

Das Praxismagazin für **Verfahrens- und Chemieingenieure**

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

Sonderteil Energieeffizienz

Special Batterieproduktion

Recycling von Batterie-Rohstoffen

Effiziente und skalierbare Trocknungsprozesse für Batteriewertstoffe

Argumente für Carbon Capture and Utilisation

Mehr als eine Technologie zur Kohlenstoffentfernung

S. 22

Erfolgsfaktor Energieeffizienz

Kostensenkung durch energieeffiziente Druckluftherzeugung

S. 28

Nachhaltige Messtechnik für Wasserstoffanwendungen

Digitalisierung zwischen Wunsch und Wirklichkeit

S. 76

Lockern, Lösen, Entleeren

Findeva Klopfer und Vibratoren für den harten Einsatz.



Innen:

Hochqualitatives Material, präzise Bearbeitung, und 50-jährige Erfahrung ergeben Produkte, die keinen Vergleich zu scheuen brauchen.



Aussen:

Alle Oberflächen sind extrem widerstandsfähig dank High-Tech-Beschichtung oder hart-anodisierter Alu-Legierung.



www.findeva.com

Findeva AG, pneumatische Vibratoren für die Industrie

Loostrasse 2, CH-8461 Oerlingen, Schweiz. Tel. +41 (0)52 305 47 57
www.findeva.com. Mail: info@findeva.com / Deutschland: www.aldak.de Mail: alsbach@aldak.de

Inspiration und Orientierung

Digital, Green, Lab, Pharma, Process und Hydrogen sind die gesetzten Innovationsthemen auf der Achema 2024 vom 10. bis 14. Mai in Frankfurt.

Auf der Leitmesse für Chemie- und Pharmatechnik, Biotechnologie und industrielle Umwelttechnologie präsentieren 2.800 Aussteller aus mehr als 50 Nationen neue Entwicklungen auf dem Frankfurter Messegelände. „Im Vergleich zur Vorveranstaltung haben sich insgesamt über ein Viertel mehr Aussteller angemeldet und auch die Ausstellungsfläche ist wieder um knapp ein Drittel größer als zuletzt“, freut sich Dr. Björn Mathes, Geschäftsführer der Dechema Ausstellungsgesellschaft. Dazu werden in bis zu 25 parallelen Strängen über 900 Vorträge, Diskussionsrunden und Workshops von mehr als 1.000 Referenten geboten. Daneben erwartet die Achema-Besucher ein vielfältiges Begleitprogramm zahlreicher namhafter Partner. „Neben all diesen Programmhilights, die übrigens alle im Ticket inbegriffen sind, bietet die Achema endlose Möglichkeiten zum Netzwerken und ist damit mehr als eine reine Fachmesse. Sie ist eine Plattform für Technik und Veränderung, auf der Ideen geboren und Partnerschaften geschmiedet werden“, so Mathes. Allerdings ist die Messe nicht nur von langer Dauer, sondern auch groß hinsichtlich der Fläche, sodass etwas Orientierungshilfe nicht schaden kann.



Etwina Gandert
Chefredakteurin

CITplus hat einige Themen aufgegriffen und dazu Trendberichte, Fachberichte und Interviews zusammengestellt. Auch finden Sie in dieser Ausgabe eine Auswahl an neuen Produktentwicklungen, die auf der Achema vorgestellt werden. Alle Berichte von Achema-Ausstellern sind mit einem Achema-Logo und dem Halle-Stand-Hinweis versehen. Zu den Topthemen dieser Ausgabe gehört der Aufsatz „Ein Plädoyer für Carbon Capture and Utilisation“ auf S. 22, der die Argumente für CCU zusammenfasst. Der Aufsatz „Erfolgsfaktor Energieeffizienz“ leitet den Sonderteil Energieeffizienz ab S. 27 ein, im dem wir Lösungen zum Energiesparen vorstellen. Ob alkalische Elektrolyse oder besser Anionenaustauschermembran ist die Frage, der Dr. Jörg Wetterau in seinem Übersichtbeitrag auf S. 58 nachgeht. Die Titelstory „Recycling von Batterie-Rohstoffen“ auf S. 18 widmet sich dem Thema, wie Batteriematerialien schonend und effizient aufbereitet werden können. Dazu passend bieten wir im Special Batterieproduktion ab S. 35 zahlreiche Themen, die für die Produktion von Batterien – vom Anlagenbau zur Rohstoffversorgung bis zum Recycling – relevant sind. Dabei verweise ich gerne noch auf die Battery Show, die nach der Achema vom 18. bis 20. Juni in Stuttgart stattfindet.

Ich hoffe, wir können Ihnen mit dieser Ausgabe von CITplus etwas Inspiration und Orientierung geben, um vielleicht ein paar Meter auf den Messen zu sparen. Ich weiß schon jetzt, dass ich nach Achema und Battery Show wieder einen Rekordmonat bei meinen Schritten feiern darf. Und was ich auch weiß: es lohnt sich, denn nichts ist spannender als neue technische Entwicklungen zu entdecken und journalistisch zu begleiten.

Das machen auch die über 50 Achema-Reporter, die für CHEManger und CITplus auf der Messe unterwegs sind. Nutzen Sie die Gelegenheit, um mit den Studierenden ins Gespräch zu kommen und über Ihre Neuigkeiten zu informieren. Die Beiträge der Achema-Reporter veröffentlichen wir in unseren tagesaktuellen Achema-Newslettern und Printausgaben.

Ich wünsche Ihnen viele gute Gespräche auf den Messen in Frankfurt und Stuttgart und freue mich, Sie dort zu treffen!

Viele Grüße

Ihre
Etwina Gandert
etwina.gandert@wiley.com

Wiley Online Library

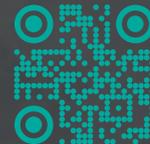


Safety is for life.™

REMBE®
Druckentlastung
und
Explosionsschutz.



rembe.de



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

© REMBE® | All rights reserved



18 Recycling von Batterie-Rohstoffen Effiziente und skalierbare Trocknungsprozesse für Batteriewertstoff

Wesentlich für den Erfolg der Elektromobilität ist die nachhaltige Versorgung mit Batterie-Rohstoffen. Nickel-Mangan-Kobalt (NMC)-Akkus dominieren aktuell, doch bis 2030 könnten Lithium-Eisenphosphat (LFP)-Batterien, die weniger rohstoffintensiv sind, führend werden. Die EU hat wichtige Batterie-Rohstoffe als kritisch eingestuft und arbeitet an der Erhöhung der Recyclingquoten für Lithiumbatterien, um die Versorgungssicherheit und Nachhaltigkeit zu verbessern. Angesichts begrenzter natürlicher Ressourcen und steigender Nachfrage sind fortschrittliche Recyclingverfahren und gesetzliche Maßnahmen entscheidend, um den Übergang zur Elektromobilität erfolgreich zu gestalten..

EKATO Rühr- und Mischtechnik GmbH
Tel.: +49 7622 29-0 · info@ekato.com · www.ekato.com

KOMPAKT

- 6 Grußwort Achema 2024 – Innovation trifft auf Nachhaltigkeit
- 8 Achema 2024 – Schauplatz für konkrete Lösungen
- 9 Personalia
- 10 Wirtschaft + Produktion
- 12 Forschung + Entwicklung
- 13 Termine
- 14 **Fachkräfte für die Chemieindustrie**
Strategien im Personal- und Wissensmanagement – Interview mit Jens Becker, CFO, und Magdalena Langel, Talent Acquisition Manager bei Levaco.
E. Gandert, CITplus
- 16 **Im Profil: „Was Menschen bewegt, die etwas bewegen“**
A. Willig, Verein Deutscher Ingenieure (VDI)

TITELSTORY

- 18 **Recycling von Batterie-Rohstoffen**
Effiziente und skalierbare Trocknungsprozesse für Batteriewertstoffe
G. von Blumenthal, Ekato Systems

FOKUSTHEMA

- 22 **Ein Plädoyer für Carbon Capture and Utilisation**
Carbon Capture and Utilisation ist viel mehr als nur eine Technologie zur Entnahme von Kohlenstoffdioxid
M. Carus und C. vom Berg, Nova-Institut und Renewable Carbon Initiative (RCI)

SONDERTEIL ENERGIEEFFIZIENZ

- 27 **Erfolgsfaktor Energieeffizienz**
Kostensenkung durch energieeffiziente Druckluftherzeugung
S. Meißler, Aerzener Maschinenfabrik
- 32 **Kunststoffgranulate sanft trocknen**
Energiesparend mit Wärmepumpe trocknen bringt Qualität, Sicherheit und Fördergelder
P. Schlachter, Harter
- 31, 34 **Produkte**
von Axflow, Boge und Envirofalk

SPECIAL BATTERIEPRODUKTION

- 35 **Industrielle Batterieproduktion**
- 36 **Mut zur Innovation**
Batteriezellenhersteller CustomCells setzt auf interdisziplinäre Entwicklung
E. Gandert, CITplus
- 40 **Sicher, sauber und genau zu leistungsfähigen Batteriezellen**
Zielkonflikte bei der Planung und Konstruktion im Batterieanlagenbau lösen
T. Wunderle, Qlar (vormals Schenck Process)



Aerzener Maschinenfabrik GmbH, Aerzen
Tel.: +49 05154/81-0 · info@aerzen.com · www.aerzen.com



42 Neue Wege, bewährte Verfahren
Wie Systemlösungen die Produktion von Batterien optimieren können
Coperion

44 Autonome Transportfahrzeuge in der Batteriefabrik
Mobile Systeme für den Materialfluss im Reinraum
G. Mau, SEW-Eurodrive

48 Sicherheit im Fokus
Individuelle Risikoanalyse und Schutzmaßnahmen für Mitarbeitende und Anlagen in der Batterieproduktion
F. Schnalke, Dräger

50 Sichere Forschungsarbeiten an Kathodenmaterialien
Containment für die Batterieindustrie
M. Schlichting, Denios

52 Qualität entscheidet über Performance
Labor- und Prozessanalytik von Batteriematerialien
E. Gandert, CITplus

54 Nachhaltige Herstellung von Lithiumeisenphosphat
Aufbau einer Wertschöpfungskette für LFP-Batterien in westlichen Märkten
S. Bartolucci und M. Gürsoy, Lanxess

57 Produkte
von Eirich und KSB

ANLAGEN | APPARATE | KOMPONENTEN

58 Alkalische Elektrolyse oder Anionenaustauschermembran?
Wasserelektrolyse: Aktuelle Lösungsansätze aus Forschung und Industrie zur Herstellung von grünem Wasserstoff
J. Wetterau, Labor für Kommunikation

63 Wie sich der Mittelstand für das PFAS-Verbot wappnet
Regulatorischer Druck aus der EU und die Auswirkungen auf die Dichtungsindustrie
J. Kletschke, Meweo

64 Durchbruch mit Quantenchemie
Quantenchemische Simulation für optimale Bedingungen und Katalysatoren zur Produktion vom grünem Methanol
M. Mostertz, C1 Green Chemicals

68 TA Luft und GFK-Flanschverbindungen
Dichtheitsnachweis nach TA Luft für glasfaserverstärkte Kunststoffflanschverbindungen (GFK)
T. Gross, Merck; A. Lebitschnig, Evonik; M. Schaaf, Amtec Messtechnischer Service; M. Klar, Kurotec-KTS; M. Frank, Wacker Chemie

66, 67 Produkte
von Flottweg, Geppert-Mixing, KSB, Maag, Ruland und Schubert-Salzer

THERMISCHE UND CHEMISCHE VERFAHREN | WERKSTOFFE UND GASE

72 e-Methanol – aber bitte flexibel!
Die (kosten-)effiziente Strategie zur CO₂-Wertschöpfung mittels erneuerbarer Energien
V. Peña, V. Gronemann, S. König, S. Haag, Air Liquide

75 Produkte
von Vogelsang

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

76 Nachhaltige Messtechnik für Wasserstoffanwendungen
Digitale Netzwerkkommunikation für Messtechnik – zwischen Wunsch und Wirklichkeit
E. Gandert, CITplus

80 Intelligenz ins Feld holen
Dezentrale Digitalisierung mit einem Smart Meter Valve
E. Gandert, CITplus

82 Aufrüstung von Tankmesssystemen
Emulation ermöglicht schrittweisen Austausch veralteter Technologie
D. Post, Emerson

79, 84 Produkte
von Endress+Hauser, Hima, Jumo, Knick und Phoenix Contact

MECHANISCHE VERFAHREN | SCHÜTTGUTTECHNIK | LOGISTIK

85 Pulvermischer mit Verschleißschutz
Auswechselbare Mischwerksegmente
Amixon

86 Recycling von Rohstoff spart Energie im Herstellungsprozess
Tiefenfilterkerze mit Rezyklatanteil
P. Krause, Wolftechnik Filtersysteme

87, 88 Produkte
von Bohle, Herma, Schmalz und Stäubli

89 Bezugsquellenverzeichnis

91 Index | Impressum

Beilagen

Bitte beachten Sie die Beilagen von RCT Reichelt Chemietechnik und Endress+Hauser.

