeschlossen werden,

so dass sich eine spinnennetzartige Struktur in der Mischung ergibt, die diese formbar macht. Beides ist im Eirich-Mischer in einer Maschine problemlos machbar und gut steuerbar.

Verzicht auf Lösemittel

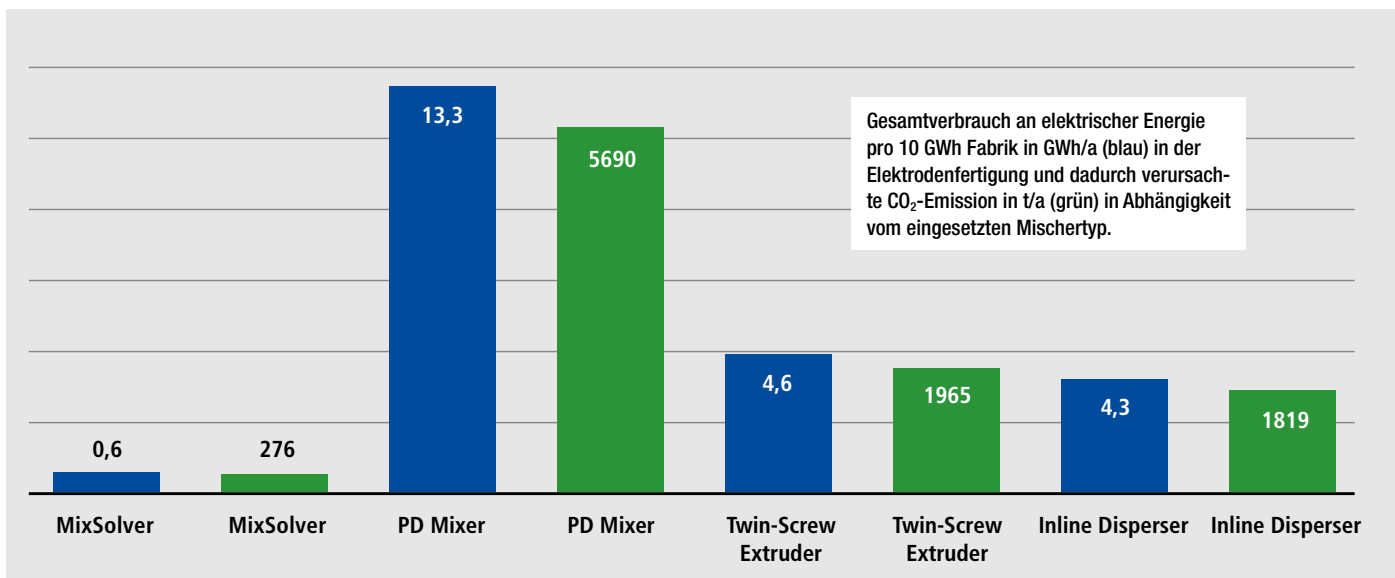
Die klassischen Beschichtungs- und Trocknungsschritte entfallen bei der Trockenelektrodenherstellung. In der Regel werden die Elektrodenmischungen in modifizierten beheizten Mehrwalzenkalandern verarbeitet. Neben dem vollständigen Entfall aller eingesetzten Flüssigkeiten, müssen diese eben auch nicht verdampft, kondensiert und bei Lösemitteln auch noch wiederaufgearbeitet werden.

Weniger Platzbedarf

Die bei der Nasselektrode üblichen 50 bis 100 m langen Trocknungsstrecken zwischen den Beschichterköpfen, die maßgeblich die Gebäudeabmessungen bestimmen, werden bei diesem Verfahren nicht benötigt. Gleiches gilt für die riesigen Heißluftherzeugungs- und Filter- bzw. Kondensationsanlagen zur Ver-/Entsorgung der Trockner mit Trocknungsluft, die Kaltwasserzeuger für die Kondensatoren sowie die Destillationsanlagen zur Wiederaufbereitung des aus der Abluft abgeschiedenen NMPs. Damit kann die Gebäudestruktur einer Gigafactory erheblich verkleinert werden.^[3]

Überzeugende Lösung

Aufgrund relativ geringer Werkzeuggeschwindigkeiten sind Planetenmischer für die Herstellung der strukturierten Elektrodenmischungen gänzlich ungeeignet. Häufig werden Kombinationen von einfachen Mischsystemen wie V-Mischern mit Intensifier-Bar und nachgeschalteten Luftstrahlmühlen vorgeschlagen^[6]. Tatsächlich ist der Energieverbrauch von Luftstrahlmühlen, wie aus der Mahltech-





Strukturierte Elektrodenmischung hergestellt im Eirich-Mischer.

nik bekannt, jedoch sehr groß. Zudem sind der sichere Austrag und das Materialhandling der entstehenden elastisch plastischen Massen eine große Herausforderung. Als effiziente Alternative bieten sich Eirich-Mischer an. Für die Herstellung strukturierter Elektrodenmischungen können sie mit Werkzeuggeschwindigkeiten von bis zu 45 m/s betrieben werden. Damit unterscheidet sich der Mischprozess von dem bei der Slurry-Herstellung im MixSolver. Hier dient die kurze Trockenmischphase bei moderaten Werkzeuggeschwindigkeiten lediglich dem Homogenisieren des pulverförmigen Binders und dem Desagglomerieren der groben Leitrußagglomerate. Die eigentliche Dispergierung und Einstellung der Elektrodeneigenschaften geschieht durch Hard Kneading in der plastischen Phase. Doch zurück zur Tro-

ckenaufbereitung: Da das Eirich-Mischprinzip die Verarbeitung aller Konsistenzen erlaubt, kann die plastische, fibrillierte Mischung durch gezielte Temperaturführung in eine gut förder- und dosierfähige Granulatstruktur überführt werden. Sie lässt sich gleichförmig in Kalenderspalte eintragen und zu einem Film verrollen.

Umrüsten von nass auf trocken

MixSolver und Eirich-Mischer basieren auf identischen Grundmaschinen. Sie unterscheiden sich im Wesentlichen in der Motorisierung des Mischwerkzeugs, dem Mischgutaustrag sowie im Verschleißschutzkonzept vorwiegend am Mischwerkzeug. Bei entsprechender vorausschauender Planung und Ausführung kann eine Nassaufbereitungsanlage mit MixSolvem mit relativ geringem Aufwand zum Eirich-Mi-

scher umgerüstet und zur Herstellung von trockenen Elektrodenmischungen genutzt werden. Nutzer der Eirich-Mischtechnologie sind daher zukunftssicher aufgestellt, egal welche Technologie mittel- und langfristige Nase vorne hat.

Literatur:

- [1] Gerl, S.: Smart zum Elektroden-Slurry. CITplus 1-2/2022, Seite 26-29. <https://doi.org/10.1002/citp.202200114>
- [2] Gerl, S.: Wer wagt gewinnt. Process 06/2023, Seite 42-45.
- [3] Tesla, 2020 Annual Meeting of Stockholders and Battery Day; <https://www.tesla.com/2020shareholdermeeting>
- [4] Ludwig, B., Zheng, Z., Shou, W. et al.: Solvent-Free Manufacturing of Electrodes for Lithium-ion Batteries. Sci Rep 6, 23150 (2016); <https://doi.org/10.1038/srep23150>
- [5] Yang, L., Chen-Zi, Z., Hong, Y.; Jiang-Kui, H., Jia-Qi, H., Qiang, Z: Dry electrode technology, the rising star in solid-state battery industrialization; Matter 5, Pages 876–898, March 2, 2022
- [6] Patent WO 2005008807 A2

Weitere Literaturangaben auf Anfrage beim Autor.



Der Autor
Dr. Stefan Gerl,
Strategic Project Director Lithium Ion Batteries + Head of Process Technology Department, Maschinenfabrik Gustav Eirich

Wiley Online Library



Maschinenfabrik Gustav Eirich
GmbH & Co KG, Hardheim
Tel.: +49 6283 - 510
batteryexperts@eirich.de · www.eirich.de

Bilder © Eirich

Energie sparen durch effektivere Verfahrenstechnik

Zur Powtech wird Ystral die energieeffiziente Pulverbenetzungs- und Dispergiermaschine Ystral Conti-TDS präsentieren. Bei der Anlage konzentrieren sich die Prozesse des Benetzens und Dispergierens in einer Dispergierzone mit einem effektiven Volumen von nur etwa einem viertel Liter. Verglichen mit einem im Behälter betriebenen Dissolver erzeugt der Dispergierer eine etwa 30.000-fach höhere volumenspezifische Leistung. Diese konzentrierte Leistung ist entscheidend für den Dispergiererfolg. Über

ein Rotor-Stator-System baut die Conti-TDS zugleich tausendfach höhere Scherkräfte auf. Die Verweilzeit ist extrem kurz, sodass auch nur ein Bruchteil der Energie im Vergleich zum Dissolver benötigt wird. Im Durchschnitt sparen Prozesse mit einem Ystral-Dispergierer zum Pulvereintrag und einem Ystral-Leitstrahlmischer im Behälter etwa zwei Drittel der bisher benötigten Energie. Je nach Anwendung sind Energieeinsparungen von bis zu 90% gegenüber einem konventionellen Prozess möglich.

www.ystral.com



© Ystral

Ist das Silo in Gefahr?

Mit Shield Lite stellt Envea auf der Powtech 2023 ein neuartiges ausfallsicheres Siloschutzsystem vor, das Überdruckereignisse im Befüllprozess von Silos verhindert und damit zum Schutz des Silos, aber insbesondere auch zum Schutz von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sowie der Umwelt beiträgt. Bei jedem Befüllprozess kann ein Silo gefährdet sein, da Sicherheitseinrichtungen umgangen oder Vorgaben nicht eingehalten werden – oftmals unbemerkt, manchmal absichtlich. Mit dem neuen System können diese Gefahren vermieden werden. Verschiedene Komponenten spielen dabei so zusammen, dass



mögliche Überdruckereignisse im Befüllprozess sofort erkannt und verhindert werden. Gleichzeitig reduzieren sie den Wartungsaufwand und Arbeiten in der Höhe auf Silodächern.

Daneben werden weitere Lösungen für die Schüttgutindustrie auf der Messe vorgestellt, wie Technologien zur Staubmessung und Filterüberwachung, zur Volumenstrommessung, Materialflussüberwachung und Durchflussmessung von Feststoffen. Aktuell wichtiges Thema ist zudem die Feuchtemessung von Feststoffen zur Optimierung des Energieeinsatzes. Daher werden Feuchte-Sensoren präsentiert, wie der M-Sens NIR zur kontaktlosen Messung mittels Nahinfrarotspektroskopie und der M-Sens 3, der auf einer Mikrowellentechnologie basiert und mit Materialkontakt misst.

www.envea.global

Druck raus bei Akkuzellen

Die Berstscheiben der eVent-Serie von Bormann & Neupert by BS&B sind speziell für die unterschiedlichen Anforderungen in der Elektromobilität ausgelegt. Neu entwickelt wurde jetzt eine Lösung für Battery-Packs von Schienenfahrzeugen. Kritische Überdrücke in Battery-Packs von Fahrzeugen mit Elektroantrieb können ein großes Sicherheitsrisiko darstellen. Die vibrationsbeständigen Berstscheiben bieten Herstellern und Zulieferern der e-Mobility-Branche einen wirkungsvollen Schutz vor den Folgen zu hoher Innendrucke in Akkuzellen. Sie sprechen im Ernstfall präzise und temperaturunabhängig an und erzielen eine unmittelbare, kontrollierte Druckentlastung. Vier verschiedene, zusätzlich individualisierbare Typen erfüllen die unterschiedlichen Anforderungen im Mobilitätsbereich. Der neue Typ eVent HL für Schienenfahrzeuge hat Berstdrücken ab 0,05 bar und ist zugleich druckausgleichend.

Je nach Durchmesser kann das Kombibauteil Über- und Unterdrücke – etwa durch Temperaturschwankungen – bis zu 1,1 bar ausgleichen. Die besonders flache Grafit-Berstscheibe eVent G ist für Ansprechdrücke ab 0,1 bar und in Durchmessern von 6 bis 80 mm lieferbar. Sie wird aus reinem Kohlenstoff, verbunden mit einem umweltfreundlichen Harz, gefertigt. Vervollständigt wird das Portfolio von der metallischen Niederdruck-Berstscheibe LPS und der Kegelstumpf-Berstscheibe FRB. Alle Modelle sind auch in unabhängig geprüften, automotivespezifischen IP-Schutzklassen lieferbar, die die jeweilige Beständigkeit gegen Feuchtigkeit, Staub, Vibration oder Temperatur belegen. Unter regulären Betriebsbedingungen sind die Berstscheiben dauerhaft wartungsfrei und technisch dicht. Erst beim vorab definierten Ansprechdruck geben sie als Sollbruchstelle nach und öffnen einen größtmög-

lichen, strömungsgünstig geformten Auslassquerschnitt. Ursache für zu hohe Innendrucke von Akkuzellen können Überhitzung, Überlastung, Kurzschluss oder Überladung durch einen technischen Defekt oder einen Unfall sein. Der thermische Effekt verstärkt sich, weil mit steigender Temperatur der Innenwiderstand der Zellen wächst. So kann – insbesondere bei hohen Stromflüssen während der Schnellladung – die Temperatur noch weiter klettern. Eine schnelle Druckentlastung durch die Berstscheibe unterbricht diese sicherheitskritische Reaktionskette und stoppt so ein Durchgehen, den so genannten Thermal Runaway der Zellen.

www.bormann-neupertbsb.de

Wiley Online Library



Der neue Maßstab in Sachen Effizienz und Flexibilität Schraubengebläse

Volumenstrom 18 bis 105 m³/min, Druckdifferenz bis 1,1 bar

- **Synchron-Reluktanzmotor**
Vereint die Vorteile hocheffizienter Permanentmagnet- und robuster Asynchron-Motoren
- **Innovatives Anlagendesign**
Ermöglicht bei der Serie FBS Side-by-Side-Aufstellung
- **Anschlussfertig**
Mit kompletter Steuerung und Frequenzumrichter bzw. Stern-Dreieck-Starter
- **Geräuscharmer Betrieb**
Durch effektive Schall- und Pulsationsdämpfung
- **CE- und EMV-Kennzeichnung**
Für minimalen Planungs- und Inbetriebnahmeaufwand

KAESER
KOMPRESSOREN®



www.kaeser.com

POWTECH

26. – 28. 9. 2023 | HALLE 4 | 4-242

Elektrodenmaterialien recyceln

Produktionsausschuss in der Batterieproduktion aufbereiten

In der Produktion von Elektroden für Lithium-Ionen-Batterien entsteht Ausschuss, der direkt vom Batteriehersteller recycelt werden kann. Dazu werden die wertvollen Aktivmaterialien der Elektroden auf den Kathoden- und Anodenfolien zerkleinert und vom Träger gelöst, um sortenrein der Aufbereitung zugeführt zu werden.

Von Unterhaltungselektronik bis hin zur Elektromobilität: Die Nachfrage nach Lithium-Ionen-Batterien steigt stetig. Doch eine erhöhte Produktion der Batterien führt auch zu einer größeren Menge Ausschuss während der Herstellung. Dieser entsteht bspw. beim Aussortieren von Defekten, wie z.B. Pinholes, Einschlüssen und anderen Beschichtungsfehlern, durch Randbeschnitte und Ausschuss beim Konfektionieren. Insgesamt enden ca. 10 %, je nach Prozess auch deutlich mehr, der beschichteten Kathoden- oder Anodenfolien als Ausschuss und müssen recycelt werden. Insbesondere die werthaltigen Aktivmaterialien, also z.B. das NMC oder LFP der Kathodenfolien bzw. Gra-

phit-Silizium-Mischungen der Anodenfolien, sollten sortenrein und frei von Verunreinigungen aufbereitet und direkt zu recyceln sein.

Direkt-Recycling sorgt für eine effiziente Produktion

Um Kathoden- und Anodenfolienausschuss schon während der Produktion recyceln zu können, hat Hosokawa Alpine verschiedene Lösungen entwickelt. „Durch das Direktrecycling kann der Ausschuss am Produktionsstandort recycelt und direkt wieder dem Produktionskreislauf zugeführt werden. Das macht die Produktion effizienter und das Kathoden- und Anoden-Material kann nahezu vollständig

verwertet werden. Zudem sparen sich Kunden den Aufwand, den externes Recycling mit sich bringt“, erklärt Thomas Weischer, Operations Director Recycling Division bei Hosokawa Alpine.

Zerkleinerung der Produktionsabfälle mit der Schneidmühle

Im ersten Schritt dieses Verfahrens wird der Materialausschuss zerkleinert. Dies geschieht mit der Schneidmühle Rotoplex, die sowohl um das Material zu schonen als auch aus Sicherheitsgründen mit Inertgas betrieben wird. Die Mühle ist in verschiedenen Größen erhältlich und kann Durchsätze von 250 bis 3.800 kg/h verarbeiten. Der vom Hersteller entwickelte und seit vielen Jahren bewährte Kreuz-Schneidrotor sorgt zudem für einen sehr niedrigen Energieeintrag in das Material und ist dadurch auch sehr effizient. Die Aufgabe kann dabei mittels Abrollvorrichtungen direkt von Coils oder alternativ als „Knüllmaterial“ über einen Aufgabeschacht zugeführt werden. Dabei ist das Handling unter kontrollierter Atmosphäre stets gewährleistet.

Nach der Vorzerkleinerung mit der Mühle bietet der Hersteller verschiedene Lösungen zur Delaminierung der Aluminium- oder Kupferfolie an, d.h. das Ablösen des Kathoden- oder Anodenmaterials von der Trägerfolie. Je nach Prozess kann nahezu das gesamte Aktivmaterial wieder direkt in den Prozess zurückgeführt werden. Optional und bei Bedarf können sich eine weitere Aufbereitung und Feinvermahlung anschließen, damit der Materialausschuss dem Beschichtungsprozess wieder optimal zugeführt werden kann.



Keywords

- **Recycling**
- **Batterieelektroden**
- **Aktivmaterialien, Trägerfolien**



Mit der Schneidmühle Rotoplex als Teil des Prozesses von Hosokawa Alpine lässt sich Ausschuss, der bei der Herstellung von Lithium-Ionen-Elektroden anfällt, direkt am Produktionsort effizient zerkleinern und so für das Recycling vorbereiten.

© Hosokawa Alpine

Wiley Online Library



Hosokawa Alpine AG, Augsburg

Tel.: +49 821 5906-0
 recycling@alpine.hosokawa.com
 www.hosokawa-alpine.com

Hygienische Ventile

Alfa Laval erweitert sein Sortiment um zwei vermischungssichere hygienische Doppelsitzventile. Diese bieten Herstellern in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie, der Milchwirtschaft sowie von Kosmetik- und Haushaltspflegeprodukten eine kostengünstige Möglichkeit, die Produktsicherheit zu erhöhen und gleichzeitig die Prozesseffizienz und Nachhaltigkeit zu verbessern. Die neuen Ventile sind für den jeweiligen Einsatzzweck angepasste Weiterentwicklungen der Mixproof-Ventile. Beim Unique Mixproof CIP handelt es sich um ein Ventil mit zwei separaten Ventiltellern, das den Durchfluss von Reinigungsmedien während der CIP-Reinigung (Cleaning-in-Place) sicher und effizient steuert. Das Unique Mixproof Process Ventil, eine kompakte Version der bekannten Doppelsitzventile, ist konfigurierbar und in unterschiedlichen Größen erhältlich, um den grundlegenden hygienischen Prozessanforderungen gerecht zu werden. Beide Produkte ermöglichen den gleichzeitigen Durchfluss zweier verschiedener Flüssigkeiten, ohne dass das Risiko einer Vermischung besteht. In Kombination mit den ThinkTop-Ventilsteuern reduzieren die neuen Ventile Produktverluste und eröffnen Möglichkeiten zur erheblichen Einsparung von Wasser und CIP-Medien. Die Doppelsitztechnologie mit Sitzhub hält die Flüssigkeiten getrennt und gewährleistet eine effiziente Reinigung und einen vollständigen Schutz vor dem Eindringen schädlicher Mikroorganismen. Dank der speziellen Konstruktion können die Ventile problemlos mit hohem Druck umgehen, ohne die Gefahr einer Vermischung bei Druckstößen. Die kompakten, modular aufgebauten Ventile sind nach EHEDG, FDA, 3A und weiteren anerkannten Standards zertifiziert. Sie sind in verschiedenen Typen und Größen erhältlich, sodass Anpassungen an sich ändernde Prozessanforderungen einfach erfolgen können. Die von oben zugänglichen Doppelsitzventile vereinfachen die routinemäßige Wartung. Die bewährte Dichtungstechnologie mit definierter Kompression verlängert die Wartungsintervalle, während ein wartungsfreier Stellantrieb ohne einstellbare Komponenten die Betriebszeit maximiert. www.alfalaval.de



Smarter Labormischer

Auf der Powtech präsentiert Eirich seine neueste Generation von Labormischern. Der Mischer EL5 ist kleiner, leichter und smarter als das Vorgängermodell, dabei aber genauso robust und leistungsfähig. Die einfach zu bedienende, scale-up-fähige 5-Liter-Maschine hat eine integrierte Neigungsverstellung und durchdachte Optionen für den täglichen Laborbetrieb, wie Rezepturverwaltung, Datenerfassung und Netzwerkauglichkeit. Im Gegensatz zu dem preiswerten Einsteigermodell ist der Typ C5 ein Allrounder mit zahlreichen weiteren Features. www.eirich.de



Voll integriert – vom Inline-Druck bis zum Verschluss

Die Coesia-Unternehmen Hapa und Volpak stellen eine vollständig integrierte Lösung für das Inline-Drucken, Füllen und Verschließen von pharmazeutischen Beuteln vor. Die Linie integriert einen Hapa 382-Hybrid-Drucker und eine Enflex-PH-11-Beutelmachine. Sie ist für die Herstellung vollständig konformer pharmazeutischer Beutel konzipiert. Ausgehend von einer unbedruckten oder einheitlich vorbedruckten Folienrolle kombiniert der Hybrid-Inline-Druck Flexo- und Digitaldrucktechnologien, um die Einheitlichkeit des chargenspezifischen Drucks zu gewährleisten, einschließlich variabler Daten und Codierungen. Die Produktvariabilität ist hoch, da eine einzige unbedruckte Folienrolle während des Verpackungsvorgangs mit einem einfachen Klick angepasst werden kann. Probleme, die typischerweise mit kleinen Losgrößen und der Markteinführung auf mehreren Märkten verbunden sind, werden gelöst. Da nur das Material inline bedruckt wird, das wirklich benötigt wird, sinkt nicht nur der Aufwand für Lagerung und Handling vieler unterschiedlich vorbedruckter Folienvarianten, auch Ressourcen werden geschont. Die Produktlinie ist vollständig konform mit 21 CFR Teil 11 und eignet sich für pharmazeutische Umgebungen und Produkte. www.hapa.ch



Pulver verstehen, Formulierungen optimieren

Die Pulververdichtungsanalyse (PVA)-Einheit F Lab von Fette Compacting eignet sich für umfangreiche Datenanalysen in vielfältigen Einsatzgebieten, von Machbarkeitsstudien über Qualitätskontrollen bis hin zum Troubleshooting in der laufenden Produktion. Die Geräte analysieren Verdichtungsprozesse von Formulierungen, Rohstoffe können unter speziellen Bedingungen getestet und verschiedene Formulierungen miteinander verglichen werden. Die kompakte und leicht zu bedienende Einheit erkennt selbst kleinste Variationen in Pulvermischungen, z.B. durch eine veränderte Zusammensetzung, was besonders im Entwicklungsprozess neuer Produkte vorteilhaft ist. Die Analyseeinheit ist in zwei Ausführungen erhältlich: F Lab 5 verfügt über eine Presskraft von bis zu 5 kN und eignet sich für Tabletten mit Durchmessern bis zu 10 mm. F Lab 10 erreicht bis zu 10 kN für Tabletten bis zu 15 mm Größe. Die zugehörige Software kombiniert die erfassten Daten mit den Ergebnissen weiterer Analysegeräte und visualisiert die Auswertungen in übersichtlichen Diagrammen auf einem Dashboard. www.fette-compacting.com



Video statt Schnappschuss

Partikelmessung mit 3D-Bildanalyse



Keywords

- **Partikelmessung**
- **3D-Bildanalyse**
- **Morphologie**

Die Bildanalyse ist die eindeutigste und direkteste Methode zur Messung von Partikelgröße und -form. Moderne Probenzufuhr- und Kamerasysteme liefern in kürzester Zeit eine große Anzahl qualitativ hochwertiger Bilder, deren Auswertung eine Fülle von Informationen über Partikelproben liefert. Um die Morphologie eines Partikels jedoch so genau wie möglich zu analysieren, muss es in mehrere Richtungen aufgezeichnet und gemessen werden.