NETZSCH
Proven Excellence.

Ihr globaler Partner für komplexes Fluidhandling



So fördern Sie komplexe Medien effektiv

Die Wahl der richtigen Pumpe optimiert die Prozesse und reduziert Energiekosten. NETZSCH bietet Ihnen:

- ✓ Objektive & individuelle Beratung
- ✓ Über 70 Jahre Erfahrung
- ✓ 5 verschiedene Technologien

Gemeinsam finden wir für Ihre Anwendung die optimale Lösung.

Partnerschaft hört bei uns nicht mit dem Kauf auf

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



Besuchen Sie uns auf der Messe:
ACHEMA, 10.06.-14.06.
Messestand: Halle 8.0, Stand C27

NETZSCH Pumpen & Systeme GmbH
www.pumps-systems.netzsch.com

Achema 2024 – Innovation trifft auf Nachhaltigkeit

Die Achema 2024 wird nicht nur wieder ihrem Ruf als Weltforum und internationale Leitmesse gerecht, sondern ist erneut entscheidender Impulsgeber für die Zukunft der Chemie- und Pharmabranche. In diesem Jahr haben sich mehr als 2.800 Aussteller aus über 50 Ländern angemeldet – ein Beweis für die globale Bedeutung dieser Plattform. Mit über 60 % internationalen Ausstellern erreichen wir zudem einen Rekordwert, der allen geopolitischen Herausforderungen zum Trotz den Stellenwert der internationalen Vernetzung deutlich macht.

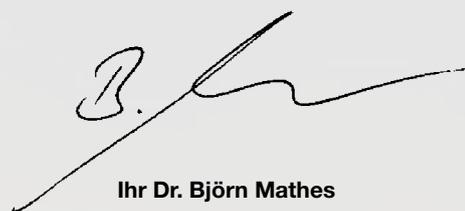
Die Achema ist dabei nicht nur ein Schaufenster der modernsten Technologien, sondern auch ein Forum für den Austausch über die Herausforderungen, denen sich unsere Branche stellen muss. Eine dieser Herausforderungen ist zweifellos die fortschreitende Digitalisierung. Die Chemie- und Pharmaindustrie steht vor der Aufgabe, die Chancen der Digitalisierung weiter zu nutzen, um Prozesse zu optimieren, die Produktivität zu steigern, Innovationen voranzutreiben und schlichtweg dem Wettbewerb voraus zu sein. Die Integration von smart Analytics, künstlicher Intelligenz und digitalen Zwillingen wird entscheidend sein, um diese Ziele zu erreichen. Dies wird nicht ohne weitere Herausforderungen bleiben: IT vs. OT, Konnektivität vs. Sicherheit oder smart vs. smart enough – die Herausforderung für die Betreiber besteht darin, genau die richtige Konfiguration für ihr Unternehmen und ihre Bedürfnisse zu finden. Die Achema bietet dafür die optimale Auswahl an Lösungsanbietern.

Ein weiteres zentrales Thema, dem wir uns stellen müssen, ist das Erreichen der Klimaziele. Als Industrie, die historisch gesehen einen erheblichen Einfluss auf die Umwelt hatte, tragen gerade wir eine besondere Verantwortung, unseren Beitrag zum Klimaschutz zu leisten und gleichzeitig nachhaltige Innovationen für andere Branchen zu entwickeln. Die Achema 2024 ist die bedeutendste Plattform, um Lösungen zu präsentieren und zu diskutieren, wie wir unsere Produktion und Produkte nachhaltiger gestalten können. Von der Entwicklung neuer, umweltfreundlicherer Verfahren bis hin zur Erforschung innovativer Materialien für den Einsatz in der grünen Chemie – hier werden die entscheidenden Weichen für die Zukunft gestellt.

Auch das Thema Wasserstoff spielt für Energiewende und Klimaneutralität eine zentrale Rolle und ist für die Prozessindustrie ein Schlüsselement. Die Sonderschau Wasserstoff präsentiert die bisherigen Meilensteine sowie künftige Hürden einer wasserstoffbasierten Chemieindustrie. Bei der Achema erleben Sie die neuesten Technologien und Innovationen für globale und regionale Wasserstoffprojekte an einem Ort und erhalten so Einblicke in die vorwettbewerbliche Zusammenarbeit zur Lösung der Wasserstoffherausforderungen!

Ich möchte an dieser Stelle allen Ausstellern und den über 1.000 Rednern des Kongresses meine Anerkennung aussprechen für ihr Engagement und ihre Beiträge zur diesjährigen Achema. Sie werden die Prozessindustrie inspirieren, zu innovativen Lösungen zu gelangen, die nicht nur unsere Branche voranbringen, sondern auch dazu beitragen, eine nachhaltige und lebenswerte Zukunft für alle zu gestalten.

Seien auch Sie dabei, wenn am 31. Achema Innovation auf Nachhaltigkeit trifft und wir die Zukunft gemeinsam gestalten.



Ihr Dr. Björn Mathes

Wiley Online Library



Geschäftsführer der Dechema
Ausstellungs-GmbH © Dechema



WARUM HUNDERT SACHEN MACHEN,
WENN MAN EINE RICHTIG MACHEN KANN?
THE 6X®

Wir bei VEGA wissen seit über 60 Jahren: Einfach ist einfach besser.
Deshalb gibt es unseren neuen Radar-Füllstandsensor nicht in 100 verschiedenen
Versionen. Sondern in einer, die einfach perfekt ist. Der VEGAPULS 6X ist
hochkompatibel, absolut zuverlässig und funktioniert in jeder Umgebung.
Das Einzige was er nicht macht, ist Stress.

VEGA. HOME OF VALUES.

www.vega.com/radar

ACHEMA 2024: Halle 11.1, Stand C63

VEGA

Achema 2024 – Schauplatz für konkrete Lösungen

Im Juni wird Frankfurt erneut zum Mittelpunkt der Chemie, Pharma und Biotechnologie: Die 34. Achema wird am 10. Juni von Bundeswirtschaftsminister Robert Habeck eröffnet. Im Mittelpunkt des Achema-Auftakts wird die Frage stehen, wie sich die Prozessindustrie in einer Welt im Wandel erfolgreich positionieren kann. An allen fünf Messtagen tragen zudem zahlreiche Angebote für den Nachwuchs zur Zukunftssicherung der Branche bei.

Die Prozessindustrie steht vor vielen Herausforderungen. An die Stelle der jahrzehntelangen Entwicklung hin zu mehr Globalisierung treten derzeit zunehmende Instabilität und zum Teil protektionistische Tendenzen in der Handelspolitik. Andererseits machen der Wandel zu mehr Nachhaltigkeit, die Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft oder das Streben nach Rohstoffsicherung neue globale Netzwerke erforderlich.

Wie positionieren sich Unternehmen der Prozessindustrie in diesem Umfeld? Welche Technologien werden benötigt, um auf die neuen Herausforderungen reagieren zu können? Und welche politischen Rahmenbedingungen müssen geschaffen werden, um eine wirtschaftliche Transformation zu ermöglichen, die vor allem der globalen Herausforderung des Klimawandels gerecht wird? Diese Fragen stehen im Mittelpunkt der diesjährigen Achema-Eröffnungsveranstaltung am Abend des ersten Messtages, 10. Juni 2024 von 17 bis 18:30 Uhr im Saal Europa in der Halle 4.0.

Bundeswirtschaftsminister Robert Habeck wird die Achema 2024 per Video eröffnen. Im Anschluss an die Begrüßung durch Klaus Schäfer, Vorsitzender der Dechema, teilen Julia Schlenz, Präsidentin Dow Deutschland, Österreich und Schweiz, Friederike Köhler-Geib, Chefvolkswirtin der KfW Gruppe, und Markus Miertz, Vorstandsmitglied von Samson, ihren Blick auf die Situation, beleuchten kritisch beispielhafte Herausforderungen und diskutieren mögliche Lösungswege.

Spektrum an Innovationen und Produkten

Konkrete Lösungen für diese und viele andere Herausforderungen stehen gleichermaßen auch bei den 2.700 Ausstellern aus mehr als 50 Ländern im Vordergrund, die – auf zwölf Ausstellungsgruppen und eine Sonderschau verteilt – ein vielseitiges Spektrum an Innovationen und Produkten präsentieren. Mit mehr als 1.000 Rednern setzt das begleitende Kongress- und Bühnenprogramm darüber hinaus Impulse für eine erfolgreiche Transformation.

„Die Achema unterstreicht erneut ihre Rolle als zentrale Plattform und Treffpunkt für alle



Akteure der Prozessindustrie. Mit einem deutlichen Anstieg an Ausstellern und einem der vielfältigsten Vortragsprogramme der jüngeren Achema-Geschichte bietet die Messe in diesem Jahr auch eine herausragende Gelegenheit für den technisch-wissenschaftlichen Nachwuchs“, so Dr. Björn Mathes, Geschäftsführer der Dechema Ausstellungsgesellschaft.

Vielältiges Angebot für (Young) Professionals, Studierende und Schüler

Am Donnerstag, 13. Juni 2024, findet ab 10:00 Uhr der Achema Career Day im Foyer 5.1/6.1 statt. Vor Ort präsentieren sich Unternehmen als Arbeitgeber. Deren Angebot richtet sich gleichermaßen an (Young) Professionals als auch an Absolventen oder Berufsanfänger. An einem Job Board, das die ganze Woche über aufgestellt sein wird, finden sich die Stellenangebote aller teilnehmenden Unternehmen. Im Rahmen einer Karriere-Beratung kann der Nachwuchs in 20-minütigen Gesprächen mit Personalexperten seine ganz persönlichen Karrierefragen stellen und sich beraten lassen. Daneben findet auf der Aktionsfläche ein ganztägiges Rahmenprogramm statt: Neben Arbeitgeber-Pitches gibt es informative Impulsvorträge zu Themen wie Gehälter für Ingenieure oder Auswirkungen der KI auf den Recruiting-/Bewerbungsprozess.

Für Schülerinnen und Schüler bietet die Messe an zwei Tagen auf sie zugeschnittene Events: Am Mittwoch, 12. Juni 2024 kann der Nachwuchs von 11:00 bis 12:30 und von 15:00 bis 16:30 Uhr Industrie und Forschung fragen, was wir gegen Ressourcenknappheit und den Klimawandel tun; führende Experten aus Industrie und Forschung geben Antworten aus erster Hand. Am Freitag, 14. Juni 2024 um 11:00 Uhr berichten Studierende der Verfahrenstechnik, Chemie und Biotechnologie aus ihrem Studienalltag und beantworten Fragen von Schülern. Junge Berufstätige schildern darüber hinaus ihre Erfahrungen vom Start ins Arbeitsleben und geben Tipps, wie der Berufseinstieg gelingt. Beide Veranstaltungen finden im Portalhaus in der Ebene 1 im Raum Transparenz 1 statt. In der Halle 6.0 findet während der gesamten Messe zudem eine Science-Rallye für Studierende und Schüler statt.

Daneben stellen in der Start-up Area in der Halle 6.0 Unternehmen von morgen ihre Innovationen vor und begrüßen die weltweite Prozessindustrie an ihren Ständen. Die Start-ups zeigen hier, wie Wissenschaft und Technologie, gepaart mit Ehrgeiz und Ausdauer, in neue Dienstleistungen, profitable Produkte und neueste Verfahren umgesetzt werden können.

GDCh-Ehrenmitgliedschaft für Heribert Offermanns

Die Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh) ernennt Professor Dr. Dr. h.c. Heribert Offermanns zum Ehrenmitglied. Die GDCh würdigt damit seine Verdienste um die Förderung der Chemie im Allgemeinen und sein Engagement für die Ziele der GDCh im Besonderen. Die Auszeichnung erfolgte bereits im Jahr 2023, die feierliche Verleihung fand im Rahmen des Jahrestreffens der GDCh-Fachgruppe Seniorexperten Chemie (SEC) in Magdeburg statt. Mit der Auszeichnung würdigt die GDCh Heribert Offermanns langjähriges Engagement sowie seine wertvollen Beiträge zur Darstellung der Chemie in der Öffentlichkeit. Offermanns war 14 Jahre lang Mitglied des GDCh-Vorstandes, davon acht Jahre als gewähltes Mitglied und sechs Jahre als kooptiertes Mitglied als Schatzmeister. Offermanns spielte eine entscheidende Rolle bei der Gründung und Stärkung der Fachgruppe Seniorexperten Chemie. Auch die Fachgruppe Chemieunterricht prägte er entscheidend. Er war lange Zeit in der GDCh für die Themen Fortbildung und Chemiedidaktik verantwortlich und initiierte unter anderem den Heinrich-Roessler-Preis für besondere Verdienste um den Chemieunterricht. Offermanns verfasste zahlreiche Beiträge für die GDCh-Mitgliederzeitschrift „Nachrichten aus der Chemie“ und allgemeinverständliche Artikel für die Zeitschrift „Chemie in unserer Zeit“. Damit trug er wesentlich dazu bei, Chemie der interessierten Öffentlichkeit verständlich zu erklären. Neuem gegenüber zeigte Offermanns sich stets aufgeschlossen. So war er 2006 spontan bereit, bei den neu gegründeten SEC in verschiedenen Arbeitskreisen mitzuwirken.

www.gdch.de



Professor Dr. Dr. h.c.
Heribert Offermanns

© privat

Willy-Hager-Preis 2023 verliehen

Dr.-Ing. Christoph Schwaller, Technische Universität München, erhält den Willy-Hager-Preis 2023 für seine wissenschaftliche Arbeit zum Thema „Agricultural irrigation demand modeling and assessment of membrane ultrafiltration alone or hybridized with inline closed powdered activated carbon for non-potable water reuse applications“. Christoph Schwaller widmete sich in seiner Arbeit zwei Zielen. Zum einen entwickelte er



Dr.-Ing. Christoph Schwaller

© Christoph Schwaller

für die landwirtschaftliche Bewässerung systematisch einen Modellierungsansatz zur Abschätzung des pflanzenspezifischen Bewässerungsbedarfs als Planungsgrundlage einer alternativen Wasserbereitstellung. Zum anderen erarbeitete Herr Schwaller eine Aufbereitungsstrategie durch die Integration von Mehrfachbarrieren für den sicheren Rückhalt pathogener Keime und organischer Spurenstoffe für unterschiedliche Formen der Wasserwiederverwendung, wie z.B. die Bewässerung von Gemüse und Obst für den Rohverzehr, urbane Grünflächen sowie die künstliche Grundwasseranreicherung. Dabei lag der Schwerpunkt auf dem erstmaligen Einsatz von keramischen Ultrafiltrationsmembranen als Barriere für pathogene Keime und als ein sehr flexibles Aufbereitungsverfahren für saisonal schwankende Bedarfe. Die Verleihung fand im Rahmen der Jahrestagung der Wasserchemischen Gesellschaft am 6. Mai 2024 in Limburg an der Lahn statt. Prof. Dr.-Ing. Heidrun Steinmetz, Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau, verlieh den Preis in ihrer Funktion als Mitglied des Stiftungsrates der Willy-Hager Stiftung.

www.dechema.de

Intelligente Lösungen.

HMI-Systeme, die perfekt zu Ihrer Anwendung passen.

Mehr Informationen unter pepperl-fuchs.com/hmi



VisuNet von Pepperl+Fuchs – Industrielle Human Machine Interfaces für die Prozessautomation.



ACHEMA
2024

Halle 11.1 Stand A43
10.06. – 14.06.2024

IBU-tec liefert elektrischen Drehrohrofen an Johnson Matthey

IBU-tec advanced materials hat einen großen Auftrag im siebenstelligen Euro-Bereich von Johnson Matthey erhalten. Im Zuge der Nachhaltigkeitsstrategie von Johnson Matthey wird IBU-tec zwei individuell angepasste, elektrisch beheizte Drehrohrofen liefern. Das erfahrene Engineering-Team von IBU-tec übernimmt dabei u.a. die Entwicklung des spezifischen Designs für die Anforderungen des Kunden und die Konstruktion des Drehrohrofens. Der Anlagenbauer versorgt Johnson Matthey entsprechend mit einer Drehrohrofen-Spezialausrüstung, die auf die besonderen Anforderungen des Herstellungsprozesses von Katalysatoren und der entsprechenden Trägermaterialien ausgerichtet ist. Durch das optimierte neue Ofendesign können Durchsatz künftig gesteigert werden. Zudem wird durch die neue Technologie die Energieeffizienz der Anlage erhöht, bei gleichzeitiger Reduzierung der CO₂-Emissionen und des Energiebedarfs. Mit dem Auftrag von Johnson Matthey knüpft IBU-tec an jüngste Erfolge und Beauftragungen im Servicegeschäft an. So konnte IBU-tec bspw. einen Auftrag des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW Ulm) gewinnen. Für das ZSW Ulm hat IBU-tec die Planung, Lieferung und erfolgreiche Inbetriebnahme einer Drehrohrofen-Technikumsanlage übernommen. Der Kunde kann hiermit eigenständig Versuche im Bereich Batteriematerialien durchführen. Auch für das IAB – Institut für Angewandte Bauforschung Weimar hat IBU-tec eine Drehrohrofenanlage geliefert und aufgebaut. IAB nutzt den Ofen u.a. für die Kalzinierung von Ton und der Entwicklung neuer Bindemittel.

www.ibu-tec.de



Bosch Rexroth und PetroValves elektrifizieren Subsea Safety Isolation Valves

Bosch Rexroth und PetroValves haben eine Absichtserklärung zur Zusammenarbeit bei der Elektrifizierung von Unterwasser-Prozessventilen mit hohen Anforderungen an das Safety Integrity Level (SIL) wie bspw. Subsea Safety Integrity Valves (SSIV) unterzeichnet. Beide Unternehmen arbeiten bereits an einer Lösung, die Unterwasserventile von PetroValves mit dem Rexroth Aktuator ESea Drive verbindet. Betrieb und Steuerung erfolgen über eine einfache 24 V Niederspannungsversorgung (DC). Die Neuentwicklung wird die Investitions- und Betriebskosten von Unterwasseranlagen zur Offshore-Einlagerung von abgeschiedenem CO₂ (CCS/CCUS) und für den sicheren Transport von grünem Wasserstoff, der offshore mit erneuerbaren Energien erzeugt wird, senken. Die größte Herausforderung bei der Nutzung von Offshore-Anlagen zur Abscheidung und Speicherung von CO₂ sowie zur Nutzung von grünem Wasserstoff besteht darin, die Gesamtkosten (Total Cost of Ownership) zu senken. Ein wesentlicher Hebel zur Kostenreduktion ist die Elektrifizierung.

www.boschrexroth.de



Endress+Hauser tritt der Single Pair Ethernet System Alliance bei

Endress+Hauser gibt seine Partnerschaft mit der Single Pair Ethernet System Alliance (SPE) bekannt. Damit will das Unternehmen die Digitalisierungsanforderungen seiner Kunden vereinfachen und in die Zukunft der Automatisierung investieren. SPE ist von entscheidender Bedeutung, insbesondere für die Lebensmittel- und Getränkeindustrie sowie für die Pharmaindustrie: In hochautomatisierten Prozessumgebungen ohne umfangreiche Ex-Schutz-Anforderungen bietet SPE eine Vielzahl von Vorteilen: Es realisiert eine Ethernet-Verbindung mit hoher Geschwindigkeit und einer großen Mengen der übertragenen Daten – bis in die Feldebene mit einem einfachen zweiadrigen Kabel, das sowohl Daten als auch Energie überträgt. Die Inbetriebnahme wird durch simple Verdrahtung und Konnektivität vereinfacht. Darüber hinaus wird die Automatisierungspyramide abgeflacht, da die Systeme nun via Ethernet bis zur Feldebene verbunden werden können, was eine nahtlose Integration und Interoperabilität ermöglicht. Daten von intelligenten Instrumenten im Feld können in Anwendungen auf höherer Ebene verarbeitet werden. Dies führt zu optimierten Maschinen- und Anlagenkonzepten, Vernetzung und verbesserter Gesamtanlageneffektivität (OEE). Aus diesem Grund beweist SPE seine Vorteile als offene, kosteneffiziente und zukunftssichere Technologie, die für das industrielle Internet der Dinge (IIoT) bereit ist. Klares Ziel von Endress+Hauser ist es, einen harmonisierten Ansatz zu schaffen, vergleichbar mit den Ethernet-APL-Geräten des Herstellers. Der Vergleich mit Ethernet-APL – einer weiteren industriellen Ethernet-Technologie – zeigt, dass ein einheitliches Anbindungs- und Zertifizierungskonzept unerlässlich ist, egal ob im nicht explosionsgefährdeten oder im explosionsgefährdeten Bereich. So können Anwender aus unterschiedlichen Branchen flexibel von den Vorteilen einer leistungsfähigen Datenautobahn profitieren.

www.endress.com



Bosch Rexroth und PetroValves haben eine Absichtserklärung zur Zusammenarbeit bei der Elektrifizierung von Unterwasser-Prozessventilen mit hohen Anforderungen an das Safety Integrity Level (SIL) unterzeichnet.