Herkömmliche 2D-Bildanalyse-Systeme erfassen Partikel in zufälliger Ausrichtung, wodurch wichtige morphologische Merkmale unentdeckt bleiben können, z. B.:

- Ein kleines Partikel, das an einem großen Partikel haftet („Satellit“) zeigt während der Aufnahme von der Kamera weg und wird daher nicht erkannt.
- Die Länge eines länglichen Partikels kann nur dann korrekt gemessen werden, wenn die Längsachse exakt in der Bildebene ausgerichtet ist.
- Objekte mit den drei Hauptachsen Länge, Breite und Dicke (z. B. „mandelförmige“ Partikel) zeigen typischerweise nur zwei der drei Hauptrichtungen, oft sogar nur einen Mischwert.
- Das minimale Seitenverhältnis kann nur in der entsprechenden Orientierung korrekt gemessen werden.

Wie funktioniert die 3D-Partikelmessung?

Die Aufnahme von Partikelbildern aus verschiedenen Richtungen mit mehreren Kameras ist nicht praktikabel. Daher wird ein Partikelstrom zwischen einer Flächenlichtquelle und einem fest installierten Kamerasystem geleitet. Es werden bis zu 250 Bilder pro Sekunde aufgenommen, wobei jedes Partikel bis zu 30-mal in verschiedenen zufälligen Ausrichtungen erfasst wird. Das Ergebnis ist eine Videodatei mit „3D-Tracks“, die für jedes einzelne Partikel generiert werden. Von diesen 3D-Spuren werden diejenigen Einzelbilder ausgewertet, die die relevanten Informationen enthalten.

Welche zusätzlichen Messparameter bietet die 3D-Analyse?

Die herkömmliche 2D-Bildanalyse berechnet Größenverteilungen basierend auf der Breite oder Länge zufälliger Partikelprojektionen.

Formparameter wie Seitenverhältnis, Zirkularität, Konvexität, Rundheit, Symmetrie usw. werden an den gleichen Partikelbildern bestimmt. Die 3D-Bildanalyse erfasst Länge und Breite an jedem Bild der 3D-Spur und liefert einzigartige Größenverteilungen, indem nur bestimmte Projektionen verwendet werden:

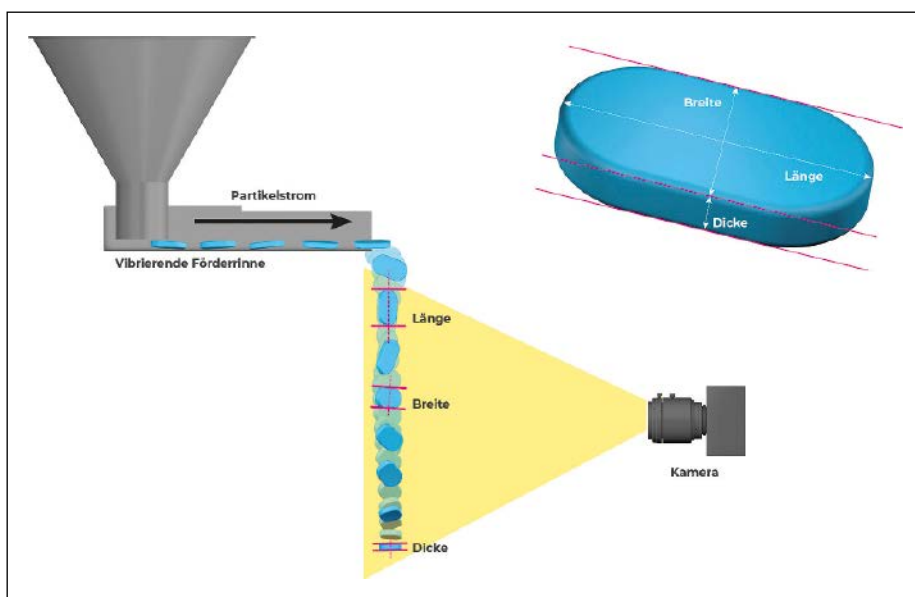
- 3D-Länge: der größte Längenwert aller Partikel der 3D-Spur,
- 3D-Breite: der größte Breitenwert aller Partikel der 3D-Spur,
- 3D-Dicke: der kleinste Breitenwert aller Partikel der 3D-Spur.

Ähnlich verhält es sich mit den Formparametern: Für die Ergebnisberechnung kann der kleinste oder größte Formwert der 3D-Spur verwendet werden, die durchschnittliche Partikelform oder der Formwert der Partikelprojektion, an der Länge, Breite oder Dicke bestimmt wurde.

Typische Anwendungen der 3D-Analyse

Das 3D-Verfahren ist vor allem für Partikel interessant, die in einer bestimmten Morphologie hergestellt werden oder eine bestimmte Form haben sollen. Bisher mussten viele solcher Proben mühsam mit Messschiebern vermessen werden, oder mit aufwändigen mikroskopischen Methoden, bei denen die Partikel auf einem Träger orientiert fotografiert wurden. Diese Messaufgaben können nun mit dem Camsizer 3D in kürzerer Zeit und mit höherer

Funktionsprinzip der Partikelverfolgung mit dem Camsizer 3D. Die 3D-Spuren enthalten verschiedene Ansichten desselben Objekts. Es werden nur die Einzelbilder ausgewertet, die das Partikel in einer gewünschten Ausrichtung zeigen.



rem Probendurchsatz gelöst werden, z.B. für die Analyse von:

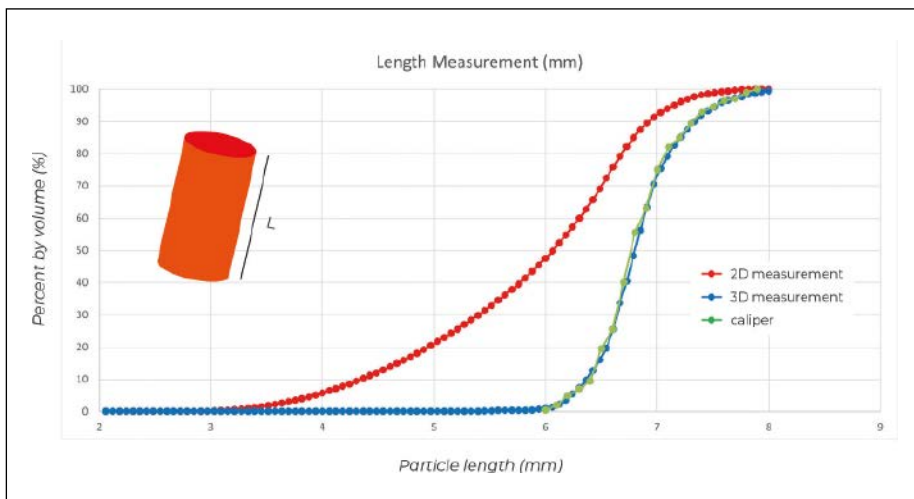
Extrudaten, Katalysatorstäbchen, Schleifmittel, Glaskugeln/Reflexperlen, Granulaten und Pellets, Düngemittel, Lebensmittel und Baustoffen.

Ist die 2D-Partikelanalyse jetzt obsolet?

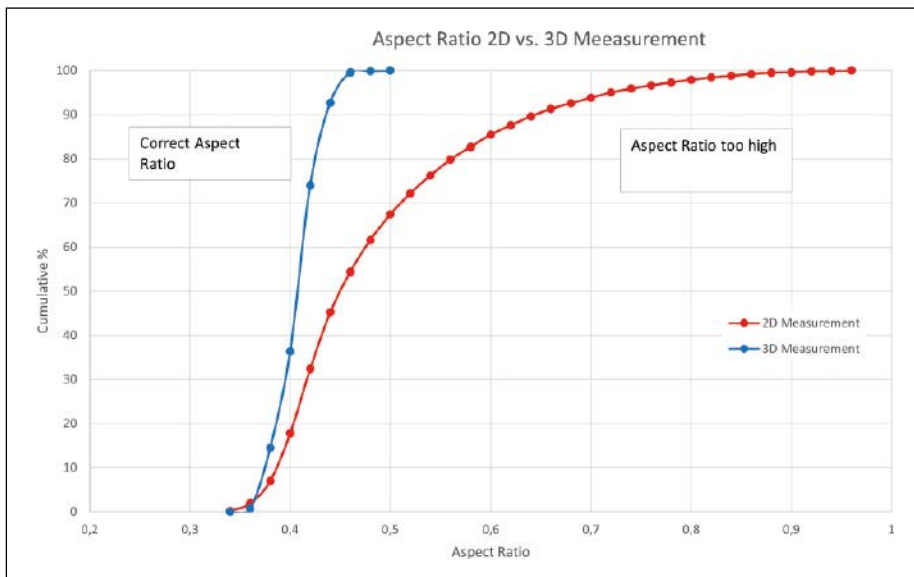
Die 3D-Partikelanalyse ist eine sinnvolle Ergänzung zum klassischen 2D-Verfahren. Der CamSizer 3D bietet zudem die Möglichkeit der 2D-Vermessung, die dank des Zwei-Kamera-Messprinzips einen breiteren Größenbereich abdeckt und robuste und zuverlässige Werte für viele Routineanalyse- und Qualitätskontrollaufgaben liefert. Die 2D-Analyse eignet sich auch dazu, um die zeitaufwändige Korngrößenmessung mittels Siebung durch einen schnellen, automatisierten Prozess zu ersetzen.

Der Autor

Kai Dueffels, Applikationsspezialist, Microtrac Retsch



Längenmessung von zylindrischen Extrudaten. 3D-Messung (blau, ca. 20.000 Partikel, 2 min Messzeit), manuelle Messung mit Messschieber (grün, 200 Partikel, ca. 1 Std. Messzeit), konventionelle 2D-Bildanalyse (rot). Das 3D-Verfahren ermittelt exakt die wahre Länge, das Ergebnis der 2D-Messung ist „zu kurz“.



Bessere Formanalyse: 2D-Messung des Seitenverhältnisses (rot) und 3D-Messung des Seitenverhältnisses Dicke/Breite (blau), Breite/Länge (rot) und Dicke/Länge (blau).

Wiley Online Library



Microtrac Retsch GmbH, Haan
Tel.: +49 2104 2333-300
www.microtrac.de/camsizer3d

Bilder © Microtrac Retsch

Kompakt und effizient

Auf der Powtech stellt Kaeser Kompressoren neue Schraubenkompressoren der CSG-Baureihe aus, eine ölfrei verdichtende Baureihe mit besonders geringem Energie- und Platzbedarf. Die sehr günstige Anordnung der Komponenten trägt zu sehr niedrigen Druckverlusten an der Anlage bei. Zusammen mit dem modernen Synchron-Reluktanzmotor des Antriebs werden die Energiekosten gesenkt und der CO₂-Fußabdruck verkleinert. So werden die bestmöglichen Energieeffizienzklassen erreicht. Außerdem präsentiert sich der Schraubenkompressor mit einem neu entwickelten Kompressorblock. Dieser ist mit einem optimierten Sigma Profil ausgestattet, das mit einer

speziellen Food-safe-Beschichtung versehen ist. Der wassergekühlte Kompressor mit integrierter Wärmerückgewinnung und Heißlufttre-



gelung eignet sich sehr gut für die Anforderungen von z.B. Strahlmühlen und ist besonders wirtschaftlich und nachhaltig. Ebenfalls präsentiert werden Schraubengebläse der Serie EBS. Auch diese sind besonders effizient und platzsparend – bei einem Volumenstrom von 10 bis 41 m³/min, einer Druckdifferenz bis 1.100 mbar und einem Vakuum bis 550 mbar. Die Version SFC ist mit einem integriertem Frequenzumrichter und einem Synchron-Reluktanzmotor ausgestattet. Die kompakte Bauweise ist durchdacht, sodass alle Wartungsarbeiten von vorne durchgeführt werden können. So ist selbst mit kompletter Elektrik eine Side-by-Side-Aufstellung möglich. www.kaeser.de

Inertisierung von Mischern und Anlagen

Sauerstoff ist ein aggressives Oxidationsmittel und manchmal unerwünscht

Sauerstoff ist in unserer Umgebungsluft mit einem Anteil von ungefähr 21 % vorhanden. Viele ungewollte Reaktionen finden nur dann statt, wenn Sauerstoff anwesend ist. Oxidationsgefährdete Schüttgüter bleiben sehr viel länger haltbar, wenn der oxidierende Luftsauerstoff eliminiert wird. Man kann die Mischgüter im Mischer vakuumieren und anschließend mit einem Inertgas auf den Umgebungsdruck spannen, bevor die Abfüllung und Verpackung stattfinden.



Keywords

- **Mischtechnik**
- **Vakuum-Mischtrockner**
- **Schutzgas**



Im Synthesereaktor/Vakuum-Mischtrockner VMT 200 von Amixon ist Alloy 59 für den produktberührten Anlagenbereich eingesetzt. Der Nickelbasiswerkstoff hat eine ähnliche Festigkeit wie ein Kesselblech. Die Korrosionsbeständigkeit ist vergleichbar mit der von Nickel.

Der Sauerstoff kann wirkungsvoll aus dem Mischraum verbannt werden, indem die Umgebungsluft evakuiert wird. Das geschieht, wenn der Mischraum mit einem Inertgas mehrfach durchspült wird. Anstelle des Spülens kann der Mischraum auch vakuumiert werden (ggf. auch mehrfach nacheinander) und mit einem Inertgas befüllt werden. In der Praxis wird gerne eine Mischung aus Stickstoff und CO₂ Gas verwendet.

Das auszuwählende Inertgas soll Oxidation und ungewollte Reaktionen unterdrücken. Normalerweise können alle Edelgase wie Xenon, Neon, Helium, Argon oder Krypton als reaktionsträge Inertgase verwendet werden. Der kostengünstigere Stickstoff ist ebenfalls ein Inertgas, wenn die Prozesstemperatur unter 180 °C bleibt. Auch Kohlenstoffdioxid wird in der Praxis eingesetzt.

Die Schutzgaszusammensetzung ist bedeutsam, wenn die Fertiggüter in andere Klimazo-

nen gelangen. Das Inertgas in einer gasdichten Verpackung sollte möglichst ähnliche Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweisen wie unsere Umgebungsluft.

Kryogene Kühlung von Schüttgütern

Stickstoff kann gasförmig in Druckgasflaschen oder tiefkalt als Flüssigstickstoff zur Anwendung gelangen. Kohlenstoffdioxid kann in Druckgasflaschen oder in Form von Trockeneispellets bevorratet werden. Kohlenstoffdioxid-Trockeneis sublimiert bei -78 °C und wird in isolierten Thermoboxen gelagert. Flüssigstickstoff wird bei -196 °C in Isolations- und Drucktanks gelagert. Beide Substanzen sublimieren/verdampfen unter atmosphärischen Bedingungen. Auch in den Transportgebinden sind sie nur begrenzt lagerfähig.

Mit tiefkalten Medien kann man Schüttgüter extrem schnell kühlen. Schnell wechselnde Aggregatzustände lösen große Enthalpie-

sprünge aus. Diese Art des Kühlens bezeichnet man als kryogene Kühlung. Kommt Kohlenstoffdioxid-Trockeneis oder Flüssigstickstoff im Pulvermischprozess zum Einsatz, entstehen spontan große Gasmengen. Die spontane Volumenvergrößerung kann ein Problem darstellen. Die Gasmengen müssen ungehindert abfließen. Größere Mengen des Gases dürfen nicht in den Produktionsraum gelangen. Möglicherweise ist das im Mischer entstehende Gas mit Staub kontaminiert und bedarf einer Filtration, bevor es nach außen abgeführt werden kann. Dann besteht die Gefahr der Taupunktunterschreitung an den Filtermedien. Der kryogen entstandene Staub ist kälter als die Umgebungstemperatur.

Beim Umgang mit Inertgasen ist Vorsicht geboten. Sie sind geruchlos und farblos. Die Anzeichen einer Erstickungsgefahr können insofern nicht selbst erkannt werden. In jedem Fall sollte eine gute Durchlüftung des Versuchs-

raums stattfinden und der Sauerstoffgehalt an mehreren Stellen kontinuierlich gemessen werden. Die Sauerstoffmessung muss insbesondere immer dann erfolgen, wenn die Inspektionstür oder der Stutzen einer zuvor inertisierten Anlage geöffnet wird. Die Gefahr darf nicht unterschätzt werden. Es ist notwendig, die Mitarbeiter regelmäßig und ausführlich zu schulen.

Im neu errichteten Technikum II verfügt Amixon über drei neue Vakuum-Mischtrockner/Synthesereaktoren. Das Unternehmen bietet hier die Möglichkeit zur Pilotierung mit den Originalgütern des Auftraggebers. Die neuen Testapparate verfügen über gasdichte Wellendichtungen und Verschlussarmaturen. Sie bieten die Möglichkeit, Überdruck bis 25 bar oder Vakuum bis kleiner 10 mbar absolut anzulegen; dabei sind Temperaturen

von -70 °C bis +350 °C bei variierenden Drücken möglich. Auch weitergehende Forderungen werden erfüllt: Die Apparate sind für explosive, abrasive, korrosive und chemisch aggressive Güter geeignet, sowie tottraumfrei und hygienisch konstruiert. Da die Apparate (teilweise) über eine keramische Beschichtung verfügen, kann das Mischgut optimal geschützt werden.

Die Testapparate zeigen eine hohe Effizienz beim Mischen; der Mischprozess kann besonders schonend oder aggressiv-desagglomerierend stattfinden. Auch bei der Vakuum-Kontakttrocknung besteht ein hoher Effizienzgrad.

Die Güter dürfen hohe Schüttdichten und während der Reaktion oder Trocknung zähplastische Konsistenzen aufweisen. Die Apparate sind aus verschiedensten Werkstoffen wie Alloy 59 oder 1.4462 oder 1.4404 verfügbar.



Der Autor
Matthias Böning,
Geschäftsführer Vertrieb und
Verfahrenstechnik, Amixon

Wiley Online Library



amixon GmbH mixing technology, Paderborn
Tel.: +49 5251 688888 - 0 · www.amixon.com

Bilder: © Amixon

Nanopartikel inline charakterisieren

SI Scientific Instruments stellt einen externen Durchflussmesskopf zur Charakterisierung von Nanopartikelsuspensionen vor. Das Gerät misst Größe und Verteilung von Nanopartikeln in Produktionslinien kontinuierlich und kontaminationsfrei in Echtzeit. So können Herstellungsprozesse von lipidischen Nanopartikeln (0,5 nm bis 10 µm) oder Chemical Mechanical Polishing (CMP)-Schlämmen und deren Probenvorbereitung überwacht werden. Austausch-

bare millifluidische Kanülen (0,5 bis 200 mm) erlauben eine einfache Integration in variable Setups mit Mikrofluid-Chips, A4F-, SEC-



© SI Scientific Instruments

oder HPLC-Chromatographie, Partikelsynthese sowie Spektroskopieanwendungen. Durch die Plug & Play-Technologie ist nach einem Kanülentausch kein Abstimmen nötig. Über eine optische Glasfaser-Verbindung wird das dynamische Streulicht (DLS) auf den Detektor weitergeleitet und im Analysator (Vasco Kin oder Amerigo) ausgewertet. Echtzeitanalysen variabler Prozesse sind bei Flussraten von 0,01 bis 20,0 ml/min möglich. www.si-gmbh.de

MISCHEN? POSSIBLE!

Der Universalmischer von Zepelin Systems: Einfach flexibel.

Unterschiedliche Produkte erfordern unterschiedliche Rohstoffe – und jeder hat seine Eigenarten. Weil wir das wissen, haben wir unsere Universalmischer flexibel konstruiert: Für jede Anforderung gibt es eine maßgeschneiderte Lösung. Damit Rohstoffe stets optimal behandelt werden.

So mischt man heute!

WE CREATE SOLUTIONS.

zeppelin-systems.com

POWTECH 2023

26. - 28. 09. 2023 in Nürnberg, Stand: 4-524

ZEPPELIN
WE CREATE SOLUTIONS



Das Gehäuse von Ruovac-Saugern ist aus ableitfähigem GfK gefertigt.