Verbände fordern verlässliche Batterieforschungsförderung

Der Stichtag 28. März 2024 zur Einreichung neuer Projektvorschläge zur „Forschung und Entwicklung an Batterietechnologien für technologisch souveräne, wettbewerbsfähige und nachhaltige Batteriewertschöpfungsketten“ wurde kurzfristig durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gestrichen. Diese Streichung und die bisher unklare Förderung der Batterieforschung für 2025 und die folgenden Jahre verschärfen die Planungsunsicherheit für Forschungseinrichtungen weiter und sind Schritte in die falsche Richtung. Der Verband der Chemischen Industrie (VCI), der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA), das Kompetenznetzwerk Lithium-Ionen-Batterien (KLiB) und der Verband der Elektro- und Digitalindustrie (ZVEI) teilen die große Sorge, dass die Planungsunsicherheit den Aufbau eines technologisch souveränen, international wettbewerbsfähigen Ökosystems in der strategisch wichtigen Zukunftstechnologie Batterie in Deutschland gefährdet. Das deutsche Ökosystem „Großserienfertigung großformatiger Batteriezellen“ befindet sich nach wie vor im Aufbau. Die Batterietechnologie gilt nach einer Studie von Frost & Sullivan aus dem Jahr 2020 als die bedeutsamste Zukunftstechnologie des 21. Jahrhunderts. Sie hat von allen verglichenen Technologien das größte Marktwachstum und gleichzeitig den höchsten Effekt auf das Wachstum vieler anderer Industrien. Ein technologisch souveränes und international wettbewerbsfähiges Ökosystem Batterie hat daher einen enormen Einfluss auf die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands als Hightech-Standort. VCI, VDMA, KLiB und ZVEI fordern, in den laufenden Haushaltsgesprächen ein deutliches Signal für eine verlässliche, planbare und langfristige Forschungsförderung im Kontext des BMBF-Dachkonzepts Batterieforschung zu senden. www.vci.de

Schenck Process wird zu Qlar

Schenck Process hat sich am 13. Mai 2024 in Qlar umbenannt und wird künftig einen noch stärkeren Fokus auf digitalisierte und nachhaltige Lösungen legen. Das Unternehmen fokussiert sich auch weiterhin auf die Zielindustrien Chemie, Hochleistungswerkstoffe, Zement, Stahl, Infrastruktur/Transport und Energie. Die Marke Schenck Process mitsamt dem bestehenden Portfolio wird als Produktmarke unter dem Dach von Qlar bestehen bleiben. Das Ziel des Unternehmens ist es, zukünftig innovative Lösungen im Bereich der klimaneutralen Kreislaufwirtschaft voranzutreiben. Nachdem sich Schenck Process 2023 auf die Kernkompetenzen Wägen, Dosieren, Fördern, Mahlen und Zerkleinern refokussierte, geht das Unternehmen nun den nächsten Schritt: „Mit der Umbenennung in Qlar schlagen wir bei Schenck Process ein neues Kapitel in eine kreislaufforientierte Zukunft auf. Mit dem neuen Namen Qlar sind wir unmittelbar mit der Circular Economy verbunden und richten unsere Aufmerksamkeit umso mehr auf zukünftige Herausforderungen der Digitalisierung und nachhaltigen Transformation“, erklärt Dr. Jörg Ulrich, CEO Schenck Process. www.schenckprocess.com



Dr. Jörg Ulrich,
CEO Schenck Process

Vogelsang schließt Geschäftsjahr erfolgreich ab

Vogelsang vermeldet einen Jahresumsatz 2023 von 202 Mio. EUR. Damit stieg der Umsatz um rund 17 % gegenüber dem Vorjahr – insbesondere vorangetrieben durch die Geschäftsbereiche Agrartechnik, Biogas, Abwasser und Verkehrstechnik. „Wir freuen uns sehr, dass wir 2023 unsere Umsatzerwartungen noch einmal deutlich übertroffen haben und ein solches Rekordjahr verzeichnen können“, sagt Harald Vogelsang, Geschäftsführer von Vogelsang. Im letzten Jahr hat das Unternehmen weltweit rund 120 neue Mitarbeiter dazugewonnen – darunter 25 Auszubildende. Aktuell bildet Vogelsang damit circa 75 Auszubildende und duale Studierende aus und wurde 2023 mit dem IHK-Qualitätssiegel ausgezeichnet. Im letzten Jahr erweiterte sich die Geschäftsführung zudem um Detlef Ruhmke und Michael Brinkmann. www.vogelsang.info



Harald Vogelsang,
Geschäftsführer, Vogelsang

Neue Rekordwerte für PI-Technologien

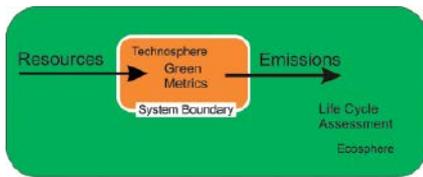
Profibus und Profinet International (PI) verzeichnet bei der jährlichen Erfassung der neu installierten Knoten ein herausragendes Wachstum ihrer Technologien. Insbesondere Profisafe und IO-Link verzeichnen beeindruckende Steigerungen. Auch die anderen PI-Technologien konnten trotz der Herausforderungen im Marktumfeld ihre hohen Zuwachszahlen stabil halten. Die Integration von IO-Link in industriellen Anlagen zeigt einen deutlichen Anstieg. Im Jahr 2023 wurden weitere 15,9 Mio. IO-Link-Geräte installiert, was einem Wachstum von 89% im Vergleich zum Vorjahr (8,4 Mio. Geräte) entspricht. Damit erreichte die Gesamtzahl der installierten IO-Link-Knoten bis Ende 2023 beachtliche 51,6 Millionen. Profisafe setzt seinen Erfolgskurs fort. Im Jahr 2023 wurde mit beeindruckenden 3,9 Mio. Knoten ein neuer Meilenstein erreicht, dies entspricht einem Anstieg von 39 % gegenüber dem Vorjahr (2022). Dies ist der bisher höchste Jahreszuwachs in der Geschichte. Die Gesamtzahl der Profisafe-Geräte im Feld beläuft sich nun auf 25,6 Mio. Trotz herausfordernder Marktbedingungen konnte Profinet im Jahr 2023 seine starke Position als führende Technologie behaupten. Mit einem Zuwachs von 10,6 Mio. Knoten zeigt Profinet ein hohes Maß an Stabilität und hat somit den bisherigen Rekordwert aus dem Vorjahr (2022) gehalten. Insgesamt wurden nun über die Jahre hinweg beeindruckende 69,3 Mio. Profinet-Produkte in Anlagen verbaut. Damit sind nun erstmalig mehr Profinet-Geräte installiert als Profibus-Geräte. Profibus zeigt im Jahr 2023 ein stabiles Wachstum von 1,5 Mio. Geräten, was dem Vorjahreswert entspricht. In der Prozessautomatisierung stieg die Zuwachszahl auf 0,9 Mio., eine moderate Steigerung im Vergleich zum Vorjahr. „In den aktuellen Zahlen spiegelt sich der klare Trend zu mehr Daten und Sicherheit in industriellen Netzwerken wider, aber auch die Auswirkungen der Bauteilkrise und des Lagerauf- und Lagerabbaus haben dabei zweifellos eine Rolle gespielt. PI ist sehr gut aufgestellt, Innovationen und Entwicklungen voranzutreiben und somit die Grundlage für eine vernetzte, effiziente und zukunftsorientierte Industrie zu schaffen“, so Xaver Schmidt, Chairman PI Profibus & Profinet International. www.profibus.com



onlinelibrary.wiley.com

Assessment of Chemical Products and Processes: Green Metrics and Life Cycle Assessment – A Comparison

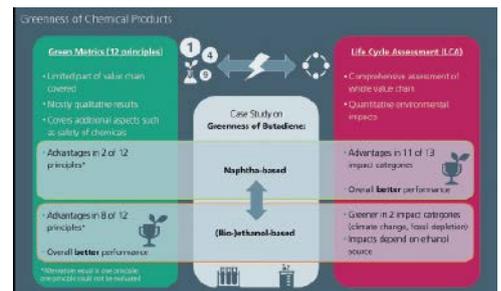
Review Article | Green chemistry aims to use renewable materials, reduce waste, and avoid toxic substances. Green metrics (GM) are measurable figures that assess adherence to the 12 principles of green chemistry. GM are designed to be user-friendly and can be applied without detailed process knowledge. Life cycle assessment (LCA) is another approach used to estimate the environmental impacts of products or processes throughout their life cycle. This paper compares LCA and GM, exploring their suitability for assessing the greenness of chemical products and processes. This includes the discussion of strengths and weaknesses, limitations, application areas, benefits of combining both approaches, and how to handle conflicting results.



Dr.-Ing. Jan Blömer, Fraunhofer Institute for Environmental, Safety, and Energy Technology UMSICHT, Oberhausen
jan.bloemer@umsicht.fraunhofer.de, DOI: 10.1002/cite.202300229

How to Measure the Greenness of Chemicals? A Case Study on Butadiene Production Applying Green Metrics and Life Cycle Assessment

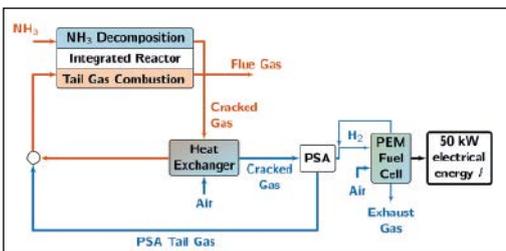
Research Article | The greenness of naphtha- and bioethanol-based butadiene was compared using green metrics (GM) and life cycle assessment (LCA). GM provide predominantly qualitative results, showing advantages for bioethanol-based butadiene. LCA indicates benefits of bioethanol-based butadiene in terms of global warming and fossil resource consumption, but drawbacks in acidification, eutrophication, radiation, land use, ozone depletion, particulate matter, ozone formation, metal depletion, and freshwater consumption. In comparison, LCA offers a more comprehensive environmental assessment while GM are limited to a smaller section of the value chain but address additional aspects such as safety of chemicals.



Dr.-Ing. Daniel Maga, Fraunhofer Institute for Environmental, Safety, and Energy Technology UMSICHT, Oberhausen
daniel.maga@umsicht.fraunhofer.de, DOI: 10.1002/cite.202300231

Multi-Scale Simulation of a Novel Integrated Reactor for Hydrogen Production by Ammonia Decomposition

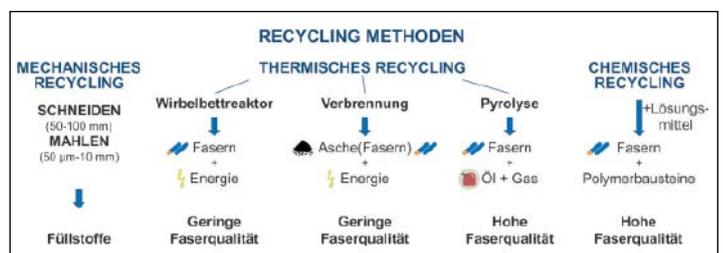
Research Article | A novel reactor concept for ammonia decomposition utilizing tail gas from a purification unit as heat supply is presented. The designed micro-structured reactor integrates both endothermic ammonia decomposition and exothermic tail gas combustion. The reactor and the corresponding process are simulated using a mathematical multi-scale model, which combines the results of multiple detailed computational fluid dynamics simulations into a fast surrogate model. The latter is coupled with a process simulation software via a so-called container to simulate the entire process. The efficiency of the presented reactor concept is determined and benefits over alternative approaches are highlighted.



Dr.-Ing. Julie Damay, Fraunhofer Institute for Industrial Mathematics ITWM, Kaiserslautern
julie.damay@itwm.fraunhofer.de, DOI: 10.1002/cite.202300166

Ein Überblick zum Recycling und zur Verwertung glasfaserverstärkter Kunststoffe

Review Article | Faserverbundmaterialien sind Schlüsselkomponenten in Zukunftstechnologien. Die Nachfrage nimmt zu und es sind steigende Abfallmengen zu erwarten. Das Recycling von Faserverbundmaterial ist seit einigen Jahren ein intensiv erforschtes Themengebiet. Den größten Anteil bilden mit 95 Gew.-% glasfaserverstärkte Kunststoffe. In diesem Übersichtsartikel liegt der Fokus auf der Wiederverwertung glasfaserverstärkter Kunststoffe. Deren Effektivität und Anwendbarkeit werden beurteilt und der aktuelle Stand der Forschung wird zusammengefasst.



Jun.-Prof. Dr.-Ing. Sindy Fuhrmann,
Technische Universität Bergakademie Freiberg
sindy.fuhrmann@igt.tu-freiberg.de, DOI: 10.1002/cite.202300202

Juni 2024

ACHEMA	10. – 14. Jun.	Frankfurt/Main	Dechema Ausstellungsgesellschaft, exhibition@dechema.de, www.achema.de
VDI-Betriebsingenieure auf ACHEMA 2024	11. Jun.	Frankfurt/Main	VDI-Gesellschaft für Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen, www.vdi.de/gvc
Sensor + Test	11. – 13. Jun.	Nürnberg	Easyfairs, www.sensor-test.de
Chemometrik – Werkzeug in der Analytischen Chemie	17. – 19. Jun.	Magdeburg	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
Battery Show	18. – 20. Jun.	Stuttgart	"Informa PLC, London, UK, thebatteryshowcs@informa.com, www.thebatteryshow.eu"
Arbeitssicherheit in der Instandhaltung – VDI-GVC/ Betriebsingenieure Nord	20. Jun.	Brunsbüttel	VDI-Gesellschaft für Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen, www.vdi.de/gvc
Foulingmonitoring in Wärmeübertragern – VDI-GVC/Betriebsingenieure Westfalen	21. Jun.	Marl	VDI-Gesellschaft für Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen, www.vdi.de/gvc
Sicherheit chemischer Reaktionen	24. – 26. Jun.	Frankfurt/Main	Dechema, kurse@dechema.de, https://dechema-dfi.de/kurse.html

Juli 2024

Verfahrensentwicklung bei Bayer CropScience – Vom Labor in die Produktion	8. Jul.	Wuppertal	VDI-Bergischer Bezirksverein Verfahrens- und Umwelttechnik, www.vdi.de
Einführung in die HPLC	8. – 11. Jul.	Coburg	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
Korrosionsmonitoring und Rohrreparatur – VDI-GVC/Betriebsingenieure Bayern	25. Jul.	Burghausen	VDI-Gesellschaft für Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen, www.vdi.de/gvc

September 2024

Die Qualitätssysteme GMP (Gute Herstellungspraxis) und GLP (Gute Laborpraxis) im Überblick – Ein Leitfaden der Guten Praxis	11. Sept.	Frankfurt/Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
Massenspektrometrische Messmethodik und Dateninterpretation	16. – 18. Sept.	Köln	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
GLP-Intensivtraining mit QS-Übungsaufgaben: Methodvalidierung und Gerätequalifizierung unter GLP (Gute Laborpraxis) – Mit Praxisteil	17. – 19. Sept.	Frankfurt/Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
MSR-Spezialmesse Ludwigshafen	18. Sept.	Ludwigshafen	Meorga, info@meorga.de, www.meorga.de
Vom Gesetz zur Praxis: Kennzeichnungsvorgaben im Lebensmittelrecht verstehen und umsetzen	18. – 19. Sept.	online	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de
Innovationsmanagement in der Chemie	19. – 20. Sept.	Frankfurt/Main	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh), fb@gdch.de, www.gdch.de

GVT Fortbildungskurse 2024

- **Zerkleinern und Dispergieren mit Rührwerkskugelmöhlen 2024**
Braunschweig: 23.-25. September 2024
Kursleiter: Prof. Dr.-Ing Arno Kwade
- **Destillation 2024**
München/Garching 20.- 22. November 2024
Leitung: Prof. Dr.-Ing. Harald Klein, Dr.-Ing. Sebastian Rehfeldt



LEISTUNG WISSEN ERFAHRUNG KOMPETENZ

Fachkräfte für die Chemieindustrie

Strategien im Personal- und Wissensmanagement – Interview mit Jens Becker, CFO, und Magdalena Langel, Talent Acquisition Manager bei Levaco



Keywords

- *Fachkräfte-Recruiting*
- *Demografischer Wandel*
- *Wissensmanagement*

Der demografische Wandel verändert auch die Altersstruktur in Unternehmen der Chemieindustrie. Es gilt, nicht nur junge Fachkräfte zu gewinnen, sondern auch Wissen und Erfahrung auf die nachfolgende Generation zu transferieren. CITplus fragt bei mittelständischen Chemieunternehmen nach, wie sie diesen Herausforderungen begegnen und welche Lösungen sie zum Wissensmanagement gefunden haben.

CITplus: Wie ist ihre Personalsituation derzeit mit Blick auf die verschiedenen Abteilungen und Aufgabenbereiche des Unternehmens?

Jens Becker: Wir konnten in den letzten Jahren unseren Umsatz deutlich steigern und viele qualifizierte Mitarbeiter für uns gewinnen – und das bei niedriger Fluktuation. Zurzeit haben wir keine offenen Stellen, rechnen aber in den folgenden Jahren mit weiterem Wachstum. Heute bekommen wir verhältnismäßig viele Bewerbungen bedingt durch die konjunkturelle Lage – viele Unternehmen stellen weniger Mitarbeiter ein, haben einen Einstellungsstopp oder

bauen sogar teilweise massiv Mitarbeiter ab. Dies kann sich aber schnell wieder ändern, denn wir sind von einer weiteren positiven Entwicklung überzeugt. Und natürlich freut es uns zu sehen, dass wir für Bewerber attraktiv sind.

Sind bestimmte Aufgabenbereiche vom Personalmangel betroffen? Beeinträchtigt ein Personalmangel die wirtschaftlichen Entwicklungschancen des Unternehmens?

J. Becker: Wir spüren einen Personalmangel insbesondere in technischen Bereichen. Dabei gilt: Je spezieller der Bereich, desto ausge-

prägter der Mangel. Wenn eine Stelle längerfristig unbesetzt bleibt, hat dies grundsätzlich diverse negative Auswirkungen auf die Entwicklungschancen, unter anderem dauern die Arbeitsprozesse länger aufgrund fehlender Workforce, Innovationsprojekte müssen verschoben werden und die Belastung für die bestehende Belegschaft ist hoch. Im Worst Case kann dies zu psychischen Erkrankungen führen oder betroffene Personen bewerkeln sich weg, was den Fachkräftemangel noch weiter verstärkt. Unser Vorteil ist, dass wir trotz des Personalaufbaus in den letzten

Jahren einen schlanken „Overhead“ haben und die Prozesse nicht unnötig bürokratisiert sind. Wir haben schlanke Kommunikationswege, die uns helfen, Engpässe schnell zu erkennen und zu beheben.

Welche Maßnahmen ergreifen Sie aktuell und planen Sie in ihrem Unternehmen, um einem Fachkräftemangel entgegenzuwirken?

Magdalena Langel: Wir binden Mitarbeiter und ihr betriebspezifisches Know-how an die Levaco, um Fluktuation zu vermeiden. Uns liegen hier u.a. eine positive Arbeitsatmosphäre, attraktive Benefit-Strukturen sowie Personalentwicklungsmaßnahmen sehr am Herzen. Der Personalbeschaffung bemessen wir einen hohen Stellenwert bei, setzen auf Inhouse-Recruiting und entwickeln für jede offene Stelle eine passgenaue Recruiting-Strategie. Dies beinhaltet auch bei Bedarf das notwendige Geld für entsprechende Recruiting-Kanäle zu investieren – unter anderem Active-Sourcing, Anzeigen auf Jobportalen, soziale Medien etc –. Insbesondere über soziale Medien und Radioformate wollen wir noch mehr auf uns aufmerksam machen. Ein professioneller Medienauftritt hilft uns, nicht nur neue Kunden zu gewinnen, sondern auch neue Mitarbeiter. Wir führen hierzu Interviews, sind auf Messen mit Vorträgen präsent und gestalten Podcasts.

Welchen Stellenwert hat Bildung, Ausbildung, Weiterbildung in Ihrem Unternehmen?

M. Langel: Dies ist Teil unserer Unternehmensstrategie – wir bilden jedes Jahr aus, darunter Industriekaufleute, Industriemechaniker,

Chemikanten, Chemielaboranten. Wir fördern unsere Mitarbeiter durch arbeitgeberfinanzierte Umschulungen und Weiterbildungen. So haben wir in unserer Produktion einige Quereinsteiger, die wir zu Chemikanten ausbilden. Auch andere Weiterbildungsmaßnahmen – zum Beispiel Techniker- oder Meisterausbildung sowie hochspezialisierte Fortbildungen – fördern wir, um Potenzialträgern Entwicklungschancen zu bieten. Das gilt natürlich nicht nur für den technischen Bereich, sondern für alle gleichermaßen. Junge, talentierte Industriekaufleute ermöglichen wir beispielsweise schon während der Ausbildung, an der Berufsfachschule ihren Betriebswirt zu machen. Dies erfordert eine breite regionale Vernetzung und die Zusammenarbeit mit qualitativ hochwertigen Bildungseinrichtungen.

Welche Lösungen nutzen Sie, um Wissen und Erfahrungen sowie Änderungen zu kommunizieren, zu vermitteln und zu konservieren?

M. Langel: Wir bieten regelmäßig interne Schulungen an, in Präsenz und über ein Softwaresystem, unser Lernmanagementsystem – so geben erfahrene Mitarbeiter ihr Wissen weiter. Darüber hinaus haben wir eine Wissensplattform „Q-Wiki“, das ist ein Intranet auf Basis eines Qualitätsmanagementsystems, auf die jeder Mitarbeiter zugreifen kann und worüber wir aktuelle Informationen mitteilen. Aktuell arbeiten wir auch an einem Jubilarsclub, um das Wissen langjähriger Mitarbeiter, die das Unternehmen bereits verlassen haben, nicht gänzlich zu verlieren und generationsübergreifende Synergien zu schaffen. Die Pflege sehr guter Beziehungen auch über den Renteneintritt hinweg ist uns enorm wichtig.

Welchen Beitrag kann die Digitalisierung gegen den Fachkräftemangel leisten und welche Maßnahmen zur Digitalisierung unterstützen ihr Personal in der Bewältigung seiner Aufgaben?

J. Becker: Gewisse Arbeitsbereiche fallen durch Digitalisierung weg, da diese Tätigkeiten von Programmen und Maschinen übernommen werden. In der Produktion haben wir in den letzten Jahren viele Prozesse automatisieren können und auch in allen anderen Bereichen entwickelt sich KI rasant weiter und entlastet unser Personal. Dies gibt uns die Möglichkeit, diese freien Ressourcen für andere und höherwertige Aufgaben zu nutzen und unser Wachstum zu begleiten. Gleichzeitig entstehen aber auch neue Aufgabenbereiche, für die digitale Kompetenzen notwendig sind. Wir versuchen deswegen, die digitalen Kompetenzen unserer Mitarbeiter bestmöglich zu fördern, damit sie den neuen Anforderungen gerecht werden können.



Jens Becker, CFO bei Levaco

Stellen Sie repräsentative Unterschiede in den Erwartungen und in den Ausgangsvoraussetzungen ihrer Bewerber und Arbeitnehmer verschiedener Generationen fest?

M. Langel: Natürlich hat jede Generation verschiedene Ansprüche an uns als Arbeitgeber. So ist gerade die Digitalisierung ein großes Thema für die neue Generation, ebenso wie inhaltliche Vielfalt am Arbeitsplatz, Nachhaltigkeit, Weiterbildung und eine agile Arbeitsumgebung. Die älteren Generationen legen größeren Wert auf Absicherung – auch finanziell – und sind dabei oft hoch spezialisiert in ihrem Bereich. Tatsächlich merken wir aber immer wieder, welch hohen Stellenwert eine positive Arbeitsatmosphäre bei allen Bewerbern hat. Dies wird uns generations- und jobübergreifend oft als Hauptwechselgrund genannt.

Das Interview führte Dr. Etwina Gandert, Chefredakteurin CITplus.

Wiley Online Library



LEVACO Chemicals GmbH, Leverkusen
Personalabteilung
personalabteilung@levaco.com · www.levaco.com



Magdalena Langel, Talent Acquisition Manager bei Levaco.

„Was Menschen bewegt, die etwas bewegen“

Adrian Willig ist seit Mai 2023 Direktor des VDI. Der Diplom-Ingenieur für Luft- und Raumfahrttechnik studierte an der Universität der Bundeswehr in München. Nach verschiedenen Stationen im Institut für Wärme und Mobilität war er zuvor Hauptgeschäftsführer des Wirtschaftsverbandes Fuels und Energie (en2x) in Berlin. Er engagierte sich für die Transformation der Mineralölwirtschaft hin zu einer neuen, klimaschonenden Energievielfalt. Sein Anliegen mit dem VDI ist es, gemeinsam mit allen im VDI-Engagierten die Zukunft Deutschlands als führender Technologie- und Wirtschaftsstandort aktiv mitzugestalten.