Exotischer Explosionsschutz

Ex-Sauger für besondere Anwendungsbereiche



Keywords

- *Industriesauger*
- *Absauganlagen*
- *ATEX, EX-Schutz*

Reinigungsarbeiten in Behältern unter EX-Schutz-Bedingungen, Aufsaugen brennbarer Flüssigkeiten oder Substanzen mit unbekanntem Eigenschaften bei Havarie-Einsätzen: Das sind Anwendungsfälle, die mit konventionellen Ex-Saugern nicht abzudecken sind – wohl aber mit individuell konfigurierten Industriesaugern aus einem bewährten Baukastenprogramm.

Sauger und Absauganlagen für explosionsgeschützte Bereiche sind keine „08/15-Anlagen“, weil ihre mechanische und elektrische Konstruktion von Grund auf darauf ausgelegt ist, dass im Betrieb keine Funken entstehen, die eine Explosion hervorrufen könnten. Aber in diesem schon anspruchsvollen Bereich des Maschinenbaus gibt es nochmals besondere und höhere Anforderungen – z.B., wenn brennbare Flüssigkeiten aufzusaugen sind oder wenn nicht leitfähige Stäube unter Gas-Ex-Bedingungen gesaugt werden sollen.

Gas-Ex-Sauger für nicht leitfähige Stäube

Die letztere Anwendung – die in der Chemieindustrie durchaus bekannt ist – stellt in der Tat so spezielle Anforderungen, dass eine Zeitlang kaum noch Gas-Ex-Sauger für das Absaugen von brennbaren Stäuben und von isolierenden, d.h. nicht leitfähigen Stäuben nachgefragt wurden. Der Grund: Gasströme, die Feststoffpartikel enthalten, können zur elektrischen Aufladung der gasdurchströmten Anlagenkomponenten führen. Dieses Risiko wird auch in der TRGS 727 erwähnt. Deshalb hiel-

ten sich potenzielle Anwender mit dem Kauf zurück – bis Ruovac eine Untersuchung der Dekra Exam in Auftrag gab.

Das Ergebnis: Die getesteten Gas-Ex-Sauger können nicht leitfähige Stäube und Granulate aufsaugen, ohne dass mit dem Auftreten zündfähiger Büschelentladungen in gasexplosionsgefährdeten Bereichen zu rechnen ist. Hierzu leisten diverse konstruktive Merkmale der Sauger jeweils einen wichtigen Beitrag – u.a. der ableitfähige Gehäusewerkstoff (GfK), die leitfähigen Saugdüsen, der perma-



Bei der Maschinenreinigung in chemischen Betrieben zählt Flexibilität – und Explosionsschutz ist Voraussetzung.

nent geerdete Sammelbehälter und die Luftführung mit begrenzten Strömungsgeschwindigkeiten. In der aktuellen Version dieser Baureihe sorgen neueste, ATEX-zertifizierte Drehstrommotoren für einen effizienten Saugerbetrieb.

Auf hohem Niveau: Saugen bis in Zone 0

Aufgrund der hier beschriebenen Eigenschaften und konstruktiven Details eignen sich die Gas-Ex-Sauger von Ruwac für den Einsatz in den Zonen 1 und 2 gemäß ATEX-Richtlinien. Mit entsprechendem Zubehör können sie sogar in Bereichen eingesetzt werden, in denen ein permanentes Explosionsrisiko gilt (Zone 0), weil sich z.B. Wasserstoff in der Atmosphäre befindet. So können z.B. die Innenräume von Produktionsbehältern, Rührkesseln, Reaktoren etc. gereinigt werden. Der Sauger selbst muss sich dabei allerdings außerhalb dieser Zone befinden. Auch für diese „exotische“ Ex-Anwendung stehen somit leistungsfähige und entsprechend zertifizierte Sauger zur Verfügung.

„Feuerwehrsauger“: echte Multitalente

Viele Industriesauger für das Absaugen von Gefahrstoffen sind speziell auf einen Stoff bzw. eine Substanz ausgelegt. Notfall- und Rettungsorganisationen wie z.B. die Betriebsfeuerwehren in Chemieunternehmen stellen eine andere Anforderung. Sie brauchen Sauger, die unterschiedlichste staubförmige oder flüssige Substanzen aufnehmen können, deren Gefährdung oder Entzündlichkeit im Moment

des Einsatzes noch nicht bekannt sind. Auch solche Gefahrgutsauger lassen sich aus dem bewährten Ruwac-Modulsystem konfigurieren. Ein Beispiel: Für eine Feuerwehrgesellschaft hat der Anbieter einen Sauger projektiert, der in der Ex-Kategorie II 2G (Gas-Ex) bzw. 3D (Staub-Ex) ausgeführt ist und der Schutzart IP 65 entspricht. Somit kann der Sauger auch leitfähigen, entzündlichen Staub aufnehmen. Ein Vorabscheider sammelt flüssige Stoffe wie Benzin oder Laugen, die nicht in den Sauger dringen dürfen, weil sie die Filter verstopfen würden.

Auf alle Eventualitäten vorbereitet

Um die aufgesaugten Stäube entsorgen zu können, ist im Sammelbehälter eine Einmal-Kunststoffwanne eingelegt. Sie lässt sich durch einen Deckel luftdicht verschließen, entsprechend kennzeichnen und vorschriftsmäßig entsorgen, ohne dass Material austritt. Sollten größere Mengen auf- bzw. abzusaugen sein, kann man einen mitgelieferten Zyklondeckel für 200-Liter-Fässer verwenden, um große Schadstoffmengen von trockener oder wässriger Konsistenz schnell entsorgen zu können. Nicht nur der Sauger selbst, sondern auch alle mitgelieferten Zubehörtteile sind ableitfähig (<106 Ohm). So vermeidet man, dass elektrostatische Aufladung zur Zündquelle werden kann. Auch alle anderen Arten von Zündquellen sind durch die Konstruktion zuverlässig ausgeschlossen. Der Industriesauger ist bedien-

freundlich und, wie alle Sauger, extrem robust: Wenn er bei Havariefällen zum Einsatz kommt, ist oft Gefahr im Verzug und auf den Sauger muss Verlass sein.

Extremfall: Absaugen von Schießpulver

Wie hoch das Explosionsschutzniveau der Ex-Sauger ist, zeigt ein weiteres „exotisches“ Anwendungsbeispiel: Reinigungsarbeiten bei der Herstellung von Schießpulver und in Raumschießanlagen. Explosionsversuche eines Bundesinstitutes haben nachgewiesen, dass die hierfür vorgesehenen Ruwac-Sauger selbst 150 g Treibladungsreste oder 125 g schwarzpulverhaltige Stäube risikolos aufsaugen können.

Der Autor

Udo Truderung, Ruwac Industriesauger

Wiley Online Library



Ruwac Industriesauger, Melle
Tel.: +49 5226 9830 - 0
ruwac@ruwac.de · www.ruwac.de



Anlagensicherheit aus Betreibersicht

**Für den sicheren Betrieb von Prozessanlagen können
Anlagenbauer mehr tun als ihre Pflicht**



Keywords

- **Containment, Bediener-sicherheit**
- **Anlagensicherheit, Explosionsschutz**
- **Anlagenbau, Schüttguthandling**

Anlagenbetreiber in Schüttgut verarbeitenden Industrien profitieren, wenn Anlagenbauer die Anlagen nicht nur entwickeln und bauen, sondern auch selbst betreiben. Die Lohnherstellung schult den Blick für die Anforderungen, Pflichten und Herausforderungen der Betreiberseite. Produktsicherheit, Brand- und Explosionsschutz, Anlagen- und Bediener-sicherheit sowie Umweltaspekte stehen deutlicher im Fokus. Aus der eigenen Praxiserfahrung heraus engagiert sich Glatt daher weit mehr für Sicherheitsaspekte als gesetzlich gefordert.

Anlagenbauer und -betreiber haben viele Pflichten, die sich aus gesetzlichen Regelungen ergeben und auch teilweise überschneiden bzw. anteilig von beiden Parteien bearbeitet werden müssen. Für die Anlagenbauerseite seien exemplarisch Konformitätsverfahren wie die Risikoanalyse nach Maschinenrichtlinie oder die SIL-Betrachtung (Safety Integrity Level), die Umweltsicherheit in Form der TA-Luft oder des Wasserhaushaltsgesetzes sowie Risikobeurteilungen zu Hygiene und Infektionssicherheit genannt. Selbstverständlich werden eine Dokumentation und die Betriebsanleitung mitgeliefert, die den entsprechend geltenden Vorschriften entspricht.

Um die bestehenden Anforderungen im Sinne aller Stakeholder weiterzuentwickeln, betreibt Glatt Ingenieurtechnik (GIT) in Wei-

mar ein modernes Technologiezentrum für Produktgestaltung, Herstellung und Funktionalisierung von Pulvern, Granulaten und Pellets mit dem der spätere Kundenprozess beim Anlagenbetreiber vorab komplett entwickelt, getestet und optimiert werden kann. Dazu gehört auch eine zertifizierte Lohnfertigung, mit der das Unternehmen für Industriekunden als Anlagenbetreiber und Schüttguthersteller fungiert.

Erfahrung im Interesse des Auftraggebers weitergeben

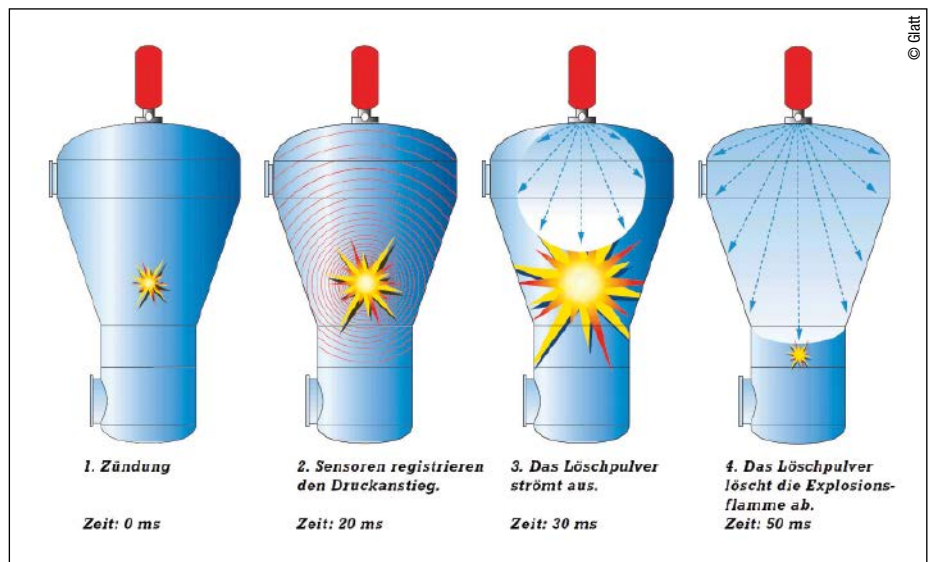
Die Erkenntnisse aus einem solchen praxisbasierten Technologieansatz nutzen dem Anlagenbauer, aber auch dem Anlagenbetreiber. So können die Auftraggeber von den langjährigen Erfahrungen auf mehreren Feldern profitieren. Neben optimierten Raumkonzepten bis

hin zu kompletten Gebäudelösungen wird auch bei Abfall- und Umweltmanagement, Energiekonzepten sowie Handling und Containment toxischer und hochaktiver Stoffe Erfahrung aus erster Hand weitergegeben. Auch Produktsicherheit muss von Anfang an mit eingeplant werden. Insbesondere in der Lebensmittelindustrie und bei Produkten, die für den Endverbrauchermarkt bestimmt sind, steht maximale Sicherheit an erster Stelle. Dies ist ein sensibler Punkt, denn als Hersteller kann die Produkthaftung im Schadensfall nicht ausgeschlossen werden. Beispielsweise zwingt die aktuelle Food Safety System Certification 22000 (FSSC) der Global Food Safety Initiative (GFSI) Hersteller von Lebensmitteln dazu, den gesamten Herstellungsprozess im Hinblick auf die hygienischen Bedingungen im Produktions-

bereich, die Vermeidung stofflicher oder mikrobieller Verunreinigungen oder die Verfälschung von Lebensmitteln zu prüfen. Dafür gilt es, mit Sachverstand und Augenmaß robuste Prozesse in Produktionsbetrieben zu implementieren und nicht nur die Fertigungsprozesse in der Anlage, sondern den gesamten Herstellungsablauf qualitativ bestmöglich aufzustellen.

Hygienic Design als Einstellung, nicht als Pflicht

Eine der nachhaltigsten Maßnahmen für Hygiene und Produktsicherheit ist die konsequent hygienegerechte Ausführung von Anlagen. Dabei sollten sich die Hersteller nicht nur auf die Anwendung hygienegerechter Designprinzipien und entsprechende Zulieferer-Zertifizierungen verlassen. In einem umfangreichen Projekt der GIT wurde bspw. die CIP-Fähigkeit von Batchwirbelschichtenanlagen intensiv untersucht und eigens eine Versuchsanlage hierfür gebaut. Konstruktive Änderungen wurden in situ getestet und bewertet. Die Mitgliedschaft in der EHEDG für hygienisches Design und die Mitarbeit bei der Erstellung von EHEDG-Leitlinien für Komponenten und Maschinen seit vielen Jahren garantieren den permanenten Aufbau von Know-how sowie Weiterbildung und Austausch zu neuesten Fragestellungen. Diese Wissensbasis wird im Dialog mit den Anlagenbauern weitergegeben und in konkrete Anlagen- und Produkthygiene umgesetzt. Aus der Beratung und Mitwirkung bei der Schnittstellenbetrachtung oder der Hazard and Operability Study (HAZOP) an Produktionsanlagen ergeben sich in Kombination mit den eigenen Betreibererfahrungen auch neue Ansätze für Konzepte zur staub- und kontaminationsfreien Handhabung hochaktiver toxischer Produkte oder zur Verbesserung des Arbeitsschutzes bei Reinigungs- und Wartungsarbeiten von Wirbel- und Strahlschichtenanlagen.



Im Bruchteil einer Sekunde unterdrückt eingesprühtes Löschpulver eine Explosion im Reaktionsraum.

Arbeitsschutz mitgedacht, Restrisiken eliminiert

Ein Beispiel aus der Praxis sind die Reinigungsintervalle von Sprühdüsen solcher Anlagen. Sie hängen überwiegend vom Produkt ab und künden sich durch Abweichungen in der Partikelbeschaffenheit an. Der Ausbau des Düseninnenrohres verläuft gewöhnlich wie folgt: Das Bedienpersonal unterbricht zuerst die Sprühluft an der verschmutzten Düse und kontrolliert, ob die Fangvorrichtung aus Fangseilen oder -ketten eingehängt ist. Erst dann darf die Verbindungsklammer geöffnet und das Innenrohr mit dem Flüssigkeitseinsatz aus der Sprühanlage gezogen werden. Wird die Befestigung des Innenrohrs im laufenden Prozess ohne Unterbrechung der Sprühgaszufuhr und ohne Einhängen der Fangvorrichtung gelöst, schießt das Innenrohr druckbedingt – oder auch in Folge einer Explosion – schlagartig heraus. Befindet sich die Sprüheinheit in Kopfhöhe, wie es bei größeren Anlagen die Regel ist, droht

Lebensgefahr. Eine weiterentwickelte Sprühdüsen-sicherung sichert das Innenrohr durch ein Schlüssel-Schloss-Prinzip explosions-sicher ab und sorgt dafür, dass ein Bedienfehler bei der Düsendemontage keine gesundheitlichen Folgen hat. Konstruktiv besteht die Lösung aus geschützten Aussparungen und Fangstiften. Beide Elemente schließen die Risiken wie unkontrolliertes Herausschießen des Innenrohrs absolut aus. Ein willkommener Nebeneffekt ist, dass Reinigung und Ersatz der Sicherungsketten entfallen. Die explosions-sichere Hygienesicherung lässt sich auch unkompliziert nachrüsten. Sie ist ein Ergebnis langjähriger praktischer Betriebserfahrung und regelmäßiger Risikoanalysen, bei denen der Status quo aus Betreibersicht hinterfragt wurde.

Der sichere Weg zum explosionsgeschützten Schüttguthandling

Für den Ex-Schutz bieten sich verschiedene Konzepte an, die nicht nur rechnerisch beurteilt



◀ Präventionsmaßnahmen zum Explosionsschutz werden nicht nur entwickelt und berechnet, sondern bereits im Labormaßstab getestet.



▲ Schlüssel-Schloss-Prinzip: Eine von Glatt entwickelte Sprühdüsen-sicherung macht die Wartung bedeutend sicherer.

und abgesichert sein sollten, sondern idealerweise auch in praktischen Explosionsversuchen bestätigt werden. Um dem Anlagenbetreiber maximale Sicherheit zu garantieren, werden Zündquellen soweit möglich vermieden, alle Teile geerdet und ein entsprechendes Anlagendesign gewählt. Der Auftraggeber kann auf das für ihn beste Konzept zurückgreifen. Eine Anlage alternativ zu einer Explosionsunterdrückung oder Druckentlastung druckfest auf 12 bar auszulegen, ist mit runden Bauformen leicht machbar. Insbesondere bei Gas-Explosionsschutz oder hybriden Gemischen, können die Investitionskosten deutlich geringer ausfallen, wenn man ohne eine aufwendige Kreisgasanlage auskommt. Sind in der Fortluft Lösungsmittel vorhanden ist allerdings eine Abgasreinigung durch Verbrennung oder eine Gaswäsche erforderlich. Anlagen, die nicht druckfest konstruiert und gebaut werden können, wie rechteckige Wirbel- und Strahlschichtanlagen müssen, entweder durch eine Explosionsunterdrückungsanlage oder alternativ durch einen Inert-Kreisgasbetrieb geschützt werden, meist unter Verwendung von Stickstoff. Die Inertisierung dient dabei nicht nur dem Explosions- und Brandschutz, sondern kann einen zusätzlichen Benefit bei sauerstoffempfind-

lichen Produkten bieten. Ungesättigte Öle, Beta-Carotine oder reaktive chemische Stoffe werden vor Oxidation geschützt und zeigen eine bessere Langzeitstabilität. Vorteilhaft ist hier, dass der Dauerbetrieb möglich ist und das Lösungsmittel zurückgewonnen werden kann. Dafür sind die Investitions- und Betriebskosten höher als beim Frischluft-Fortluft-Betrieb.

Möglich ist auch der Betrieb der Wirbelschicht unter Vakuum. Dadurch wird der Sauerstoffgehalt unter die kritische Grenze gesenkt und empfindliche Produkte sind auch hier besser vor Oxidation geschützt. Der Siedepunkt ist durch das Vakuum herabgesetzt, was es dem Betreiber ermöglicht, niedrigere Prozesstemperaturen einzusetzen. Das spart Heizleistung sowie Betriebskosten. Außerdem lässt sich das Lösungsmittel zurückgewinnen. Diese Lösung ist konstruktiv nur bei runden und Batchanlagen möglich und die Wahl der Lösungsmittel ist beschränkt. Eine weitere Möglichkeit ist die Explosionsunterdrückung, bei der im Falle eines Druckanstieges ein Löschmittel in den Reaktionsraum eingesprüht wird und die Explosion unterdrückt. Der Nachteil: Nach Auslösung müssen die Löschmittelpatronen erneuert werden und es kommt zu signifikanten Produktionsunterbrechungen. Möglichkeiten für anwen-

dungsgerechten Explosionsschutz gibt es viele, aber für jedes Verfahren gilt: Es muss bestmöglich auf die Anforderungen des Betreibers zugeschnitten werden und nicht auf die Präferenzen des Anbieters. Schaut der Anlagenbauer im Interesse des Auftraggebers über seinen Tellerrand und hilft dem späteren Betreiber dabei, seine Pflichten besser zu erfüllen, profitieren beide Seiten. Von vornherein gewonnen haben Wirtschaftlichkeit, Prozessqualität und Sicherheit in der Schüttgutherstellung.

Die Autoren

Frank Ohlendorf, Head of Business Support,
Gerald Beck, Senior Project Manager,
Sören Albers, Head of Contract Manufacturing,
Glatt Ingenieurtechnik, Bereich Process Technology
 Food, Feed & Fine Chemicals

Wiley Online Library



Glatt Ingenieurtechnik GmbH, Weimar
 Tel.: +49 3643 47 - 0
 info.we@glatt.com
<https://foodfeedfinechemicals.glatt.com>

Rührwerke für breites Anwendungsspektrum

Milton Roy Mixing hat die neu konzipierte und erweiterte Helisem-Baureihe an Top-Entry-Mischern herausgebracht, die für flexible Strömungsraten und niedrige, mittlere bzw. hohe Vermischung in verschiedensten Behältern sorgt. Die Linie umfasst fünf verschiedene Mixer-Serien: VDA, VRP, VRH, FRH und die neue VRG-Serie. Insgesamt stehen 133 Modelle zur Verfügung, die sich für Anwendungen mit Viskositäten bis zu 1.000 cP eignen. Sie sorgen für eine hohe Vermischung in Behältern mit einem Durchmesser bis zu 8 m sowie eine mittlere und niedrige Vermischung in Behältern mit einem Durchmesser bis zu 11 m. Sie unterstützen Prozesse, z.B. Verdünnung, Auflösung, Flockung, Homogenisierung, Feststoffsuspension, in der Chemie, Wasseraufbereitung und allgemeinen Industrie. Ein hochwertiger Motor sowie optimierte, firmeneigene Propeller sorgen für eine sehr hohe Mischeffizienz, die erhebliche Energieeinsparungen über die Lebenszeit des Mixers hinweg ermöglicht. Die Installation und der Betrieb dieser neuen Rührwerke sind einfach, sicher und kostengünstig. Zudem erfordern viele der Modelle bei normalen Betriebsbedingungen keinerlei Wartung. Die standardmäßigen Modelle haben eine Edelstahlkonstruktion für mediengeführte Teile, sind mit einem oder zwei Propellern, 50- oder 60-Hz-Stromversorgung und einer Aufwärts- oder Abwärts-Strömungsoption ausgestattet. Zudem werden kundenspezifisch alternative Montageoptionen angeboten, einschließlich einer quadratischen Montageplatte, einer runden Montageplatte für ASME-Tankflansche sowie einer optionalen Abcrite-Pulverbeschichtung mit hoher Schichtdicke (jetzt bei 67 Modellen erhältlich), die einen hohen Korrosionsschutz sowie eine hohe Beständigkeit gegen Salznebel bietet.



www.miltonroy.com

Partnerschaft für die Pharmaindustrie

Copa-Data tritt dem Körber Ecosystem Partner-Programm bei und erhält die Zertifizierung PAS-X MSI Plug & Produce Ready für seine Softwareplattform Zenon. Diese unterstützt Pharmahersteller bei der Automatisierung ihrer Industrieanlagen und der effektiveren Datenverwaltung. Sie zeichnet sich durch ihre starke Funktionalität sowie umfangreiche Konnektivität aus, durch die Shopfloor-Equipment auf einfache Weise in höhere Systeme wie ein Manufacturing Execution System (MES) integriert werden kann. So können die Effizienz gesteigert, die Kontrolle verbessert und Fertigungsprozesse dokumentiert werden. Die Werum PAS-X Manufacturing Execution System (MES) Suite von Körber steuert, überwacht und dokumentiert Fertigungsprozesse digital und in Echtzeit. Mit nur wenigen Mausklicks lassen sich Ökosystem-Lösungen von Partnerunternehmen mit dem System nahtlos integrieren. Diese No-Code-Integration nutzt die standardisierte, nachrichtenbasierte Kommunikation zwischen dem Produktionsmanagement-System und Shopfloor-Equipment, wie sie bspw. im Konzeptpapier der ISPE Plug & Produce Working Group beschrieben ist. Die neue Partnerschaft ermöglicht es, Out-of-the-Box-Projekte mit Zenon als konfigurierbarer Schnittstelle zu PAS-X MES umzusetzen.

www.copadata.com
www.koerber-pharma.com

Mehr Energieeffizienz beim chemischen Recycling

Einen Mehrwert aus End-of-Life-Kunststoffen schaffen

Für eine Plastics2chemicals (P2C)-Großanlage, mit der das belgische Entsorgungsunternehmen Indaver Kunststoffabfälle chemisch recyceln wird, liefert Coperion einen Doppelschneckenextruder ZSK Mc18 und die dazugehörige Peripherie. Die P2C-Anlage wird derzeit in Antwerpen, Belgien, gebaut und soll jährlich 30.000 t von sogenannten End-of-Life-Kunststoffen in hochwertige Basischemikalien umwandeln.



Indaver hat sich für die Doppelschneckenextruder-Technologie von Coperion entschieden, um im chemischen Recyclingprozess eine energieeffiziente, kontinuierliche Beschickung des Reaktors sicher zu stellen. Neben dem ZSK-Extruder umfasst der Lieferumfang gravimetrische Coperion K-Tron Dosierer, eine Vakuumanlage sowie ein Sperrventil und die Schmelzeleitung zum Reaktor.

Wo das mechanische Recycling von Kunststoffabfallströmen an seine Grenzen stößt, setzt Indaver mit seinem innovativen Depolymerisationsverfahren Plastics2chemicals an. Das Unternehmen gewinnt aus gemischten Polyolefin- und Polystyrol-Strömen Materialien zurück und schließt so den Kreislauf dieser Kunststoffe ohne Qualitätsverluste.

Beim P2C-Recyclingprozess werden die Kunststoffe in kürzere Kohlenstoffketten oder Monomere zerlegt. Aus Polyolefinen (PE und PP) entstehen Basisprodukte wie Naphtha (Rohbenzin) und Wachs. Polystyrole werden in Monomere aufgespalten, die als Rohstoff wiederverwendet werden können.

Der Doppelschneckenextruder ZSK Mc18 übernimmt in dem P2C-Prozess eine zentrale Funktion. Bevor die Kunststoffabfälle an den Reaktor übergeben werden, durchlaufen sie das Verfahrensteil des Extruders mit Durchsätzen von bis zu 3,7 t/h. Durch intensive Scherung und Dispergierung tragen die Doppelschnecken des Extruders in sehr kurzer Zeit sehr viel mechanische Energie in den Materialstrom ein. In nur 30 s werden die agglomerierten Post-Consumer-Abfälle energieeffizient in eine homogene, bis zu 350 °C heiße Schmelze umgewandelt.

Der Doppelschneckenextruder wird über einen gravimetrischen Dosierer kontinuierlich mit den agglomerierten Kunststoffabfällen beschickt. Ebenso gleichmäßig tritt die Schmelze aus dem Extruder wieder aus. So wird absolut zuverlässig eine konstante Beschickung des ebenfalls kontinuierlich arbeitenden Reaktors der P2C-Anlage sichergestellt. Ein weiterer gravimetrisch arbeitender Dosierer regelt die Zugabe von Additiven in das Prozessteil des Extruders. Diese werden dort homogen eingearbeitet. Gleichzeitig wird über die Entgasung des Extruders die Restfeuchte des agglomerierten Kunststoffs reduziert.

Der hohe Mehrwert des ZSK-Extruders im Depolymerisationsverfahren konnte in umfangreichen Tests im Test Center von Coperion vorab



Keywords

- **chemisches Recycling**
- **Extruder**
- **Energieeffizienz**

ZSK-Doppelschneckenextruder von Coperion sichern beim chemischen Recycling von Kunststoffen eine besonders energieeffiziente, kontinuierliche Beschickung des Reaktors.

belegt werden. Dazu Frank Lechner, General Manager Process Technology and Research & Development bei Coperion: „ZSK-Doppelschneckenextruder besitzen zahlreiche Vorteile, die beim Chemischen Recycling von Kunststoffen besonders zum Tragen kommen. Dank der sehr wirksamen Arbeitsweise der Doppelschnecken erfolgt die plastische Energiedissipation in kürzester Zeit – ein zentraler Pluspunkt in Sachen Energieeffizienz. Die ZSK-Technologie deckt beim chemischen Recycling einen sehr breiten Durchsatzbereich von 1 kg/h bis zu 20 t/h ab. Damit lassen sich auch zukünftig zu erwartende, hohe Produktströme verarbeiten.“

Paul De Bruycker, CEO von Indaver, erklärt: „Mit unserem innovativen Plastics2chemicals-Projekt werden wir in der Lage sein, Kunststoffe zu recyceln und diese erfolgreich in Basischemikalien für die Industrie umzuwandeln. Wir realisieren damit unser Ziel, als Entsorgungsunternehmen eine wichtige Rolle in der Kreislaufwirtschaft zu spielen. Wir gewinnen wertvolle Rohstoffe aus Kunststoffen zurück und schaffen damit einen Mehrwert für die Gesellschaft und unsere Kunden.“

Wiley Online Library



Coperion GmbH, Stuttgart

Tel.: +49 711 897 25 - 07 · www.coperion.com

Modulare Palettier- und Verpackungsanlagen

Produkte fördern, verladen, abfüllen, palettieren und verpacken

Hersteller müssen Baustoffe, Zement und (petro-)chemische Produkte fördern, verladen, abfüllen, palettieren und verpacken. In der rauen Arbeitsumgebung sind teils anspruchsvolle Transportstrecken zu überwinden. Hier sind robuste Anlagen gefragt. Ein modularer Aufbau unterstützt dabei eine anwenderfreundliche Instandhaltung.



Keywords

- Palettier-Verpackungstechnik
- Folienverpackung
- Modulbauweise

Damit Anwender unterschiedliche Schüttgüter über lange Strecken und unwegsames Gelände transportieren können, bietet die Beumer Group Überlandförderer und Pipe Conveyor an. Mit ihren großen Steigungswinkeln und engen Kurvenradien kann der Maschinenbauer ihre Streckenführung an die jeweilige Aufgabenstellung und Topografie adaptieren.

Um das Material vertikal zu transportieren, liefert der Systemanbieter Hochleistungs-Gurtbecherwerke. Sie ermöglichen Förderhöhen von bis zu 200m. Spezielle Hochleistungsgurte sowie gurtschonende Einrichtungen erhöhen die Lebensdauer der Becherwerke und machen diese hoch verfügbar.

Der Anlagenbauer bietet zudem komplette Verpackungslinien und passt diese an die Produkte des Anwenders an: Für die chemische und petrochemische Industrie hat der Systemanbieter die hocheffiziente Form-Fill-Seal-Anlage Beumer Fillpac FFS im Programm. Diese formt bis zu 2.800 Säcke pro Stunde aus vorgefertigten PE-Schlauchfolien und befüllt sie mit dem entsprechenden Material.

Abhängig vom Gebinde hat der Anbieter verschiedene Palettierlösungen im Portfolio: Der Hochleistungspalettierer Paletpac für abgesacktes Schüttgut ist nicht nur robust gestal-



Für die chemische und petrochemische Industrie hat die Beumer Group die effiziente Form-Fill-Seal-Anlage Fillpac FFS im Programm.

tet, sondern auch komplett überarbeitet. Mit der neuen modularen Bauweise sind in allen Anlagen nun gleiche oder ähnliche Komponenten und Module verbaut, und – wo immer machbar – wurde eine möglichst identische Bauweise umgesetzt. Zudem bestehen die Einheiten aus weniger Bauteilen. Das reduziert die Anzahl der Ersatzteile und verkürzt Lieferzeiten. Die Module werden individuell und kundenbezogen zusammengestellt, intern getestet und vor Ort montiert. Das spart Zeit und Kosten.

Um Produkte in speziellen Säcken, Fässern, Kanistern, Kartons oder Eimern zu palettieren, liefert der Hersteller den platzsparenden Knickarmroboter Robotpac. Die auf Paletten exakt gestapelten Gebinde können anschließend in die nachgelagerte Verpackungsanlage Stretch hood gefördert werden. Die Anlage überzieht die palettierte Ware mit einer hochdehnbaren Stretchhaubenfolie. So ist die Ware sowohl beim Umschlag als auch bei einer Außenlagerung sicher vor Umwelteinflüssen wie Sonne, Schmutz und Nässe, aber auch Insekten oder Diebstahl geschützt.

Digitalisierung und Instandhaltung

Um die Leistung der Maschinen nachhaltig zu steigern, ist Digitalisierung unumgänglich. Der

Anlagebauer stellt in Nürnberg auch seine Software Solutions vor, um den Anwendern einen Mehrwert durch smarte Softwarelösungen mit hohem Qualitätsanspruch, Innovationsantrieb und Sinn für Nachhaltigkeit zu bieten.

Für die Instandhaltung sind bei Bedarf weltweit lokalisierte Techniker des Herstellers verfügbar. Neben den Servicetechnikern bietet der Customer Support mit seiner Hotline, die rund um die Uhr und an jedem Tag im Jahr erreichbar ist, eine kompetente telefonische Unterstützung bei der Problembeseitigung an. Zudem können Techniker mit Smart Glasses einen Remote-Service durchführen: Sie blicken virtuell dem kundenseitigen Servicetechniker über die Schulter und lösen gemeinsam mit ihm das Problem – ohne zeitaufwändige Anreisen und hohe Zusatzkosten.

Wiley Online Library



BEUMER Group GmbH & Co. KG, Beckum
Tel.: +49 2521 24 - 0
info@beumer.com · www.beumer.com



Autonome Prozessanalyse

Auf der Powtech präsentiert Eirich digitale Lösungen für die autonome Prozessanalyse auf der Basis der KI-Technologie und der Produktcharakterisierung mit Deep Learning. So ist der QualiMaster VC1, ein System zur Beurteilung der Qualität, Parameter und Eigenschaften von Schüttgut und Partikeln, mit einer Spezialkamera ausgestattet, die kontinuierlich Bilder vom Produktförderband aufnimmt, verarbeitet und analysiert. Dabei werden zahlreiche Parameter und Produkteigenschaften aus den Bildern identifiziert und berechnet. Die Bewertung der Qualitätsparameter kann durch den Anwender oder intelligente Steuerungsalgorithmen erfolgen. Ergänzend dazu präsentiert das Unternehmen den neuen QualiMaster VC2. Er besitzt ein universelles Kamerasystem zur automatischen Trenderkennung mittels KI-basierter Bildanalyse und eignet sich damit zur Qualitätsbeurteilung von Materialien jeder Art und Konsistenz. Er nimmt Bilder vom Produkt auf dem Förderband direkt nach dem Mischer auf. Anhand der Bilder wird entschieden, ob das Material im perfekten Zustand ist oder ob die Materialeigenschaften in eine falsche Richtung tendieren. Im Gegensatz zum VC1 misst der VC2 keine konkreten Werte und Parameter aus den Bildern, sondern vergleicht die tatsächlichen Ergebnisse mit Referenzbildern mittels Deep Learning, einem Teilbereich des maschinellen Lernens. Je umfassender das System trainiert wird, desto präziser werden die Detektionsergebnisse. Die Qualitätskontrolle profitiert so von einer zuverlässigen und konsistenten Klassifizierung der untersuchten Produkte. Das ermöglicht die Analyse der Materialien im Prozess.

www.eirich.de

Austragsorgan überflüssig

Zum Ruwac-Programm gehört eine neue Vakuumzelle. Sie vereinfacht die Integration von Vorabscheidern in das Saugsystem – ohne separates Austragsorgan. Die Vakuumzelle besteht aus einem kubischen Gehäuse, das einen Big Bag enthält und hermetisch abgedichtet ist. Dadurch entsteht im Saugbetrieb ein Unterdruck, der bewirkt, dass das Sauggut selbsttätig in den Big Bag abgeschieden wird, bevor es den nachgeschalteten Sauger erreicht. Besonders wirkungsvoll ist die Vakuumzelle in Kombination mit einem kompakten Zyklonabscheider, der Staubpartikel aus dem Saugstrom abscheidet. Diese Partikel sammeln sich dann im Big Bag. Die Vakuumzelle bietet hier den Vorteil, dass die abgeschiedenen Partikel ohne ein separates Austragsorgan wie z.B. eine Zellenradschleuse oder eine Doppelpendelklappe aus dem Zyklon ausgetragen werden. Da der Big Bag in der Vakuumzelle auf einer Palette steht, kann er einfach mit einem Hubwagen ausgetauscht werden. Neben der Variante für einen 1 m³-Big Bag steht eine noch kompaktere Version zur Auswahl. Die Vakuumzelle kann in Kombination mit verschiedenen Saugern eingesetzt werden – in der Regel mit größeren Modellen z.B. aus der DA5-Serie. Sie entlastet den Sauger, sodass so die Filterstandzeiten verlängert werden und der Sammelbehälters im Sauger seltener entleert werden muss.

www.ruwac.de



**Lockern
Lösen
Entleeren
Abreinigen**



Findeva[®]
Quality in vibrators

Findeva AG, Pneumatische Vibratoren für die Industrie

Loostrasse 2, CH-8461 Oerlingen, Schweiz. Tel. +41 (0)52 319 25 61
Mail: info@findeva.com. Deutschland: www.aldak.de. Mail: alsbach@aldak.de

www.findeva.com

Containment-gerechtes Pulverhandling

Sichere und effiziente Herstellung von APIs

Die Herstellung von APIs (Active Pharmaceutical Ingredient) in einem chemischen Prozess besteht aus der Synthese organischer Verbindungen durch die Reaktion von Rohstoffen in einem Batch- oder kontinuierlichen Reaktorsystem. Diese Verbindungen müssen von den Lösungsmitteln abgetrennt werden. Manchmal liegen sie in flüssiger Form vor, meistens jedoch werden sie als Feststoff aus dem Reaktionsmedium isoliert. De Dietrich stellt verschiedene Anlagen zum vollständigen Entleeren von Behältern mit ihren Vor- und Nachteilen für die Handhabung von Pulvern bei der Herstellung von API vor.

Als Reaktant oder Endprodukt müssen hochkonzentrierte Pulver vor dem Wiegen und Verpacken mit Sorgfalt gehandhabt werden. Produktions- und Transfersysteme müssen Kreuzkontaminationen sowie Verunreinigung vermeiden. Darüber hinaus sind die HPAPI (High Potent API) häufig giftig und erfordern einen zuverlässigen Schutz des Bedieners, während sie gleichzeitig für den Bediener einfach handzuhaben sein sollen. Das bedeutet, dass die Produkte in einem wirtschaftlich tragfähigen Produktionssystem vollständig isoliert werden müssen, ohne dass es zu einer Kontamination der Chargen oder zu Sicherheitsbedenken kommt.

Dazu muss stets ein bestmöglicher Kompromiss gefunden werden. In einer ersten Analyse des Projekts muss die Produktgewinnung die obligatorischen vier „C's“ Bedingungen des Pulverhandlings erfüllen:

- **„Complete“** (vollständig): Das gesamte Produkt soll gewonnen werden, um die Produktionsausbeute maximal zu halten. Dadurch wird gleichzeitig die Reinigung erleichtert und eine Kreuzkontamination der Chargen vermieden;
- **„Convenient“** (angenehm): Für den Bediener ist gute Zugänglichkeit und einfache Bedienung zu gewährleisten;
- **„Contained“** (eingeschlossen): Sowohl zum Schutz des Bedieners als auch zur Vermeidung einer Kontamination von außen läuft der Prozess vom Bediener abgeschottet in einem definierten Raum ab.
- **„Cost-efficient“** (kosteneffizient): Errichtung einer rentablen Produktionsanlage, unter Berücksichtigung sowohl der Investitionen als auch der Produktionsausbeute.



Keywords

- **Active Pharmaceutical Ingredient**
- **Containment**
- **Pulverhandling**

Die erforderliche Güte des Containments hängt von der Toxizität der Verbindung ab, und die wirtschaftlichen Auswirkungen hängen vom Mehrwert des jeweiligen Produkts ab. Aus diesem Grund muss das Anlagenkonzept sorgfältig ausgewählt werden und dabei die Flexibilität des Systems berücksichtigen.

In diesem Artikel werden wir die verschiedenen Anlagen zur Erreichung dieser vollständigen Produktgewinnung mit ihren Vor- und Nachteilen für die Handhabung von Feststoffen bei der Herstellung von API vorstellen.

Separate Geräte oder der integrierte Filtertrockner?

Die Trocknung auf eine niedrige relative Luftfeuchtigkeit ist oft der Engpass in der Produktion. Um ein sehr trockenes Produkt mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von bis zu 0.1 % zu erhalten, wird ein geeigneter Trockner benötigt. Für eine schnelle und effiziente Trocknung, bei der die Moleküle vor hohen Temperaturen geschützt werden sollen, empfiehlt sich die Trocknung unter Vakuum. Um hier effizient vorzugehen, muss der Feststoff vor dem Trocknen von der Flüssigkeit bis auf eine Restfeuchte getrennt werden. Dafür benötigen Sie entweder zwei Anlagen oder ein „All-in-One-Gerät“, welches die zwei Prozesse integrieren kann. Die Anschaffung von zwei Anlagen für Trennung und Trocknung kann mehr Flexibilität und höhere Produktivität bieten. Bei hohem Durch-



Durch das Nutzen der Handschuhkästen kann auf eine umfangreichere persönliche Schutzausrüstung (PSA) verzichtet werden, was die Arbeit des Bedienpersonals erleichtert.

satz kann man sogar verschiedene Trockner aus demselben Abscheider beschicken. Allerdings geschieht dies üblicherweise auf Kosten des Produkt- und Bediener-schutzes, bzw. wird der Aufwand, den Schutz aufrechtzuerhalten, durch zusätzliche Transferwege deutlich erhöht. Auch erhöht sich der Platzbedarf und der potenzielle Produktverlust. Es ist somit kompliziert und aufwendig, die vier „C's“ der Pulverhandlung zu erfüllen.

Wenn man einen hohen Grad an Sicherheit beim Pulverhandling benötigt, ist es bequemer, eine „All-in-One“-Lösung zu verwenden. Die Lösung für die Trocknung ist ein Filtertrockner, im englischen Agitated Nutsche Filter Dryer (ANFD) genannt. Dieser Anlagentyp bietet die Möglichkeit, im selben Behälter zuerst eine Filtration, anschließend eine Kuchenwäsche und schließlich eine Vakuumtrocknung durchzuführen. Unter Berücksichtigung der vier „C's“ sind Filtertrockner die beste Lösung, um eine vollständige, bedienerfreundliche, geschlossene und kosteneffiziente Feststoffgewinnung zu erreichen.

Glove Box als Seitenaustrag

Für die pharmazeutische Industrie und für gefährliche oder reine Produkte, die nach

GMP-Richtlinien hergestellt werden, ist die Erhaltung der Produktreinheit und das Vermeiden von Fremd- und Kreuzkontaminationen mit einer weiten Öffnung des Trocknerbehälters und dem Schieben mit einem Abstreifer nicht vereinbar. Diese Lösung ist sicherlich die beste für eine vollständige und kostengünstige Entleerung, entspricht aber nicht den Containment-Anforderungen in der modernen Produktion. Daher werden für die Entleerung spezielle Technologien benötigt.

Das Anbringen einer Glove Box an der Seitenaustragsöffnung ist ein gängiges Mittel, um das restliche Produkt geschützt aus dem Behälter zu holen, nachdem der Rührer das meiste Produkt automatisiert ausgetragen hat. Direkt unterhalb der Glove Box kann nachfolgend eine Abfüllung vorgesehen werden – bei Höhenproblemen kann zudem eine Powder Pump zwischengeschaltet werden, um das Produkt in eine Abfüllung oberhalb oder neben der Glove Box zu leiten. Durch geeignete innovative Konstruktionsmerkmale wie z.B. einer Sauglanze oder eines Glove Box Kratzers mit Bajonett-/oder Teleskop Verschlussmechanik ist diese Technologie auch ausreichend bequem für den Bediener. CIP-Installationen verhindern zusätzlich eine Kreuzkontamination.

Bei großen Behältern mit nur einer Zugangsöffnung können die Glove Box-Kratzer nicht die gesamte Oberfläche des Mediums erreichen. Ein Anlagenkonzept mit zwei gegenüberliegenden Glove Boxen kann eine Lösung sein, um die Filteroberfläche vollständig abzudecken, allerdings oftmals zu inakzeptablen Mehrkosten.

Automatisches Entleerungssystem

Für größere Behälter, dies betrifft in der Regel Apparate mit Filterflächen größer als 2 m², sind automatische Entleerungssysteme meist die bessere Lösung, um getrocknetes Pulver vollständig, gesichert in geschlossener Form („contained“), bedienerfreundlich und auch kostengünstig auszutragen. Ein gängiger Ansatz ist die Verwendung von Luft (oder Stickstoff für ATEX-Konformität gegen Oxidation), um das Produkt über das Seitenaustragsventil auszutreiben. Während das Rührwerk den größten Teil des Pulvers über das Seitenaustragsventil austrägt, besteht die Hauptschwierigkeit in der Gewinnung der Restschicht: Das Pulver, wel-



Die kleine Düsen auf dem Gas Knife-Rührflügel blasen das Pulver zum Seitenaustragsventil, so dass der Behälter schnell und vollständig, mit einer Entladungseffizienz von bis zu 99 % entleert wird.

ches, manchmal verklumpt, im Zwischenraum zwischen dem Filtermedium und der Unterkante der Rührerblätter am Ende des Hauptaustrags liegen bleibt. Dieser Zwischenraum dient als Sicherheitsabstand, um eine Beschädigung des Filtermediums durch den Rührer zu verhindern, wenn dieser in der untersten Position dreht.