Die berufliche Seite



Wer oder was hat Sie geprägt?

Einerseits haben mich Elternhaus und Familie geprägt, dort fand ich sehr früh den Zugang zu Technik und dem Ingenieurstudium. Ich hatte aber auch immer wertvolle Begegnungen mit beruflichen Vorbildern, die mich menschlich und inhaltlich weitergebracht haben. Meist waren es Neugier und Mut zur Veränderung, die mich bewogen haben, auch immer wieder neue Herausforderungen anzugehen.

Was lieben Sie an Ihrem Beruf?

Er gibt mir die Möglichkeit, mit unheimlich vielen, interessanten Menschen zusammenzuarbeiten und er bietet die Chance, zukünftige Entwicklungen mitzugestalten. Das geschieht zum Beispiel in dem wir uns als VDI mit technischen Lösungswegen für die Transformation Deutschlands in die gesellschaftliche Debatte einbringen.

Was war Ihr größter Erfolg?

Ich bin stolz darauf, dass wir es vor ein paar Jahren gemeinsam geschafft haben, zwei Institutionen zu einem gemeinsamen Interessenverband der Energiewirtschaft zu verschmelzen. Das war nicht ganz einfach vor dem Hintergrund der unterschiedlichen Strukturen und Kulturen der beiden Einrichtungen.

Was war Ihr größter Mißerfolg?

Dass es nach drei Jahren Klavierunterricht als Jugendlicher dann am Ende doch nicht für mehr reichte.

Was vermissen Sie in Ihrem Beruf?

Wenn überhaupt, dann vermisse ich manchmal Zeit, um all die Vorhaben, Ideen und Projekte umzusetzen.

Worauf würden Sie gerne verzichten?

Auf Nörgler und Ideenkiller und auf den Satz „Das haben wir schon immer so gemacht.“

An welchen Prinzipien orientieren Sie sich?

Verantwortung, Glaubwürdigkeit, Fairness

Was erhoffen Sie von der Zukunft?

Versachlichung der öffentlichen Debatten, Austausch auch über den eigenen Teller- rand hinaus.

Welche Trends möchten Sie aufhalten?

Extremismus und Fremdenfeindlichkeit, Populismus

Was sind Ihre nächsten Pläne?

Mit dem VDI insgesamt ein positives Ziel- bild für Deutschland 2050 zu entwickeln, Lösungswege für den Weg dahin zu erar- beiten und unsere Beiträge noch stärker in die Öffentlichkeit zu bringen.



© Willig/VDI

Lebenslauf Adrian Willig

- **Geburt:** 08.08.1966 in Freiburg im Breisgau
- **Familie:** ein erwachsener Sohn
- **Wohnort:** Hamburg und Düsseldorf
- **Hobbies:** Musik, Laufen, Radfahren und Kochen
- **private Engagements:** Co-Herausgeber der VDI Nachrichten, Aufsichtsrat der VDI/VDE Innovation und Technik Gesellschaft, Beirat der VDI Wissensforum, Wissenschaftlicher Beirat der OWI Science for Fuels
- **Schule:** Gymnasium Kenzingen, Baden
- **Studium:** Dipl.-Ing. Luft- und Raumfahrttechnik, Universität der Bundeswehr, München Schwerpunkte: Systemdynamik, Steuer- und Regelungstechnik
- **Berufslaufbahn:** mehr als 20 Jahre Erfahrung in leitenden Positionen im Verbandsbereich, zuletzt Hauptgeschäftsführer und Mitglied des Vorstandes bei einem Verband der Energiewirtschaft in Berlin

Wiley Online Library



Adrian Willig

Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf
adrian.willig@vdi.de

Die private Seite

Wie würden Ihre Familie/Ihre Freunde Sie charakterisieren?

pragmatisch, optimistisch, verlässlich und humorvoll

Was treibt Sie an?

Neugierde und der Wunsch, Dinge zu verändern und zu gestalten, die Suche nach Lösungen gemeinsam mit meinem Team.

Was gibt Ihnen Kunst/Kultur?

Kunst und Kultur sind für mich bereichernd, insbesondere Musik. In meinem Elternhaus wurde viel musiziert. Musik lässt mich eintauchen in eine „andere Welt“.

Ihr Verhältnis zum Reisen?

Ich entdecke gerne neue Plätze und lerne andere Menschen kennen, insofern reise ich gerne. Reisen eröffnet mir andere Blickwinkel und erweitert den Horizont.

Womit beschäftigen Sie sich in Ihrer Freizeit?

Austausch und Aktivitäten mit der Familie. Ich liebe Radfahren, besonders im Sommer entlang des Rheins oder rund um die Alster.

Was lesen Sie gerade? Ihr Buchtip:

Gerade beschäftige ich mich mal wieder mit Fredmund Malik und seinem Buch „Führen, Leisten, Leben“. Darin finde ich immer wieder sehr gute Tipps für wirksames Management.

Ihre Lieblingsmusik?

Ich höre gerne Klassik. Früher habe ich selbst viel Cello gespielt, sogar in einem Streichquartett und im Orchester.

Was wären Sie auch gern geworden?

Ich mag das, was ich tue. Alternativ hätte ich mir auch vorstellen können, Weinbauingenieur zu werden. Meine Jugend habe ich fast komplett auf dem Weingut meiner Tante in der Pfalz verbracht.

Was schätzen Sie an Ihren Freunden?

Deren Offenheit und Zuverlässigkeit, gute Gespräche und wenn wir gemeinsam lachen können.

Was möchten Sie in Ihrem Ruhestand machen?

Das ist ja noch eine Weile hin. Wenn es dann so weit ist, möchte das tun, wofür mir heute oft die Zeit fehlt, also mehr Konzerte besuchen und Freunde treffen. Und ich möchte wieder anfangen, Cello zu spielen.

Recycling von Batterie-Rohstoffen

Effiziente und skalierbare Trocknungsprozesse für Batteriewertstoffe

Wesentlich für den Erfolg der Elektromobilität ist die nachhaltige Versorgung mit Batterie-Rohstoffen. Nickel-Mangan-Kobalt (NMC)-Akkus dominieren aktuell, doch bis 2030 könnten Lithium-Eisenphosphat (LFP)-Batterien, die weniger rohstoffintensiv sind, führend werden. Die EU hat wichtige Batterie-Rohstoffe als kritisch eingestuft und arbeitet an der Erhöhung der Recyclingquoten für Lithiumbatterien, um die Versorgungssicherheit und Nachhaltigkeit zu verbessern. Angesichts begrenzter natürlicher Ressourcen und steigender Nachfrage sind fortschrittliche Recyclingverfahren und gesetzliche Maßnahmen entscheidend, um den Übergang zur Elektromobilität erfolgreich zu gestalten.

Keywords

- Batterie-Recycling
- Mischtechnik
- Trocknungstechnik



Der Übergang hin zur Elektromobilität stellt für die Fahrzeugindustrie in Europa in mehrfacher Hinsicht eine Herausforderung dar. Ungeachtet des derzeitigen Zulassungsrückgangs auf dem deutschen Markt, sind die langfristigen Prognosen vielversprechender. So sollen die bisherigen Kostennachteile von E-Fahrzeugen gegenüber Verbrennerfahrzeugen in den nächsten Jahren immer geringer werden. Dies gelingt vor allem durch Steigerungen der Herstellungseffizienz. Auch die Batteriezelltechnologie entwickelt sich rasch weiter, sodass die Sorge vor zu geringen Reichweiten der Fahrzeuge und langen Ladezeiten immer weiter schwinden werden. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass sich der Anteil von Elektrofahrzeugen an den Neuzulassungen nicht nur in Europa stetig vergrößern wird.

Eine wesentliche Voraussetzung für das Gelingen dieses Übergangs stellt nicht zuletzt die ausreichende und nachhaltige Versorgung mit den dafür nötigen Batterie-Rohstoffen dar. Dies liegt darin begründet, dass die leistungsfähigsten Kathodenmaterialien in den nächsten Jahren aus Nickel-Mangan-Kobalt (NMC-Akkumulatoren) bestehen, wenngleich bis 2030 voraussichtlich günstigere Alternativen wie etwa Lithium-Eisenphosphat (LFP)-Batterien dominieren werden, welche weniger rohstoffintensiv sind. Einige dieser Materialien sowie Lithium und natürlicher Graphit stehen nur in begrenzten Mengen zur Verfügung, der Bedarf wächst voraussichtlich schneller als durch die Erschließung neuer Lagerstätten nachgeliefert werden kann. Daher werden seit spätestens 2023 alle diese Rohstoffe in der EU als kritische Rohstoffe gelistet. Aber auch unabhängig davon stellt sich die Frage nach einer sinnvollen Wiederverwertung ausgedienter Altbatterien. Zur Erhöhung der Versorgungssicherheit und Nachhaltigkeit bei der Batterieherstellung wurden daher in der EU gesetzliche Vorgaben erlassen, um die Recyclingquoten von ausgedienten Lithiumbatterien bis 2030 erheblich zu steigern.

Sicherheitstechnische Herausforderungen beim mechanischen Recycling

Im Vergleich zu herkömmlichen mechanischen Recyclingprozessen für bspw. Elektrogeräte oder -kabel ergeben sich beim Recycling von Lithiumbatterien höhere sicherheitstechnische Anforderungen.

Im Laufe der letzten Jahre hat sich neben der pyrometallurgischen Aufbereitung vor allem das hydrometallurgische Recycling etabliert, welches höhere Rückgewinnungsraten bei gleichzeitig geringem Energieeinsatz verspricht. Für eine hohe Rückgewinnungsrate ist hierbei aber zunächst eine möglichst saubere mechanische Abtrennung der sogenannten Schwarzmasse (Kathoden- und Anodenaktivmaterial)

von den Kollektor- und Separatorfolien nötig. Hierzu werden die Zellen zunächst restentladen und aus den Batteriemodulen entnommen. Die Restentladung ist notwendig, um unerwünschte spontane chemische Reaktionen während des nachfolgenden Recyclings zu unterbinden.

Durch Zerkleinern der Batteriezellen in einem Schredder wird eine einheitliche Schüttung erhalten, welche automatisiert weiterverarbeitet werden kann. Durch die Zerkleinerung der Zellen werden auch die flüssigen Elektrolyte freigesetzt, welche zumeist brennbare Lösemittel enthalten. Eine lokale Überhitzung oder ein Funke während des mechanischen Recycling-Prozesses kann so leicht zu Schwelbränden bis hin zur Zerstörung der gesamten Anlage führen.

Ausgangslage Batterietrocknung

In den meisten Lithiumionenbatterien werden Kohlendensäureester als Hauptbestandteil verwendet. Die leichtflüchtigen Varianten hiervon sind DMC, EMC und auch DEC:

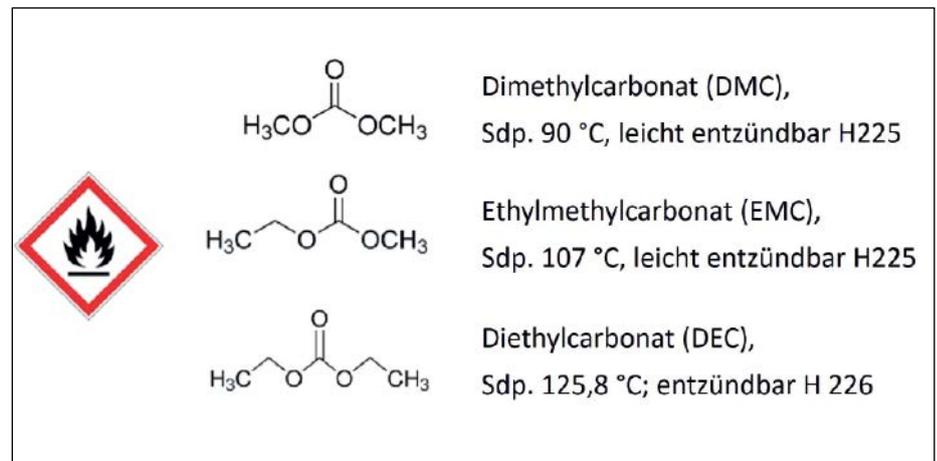


Abb. 1: Entzündbare Elektrolytlösemittel in Lithiumionenbatterien mit Strukturformeln (↑), üblicherweise enthalten in Lithiumbatterie-Zerkleinerungsgut (↓).