Das Gas Knife, das von De Dietrich Process Systems angeboten wird, kann den kompletten Austrag inklusive Restschicht automatisieren. Kleine Düsen befinden sich auf dem Rührflügel, um gezielt Gas auf die Restschicht zu blasen und so das Pulver auf kurzem Weg in das Seitenaustragsventil zu befördern. Da das Pulver durch diesen direkten Abzug nicht überall in den Behälter verteilt wird, ist diese automatische Entladung schnell und erreicht eine produktabhängige Effizienz von bis zu 99 %. Darüber hinaus kann das Gas Knife zur Reinigung von Filterboden und Ventilsitz und zum besseren Mischen der Feststoffe verwendet werden. Es verkürzt zudem die Trocknungszeit, indem über das Einblasen von trockenem/ heißen Stickstoff die letzten Lösungsmittelreste effizient entfernt werden. Dadurch kann die Ausbeute der Produktion erheblich gesteigert werden. Im Gegensatz zur Glovebox müssen die Betriebsparameter an das jeweilige Produkt vorgängig angepasst werden.

Integration in die Gesamtanlage

Die Integration der Anlage in eine Produktion und ein Prozessmanagementsystem ist ein wesentlicher Faktor für die Effizienz. Hier kann beispielsweise eine Abpackstation oder die Integration eines CIP- oder Dosiersystems in die Automatisierung Vorteile bringen.

De Dietrich Process Systeme ist Experte für die Entwicklung solcher Komplettlösungen. Dabei wird stets die individuell beste Lösung für die Produkte und die Produktion gefunden. Der Anlagenbauer bietet in seinem neuen ATEX-konformen Tech Lab, das sich auf Pulvertrocknungs- und Pulverhandling-Lösungen für die chemische und pharmazeutische Industrie spezialisiert hat, eine umfangreiche Beratung und Testmöglichkeiten.



Die Autoren

Eric Naudin,
Produktmanager,
De Dietrich Process Systems



Jens Haverbeck,
Product Sales Manager
Filtration/Drying & Powder Handling,
De Dietrich Process Systems AG

Wiley Online Library



De Dietrich Process Systems
info.fd@dedietrich.com · www.dedietrich.com/de

Qualitätssicherung in der Arzneimittellogistik

Temperatur und Qualität – eine kritische Verbindung in der pharmazeutischen Produktion



In der Herstellung von Arzneimitteln wird jeder Aspekt der Produktion sorgfältig kontrolliert, wobei alle Schlüsselfaktoren, die sich auf die Produktqualität oder -wirksamkeit auswirken könnten, in Echtzeit überwacht werden. Nur so lässt sich eine vollständige Rückverfolgbarkeit und die Einhaltung der Branchenvorschriften, der branchenweiten GxP-Richtlinien (Good Practice) sowie der unternehmens- oder prozessspezifischen Qualitätsverfahren sicherstellen. Speziell für solche regulierten Anwendungen wurde das Umweltüberwachungssystem Rotronic Monitoring System (RMS) entwickelt.



Keywords

- **Arzneimittel**
- **Qualitätssicherung**
- **Temperaturmessung**

Durch Ausfälle in der temperaturgeführten Logistik müssen jährlich große Mengen von Arzneimitteln vernichtet werden. Im Jahr 2019 schätzte das Biowissenschaftsunternehmen IQVIA, dass der biopharmazeutische Sektor jedes Jahr rund 35 Mrd. USD verliert^[1]. Diese Feststellung bestätigt die Weltgesundheitsorganisation, die berichtet, dass weltweit etwa ein Drittel aller Impfstoffe aufgrund von Verderb verschwendet werden, was größtenteils auf Temperaturschwankungen und falsche Lagerung zurückzuführen ist. Eine kürzlich von Accenture durchgeführte Umfrage ergab außerdem, dass die Hälfte der Führungskräfte in der Pharmaindustrie der Meinung ist, dass „Sicherheit und Temperaturberichte den größten Einfluss auf die Leistung der Lieferkette haben“.

Gefahr durch Temperaturschwankungen

Obwohl in den letzten Jahren Verbesserungen erzielt wurden, insbesondere durch die Entwicklung einer neuen Generation von Verpackungsmaterialien, ist das Ausmaß der Herausforderung immer noch beträchtlich. Die Art des Vertriebs sowie der Lagerung bringen unweigerlich eine Reihe von Variablen mit sich, die es schwierig machen können, zu garantieren, dass pharmazeutische Produkte in perfektem Zustand bleiben, sobald sie das Werkstor verlassen haben. Probleme können bspw. durch den Ausfall von Kühlsystemen, Verzögerungen bei Transportdiensten, Fehler bei der Handhabung oder Störungen durch extreme Wetterereignisse entstehen.

Eine präzise Temperaturkontrolle ist deshalb der wichtigste Faktor, um sicherzustellen, dass die Produktqualität zu jeder Zeit erhalten bleibt – sowohl während der Herstellung als auch insbesondere während der gesamten Kühlkette.

Temperatur unter Kontrolle

Ein präzises Temperaturmanagement und eine genaue Kontrolle der Temperaturkontrolle sind somit wichtige Aspekte in der pharmazeutischen Produktion. Wie bei vielen kritischen Prozessparametern scheinen Temperaturänderungen einfach zu erkennen und anzupassen zu sein. In Wirklichkeit erfordert die Wissenschaft des Temperaturmanagements und der Temperaturkontrolle Expertenwissen, wenn pharmazeutische Produkte sicher und gewinnbringend hergestellt, gelagert und vertrieben werden sollen.

Hier ist die Zusammenarbeit mit einem führenden Branchenspezialisten entscheidend. Rotronic verfügt nicht nur über langjährige Erfahrung mit Anwendungen in der pharmazeutischen Produktion und Kühlkette, sondern auch über eine der breitesten Produkt- und Technologiepaletten im Temperaturbereich. Das Unternehmen der Process Sensing Technologies (PST) Gruppe mit Sitz in Ettlingen ist am Markt für seine hohe Genauigkeit in der Feuchte- und Temperaturmessung berühmt. Die Produktpalette umfasst modulare, skalierbare Instrumente sowie das fortschrittliche Umgebungsüberwachungssystem RMS. Dieses wurde speziell für die Anforderungen streng regulierter pharmazeutischer Anwendungen entwickelt. Die neueste RMS-Software und -Hardware ist für die strengeren FDA 21 CFR Part 11- sowie EU Annex 11-Vorschriften ausgelegt und ermöglicht Anwendern die Einhaltung aller GxP-Qualitätsrichtlinien (Good Laboratory Practice, Good Storage Practice, Good Manufacturing Practice und Good Distribution Practice).

Kalibrierung und Datensicherheit

Einer der wichtigsten Aspekte eines effektiven und zuverlässigen Temperaturmanagements ist die Datenintegrität – die Fähigkeit, sich darauf verlassen zu können, dass die erfassten Daten durchweg korrekt sind. Dies hängt zum Teil von der Qualität der gewählten Geräte ab, zum Teil von der Konzeption und Installation des Systems sowie von der Erfahrung des Ausrüsters und vor allem von der regelmäßigen Wartung und gegebenenfalls der Kalibrierung der Sensoren. Diese Punkte sind besonders wichtig bei der Entwicklung und Zuweisung des Bud-



Das Rotronic Monitoring-System (RMS) ist eine Software der GAMP5-Kategorie 4, welche Anwendern in Kombination mit Hardware der Kategorie 1 dabei hilft, ihre GxP-kompatiblen Anwendungen zu überwachen, die kritischen Qualitätsattribute zu prüfen und die kritischen Prozessparameter zu überwachen.

gets für die Temperaturstabilität. Die Temperaturstabilitätsstudien bilden die Grundlage für ein Managementsystem, das die Sicherheit, Qualität und Wirksamkeit jedes pharmazeutischen Produkts untermauert.

Auch bei diesen Aufgaben unterstützt das Rotronic Monitoring System. Das adaptive RMS kontrolliert, dokumentiert und visualisiert alle gewünschten Messdaten in einem System. Es besteht aus analogen sowie digitalen Hardware-Elementen und einer Server-Software. Via PC, Tablet oder Smartphone sind die Daten jederzeit unabhängig vom Standort abrufbar. Das RMS überwacht Parameter wie relative Feuchte, Temperatur, Taupunkt, Türkontakte, Partikel und weitaus mehr. Zudem bietet das Überwachungssystem hohe Flexibilität, kann vielseitig eingesetzt werden und ist sehr bedienerfreundlich.

Das Rotronic Monitoring-System ist eines der flexibelsten Monitoringsysteme auf dem Markt. Von kleinen Anwendungen mit nur einer Messstelle bis hin zu großen Anlagen mit mehreren tausend Messpunkten bietet RMS maßgeschneiderte Lösungen. Vorhandene Hardware lässt sich in das System integrieren, umgekehrt können Rotronic Geräte in eine bestehende Software eingebunden werden.

Applikationsspezifische Starter-Kits

Für verschiedene Applikationen, z.B. für das Legionellenmonitoring oder für Apotheken, bietet Rotronic vorkonfigurierte Starter-Kits an, die auf die Anwendung zugeschnitten sind und alles Notwendige erhalten. So verlangen Apothekengesetze und Heilmittelkontrolle eine kontrollierte Lagerung im Umgang mit Arzneimitteln. Das entsprechende RMS Apotheken Starter Kit für die Kühlschrank-Überwachung enthält drei T10-Temperatursensoren sowie drei Mini-Funkdatenlogger RMS-MLOG-T10-868, die Monitoring Software RMS-CLD-SMP und das Gateway RMS-GW-868, als Schnittstelle zwischen den Funkdatenloggern und der Server-Software. Das Gateway kann bis zu 60 Datenlogger gleichzeitig verwalten und

sammelt sämtliche Messwerte der Funkdatenlogger und leitet diese an die Server-Software weiter. Werden mehrere Gateways im selben Netz verwendet sind diese redundant aufgebaut, was die Datenübertragung bei einem Gatewayausfall sicherstellt. Der nur 83 mm x 29 mm x 29 mm kleine Funk-Datenlogger speichert bis zu 10.000 Messwerte und hat eine Batterielebensdauer von drei Jahren.

Das Messintervall lässt sich zwischen 10 s und 15 min einstellen. Bei der Einrichtung des RMS-MLOG-T10-868/ mit dem T10-Temperaturfühler ist es sehr wichtig, den Logger mit der Software entsprechend zu konfigurieren, da die Kennlinie jedes NTC in der Firmware gespeichert ist.

Die Process Sensing Technologies (PST) Gruppe bietet eine Reihe von Instrumenten zur Überwachung und Kontrolle der verschiedenen Umgebungen, die zur Gewährleistung von Qualität und Sicherheit in pharmazeutischen Anwendungen erforderlich sind. Dazu gehören hochpräzise Messumformer und Datenlogger für verschiedene Parameter, ausfallsichere Sauerstoffanalysatoren sowie GAMP5- und FDA/EU-konforme Raumüberwachungssysteme, die in allen Stufen des pharmazeutischen Prozesses, von der Forschung und Produktion bis hin zu Lagerung und Transport.

Quelle

[1] Biopharma cold chain logistics survey, 2019



Der Autor
Rolf Kolass,
European Sales Director,
PST Process Sensing Technologies

Wiley Online Library



Process Sensing Technologies PST GmbH,
Friedrichsdorf

Tel.: +49 6172 59172-0
rolf.kolass@processensing.com
www.processensing.com

Teilautonomer Betrieb von Bioreaktoren

Sartorius integriert neues Prozessleitsystem

Sartorius hat das DeltaV Prozessleitsystems in die Biostat STR Bioreaktoren integriert, was die Voraussetzung für teilautonomen Betrieb bietet und bis zu 80 % weniger Integrationszeit beansprucht. Das von Emerson und Sartorius gemeinsam entwickelte Konfigurationstoolkit verfügt über eine Bibliothek mit Vorlagen, mit der sich die Anlagen standardisiert konfigurieren lassen.



Keywords

- **Modularisierung**
- **Bioreaktor**
- **Prozessleitsystem**



Das Prozessleitsystem vereinfacht die Verbindung von Geräten und Ausrüstung und verkürzt somit die Markteinführungszeit von neuen Produkten.

Das Prozessleitsystem einer Fertigungsanlage ermöglicht die kritische Automatisierung von Betriebsabläufen, die für eine schnellere, sichere Produktion unerlässlich ist. Life-Sciences-Unternehmen haben oft Schwierigkeiten bei der Verbindung ihrer Prozessausrüstung mit dem Automatisierungssystem ihrer Anlage, da das Engineering und die Konfiguration der Geräte und Ausrüstung komplexe und zeitaufwändige Aufgaben darstellen. Durch die native Integration der Biostat STR Generation 3 mit dem DeltaV Prozessleitsystem einer Anlage wird diese Komplexität für eine der am häufigsten eingesetzten Komponenten der biopharmazeutischen Fertigung aus dem Weg geräumt. Die Bioreaktoren wurden von Sartorius von Grund auf speziell mit Komponenten des DeltaV Systems entwickelt und vorgefertigt. Das von Emerson und Sartorius gemeinsam entwickelte Konfigurationstoolkit verfügt über eine Bibliothek mit Vorlagen, die für eine standardisierte Konfiguration sorgen.

Weniger Integrationszeit

Unter Verwendung der Bibliothek können Teams diese speziellen Bioreaktoren schnell, einfach und praktisch einsatzfertig in ihr Prozessleitsystem integrieren. Kommerzielle Produktionsstandorte erwarten dadurch Einsparungen bei der Integrationszeit ihrer Ausrüstung von bis 80 % und können gleichzeitig die Vorteile der erweiterten Merkmale und Diagnosefunktionen, die das Prozessleitsystem auszeichnen, schneller und einfacher nutzen. Der

erhöhte Automationsgrad reduziert die Notwendigkeit von manuellen Betriebsabläufen, wodurch letztendlich die Qualität verbessert, und die Markteinführungszeit verkürzt werden.

„Eine der größten Hürden für die schnelle Bereitstellung neuer Behandlungen ist der Zeitaufwand für die Verbindung neuer Geräte und Ausrüstung mit dem Leitsystem der Anlage“, sagte Nathan Pettus, Präsident des Geschäftsbereichs Process Systems and Solutions von Emerson. „Durch enge Zusammenarbeit mit Sartorius bei der nahtlosen Integration unserer DeltaV Technologien und Software in die Bioreaktoren von Sartorius haben wir gemeinsam dafür gesorgt, dass eine der wichtigsten Komponenten der biopharmazeutischen Herstellung sofort nach dem Auspacken praktisch anschlussbereit ist, wodurch die Markteinführung beschleunigt werden kann.“

Für die Integration mit dem Prozessleitsystem Bioreaktoren verfügen über Technologien wie DeltaV Electronic Marshalling mit CHARMS, die den Verkabelungs- und Konfigurationsaufwand während der Installation reduzieren. Diese Bioreaktoren lassen sich nahtlos mit dem DeltaV PK Controller sowie den Controllern der S-Serie und M-Serie, alle von Emerson, integrieren. Integrierte Vorlagen bieten standardisierte Konfigurationen für die häufigsten Einsatzzwecke. Dies versetzt Teams in die Lage, standardmäßige Setups gleich nach dem Auspacken in Betrieb zu nehmen, um die Produktion schnell und sicher aufnehmen zu können. Zugleich können Betriebsabläufe schnell ange-

passt werden, um sich ändernde Marktanforderungen zu erfüllen.

Modulare Lösung

„Die biopharmazeutische Industrie benötigt modulare und skalierbare Bioprozessausrüstung, um die schnelle und einfache Herstellung der Behandlungen zu unterstützen, auf die Patienten auf der ganzen Welt warten“, sagte Mario Becker, Leiter für Bioreaktortechnologien bei Sartorius. Die einfache Konfiguration und Integration unterstützt in den Life Sciences tätige Herstellungsunternehmen beim Aufbau einer vernetzten Anlage – eine Kernstrategie für das Erreichen von Level 3 des Biophorum Digital Plant Maturity Model (Modell des Reifegrads digitaler Anlagen). Darüber hinaus trägt der verbesserte Zugang zu fortschrittlichen Automatisierungsstrategien und Diagnosefunktionen über das Prozessleitsystem dazu bei, die Anlage auf Technologien mit höherer Prognosefähigkeit vorzubereiten, um die Anforderungen von Level 4 zu erfüllen.

Wiley Online Library



Emerson Automation Solutions, Langenfeld
Tel.: +49 2173 3348 - 0
info.de@emerson.com · www.emerson.com



© Romaco

Energieeffizient und nachhaltig blistern

Romaco Noack hat die Unity-Familie um die besonders nachhaltige, leistungsstarke und prozesssichere Blisterlinie Unity 600 erweitert. Herzstück des Monoblocks ist ein innovatives Transfermodul, das deutlich höhere Taktzahlen, mehr Formatflexibilität, Rückverfolgbarkeit und Energieeffizienz bietet. Die zweibahnige Highspeed-Linie, bestehend aus einer Blistermaschine mit Walzensiegelung und einem kontinuierlich arbeitenden Kartonierer, erzielt eine maximale Ausbringung von bis zu 600 Blistern und 350 Faltschachteln pro Minute. Bei einer maximalen Folienbreite von 304 mm können Blisterpackungen mit bis zu 145 mm Länge und 90 mm Breite sicher verarbeitet werden. Die dreibahnige Variante schafft bis zu 750 Blister pro Minute. Die Blister werden direkt über ein Taktrad mit angeschlossener Stapelübergabeeinheit zum Kartonierer transferiert. Zunächst werden die ausgestanzten Blister mit Vakuum von der Stanze abgenommen und von einem karussellförmigen Shuttle auf das Transferband zum Kartonierer übersetzt. Das Vakuum wird mit dem Venturi-Verfahren erzeugt, auf eine konventionelle Vakuumpumpe wird verzichtet. Dies senkt die Lärmbelastung und emittiert signifikant weniger Wärmestrahlung im Reinraum, die energieintensiv heruntergekühlt werden muss. Außerdem werden die Vakuumsauger des Taktrads ausschließlich dann aktiviert, wenn sie einen Blister transportieren. So wird keine Fehlluft gezogen und die Leistungsaufnahme erheblich reduziert. In der neu entwickelten Stapelübergabeeinheit werden die Blister stabil und schonend von unten aufgestapelt und von allen Seiten sicher geführt. Anschließend werden die Blisterstapel von Stapelmitnehmern in der Becherkette des Kartonierers abgelegt. Dabei werden ausschließlich komplette Stapel übergeben. Die Kompensation von Leerstellen im Prozess wird



© Romaco

erstmals über die Software abgebildet, sodass keine Gutblister mehr zurückgehalten werden müssen und die Implementierung eines manuellen Blisternachlegemagazins nicht mehr zwingend erforderlich ist. Mit dieser hochautomatisierten Transferlösung wird die lückenlose Rückverfolgbarkeit von Blisterpackungen ab der Produktzuführung realisiert. Um den ökologischen Fußabdruck der Blisterlinie zu verringern, wurde die Anlage mit einem Energiemonitor ausgestattet, der neben dem Strom- und Luftverbrauch auch die CO₂-Emissionen der Maschine während der Produktion misst. Intelligente Stand-by-Funktionen senken die Grundlast. Bauteile aus kohlenstoffreduziertem ASI-Aluminium und Schutzscheiben aus recyceltem Acrylglas wirken sich zusätzlich positiv auf die Klimabilanz aus. Ebenso die isolierten Heizplatten der Blisterformstation, der nach dem Venturi-Verfahren arbeitende Kartonierer und die energierückgewinnenden Motoren. Auf Wunsch ist die Blisterlinie auch in klimaneutraler Ausführung erhältlich. Die Kompensationsprojekte werden gemeinsam mit Forliance durchgeführt – einem der Partner der „Stiftung Allianz für Entwicklung und Klima“ im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung. Die Blisterlinie erfüllt alle Anforderungen der Pharma- und Nutraceuticals-Industrie hinsichtlich Flexibilität, Qualität und Leistung. Die Technologie wird zur Primärverpackung von Solidaprodukten wie Tabletten, Kapseln und Oblongs eingesetzt und eignet sich für die Herstellung nachhaltiger Verpackungen wie Papierblistern. Die GMP-gerechte Anlage kann mit sehr guten OEE-Werten aufwarten, bedingt durch kurze Produktwechselzeiten und eine sehr gute Line Clearance.

www.romaco.com



© Goudsmit

Magnetabscheider mit 10.000 Gauss

Speziell für schlecht fließende Pulver in der Lebensmittel-, Pharma- und Chemieindustrie hat Goudsmit Magnetics einen rotierenden Cleanflow-Magnet mit 10.000 Gauss neu entwickelt. Er filtert magnetische und paramagnetische Partikel aus fetthaltigen Pulvern und körnigen Produkten. Fetthaltiges (Milch-) Pulver fließt nicht gut. Im Produktstrom rotierende Magnetstäbe wirken der Brückenbildung und Materialansammlung entgegen und sorgen so für einen guten magnetischen Kontakt, um Metallverunreinigungen zu erfassen. Das Ergebnis ist ein hoher Abscheidegrad und ein sauberes Produkt. Der Magnetrotor besteht aus sieben starken Magnetstäben, die mit Neodym-Eisen-Bor-Magneten ausgestattet sind und jeweils einen Durchmesser von 32 mm haben. Dies ist 40 % dicker als bei herkömmlichen Magnetstäben. Der neue Magnetabscheider ist für Freifalllinien geeignet und fängt sowohl Eisen als auch Partikel aus AISI 304 und AISI 316 mit einer Größe bis zu 30 µm ab, z.B. aus Kakao- oder Milchpulver. Ein zusätzlicher Vorteil ist die höhere Kapazität im Vergleich zum 8- oder 12-Stab-Magnetabscheider. Die Magnetabsaugung ist so konzipiert, dass sie eins zu eins mit bestehenden rotierenden Cleanflow-Systemen ausgetauscht werden kann. Der neue Abscheider ist in drei Größen erhältlich, von denen das größte Modell für Produktströme bis zu 45 m³/h geeignet ist. Die magnetische Flussdichte von 10.000 Gauß wurde an der Kontaktfläche der Stäbe gemessen. Die maximale Arbeits- und Produkttemperatur beträgt 140 °C, die minimale und maximale Umgebungstemperatur -20 °C bzw. 40 °C. Zur manuellen Reinigung wird der Rotor aus dem Gehäuse genommen und die Magnetstäbe aus dem Extraktor gezogen, woraufhin sich die Metallpartikel lösen und entsorgt werden können. Für die einfache und hygienische Reinigung des Extraktors steht auch ein spezielles Reinigungssystem zur Verfügung.

www.goudsmitmagnets.com

Wiley Online Library



Trends in der Mehrphasensimulation

Fortgeschrittene Ansätze zur Modellierung von Zerstäubung und Sprayausbreitung

Die Entwicklung neuer Hybridmodelle in der Mehrphasen-Strömungssimulation ermöglicht eine ganzheitliche Betrachtung von verfahrenstechnischen Prozessen. Damit können bei der Zerstäubung die Einflüsse der Düse und der gewählten Betriebsparameter auf die entstehende Partikelgröße und die späteren Sprayeigenschaften vorhergesagt und zur gezielten Prozessoptimierung genutzt werden. Dies ermöglicht eine geschlossene und damit wesentlich genauere Abbildung des Gesamtprozesses von der initialen Zerstäubung bis zur finalen Sprayausbreitung, die gerade für viele verfahrenstechnische Folgeprozesse eine hohe Bedeutung hat.