Da diese rund 10 % bezogen auf die Zellmasse im Zerkleinerungsgut enthalten sind, und es beim mechanischen Recycling zu Reibungswärme und entsprechend Verdunstun-

gen dieser Stoffe kommt, besteht die Notwendigkeit, zumindest diese leichtflüchtigen Bestandteile weitestgehend aus dem Schüttgut zu entfernen. Dies kann z.B. durch eine Extraktion in einer Waschlauge oder direkte Trocknung geschehen. Ekato bevorzugt die direkte Trocknung, um Abwasser im Recyclingprozess und auch längere Nachtrochnungszeiten durch mit Wasser beladenes Schüttgut zu vermeiden. Erfahrungsgemäß sind Restfeuchtegehalte von unter 1 % mittels Vakuumtrocknung gut zu erreichen und ausreichend, um eine sichere mechanische Separation zu gewährleisten. Darüber hinaus wird häufig auch noch das Entfernen von höhersiedenden Elektrolytlösemitteln wie z.B. Ethylencarbonat gefordert, was die anschließenden Trennprozesse nochmals vereinfacht. Hierzu werden in der Regel sehr niedrigere Vakuumniveaus benötigt, um eine sichere Trocknungstemperatur einhalten zu können.

Soll auch der Binder für das Aktivmaterial – z.B. Polyvinylidenfluorid – entfernt werden, reicht die Vakuumtrocknung als alleinige Trenn-

methode nicht aus, da hier Temperaturen von über 300 °C notwendig sind. Hierbei bietet sich bspw. eine Kombination aus Trocknung und zusätzlich selektiv-extraktiver Entfernung des Binders unmittelbar in der hydrometallurgischen Aufbereitung an. Die Notwendigkeit hängt im Einzelnen von der hydrometallurgischen Aufbereitungsmethode ab, welche sich voneinander unterscheiden.

Das Solidmix-Trocknungsprinzip

Ekato bietet im Rahmen der Vortrocknung von zerkleinertem Batterieschrott seine bewährte Solidmix-Technologie an und hat diese für die Abtrennung der in den Batterien enthaltenen Lösemittel optimiert. Mittels Vakuumtrocknung können sowohl die leicht- als auch schwerflüchtigen Lösemittel effizient und zuverlässig

aus dem Batterieschrott abgetrennt werden. Der erreichbare Restfeuchtegehalt liegt bei insgesamt unter einem Gewichtsprozent, bezogen auf das Schüttgut.

Der entsprechende Vakuum-Kontaktrockner des Anlagenbauers ist so gebaut, dass er Lösungsmittel durch Verdampfen und Rückkondensation von einem Feststoff trennt. Es gelten folgende physikalische und mechanische Parameter:

- Temperatur
- Druck
- Mechanische Fluidisierung durch Rühren

Zur Erzielung von niedrigen Restfeuchten durchlaufen die Trocknungsgüter mehrere Prozessschritte, wodurch sich ein Batch-Trocknungsprozess ergibt. Die Prozessschritte bestehen im Einzelnen aus (Abb. 2):

Das Batterieschüttgut ist bedingt rieselfähig und muss schonend durchmischt werden, um eine unerwünschte Kompaktierung zu vermeiden. Bei der korrekten Berechnung der Heizleistung sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Aufheizen aller medienberührten Komponenten (Geräte) in angemessener Zeit.
- Bereitstellung ausreichender Energie, um die Lösungsmittelfracht unter den gegebenen Bedingungen zu verdampfen.
- Kompensation von Energieverlusten, um die Verdampfungstemperatur zu halten.

Aufgrund seiner hohen spezifischen Wärmekapazität ist Wasser als Thermalfüssigkeit die erste Wahl, wenn es unter 150 °C bleibt. Bei Prozesstemperaturen über 150 °C wird Thermalöl praktikabler, da Öl bei erhöhten Tem-

peraturen nur einen marginalen Druckanstieg aufweist. Vor jeder Geräteauswahl muss die physische Grenze für den Prozess vom Prozessverantwortlichen definiert werden.

d.) Rückkondensation

Das Rückkondensieren und Sammeln der Elektrolytlösemittel und wahlweise Wasser sind anspruchsvolle Aufgaben im Prozess. Mit einem gut konzipierten Lösungsmittelrückgewinnungssystem können nahezu alle Lösemittel aufgefangen werden – bei effizientem Einsatz von Kühlleistung. Aufgrund möglicher Spuren an aggressiven Zersetzungsgasen legt

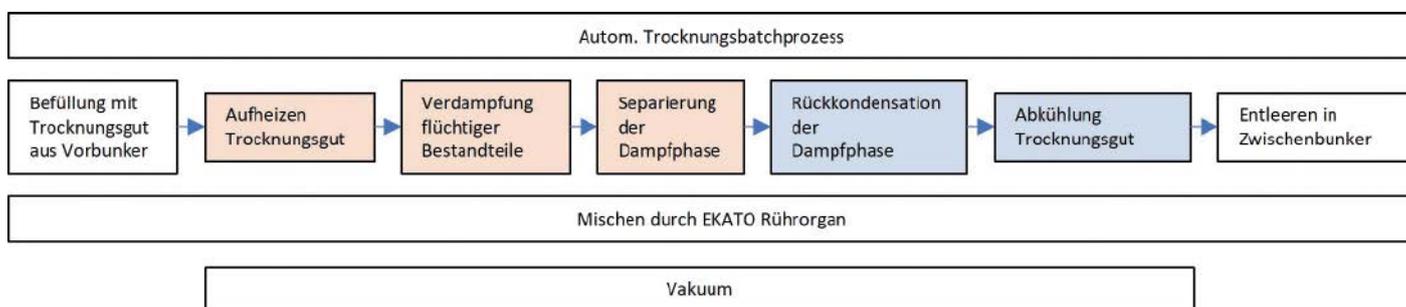


Abb. 2: Schema Trocknungsbatch

Jeder Prozessschritt hat seine individuellen Herausforderungen, welche besondere Aufmerksamkeit erfordern:

a.) Befüllung

Das Befüllen von geschredderten Batteriezeilen erfolgt in der Regel in Form von kleinen Folienstreifen von bis zu 3 cm Kantenlänge aus einem Vorlagenpuffertank, welcher die im Schredder kontinuierlich anfallenden zerkleinerten Folien und Blechstücke zwischenlagert. Die Befüllung des Trockners kann idealerweise vertikal durch Schwerkraft oder mithilfe eines Schüttgutförderers erfolgen. Hierfür ist eine größere Befüllöffnung zu wählen. Aufgrund der bestehenden Entzündungsgefahr sind der Vorbunker und der Trockner bereits mit Inertgas beaufschlagt.

b.) Mischen und Temperieren

Um eine gleichmäßige Temperaturverteilung im Schüttgut zu schaffen sowie die Entleerung zu unterstützen, wird es durchgehend durchmischt (Ekato-Ansatz). Die kontinuierliche Durchmischung gewährleistet zudem eine optimale Wärmeübertragung in der Apparatur, was die Geschwindigkeit der Trocknung zusätzlich erhöht.

peraturen nur einen marginalen Druckanstieg aufweist. Vor jeder Geräteauswahl muss die physische Grenze für den Prozess vom Prozessverantwortlichen definiert werden.

„
Mit Hilfe der Schwerkraft verläuft der natürliche Fluss eines Produktes im vertikal-stehenden Solidmix-Trockner VPT von oben nach unten.“

c.) Verdampfung

Durch Anlegen eines Vakuums werden die Siedetemperaturen der einzelnen Lösemittel gesenkt, sodass nicht nur die leicht-, sondern auch die schwersiedende Fraktion bei noch sicheren Temperaturen abgetrennt werden kann. Generell erlaubt das System eine flexible Prozesskontrolle und berücksichtigt die individuellen Betriebsvorgaben. Während des Batterie-Trocknungsprozesses kann es zu geringfügigem Mitriss von feinem Schwarzmastaub in die Dampfleitung kommen, der die Effizienz des Vakuumsystems verringern könnte. Um dies zu vermeiden, ist zwischen Trocknungsbehälter und Vakuumpumpe

Ekato hier besonderen Wert auf eine beständige Werkstoffauswahl. Restliche, nicht kondensierte Gase werden in der Regel über einen Wäscher zur Entfernung dieser aggressiven Begleitetstoffe geführt.

Mischtechnik mit optimierten Wandabständen

Bei Ekato mischt ein speziell entwickeltes Rührorgan Isopas den gesamten Inhalt des Behälters von der Schwerkraftfüllung bis zur Schwerkraftentleerung. Das Rührorgan wurde entwickelt, um eine bestmögliche Umwälzung bei geringstmöglicher Leistungsaufnahme zu erzeugen.

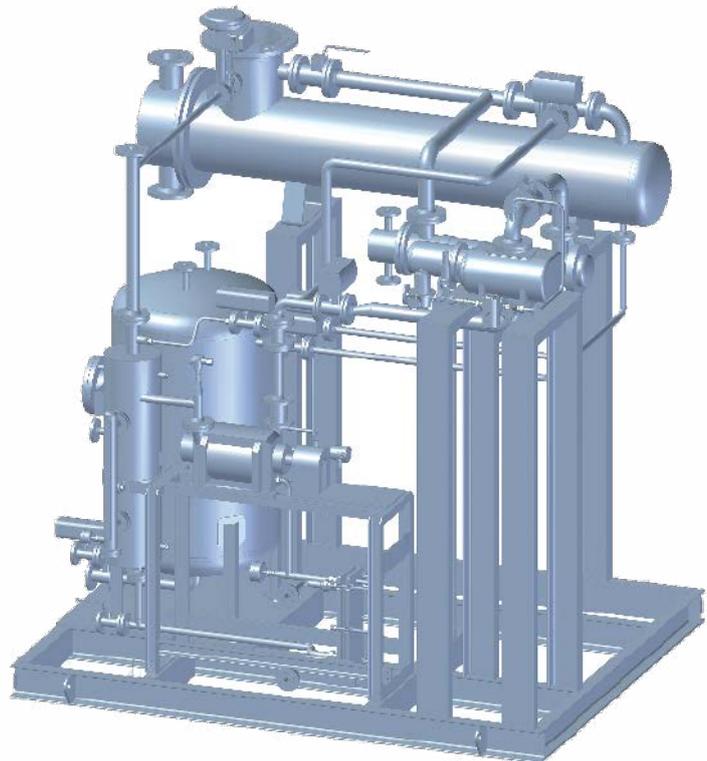
Das Hauptmerkmal aller Rührwerke in einem Vakuum-Kontaktrockner ist ein Rührwerkssystem, das mit optimierten Wandabständen arbeitet und so sowohl eine kontinuierliche Mitnahme der gesamten Schüttung bei gleichzeitiger Vermeidung von Verkantungen des Batterie-Zerkleinerungsgutes zu bewirken. Dadurch, dass das Rührorgan nur am oberen Wellenende gelagert ist, kommt das Schüttgut nicht mit dem Lager in Kontakt. Das verlängert die Haltbarkeit erheblich und verbessert die Dichtheit des Behälters im Vergleich zu z.B. horizontal gelagerten Schau-

feltrocknern. Erst dieser Umstand erlaubt die sichere Abtrennung der schwersiedenden Elektrolytlösemittel.