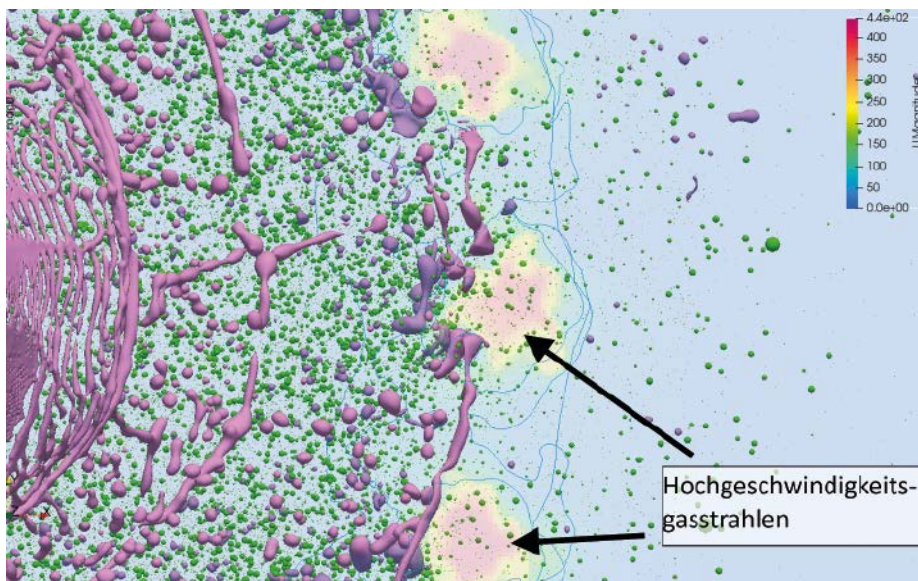


Keywords

- Mehrphasenmodellierungen
- Strömungssimulation
- Partikelgrößen
- Prozessoptimierung

Strömungssimulationen (CFD) sind entscheidend in der Verfahrenstechnik, um dynamische Effekte von Flüssigkeiten und Gasen in Anlagen zu verstehen. Sie verbessern die Effizienz, Sicherheit und Nachhaltigkeit, indem sie verlustreiche Engpässe, störende Turbulenzen und ungleichmäßige Anströmungen identifizieren und Maßnahmen zu deren Minimierung ergreifen lassen. Dadurch werden Anlagen optimiert, Kosten eingespart und die Produktivität gesteigert.

Hierbei spielen insbesondere in der Verfahrenstechnik mehrphasige Systeme eine besonders wichtige Rolle. Typische Beispiele sind Blasensäulenreaktoren, Rührer mit freien Oberflächen, Wäscher mit Sprays, Filtrationsanwendungen, Zyklonabscheider und vieles mehr. In diesen Anwendungen sind mehrere Phasen gleichzeitig vorhanden, seien es Gas-Flüssigkeits-Strömungen, Feststoff-Flüssigkeits-Inter-



Zerfall von Ligamenten bei der Zweistoffzerstäubung.

aktionen oder sogar komplexe Mischungen. Je nach Anwendungsfall müssen in der Strömungssimulation unterschiedliche physikalische Effekte wie Phasenübergänge, Koaleszenz, Tropfenbildung und -zerstäubung oder Partikelablagerungen abgebildet werden.

Volume-of-Fluid (VoF)- und Euler-Lagrange-Verfahren

In der Strömungssimulation werden verschiedene Mehrphasenmodelle eingesetzt, um komplexe Strömungsphänomene zu analysieren. Eines der am häufigsten verwendeten Modelle ist das Volume-of-Fluid (VoF)-Verfahren, bei dem die Grenzfläche zwischen Phasen wie Luft und Flüssigkeit verfolgt wird. Dieses Modell wird verwendet, um z.B. das Schwappen von Flüssigkeiten, Füllvorgänge oder den Zerfall von Flüssigkeitsstrahlen bei der Zerstäubung in Luft zu analysieren.

Das Euler-Lagrange-Verfahren hingegen betrachtet eine Phase als kontinuierliches Fluid und die andere Phase als dispergierte Partikelphase. Dieses Modell wird häufig in der Verfahrenstechnik eingesetzt, um die Bewegung und das Verhalten von Feststoffpartikeln in Flüssigkeiten oder Gasen zu untersuchen. Auch in der Spraymodellierung wird dieses Modell verwendet, wobei die Tropfen die diskrete Phase in der als kontinuierliche Phase modellierten Luft darstellen.

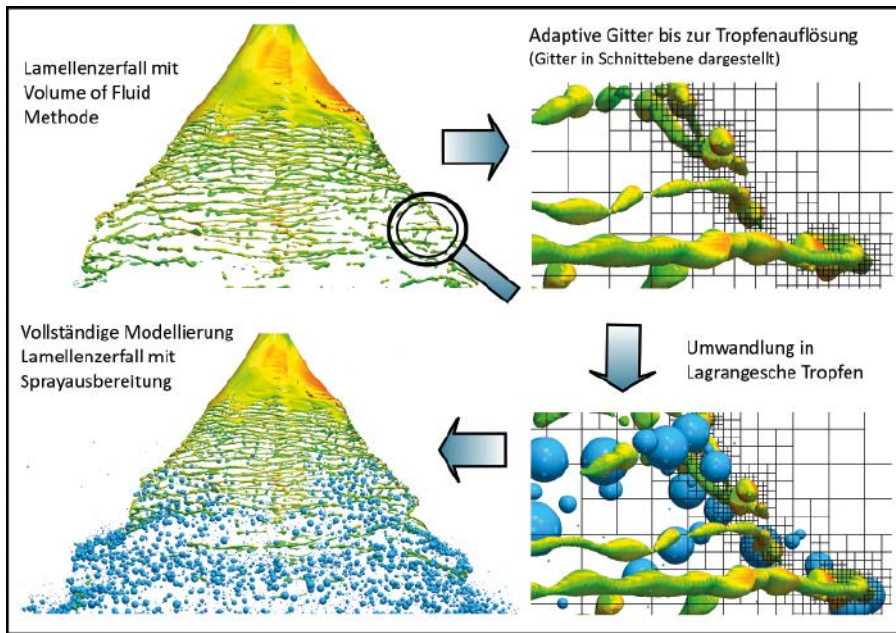
Die Anwendung der Modelle ist dadurch begrenzt, dass häufig nur lokale Phänomene innerhalb eines Gesamtprozesses modelliert

werden können. So wird bei der Zerstäubung der initiale Flüssigkeitszerfall aufgrund der dominierenden Grenzflächeneffekte üblicherweise mit einer Volume-of-Fluid-Methode modelliert, die aber für die spätere Spraymodellierung nicht verwendet werden kann, da zu viele Tropfen mit ihren Grenzflächen aufgelöst werden müssten. Um eine geschlossene Simulation vieler Prozesse zu erreichen, ist es daher notwendig, hybride Übergangsmodelle zu entwickeln, in denen eine Modellbetrachtung konsistent in andere überführt wird.

Hier ist gerade die Verfahrenstechnik ein wichtiges Anwendungsgebiet für ein Gesamtmodell aus Zerstäubung und Sprayausbreitung, da nach einer Zerstäubung die späteren Umwandlungsvorgänge im Spray letztendlich über den Gesamtprozess entscheiden. Beispiele für diese Anwendungen sind z.B. Wäscher, Verdunstungskühler, NOX-Reduktion durch SCR-Prozesse, Sprühtrockner, Luftbefeuchter oder die Pulverherstellung durch Verdüsung.

Modellierung der Zerfallsbereiche

Die Zerstäubung von Flüssigkeiten erfolgt typischerweise in speziellen Düsen, bei der Einstoffzerstäubung z.B. in Druck- oder Dralldüsen, die eine hohe kinetische Energie in das zu zerstäubende Medium einbringen. Wird die Flüssigkeit dann in die Umgebung eingespritzt, zerwellt der Flüssigkeitsstrahl, es schnüren sich Ligamente ab, die in Tropfen zerfallen. Bei diesem initialen Zerfall, der durch viskose, turbu-



Übergangsmodellierung vom VoF zum Euler-Lagrange-Verfahren.

lente, Trägheits- und Oberflächenkräfte geprägt ist, muss das Wechselspiel der Kräfte an der Grenzfläche detailliert aufgelöst werden. Da in der Strömungssimulation die Ausbreitung der beiden Phasen auf einzelnen Zellen, dem numerischen Gitter, berechnet wird, ist es notwendig, dieses Gitter adaptiv an der Phasengrenzfläche zu verfeinern. Dies ist insbesondere für den Einfluss der Oberflächenspannung wichtig, da nur bei einer genauen Auflösung der Krümmung des Ligaments bzw. des sich einschnürenden Tropfens die Druckkräfte durch die Oberflächenspannung ausreichend genau abgebildet werden. Üblicherweise werden dazu die Zellen des Ausgangsgitters 6 bis 7-mal geteilt, was zu einer Verkleinerung der

charakteristischen Länge, z.B. eines aufzulösenden Tropfendurchmessers, um den Faktor 100 führt.

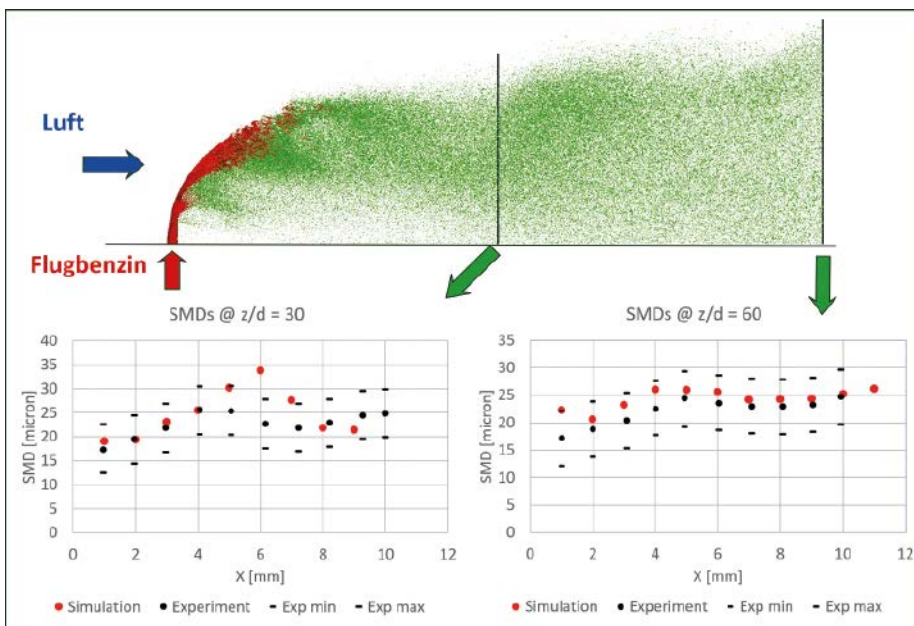
Modell für den Übergang von VoF zu Lagrange-Partikeln

Nach der Verfolgung der zusammenhängenden Phasen erfolgt die Umwandlung der abgelösten Tropfen in diskrete Lagrangesche Partikel. Dazu werden verschiedene Kriterien wie die Sphärizität oder die Größe der gebildeten Tropfen herangezogen. Jeder so identifizierte mit Flüssigkeit gefüllte Zellbereich wird in einen volumengleichen Tropfen umgewandelt und als diskretes Element weiter durch den Strömungsraum transportiert. Das Gitter um

einen umgewandelten Lagrangeschen Tropfen kann nun direkt vergrößert werden. Der weitere Transport erfolgt durch Kräftebilanzen an den einzelnen Tropfen, wobei auch Rückwirkungen auf die Gasphase berücksichtigt werden, wenn z.B. die Tropfengeschwindigkeit von der Gasgeschwindigkeit abweicht. Die Tropfen in der Lagrangeschen Spraymodellierung können nun weiter zerfallen (Sekundärzerfall), wenn z.B. eine kritische Weberzahl erreicht wird, die im Wesentlichen die Relativgeschwindigkeit zwischen Tropfen und Gas darstellt.

Das Modell für den Übergang von VoF zu Lagrange-Partikeln wurde in die Open-Source-CFD-Toolbox OpenFOAM integriert, die bereits einen wesentlichen Teil der erforderlichen Lösungsverfahren wie VoF und Lagrangeschen Partikeltransport als Basis bereitstellt. Auch die erforderlichen Large-Eddy-Turbulenzmodelle sowie Methoden zur adaptiven Gitterverfeinerung liegen bereits in OpenFOAM vor. Das Übergangsmodell wurde im Rahmen eines mehrjährigen Kooperationsprojektes zur Entwicklung einer neuen Düsenteknologie für die Zerstäubung von Metallschmelzen entwickelt und mit Experimenten des Projektpartners Universität Bremen validiert.

Partikelgrößen im Spray: Vergleich Simulation und Experiment.



Vorhersagequalität und Anwendung

Die gute Vorhersagequalität eines solchen Simulationsmodells für die Zerstäubung und Sprayausbereitung zeigt auch der Vergleich mit dem in der Literatur häufig zitierten Kraftstoffeinspritz-Benchmark^[1]. Dieser anspruchsvolle Benchmark zeichnet sich durch eine detaillierte und mehrfach reproduzierte experimentelle Datenbasis aus. Hierbei wird Flugbenzin über eine Düse in eine Querströmung mit Luft eingespritzt. Im Versuchsaufbau werden

neben der Strahlablenkung auch ortsaufgelöste Tropfengrößen in verschiedenen Abständen bestimmt. Die gemessenen Partikelgrößen in beiden Messebenen und unterschiedlicher Höhe stimmen sehr gut mit der Simulation überein. Die in der Simulation ermittelten Partikelgrößen liegen im Schwankungsbereich der experimentellen Daten.

Die CFD-Modellierung liefert eine detaillierte Auflösung der Vorgänge bei der Zerstäubung und bietet damit die Möglichkeit, diese Prozesse zu optimieren. Das Modell erlaubt nicht nur die Vorhersage der Partikelgröße und der Sprayausbreitung während der Zerstäubung, sondern schafft auch einen detaillierten Einblick in den Zerstäubungsprozess. Daraus sind gezielte Maßnahmen zur Optimierung ableitbar. Ein Beispiel zeigt die Zerstäubung mit Gasstrahlen zur Entwicklung einer neuen Düsenteknologie für die Metallpul-

verherstellung: Die Wechselwirkung der Ligamente mit den Gasstrahlen und die Tropfenbildung werden in der Simulation abgebildet. Die Abstände der Strahlen im Gasdüsenfeld können so optimiert werden, dass keine Ligamente das Düsenfeld durchdringen. Durch die geschlossene Simulation können die Auswirkungen von Änderungen der Düsengeometrie, den Betriebsbedingungen oder des Gasfeldes vorab analysiert und bis zur entstehenden Partikelgrößenverteilung im Pulver modelliert werden.

Quelle:

[1] Sekar J, Rao A, Pillutla S, Danis A, Hsieh S-Y. Liquid jet in cross flow modeling. In Proceedings of ASME turbo expo 2014: turbine technical conference and exposition. Düsseldorf, Germany; 2014.

Die Autoren



Dr. Ulrich Heck,
Geschäftsführer,
DHCAE Tools



Martin Becker,
Softwareentwickler,
DHCAE Tools

Wiley Online Library

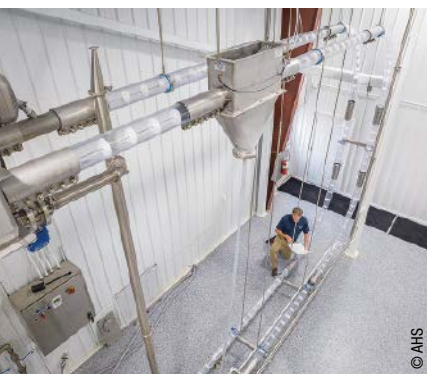


DHCAE Tools GmbH, Krefeld

Tel.: +49 2151 9490 - 201

info@dhcae-tools.de · www.dhcae-tools.de

Testanlage für Materialtransport und -verarbeitung



Automated Handling Solutions (AHS) und Advanced Material Processing (AMP) eröffnen eine neue Testanlage in Mitteldeutschland, die ganz Europa bedienen soll. AHS vereint die Materialtransportsysteme von Spiroflow und Cablevey Conveyors und AMP die Materialverarbeitungssysteme von Kason Corporation und Marion Process Solutions.

Das 1000 m² große Gelände befindet sich in günstiger Lage in der Nähe des Frankfurter Flughafens. Anwender können hier die gesamte Produktpalette aller vier Geschäftsbereiche erleben, darunter das T6- und das T3-Bulk-Bag-Entleergerät, den 3- und den 4-Zoll-AMC-Förderer, ein komplettes Sortiment an flexiblen Schneckenförderern, Low-Profile-Bulk-Bag-Füllern, CTE-Füllern und Smart 4-Behältern. Vor Ort befinden sich zudem der 6-Zoll-Cablevey-Förderer mit Wash-Down-Clean-in-Place, der M1 Centri-Sifter, Mehrdecksiebe, das 24-Zoll-Vibro-Bed-Trocknungssystem, Wirbelschichttrockner, Vibroscreen und Klumpenbrecher sowie M0-Mischer. Das Testzentrum umfasst außerdem ein Ersatzteil- und Servicezentrum sowie ein Pulverlabor, in dem Kundenmaterialien vor der Durchführung von Massentests bewertet werden können. Hier können Materialeigenschaften, wie Schüttdichte, Feuchtigkeitsgehalt und Schüttwinkel, ermittelt werden, um die Fließfähigkeit des Materials zu bestimmen. Der Standort ist mit einer Vollstaubabsaugung ausgestattet.

<https://amp-ahs.com>

Kleine Helfer mit großer Wirkung

Wolftechnik stellt neue Filterbeutel-Ein- und Ausbauhilfen der Reihe WTBF-EABH aus Edelstahl vor, mit der sich Vliesfilterbeutel sauber und einfach ein- und ausbauen lassen. Durch den ringförmigen Kopf wird der Filterbeutel schon beim Einsetzen schonend aufgeweitet und legt sich beim Einströmen der Flüssigkeit sicher am Druckaufnahmekorb an. Beim Filterwechsel dienen die angeschweißten Widerhaken als Ausbauhilfe. Der verblockte Filterbeutel kann so berührungslos aus dem Beutelfiltergehäuse herausgezogen werden. Die leichte und handliche Einbau-/Ausbauhilfe ist leicht zu reinigen und eignet sich für alle gängigen Filterbeutel aus Polypropylen (PP) oder Polyethylen (PE) sowie für Filterbeutel mit Kunststoff-Abdichtkragen oder eingnähtem Metallring – auch bei Fabrikaten anderer Hersteller. Neu ist auch die leichte, robuste Kerzenfilter-Ausbauhilfe WTKF-ABH aus Edelstahl, mit der sich Filterelemente in Kerzenfiltergehäusen sicher und sauber entfernen lassen. Sie eignet sich für alle gängigen Filterelemente unabhängig von der Adapterausführung oder dem Hersteller. Nach dem Wechsel der Filterkerzen lässt sich die Zange ohne großen Aufwand reinigen.



www.wolftechnik.de

CITplus
IN SIGHT



Registrieren Sie sich hier:
www.chemanager-online.com/citplus/newsletter

WILEY-VCH



Gut und sicher aufbewahrt

Laborkanister und Lagerflaschen für Laborkanister und Lagerflaschen für Laborkanister und die chemische Industrie dienen der sicheren Handhabung, Lagerung und dem Transport von flüssigen und festen Chemikalien und Betriebsmitteln. Die Wahl passender Behälter ist essenziell. So können ungeeignete Behältnisse zu Leckagen und Sicherheitsrisiken führen. Laborkanister werden u.a. für die Aufbewahrung und Bereitstellung von Lösungsmitteln benötigt, etwa bei großen Reaktionsansätzen, säulenchromatographischen Trennungen oder für die Reinigung von Laborgeräten. Rückstände samt verunreinigter Lösungsmittel werden in Chemikalien-Abfallkanistern gesammelt. Bestanden Lagerbehälter früher ausschließlich aus Metall, werden heute vor allem die Massenkunststoffe Low-Density-Polyethylen (LDPE), High-Density-Polyethylen (HDPE) und Polypropylen (PP) zur Fertigung von Laborballons, Lagerflaschen, Laborkanistern und auch größeren Lagerbehältern wie IBC-Containern herangezogen. Diese Werkstoffe sind chemisch gut beständig, preiswert und mit einem spezifischen Gewicht von 0,9 bis 1,0 g/cm³ deutlich leichter, was wiederum zu einer einfacheren Handhabung und geringeren Transportkosten führt. Aufgrund ihrer Transparenz ist zudem ihre Füllstand besser abzuschätzen. Anders als gläserne Lagerflaschen zerbrechen sie nicht so leicht – ein erheblicher Vorteil bei aggressiven oder gesundheitsgefährdenden Stoffen.

Laborbehälter für größere Volumina bietet RCT Reichelt in unterschiedlichen Formen und Ausführungen an, etwa als runde oder vierkantige Laborballons aus PP und LDPE. Ausführungen mit Ablasshahn ermög-



© RCT Reichelt



lichen eine unkomplizierte und kontrollierte Entnahme. Zum leichteren Transport der Lagerbehälter mit Fassungsvermögen von 5, 10, 20, 30 und 50 l sind Tragegriffe angebracht. Lagerflaschen bestehen vorrangig aus PP und LDPE, für aggressivere Chemikalien werden Ausführungen aus Polytetrafluorethylen (PTFE) angeboten. Varianten mit Zapfhahn und Tragegriffen bzw. Metallbügeln sind erhältlich. Eine Besonderheit bei den Lagerflaschen ist die seitliche Literskala, zusammen mit dem Belüftungs-Schraubverschluss und dem Ablasshahn ein nützliches Hilfsmittel bei der Zubereitung von Ansätzen. Chemikalienkanister aus PP und HDPE für 5 bis 30 l komplettieren das Angebot an großvolumigen Laborbehältern. Sie sind mit Sicherheitshandgriffen ausgestattet, Kugelhähne sind optional. Lagerkanister im Baukasten-System stellen dank ihrer Bauform ein besonders raumsparendes Lagerkonzept dar. Beim Hantieren mit Kanistern und Lagerflaschen besteht aufgrund der Eigenreibung

des Mediums sowie dessen Reibung an der inneren Wandung die Gefahr der elektrostatischen Aufladung. Neben praktischen Sicherheitsvorkehrungen wie etwa niedrigen Fließgeschwindigkeiten beim Ein- und Ausgießen oder einer Befüllung ohne starkes Verspritzen im Inneren nah am Flüssigkeitsstand können auch auf der Materialseite Präventionsmaßnahmen getroffen werden: Antistatische Baukastenkanister aus schwarzem, elektrisch leitfähigem HDPE, die speziell für den Einsatz in explosionsgeschützten Bereichen konzipiert wurden. Bei sachgemäßer Erdung genügen sie den Anforderungen mehrerer ATEX-Richtlinien. Mit Hilfe des optionalen antistatischen Ablasshahns können leicht entzündliche oder brennbare Flüssigkeiten (Explosionsgruppen IIA, IIB und IIC) nicht nur sicher gelagert, sondern auch bequem entnommen werden. Als Zubehör stehen antistatische Schläuche sowie elektrisch leitfähige Schlauchverschraubungen zur Verfügung. www.rct-online.de

Mehr Sicherheit bei zündfähigen Atmosphären

Auf der Powtech präsentiert Bormann & Neupert by BS&B seine ATEX-zertifizierten Explosionsschutz-Berstscheiben Vent-Saf. Sie schützen prozesstechnische Anlagen wirtschaftlich vor den Druckbelastungen bei Explosionen durch aufgewirbeltem, brennbarem Staub. Als passive Bauteile mit einfacher, dabei präziser Konstruktions- und Funktionsweise sind sie nahezu wartungsfrei und günstig in Anschaffung und Installation. Die Berstscheiben geben als Sollschwachstelle im Fall der Fälle kontrolliert nach und lassen den Explosionsdruck zusammen mit heißen Verbrennungsgasen sowie verbranntem oder unverbranntem Gemisch in eine definierte Sicherheitszone entweichen. Dank schneller Wiederinbetriebnahme sichern sie die Produktivität und Funktionalität von prozesstechnischen Anlagen und schützen Menschen und



© Bormann&Neupert

die Umwelt. Vor allem in der Ausführung mit integriertem Montagerahmen sind die Explosionsschutz-Berstscheiben besonders installationsfreundlich. Auch ihre sehr flache Bauart macht die Handhabung unkompliziert, einfach und schnell. Einmal eingebaut, schützen sie aufgrund ihrer schnellen Reaktion und dem schlagartigen Freigeben einer großen Entlastungsöffnung zuverlässig. Die Berstscheiben sind in zahlreichen Größenvarianten und mit Ansprechdrücken von 20 bis 350 mbar

erhältlich. Werkstoff der Standardausführung ist Edelstahl AISI 304L; für hochkorrosive Medien stehen Materialien wie Hastelloy, Inconel oder Monel zur Verfügung. Die Dichtungen sind als EPDM-Schwammdichtung ausgeführt – spezielle Dichtungsmaterialien widerstehen auch Prozesstemperaturen über 250 °C dauerhaft oder erfüllen besondere Hygieneanforderungen. Optionale Ausführungen integrieren zudem elektrische Isolation, Witterungsschutz oder Integritätssensoren sowie ein kundenspezifisches Lochbild. Die Berstscheiben eignen sich für alle Anwendungen, bei denen ein Gefahrenpotenzial durch pulverförmige Stoffe entstehen kann, z.B. in der Produktion von Nahrungsmitteln und Tierfutter, in der Holzverarbeitung sowie in der Pharmazie und der Kohleindustrie.

www.bormann-neupertbsb.de



Die Fricke Ventiltechnik für hohe Dosiergenauigkeit und Fließgeschwindigkeit mit zuverlässigem Schutz vor Kreuzkontamination.

Vernetzte Dosier- und Abfüllanlagen steigern Effizienz und Qualität

Automatisierungstechnik für die Parfüm- und Aromenindustrie



Keywords

- **Automatisierung, Flexibilisierung**
- **Dosier- und Abfülltechnik**
- **Dosiergenauigkeit, Nachverfolgbarkeit**

Die Dosierung und Abfüllung von Parfüms und Aromen stellt Hersteller oft vor Herausforderungen hinsichtlich Effizienz, Präzision und Qualität. Fricke Abfülltechnik hat in enger Zusammenarbeit mit Experten aus verschiedenen Bereichen eine automatisierte Anlage entwickelt, die eine effiziente und präzise Dosierung sowie eine zuverlässige Abfüllung von Parfüms und Aromen ermöglicht. Der Schwerpunkt lag dabei nicht nur auf der Leistungssteigerung, sondern auch darauf, die Arbeitsbedingungen für die Mitarbeiter zu verbessern.

Effizienzsteigerung durch intelligenten Prozessfluss

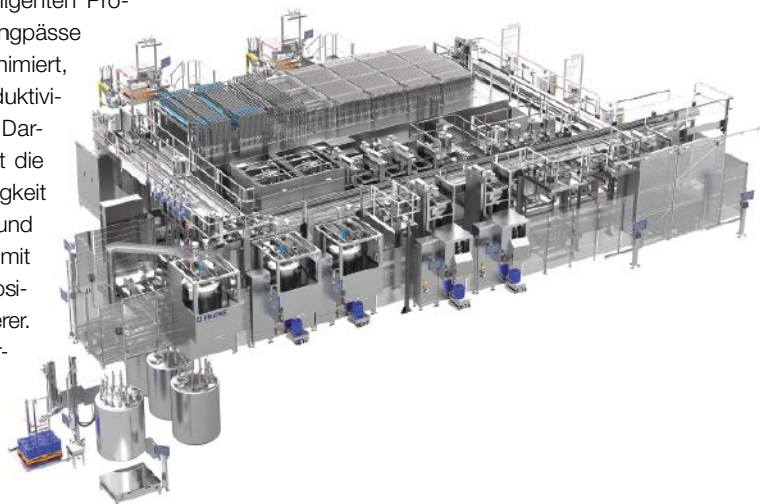
Die Fricke-Multiplex Anlage optimiert den gesamten Produktionsfluss, indem sie die ein-

Mit vernetzten Produktionsprozessen und dem Einsatz automatisierter Fertigungssysteme können Unternehmen jeglicher Größe – sei es klein, mittelständisch oder konzernweit – ihre Flexibilität steigern, Kosten minimieren und Erträge erhöhen. Die Fricke-Multiplex gewährleistet präzise Dosierungen, kontrollierte Abfüllprozesse und Chargenrückverfolgbarkeit, um eine gleichbleibende Produktqualität, Rezepturgenauigkeit, Einhaltung von Qualitätsstandards und Sicherheit für den Endverbraucher zu gewährleisten.

zelnen Dosier- und Abfüllanlagen miteinander verbindet. Dies ermöglicht einen nahtlosen und effizienten Transfer der mobilen Fricke-Multiplex Behälter von einer Station zur nächsten. Durch den intelligenten Prozessfluss werden Engpässe und Wartezeiten minimiert, was die Gesamtproduktivität deutlich steigert. Darüber hinaus reduziert die Anlage die Notwendigkeit manueller Eingriffe, und macht den Umgang mit aggressiven und explosiven Chemikalien sicherer.

Die Anlage gewährleistet eine hohe Pro-

duktqualität. Durch präzise Dosierung und kontrollierte Abfüllprozesse werden die einzelnen Parfüm- und Aromakomponenten in den exakt richtigen Mengen und Verhältnissen





Flüssigkeiten und Pulver werden exakt dosiert mit automatisierten Dosier- und Abfüllanlagen für die Parfum- und Aromenindustrie.

gemischt. Eine gleichbleibende Qualität und Rezepturgenaugigkeit ist somit sichergestellt. Zudem ermöglicht die automatisierte Vernetzung der Anlage eine genaue Rückverfolgbarkeit jeder Charge, was die Einhaltung von Qualitätsstandards und die Sicherheit für den Endverbraucher erhöht.

Steigerung der Flexibilität und Anpassungsfähigkeit

Durch die modulare Bauweise können einzelne Komponenten der Anlage problemlos ausgetauscht oder hinzugefügt werden, um den speziellen Produktionsbedürfnissen anwendungsspezifisch gerecht zu werden. So können Anwender schnell auf neue Markttrends und Kundenanforderungen reagieren, ohne große Investitionen in neue Produktionsanlagen tätigen zu müssen. Die Anlage ist mit einem selbstfahrenden Transportsystem ausgestattet, das die mobilen Mischbehälter effizient transportiert und auch stationäre Großtanks ansteuert.

Durch die Integration aller Prozessschritte zu einem automatisierten Gesamtprozess konnte die Produktivität erheblich gesteigert werden. Das präzise Dosieren und Abfüllen mit Chargenrückverfolgung und einer Mischbehälterhistorie mit dokumentierter Reinigung verbessert die Produktqualität. Darüber hinaus wirkt sich der hohe Automatisierungsgrad positiv auf die Arbeitsbedingungen und die Zufriedenheit der Mitarbeiter aus.

Potenzial für weitere Anwendungen und Branchen

Die Fricke-Multiplex ist nicht nur für die Parfum- und Aromenindustrie, sondern auch in anderen Branchen, in denen Dosierung und Abfüllung in Chargenprozessen eine zentrale Rolle spielen, eine profitable Zukunftstechnologie. Sie demonstriert das transformative Potenzial von Smart Factory und ermöglicht es Unternehmen, ihre Fertigungsprozesse intelligenter zu gestalten, die Flexibilität zu

erhöhen, Kosten zu minimieren und die Qualität kontinuierlich zu verbessern.



Der Autor
Achim Richter,
Sales Director Dosing Technology,
Fricke Abfülltechnik

Wiley Online Library



FRICKE Abfülltechnik GmbH & Co. KG, Minden
Tel.: +49 571 93411-392
ina.schnelle@frickedosing.com
www.frickedosing.com/fricke-multiplex

Bilder: © Fricke Abfülltechnik

Thomapren®-EPDM/PP-Schläuche – FDA konform

www.rct-online.de



Elastischer Pumpen-, Pharma- und Förderschlauch für höchste Ansprüche

- **High-Tech-Elastomer EPDM/PP:** Temperaturbeständig bis +135 °C, UV-beständig, chemikalienresistent, niedrige Gaspermeabilität
- **Für Schlauchquetschventile und Peristaltikpumpen:** Bis zu 30 mal höhere Standzeiten gegenüber anderen Schläuchen
- **Biokompatibel und sterilisierbar:** Zulassungen nach FDA, USP Class VI, ISO 10993, EU 2003/11/EG



**Reichelt
Chemietechnik
GmbH + Co.**

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





Gaseinschlüsse erkennen

Ausgasende Medien störungsfrei und genau dosieren

Beim Dosieren von Flüssigkeiten beeinflussen vor allem Gasblasen den Förderprozess negativ oder blockieren diesen gar vollständig. Mit automatischen, intelligenten Funktionen können Gaseinschlüsse im Dosierkopf erkannt werden. Eine entsprechend ausgestattete Dosierpumpe kann so auch bei Gegendrücken bis zu 10 bar eine genaue Dosierung gewährleisten.

Während des Dosiervorgangs können sich Gasblasen in der Saugleitung oder im Dosierkopf bilden. Das gilt vor allem beim Dosieren ausgasender Medien, wie bspw. von Natriumhypochlorit. Insbesondere bei der Kleinstmengen dosierung, bei der in der Regel nur wenige Milliliter oder wenige Liter pro Stunde dosiert werden. Ebenso können auch längere Dosierpausen, z.B. am Wochenende, oder etwa ein Wechsel des Flüssigkeitsgebindes im laufenden Prozess zu Luftblasen in der Saugleitung, z.B. durch kurzes Entnehmen des Saugschlauches aus dem Medium, führen.

Befindet sich zu viel Gas im Dosierkopf einer oszillierenden Verdrängerpumpe, so kann der Dosiervorgang gestört werden. Das bedeutet, durch den Gasanteil im Dosierkopf wird weniger Flüssigkeit dosiert. Im schlimmsten und häufigsten Fall fördert die Pumpe überhaupt nicht mehr: es kommt zum sogenannten Air-Lock. Bei zu großem Verhältnis von Gas zu Flüssigkeit im Dosierraum wird beim Druckhub das Gas komprimiert und der Druckanstieg reicht nicht mehr aus, um das Druckventil gegen den Systemdruck zu öffnen. Es gilt, den Gaseinschluss rechtzeitig zu erkennen, um notwendige Maßnahmen einzuleiten. Im Idealfall sollte gewährleistet werden, dass nicht nur unterbrechungsfrei, sondern auch mit der exakt geforderten Menge dosiert wird.

Intelligente Luftblasenerkennung

Voraussetzung für eine intelligente, automatische Entlüftung ist eine zuverlässige Luftblasenerkennung. Die Magnet-Membrandosierpumpe gamma/X und XL nutzt dazu alle Vorteile des geregelten Magnetantriebes. Durch die Stromaufnahme der Magnetspule wird der Druck im Dosierkopf ermittelt. Kombiniert mit der Position der Membran kann zu jedem Zeitpunkt des Druck- und Saughubes ein direkter Rückschluss auf das Dosierverhalten erstellt werden. Durch Abgleich von Soll-Werten mit den gemessenen Ist-Werten können auftretende Probleme wie Kavitation z.B. bei höher viskosen Medien, Über- oder Unterdruck in der Systemleitung oder auch Gasblasen präzise erkannt und selektiv ausgegeben werden. Somit können z.B. Gasblasen durch verlangsamten Druckanstieg (Gas ist komprimierbar) erkannt und ausgegeben werden.

Lösungen bei ausgasenden Medien

In der Praxis werden verschiedene Lösungen eingesetzt, um die negative Beeinflussung des Prozesses durch Gaseinschlüsse zu beseitigen. Alle mit dem Ziel, dass die Pumpe den Dosiervorgang selbstständig, ohne Eingreifen des Bedienpersonals, auch bei hohem Gegendruck in der Druckleitung, durchführt. Möglichst ohne Unterbrechung und in der geforderten Dosiermenge.

Dazu muss die Kompressionsfähigkeit des Flüssigkeit-Luft-Gemisches wieder hergestellt, sprich das Gas aus dem Prozess bzw. dem Dosierkopf entfernt werden. Und zwar solange, bis der Arbeitsraum teilweise, bis zum Erreichen der Kompressionsfähigkeit auf Gegendruck, oder vollständig befüllt ist.

Aktive Systeme sorgen für eine Durchförderung oder Entfernung der Gase über einen Bypass. Weitverbreitet sind bspw. elektromagnetisch angesteuerte Ventile, die, ausgelöst durch ein Steuersignal, einen Bypass zu einem alternativen Behälter öffnen, der unter Umgebungsdruck steht. Sobald das eingeschlossene oder entstehende Gas aus dem Arbeitsbereich herausgefördert ist, kann störungsfrei weiter dosiert werden. Nachteil dieser Lösung: es werden zusätzliche Komponenten wie Sensoren, Aktoren und Magnetventile benötigt. Das bedeutet nicht nur eine höhere Anzahl von Störquellen und höhere Kosten, sondern kann auch zu Ungenauigkeiten bei der Dosierung führen. Auch bei anderen Lösungen, wie zeitgesteuerten Entlüftungen oder kontinuierlichem Bypass, ist die geforderte Dosiergenauigkeit nicht sichergestellt.

Trotz Lufterkennung genau dosieren

Da eingeschlossene Luftblasen das Flüssigkeitsvolumen reduzieren und herkömmliche

Pumpen daher weniger dosieren, erkennt die gamma X und XL die eingeschlossenen Luftblasen und kompensiert diese kurzfristig durch die Erhöhung der Hübe pro Minute. Somit wird sichergestellt, dass selbst bei ausgasenden Medien die Dosiergenauigkeit innerhalb von Sekunden sichergestellt ist.

Für ausgasende Medien nutzt der Heidelberger Hersteller ProMinent das modelbasierte Regelverhalten der Magnet-Membrandosierpumpe und zusätzlich noch ein spezielles Druckventil. Der Clou dieser einfachen und effektiven Lösung: Eine fast unscheinbare Rille im Ventilsitz. Die in ihren Abmessungen genau definierte Nut lässt eine Druckanpassung im Dosierkopf durch geringen Rückfluss zu. Somit werden Luftblasen bereits vor dem

eigentlichen Druckhub durch den Systemdruck vorkomprimiert und während des Druckhubs in die Dosierleitung abgegeben.

Wesentlicher Vorteil dieser Dosierkopfentlüftung ist, dass auch während der Druckkompensation exakt die Menge dosiert wird, die gefordert ist. Die Anzahl an Hüben und die Dauer der Kompensation wird an die Anzahl und Größe der aktuell auftretenden Gaseinschlüsse angepasst, wenn bspw. mehrere Gasblasen hintereinander in der Saugleitung auftreten.

Störungsfreie und sehr genaue Dosierung

Eine Entlüftung des Dosierkopfes bei Gaseinschlüssen im Dosierkopf wird auch bei Gegen drücken von bis zu 10 bar ermöglicht. Das

Ansaugverhalten der Pumpe bleibt nahezu unverändert. Je nach Variante der Selbstentlüftung bleibt die Dosierleistung der Pumpe unverändert. Zuverlässig werden damit Ausfälle oder Dosierfehler, wenn sich Luftblasen in der Saugleitung bzw. im Arbeitsraum des Dosierkopfes bilden, verhindert.

Wiley Online Library



ProMinent GmbH, Heidelberg
Tel.: +49 6221 842 - 0 · www.prominent.de

Drehzahlüberwachung rotierender Anlagen im Ex-Bereich

Die Drehzahlüberwachung rotierender Anlagenteile ist in vielen Anwendungen notwendig, um teure Ausfälle zu vermeiden. Auf der HMI prä-sentierete IFM unter anderem einen neuen Drehzahlwächter, der auch für den Ex-Bereich geeignet ist. Die Geräte arbeiten mit einem induktiven Näherungsschalter, der ein Bedämpfungselement auf einem rotierenden Anlagenteil erfasst. Das Bedämpfungselement kann etwa eine Schraube auf einer Welle sein. Die Auswerteelektronik ist direkt in die kompakten Drehzahlwächter integriert. Damit wird eine Drehzahlüberwachung einfach und kostengünstig. Die in einem robusten M18-Edelstahlgehäuse untergebrachten Geräte sind für nicht-bündigen (DI6004) und bündigen Einbau (DI6005) erhältlich, beide Modelle gibt es auch für ATEX-Anwendungen (DI604A bzw. DI605A). Die Parametrierung kann über die integrierte IO-Link-Schnittstelle erfolgen oder die Einstellungen werden über einen Betätigungsring direkt am Sensorgehäuse vorgenommen. Die Drehzahlwächter können in verschiedenen Modi betrieben werden. So lässt sich z.B. eine Drehzahlschwelle festlegen, bei deren Unterschreitung der Ausgang schaltet. Alternativ ist auch ein Fenstermodus mit zwei Schaltpunkten möglich. Neben dem Schaltausgang bietet der Drehzahlwächter noch einen Impulsausgang. Über IO-Link können zusätzliche Informationen, wie die Drehzahl oder ein Betriebsstundenzähler, ausgelesen werden. Anwendungen finden sich überall dort, wo drehende Anlagenteile überwacht werden müssen. Typische Beispiele sind Riemenantriebe in Förderanlagen oder Schraubenförderer für Schüttgüter. Bei brennbaren Schüttgütern kommen in der Regel die ATEX-Versionen zum Einsatz. www.ifm.com



Sicherheitsvalidierung auf drei Leveln

Das Automatisierungsunternehmen Pilz bietet seine Dienstleistungen für die Sicherheitsvalidierung von Maschinen und Anlagen neu maßgeschneidert je nach Anforderung an. Die Sicherheitsvalidierung ist der letzte Schritt zur sicheren Inbetriebnahme von Maschinen und Anlagen. Sie soll sicherstellen, dass Schutzmaßnahmen korrekt umgesetzt sind und das Sicherheitssystem uneingeschränkt funktioniert. Grundlage sind internationale Normen, wie ISO 13849, IEC 62061 und IEC 61508. Sie schreiben vor, dass Maschinenhersteller oder -betreiber regelmäßig die korrekte Umsetzung des Sicherheitsdesigns bestätigen müssen. Die Anforderungen können sich je nach Anwendungsfall allerdings unterscheiden: Geht es um zusätzliche Maschinen eines bereits validierten Typs? Wurden nur geringfügigere Änderungen an der Maschine vorgenommen? Oder wurden komplexe und wesentliche Änderungen an der Maschine vorgenommen und eine erneute CE-Kennzeichnung ist daher notwendig? Statt eines Full-Service-Pakets ist jetzt auch eine im Umfang angepasste unabhängige Sicherheitsvalidierung im Angebot: Während die Validierung auf Level 1 einen Basischeck beinhaltet, der wichtige Nichtkonformitäten aufzeigt, wird auf Level 2 eine umfangreichere Prüfung insbesondere im Bereich der funktionalen Sicherheit vorgenommen. Dies gewährleistet, dass die Maschine ausreichende Sicherheitsmaßnahmen bereitstellt. Die Validierungsleistung auf Level 3 entspricht einer intensiven und detaillierten Konformitätsprüfung, wie sie für die CE-Konformität erforderlich ist. www.pilz.com



Viele neue Chemiepumpen

KSB erweitert die Chemienormpumpen-Baureihe MegaCPK um 19 Baugrößen. Es stehen nun 55 Baugrößen mit mehr als 78 Hydrauliken zur Verfügung, die in den Werkstoffen Grau-, Sphäro- und Stahlguss, Edelstahl sowie Duplex- und Speziallegierungen, wie Titan und Hastelloy, lieferbar sind. Damit ergibt sich ein sehr breites Anwendungsspektrum. Es lassen sich auch Medien transportieren, die eine Beheizung oder Kühlung erfordern. Die Pumpen zeichnen sich primär durch ihre hohe Leistungsdichte und ihren niedrigen Energieverbrauch aus. Das spart nicht nur Strom im Betrieb, sondern mindert auch die Investitionskosten. Dank des guten Saugverhaltens mit einem niedrigen NPSH-Wert wird das Risiko eventueller Kavitationen minimiert. So können die Pumpen auch unter schwierigen Betriebsbedingungen ruhig und stabil laufen. Bei der Entwicklung wurde die Finite-Elemente-Methode (FEM), ein Berechnungsverfahren zur Festkörpersimulation, eingesetzt, um eine hohe Festigkeit und Steifigkeit der verbauten Komponenten bei gleichzeitiger Optimierung der Werkstoffausnutzung zu erzielen. Mithilfe der CFD-Technik (Computational Fluid Dynamics) wurden alle hydraulischen Konturen optimiert und anschließend in umfangreichen Testaufbauten noch einmal überprüft. In den neu entworfenen Dichtungsraum können Stopfbuchspackungen eingebaut werden, alle üblichen Gleitringdichtungen nach EN 12756 sowie eine große Anzahl von Gleitringdichtungen in Cartridge-Bauweise. Beidseitig gekammerte Gehäusedichtungen sowie ein minimierter Axialschub sorgen für lange Standzeiten. Zur Steuerung und Überwachung des Betriebs können die Pumpen mit Drehzahlregelung, Schwingungs- und Lagertemperaturmessung sowie mit Betriebspunkt-Überwachung ausgestattet werden. Der Anwender erhält jede ausgelieferte Pumpe mit einem exakt auf den Betriebspunkt abgestimmten Laufraddurchmesser, sodass die Pumpen auch unregelmäßig Energie verbrauchen.



© KSB

www.ksb.com

Die undichte Stelle finden

Leckagen in Druckluftsystemen treiben den Energieverbrauch und die Kosten in die Höhe. Beko Technologies bietet ein neues Leckage-Managementsystem an. Metpoint CID spürt präzise undichte Stellen im Druckluftnetz auf und dokumentiert sie für eine strukturierte Instandsetzung. Die Leckagen werden auf dem farbigen Touch-Display optisch dargestellt und können zusätzlich mithilfe von Kopfhörern über akustische Signale wahrgenommen werden. Die schnelle Leckageortung kann während des Betriebs und auch in schwer zugänglichen Bereichen erfolgen. Im Abstand von 0,2 m bis 6 m erfasst das Leckagesuchgerät mit einem Schalltrichter durch austretende Luft erzeugte Ultraschallgeräusche. Sobald eine Leckage gefunden ist, werden mit der integrierten Kamera ihre Position und Größe auf dem Bildschirm visuell dargestellt. Darüber hinaus bestimmt das Gerät durch eine Laserentfernungsmessung die Intensität der Leckage in Dezibel und berechnet automatisch den Druckluftverlust sowie die daraus resultierenden Kosten. Zur Speicherung der Daten wird eine Bildschirmaufnahme gemacht. Undichte Stellen lassen sich auch akustisch über Kopfhörer wahrnehmen. Störende Umgebungsgeräusche werden dabei ausgeblendet. Die integrierte Software des Geräts sortiert die erfassten Messdaten und legt sie übersichtlich ab. Mit wenigen Klicks lassen sich automatisierte Berichte erstellen. Der Report gemäß DIN 50001 enthält alle wichtigen Informationen und dient dann als optimale Vorbereitung für die Behebung der Leckagen. Im Falle von räumlich eng beieinanderliegenden Druckluftleitungen und in direkter Nähe von Leckagen kann anstelle des Schalltrichters ein Richtrohr eingesetzt werden. Die kleine Öffnungsfläche an dessen Spitze ortet kleinste Leckagen punktgenau.



© Beko

www.beko-technologies.com

Druckschalter und Druckmessinstrument in einem

Die kompakten Drucktransmitter der Serie 21Zio von Keller sind sowohl als Druckmessinstrument als auch als Druckschalter einsetzbar. Sie helfen, die Flexibilität und Effizienz in der Messkette zu steigern und so Kosten zu reduzieren. Durch die vollverschweißte Konstruktion kommt nur Edelstahl in Kontakt mit dem Messmedium. Die standardisierte IO-Link-Technologie gibt dem Anwender von der Verkabelung bis hin zum Protokoll einheitliche Vorgaben und ist dennoch kompatibel zu gängigen Schnittstellen in der Automatisierungstechnik. So wird die Fehleranfälligkeit durch falsche Verkabelung

oder ähnliche Fehler reduziert und BUS-spezifische Definitionen oder Parametrierungen sind unnötig. Der Drucktransmitter kann bequem über einen am Netzwerk angeschlossenen Computer parametrierbar werden. Über die integrierte Diagnose-Funktion werden allfällige Fehlfunktionen frühzeitig erkannt und es kann sofort entsprechend reagiert werden. Wird der Sensor ausgewechselt, erkennt der IO-Link-Master das Gerät und schreibt die vordefinierten Parameter automatisch hinein. So werden Maschinenstillstandzeit, Personalkosten und Fehleranfälligkeit erheblich reduziert.

www.keller-druck.com



© Keller



Anlagentechnik

Armaturen

GEMÜ

**GEMÜ Gebr. Müller
Apparatebau GmbH & Co. KG**

Fritz-Müller-Straße 6-8
D-74653 Ingelfingen
Tel.: +49 (0) 79 40 / 123 0
E-Mail: info@gemu.de
<http://www.gemu-group.com>

Armaturen

NOGE
Technik

NOGE TECHNIK GMBH

Pappelstr. 2
85649 Brunnthal-Hofolding
Tel. 08104/6498048
Fax. 08104/648779
E-Mail: info@noge-technik.de
<http://www.noge-technik.de>

Dichtungen



**RCT Reichelt
Chemietechnik GmbH + Co.**

Englerstraße 18 · D-69126 Heidelberg
Tel.: 06221/3125-0 · Fax: -10
info@rct-online.de · www.rct-online.de
*Schläuche & Verbinder, Halbzeuge aus
Elastomeren & Kunststoffen*

Pumpen



KSB SE & Co. KGaA

Johann-Klein-Straße 9
D-67227 Frankenthal
Tel.: +49 (6233) 86-0
Fax: +49 (6233) 86-3401
<http://www.ksb.com>



Lutz Pumpen GmbH

Erlenstr. 5-7 / Postfach 1462
97877 Wertheim
Tel./Fax: 09342/879-0 / 879-404
info@lutz-pumpen.de
<http://www.lutz-pumpen.de>



**RCT Reichelt
Chemietechnik GmbH + Co.**

Englerstraße 18 · D-69126 Heidelberg
Tel.: 06221/3125-0 · Fax: -10
info@rct-online.de · www.rct-online.de
*Schläuche & Verbinder, Halbzeuge aus
Elastomeren & Kunststoffen*

Pumpen

JESSBERGER
pumps and systems

JESSBERGER GMBH

Jaegerweg 5 · 85521 Ottobrunn
Tel. +49 (0) 89-6 66 63 34 00
Fax +49 (0) 89-6 66 63 34 11
info@jesspumpen.de
www.jesspumpen.de

Pumpen, Zahnradpumpen

beinlich pump
systems

Beinlich Pumpen GmbH

Gewerbestraße 29
58285 Gevelsberg
Tel.: 0 23 32 / 55 86 0
Fax: 0 23 32 / 55 86 31
www.beinlich-pumps.com
info@beinlich-pumps.com

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

Regelventile

GEMÜ

**GEMÜ Gebr. Müller
Apparatebau GmbH & Co. KG**

Fritz-Müller-Straße 6-8
D-74653 Ingelfingen
Tel.: +49 (0) 79 40 / 123 0
E-Mail: info@gemu.de
<http://www.gemu-group.com>

Reinstgasarmaturen

GEMÜ

**GEMÜ Gebr. Müller
Apparatebau GmbH & Co. KG**

Fritz-Müller-Straße 6-8
D-74653 Ingelfingen
Tel.: +49 (0) 79 40 / 123 0
E-Mail: info@gemu.de
<http://www.gemu-group.com>

Rohrbogen/Rohrkupplungen



HS Umformtechnik GmbH

Gewerbestraße 1
D-97947 Grünsfeld-Paimar
Telefon (0 93 46) 92 99-0 Fax -200
kontakt@hs-umformtechnik.de
www.hs-umformtechnik.de

Strömungssimulationen



Ventile

GEMÜ

**GEMÜ Gebr. Müller
Apparatebau GmbH & Co. KG**

Fritz-Müller-Straße 6-8
D-74653 Ingelfingen
Tel.: +49 (0) 79 40 / 123 0
E-Mail: info@gemu.de
<http://www.gemu-group.com>

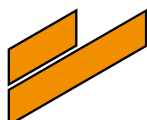
Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung



Spökerdamm 2
25436 Heidgraben
Tel. +49(0)4122 922-0
info@helling.de
www.helling.de

Ingenieurbüros

Biotechnologie



**VOGELBUSCH
Biocommodities**

Vogelbusch Biocommodities GmbH
A-1051 Wien, PF 189
Tel.: +431/54661, Fax: 5452979
vienna@vogelbusch.com
www.vogelbusch-biocommodities.com

*Fermentation, Destillation
Evaporation, Separation
Adsorption, Chromatographie*

Lager- und Fördertechnik

Dosieranlagen

ProMinent Dosiertechnik GmbH

Im Schuhmachergewann 5-11
D-69123 Heidelberg
Tel.: 06221/842-0, Fax: -617
info@prominent.de
www.prominent.de

Mechanische Verfahrenstechnik

Koaleszenzabscheider

ALINO-IS
Alino Industrieservice GmbH

Alino Industrieservice GmbH

D-41334 Nettetal
Tel.: +49 (0) 2157 / 8 95 79 91
www.alino-is.de · mail@alino-is.de

Magnetfilter & Metallsuchgeräte

GOUDSMIT MAGNETICS GROUP BV

Postfach 18 / Petunialaan 19
NL 5580 AA Waalre
Niederlande
Tel.: +31-(0)40-2213283
Fax: +31-(0)40-2217325
www.goudsmitmagnetics.com
info@goudsmitmagnetics.com

Tröpfchenabscheider

ALINO-IS
Alino Industrieservice GmbH

Alino Industrieservice GmbH

D-41334 Nettetal
Tel.: +49 (0) 2157 / 8 95 79 91
www.alino-is.de · mail@alino-is.de

Vibrationstechnik



ALDAK VIBRATIONSTECHNIK

Redcarstr. 18 • 53842 Troisdorf
Tel. +49 (0)2241/1696-0, Fax -16
info@aldak.de • www.aldak.de



Messtechnik

**Aerosol- und
Partikelmesstechnik**



Seipenbusch particle engineering
76456 Kuppenheim
Tel.: 07222 9668432
info@seipenbusch-pe.de
www.seipenbusch-pe.de

Durchflussmessung



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

Ventile



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

**Thermische
Verfahrenstechnik**

Abluftreinigungsanlagen



ENVIROTEC® GmbH
63594 Hasselroth
06055/88 09-0
info@envirotec.de · www.envirotec.de



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

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

Vakuumsysteme

www.vacuum-guide.com

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

Verdampfer



GIG Karasek GmbH
Neusiedlerstrasse 15-19
A-2640 Gloggnitz-Stuppach
phone: +43/2662/427 80
Fax: +43/2662/428 24
www.gigkarasek.at

Wärmekammern



Will & Hahnstein GmbH
D-57562 Herdorf
Tel.: 02744/9317-0 · Fax: 9317-17
info@will-hahnstein.de
www.will-hahnstein.de

www.chemanager.com

chemanager-online.com/reinraumtechnik
chemanager-online.com/citplus
lvt-web.de

Top-Titel

für die Chemie-, Pharma-
und Lebensmittelindustrie



CHEManager – Die führende Branchenzeitung für die Märkte der Chemie und Life Sciences

LVT LEBENSMITTEL Industrie – Die Zeitschrift für Fach- und Führungskräfte der Lebensmittel- und Getränkeindustrie

CITplus – Das Praxismagazin für Verfahrens- und Chemieingenieure

ReinRaumTechnik – Die führende Fachpublikation für Betreiber und Nutzer von Reinräumen

WILEY

AHS & AMP Europa	58	Envirotec	66	Körber Pharma	46	RAI Amsterdam	6
Alfa-Laval Mid Europe	37	Fette Compacting	37	KSB	64, 65	RCT Reichelt Chemietechnik	59, 61, 65, Beilage
Alino	65	Fike Deutschland	26	Lutz-Pumpen	65	Rembe Safety + Control	Titelseite, 3, 18
Amixon	27, 40	Findeva	49, 65	M3B Messe Bremen & ÖVB-Arena	6	Romaco Holding	55
Anton Paar	10	Fricke Abfülltechnik	60	MAN Energy Solutions	10	Ruwac Industriesauger	42, 49
Aramco	2. US	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg	14	Maschinenfabrik Gustav Eirich	13, 28, 32, 37, 49	Schenck Process Europe	31
Aveva Solution Limited	10	Gemü	65, 66	MCH Messe Schweiz (Basel)	6	Seipenbusch particle engineering	66
AZO	23	Gericke Holding	30	Meorga	5, 6, 13, Beilage	SEW-Eurodrive	11
Battery LabFactory, TU Braunschweig	20	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)	6	Messe Düsseldorf	6	SI Scientific Instruments	41
Beinlich Pumpen	65	GlG Karasek	66	Messe Frankfurt	6	TU Braunschweig	20
Beko Technologies	64	Glatt Ingenieurtechnik	44	Microtrac Retsch	52	VDI Wissensforum	6
Beumer Maschinenfabrik	48	Goudsmit Magnetics Systems	55, 65	Milton Roy	46	Venjakob	66
Bormann & Neupert by BS & B	35, 59	Greif-Velox Maschinenfabrik	26	Netter Vibration	65	Verder Scientific	52
Brabender	10	GVT Forschungs-Ges. Verfahrenstechnik	6	Netzsch Feinmahltechnik	27	Verein Deutscher Ingenieure (VDI)	14, 17
Bürkert	16	Hapa	37	Noge	65	Vogelbusch	65
Copa-Data	46	Haus der Technik	4. US	NSB gas processing	66	WAB Group	11
Coperion	31, 47	Helling	65	NürnbergMesse	13, 17	Wandelwerker Consulting	8
Covestro	13	Hosokawa Alpine	30, 36	Palas	66	Will & Hahnenstein	66
De Dietrich	50	HS Umformtechnik	65	Pilz	63	Willy A. Bachofen	11
Dechema	6	IFM Electronic	63	Proceng Moser	65	Witte	65
Deutscher Schüttgut-Industrie Verband (DSIV)	10	Ing.-Büro Pierre Strauch	66	Process Sensing Technologies (PST)	52	WK Wärmetechnische Anlagen-, Kessel- und Apparatebau	66
DHCAE Tools	56	Jessberger	65	Profibus - Nutzerorganisation	6, 11	Wolftechnik Filtersysteme	58
Easyfairs Deutschland	7	Jumo	16	Prominent Dosiertechnik	62, 65	Ystral Maschinenbau & Prozesstechnik	34
Emerson Process Management	54	Kaeser Kompressoren	16, 35, 39	Pumpen Center Wiesbaden	65	Zeppelin Systems	41
Envea	35	Keller Druckmesstechnik	64	Pumpenfabrik Wangen	16		

Impressum

Herausgeber

GDCh, Dechema e. V., VDI-GVC

Verlag

Wiley-VCH GmbH
 Boschstraße 12, 69469 Weinheim
 Tel.: 06201/606-0, Fax: 06201/606-100
 citplus@wiley.com, www.gitverlag.com

Geschäftsführer

Sabine Haag
 Dr. Guido F. Herrmann

Director

Roy Opie

Publishing Director

Dr. Heiko Baumgartner

Produktmanager

Dr. Michael Reubold
 Tel.: 06201/606-745
 michael.reubold@wiley.com

Chefredakteurin

Dr. Etwina Gandert
 Tel.: 06201/606-768
 etwina.gandert@wiley.com

Redaktion

Dr. Volker Oestreich
 voe-consulting@web.de

Redaktionsassistentz

Bettina Wagenhals
 Tel.: 06201/606-764
 bettina.wagenhals@wiley.com

Fachbeirat

Dr. Hans-Erich Gasche,
 Bayer, Leverkusen
Prof. Dr. Thomas Hirth,
 Karlsruhe Institute of Technology (KIT),
 Karlsruhe
Prof. Dr.-Ing. Norbert Kockmann,
 TU Dortmund
Dipl.-Ing. Eva-Maria Maus,
 Fachhochschule Nordwestschweiz, Basel
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Peukert,
 Universität Erlangen-Nürnberg
Dr. Christian Poppe,
 Covestro, Leverkusen
Prof. Dr. Ferdi Schüth,
 Max-Planck-Institut für Kohlenforschung,
 Mülheim
Prof. Dr. Roland Ulber,
 TU Kaiserslautern

Erscheinungsweise 2023

10 Ausgaben im Jahr
 Druckauflage 20.000
 (IVW Auflagenmeldung:
 Q2 19.929 tvA)

Bezugspreise Jahres-Abonnement 2023

10 Ausgaben 234,40 €, zzgl. MwSt.
 Schüler und Studenten erhalten
 unter Vorlage einer gültigen
 Bescheinigung 50% Rabatt.
 Im Beitrag für die Mitgliedschaft bei der
 VDI-Gesellschaft für Chemieingenieur-
 wesen und Verfahrenstechnik (GVC) ist
 der Bezug der Mitgliederzeitschrift
 CITplus enthalten.
 CITplus ist für Abonnenten der Chemie
 Ingenieur Technik im Bezugspreis enthal-
 ten. Anfragen und Bestellungen über den
 Buchhandel oder direkt beim Verlag (s.o.).

Wiley GIT Leserservice

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

Abbestellung nur bis spätestens
 3 Monate vor Ablauf des Kalenderjahres.

Produktion

Wiley-VCH GmbH
 Boschstraße 12
 69469 Weinheim

Bankkonto

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

Herstellung

Jörg Stenger
 Melanie Radtke (Anzeigen)
 Elli Palzer (Litho)
 Andreas Kettenbach (Layout)

Anzeigen

Zurzeit gilt die Anzeigenpreislise
 vom 1. Oktober 2022

Stefan Schwartze
 Tel.: 06201/606-491
 sswartz@wiley.com

Thorsten Kritzer
 Tel.: 06201/606-730
 tkritzer@wiley.com

Hagen Reichhoff
 Tel.: 06201/606-001
 hreichhoff@wiley.com

Sonderdrucke

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

Originalarbeiten

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

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

Unverlangt zur Rezension eingegangene Bücher
 werden nicht zurückgesandt.

Druck

westermann **DRUCK** | pva
 Printed in Germany | ISSN 1436-2597



WILEY-VCH



Neu: Sichern Sie sich jetzt Ihren persönlichen Kennenlern-Rabatt* in Höhe von 50,- €. Buchungscode: CIT0923 (gilt bis 31.12.2023)



SEMINARE & TAGUNGEN

VERFAHRENSTECHNIK

Druckbehälter nach EN 13445

19. - 20.09.23 in Essen
16. - 17.04.24 in Essen

Anwendung der Druckgeräterichtlinie (DGRL)

21. - 22.09.23 in Essen
18. - 19.04.24 in Essen

Rektifikation in Theorie und Praxis

25. - 26.09.23 in Essen

13. Essener Gefahrstofftage

mit fachbegleitender Ausstellung
26. - 27.09.23 in Essen

Vermittlung der Sachkunde nach § 11 ChemVerbotsV

16. - 18.10.23 in Essen
11. - 13.03.24 in Essen

Der Betriebsleiter in der chemischen – und Prozessindustrie

16. - 20.10.23 in Essen
03. - 07.06.24 in Travemünde

Rohrleitungen nach EN 13480 – Allgemeine Anforderungen, Werkstoffe, Fertigung und Prüfung

25. - 26.10.23 in Essen
14. - 15.05.24 in Essen

Sicherer Betrieb von Anlagen – Betreiberverantwortung und Anlagendokumentation

02. - 03.11.23 in Essen
20. - 21.02.24 in Essen

Basiswissen Chemie

06. - 08.11.23 in Essen
23. - 25.04.24 in Augsburg

Rohrleitungsplanung für Industrie- und Chemieanlagen

16. - 17.11.23 in Berlin
18. - 19.04.24 in Essen

1 x 1 der Verfahrenstechnik

28. - 30.11.23 in Berlin
09. - 11.04.24 in Essen

Verfahrenstechnische Fließbilder

01.12.23 in Berlin
12.04.24 in Essen

Baustellenmanagement im Anlagenbau – von der Montage-Planung bis zur Fertigstellung

05. - 06.12.23 in Essen
06. - 07.06.24 in Travemünde

Ausbildung zum Explosionsschutzbeauftragten

05. - 08.12.23 in Essen
23. - 26.01.24 in Essen
04. - 07.06.24 in Essen

Flanschverbindungen – Stand der Technik und Beste verfügbare Technik für Bauteile und ihre Montage

29.02.24 in Essen

Modulare Anlagen in der Prozessindustrie Flexible Produktionssysteme für eine schnellere Produkteinführung

06. - 07.03.24 in Essen

Ertüchtigung von Flachbodentanks und Tanktassen

25. - 26.04.24 in Essen

IHR ANSPRECHPARTNER:

Dipl.-Ing. Kai Brommann

Leiter Fachbereich Chemie – Brandschutz – Verfahrenstechnik
Telefon: +49 (0)201 1803-251 • E-Mail: fb5@hdt.de



Alle Angebote übersichtlich im Netz:
Folgen Sie dem QR-Code!