Alle oben genannten Komponenten erfordern eine sichere und präzise Bedienung. Die hohe Anzahl der zu verarbeitenden Signale und der zu handhabenden Ventile erfordert ausgereifte, automatische Prozesssteuerungssysteme, die sich auf ein geeignetes Temperatur- und Vakuumregime konzentrieren. Das Automatisierungssystem Process Operating System (EPOS) wurde entwickelt, um diese Anforderung zu erfüllen.



Abb. 3: Vertikaler Prozess Trockner Solidmix mit Isopas-Rührorgan (li.), modulare Lösemittelrückgewinnungsanlage (re.).



Prozesssicherheit von kleinem auf großem Maßstab

Die Skalierung eines Trocknungsprozesses erfordert sowohl Testkapazitäten in kleinem Maßstab als auch Erfahrung im Scale-up. Nach erfolgreicher Trocknung im 25-, 50- oder 100-Liter-Maßstab gelten Scale-up-Regeln, um folgende Leistungsmerkmale für den technischen Maßstab vorherzusagen:

- Trocknungszeit,
- Lösemittelfracht, Energiebedarf,
- Rückstände nach der Entleerung,
- Partikelgrößenänderungen aufgrund von Scherung am Produkt,
- Verschleiß der Rührwerksteile durch Einwirkung des Produkts.

Grundsätzlich setzt ein sicheres Scale-up voraus, dass die Geometrie des kleinen Testtrockners geometrisch ähnlich ist wie die des Trockners in Produktionsgröße. Ekato behält dieses geometrische Ähnlichkeitsprinzip von 25 bis 10.000 L bei. Das Scale-up funktioniert am

besten, wenn die Versuche unter den gleichen physikalischen Parametern (Druck/Temperatur) wie im späteren realen Prozess durchgeführt wurden. Ist dies nicht möglich, müssen Korrekturfaktoren auf die Scale-up-Formel angewendet werden. Beim Scale-up wird Folgendes berücksichtigt:

- Verhältnis von Volumen zu beheizter Oberfläche vom kleinen Maßstab zum kommerziellen Trockner,
- Temperaturkorrekturfaktor vom kleinen Maßstab zum kommerziellen Trockner,

- Faktor für den Einfluss der Rührorgangeschwindigkeit auf die Trocknungsdauer.

Durch den modularen Aufbau der Trockner ist eine sichere Skalierung hin zu größeren Trocknungskapazitäten möglich. Übliche Kapazitäten liegen dabei im Bereich von 0,5 bis 4 t/h Batterieschüttung.

Zusammenfassung und Ausblick

Durch die Trocknungslösung wird nicht nur die Sicherheit in den nachfolgenden mechanischen Trennstufen erhöht, sondern auch eine Voraussetzung zur Rückgewinnung der Lösemittel geschaffen. Darüber hinaus erleichtert das Abtrennen der Elektrolytlösemittel die nachgelagerte hydrometallurgische Behandlung der sogenannten Schwarzmasse, welche die wertvollen Kathoden- und Anodenmaterialien enthält.

Eine grundlegende Herausforderung ist es, den Trocknungsprozess so zu gestalten, dass unterschiedliche Batterie- bzw. Elektrolytzus-

sammensetzungen behandelt werden können. Daher empfiehlt es sich, die Apparatur möglichst flexibel auszulegen und die Möglichkeiten der Rezeptsteuerung zu nutzen.

Ekato Systems und sein Trockner-Know-how, einschließlich der Fähigkeit zur Prüfung im kleinen Maßstab und 90 Jahren Scale-up-Know-how, sind der Schlüssel zu einem erfolgreichen Betrieb des Lösungsmitteltrennungsschritts im Batterie-Recycling. Das Unternehmen bietet ein Komplettpaket passend zum individuellen Batterie-Recyclingverfahren – abgestimmt mit dem Betreiber, Ingenieurbüro oder Lizenzgeber.

Ekato auf der Achema Halle 6.0 – Stand C19

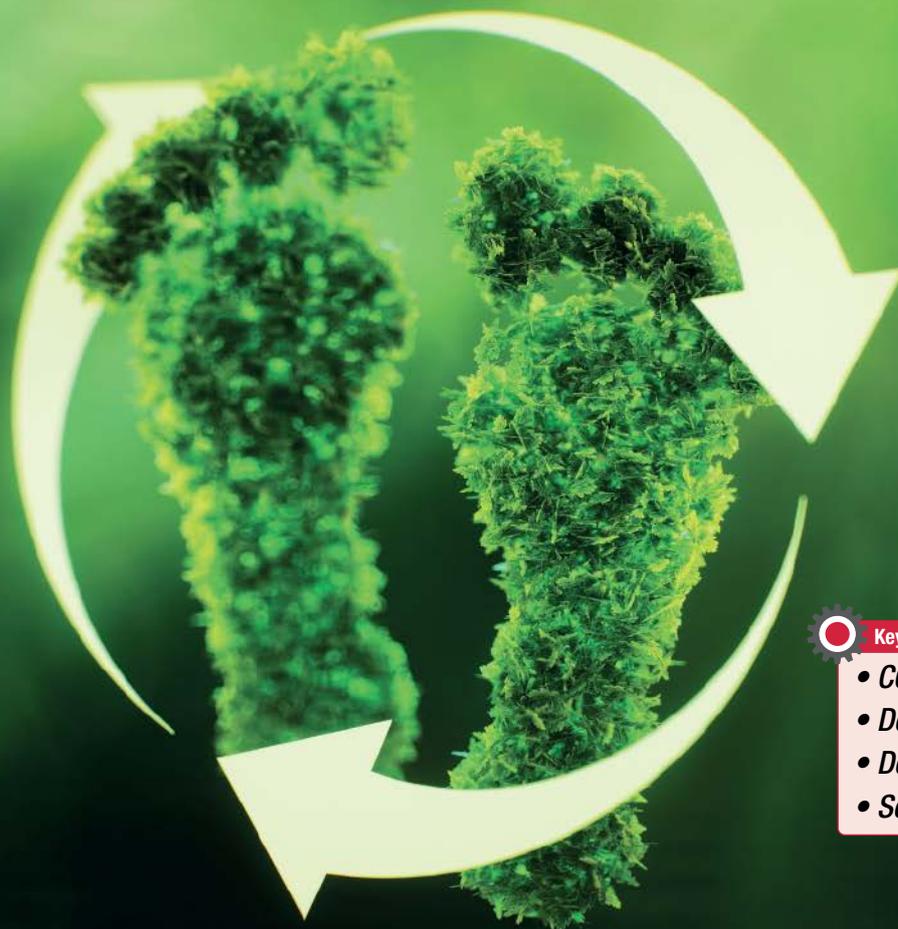


Georg von Blumenthal,
Process Engineer R&D,
Ekato Systems

Wiley Online Library



EKATO SYSTEMS GmbH
Tel.: +49 7622 6907 - 0
info@ekato.com · www.ekato.com



Keywords

- **CCU**
- **Dekarbonisierung**
- **Defossilisierung**
- **Schlüsseltechnologien**

Ein Plädoyer für Carbon Capture and Utilisation

Carbon Capture and Utilisation ist viel mehr als nur eine Technologie zur Entnahme von Kohlenstoffdioxid

FOKUS

Zur Eindämmung des Klimawandels ist eine drastische Reduzierung fossiler Kohlenstoffemissionen erforderlich. Während Energie- und Verkehrssysteme dekarbonisiert werden können, benötigen Chemie- und Werkstoffsektoren Kohlenstoff als Rohstoff. Diese Sektoren sollten auf erneuerbaren Kohlenstoff aus Biomasse, CCU und Recycling umsteigen, wie von der Renewable Carbon Initiative (RCI) gefördert. CCU bietet zahlreiche Vorteile, darunter die Defossilisierung der Industrie und die Reduzierung der Treibhausgasemissionen. Trotz ihrer Bedeutung wird CCU politisch noch nicht ausreichend anerkannt. Eine stärkere Unterstützung und der Einsatz erneuerbarer Energien sind notwendig, um CCU als Schlüsseltechnologie für eine nachhaltige Zukunft zu etablieren.

Als Hauptursache für den vom Menschen verursachten Klimawandel werden häufig CO₂ und andere Treibhausgase genannt, aber das eigentliche und grundlegende Problem liegt in ihrer Herkunft. Etwa 70 % des Klimawandels sind auf fossile Rohstoffe (Erdöl, Erdgas und Kohle) zurückzuführen, die aus dem

Boden gewonnen werden, während die restlichen 30 % auf die Land- und Forstwirtschaft aufgrund von Landnutzungsänderungen und Viehzucht entfallen. Um den Klimawandel einzudämmen, ist daher eine drastische Verringerung des Abbaus und der Emissionen von fossilem Kohlenstoff erforderlich.

Während die Energie- und Verkehrssysteme wortwörtlich dekarbonisiert werden können – erneuerbare Energien und die Elektrifizierung des Verkehrs ermöglichen Lösungen, die ohne kohlenstoffhaltige Brennstoffe auskommen –, benötigen andere Sektoren wie Chemie und Werkstoffe ausgefeiltere Strategien. Diese Sek-

toren sind auf Kohlenstoff als Rohstoff angewiesen, welcher nicht ohne Grund auch als Grundbaustein des Lebens bezeichnet wird. Anstelle einer Dekarbonisierung sollten diese Sektoren stattdessen eine Defossilisierung anstreben, indem sie sich von fossilem Kohlenstoff als Rohstoff abkoppeln und so das Problem an der Wurzel packen.

Eine verantwortungsvolle Beschaffung von Kohlenstoff

Um die Abhängigkeit von fossilem Kohlenstoff zu reduzieren, müssen andere Kohlenstoffquellen erschlossen werden, die nicht zu zusätzlichen CO₂-Emissionen führen, sondern den Kohlenstoff in einem Kreislauf halten. Diese alternativen Quellen sind: Biomasse, Carbon Capture and Utilisation (CCU) und Recycling – was sich als erneuerbarer Kohlenstoff zusammenfassen lässt. Zu diesem Zweck wurde Ende 2020 die Renewable Carbon Initiative (RCI) gegründet, um den Übergang von fossilem Kohlenstoff zu erneuerbarem Kohlenstoff zu fördern.

Alle drei erneuerbaren Kohlenstoffquellen ergänzen sich gegenseitig und können gemeinsam so entwickelt werden, dass nachhaltige Kohlenstoffkreisläufe und die Defossilisierung möglich sind. Die künftige Chemie- und Werkstoffindustrie muss den Rohstoff Kohlenstoff zunehmend und potenziell ausschließlich aus der Atmosphäre, der Biosphäre und der Technosphäre gewinnen. Nur so kann sichergestellt werden, dass der Kohlenstoff von Natur aus erneuerbar ist und im Kreislauf genutzt werden kann. Der Übergang zu erneuerbarem Kohlenstoff in der Chemie- und Werkstoffindustrie entspricht dem Konzept der Dekarbonisierung im Energie- und Verkehrssektor. Beide Strategien vermeiden, dass zusätzlicher fossiler Kohlenstoff aus dem Boden in den atmosphärischen Kreislauf gelangt.

Stärkere politische Anerkennung für die CCU benötigt

Das zentrale Ziel der Renewable Carbon Initiative (RCI) besteht darin, den Übergang von fossilem zu erneuerbarem Kohlenstoff in allen Chemikalien und Materialien zu fördern. CCU ist eine der drei verfügbaren Optionen für die Bereitstellung von erneuerbarem Kohlenstoff. Doch sein Potenzial wird von den politischen Entscheidungsträgern noch nicht vollständig erkannt. Ein Hauptgrund dafür ist die weit verbreitete, aber leider falsche Annahme, dass CCU lediglich Emissionen verzögert und daher nicht zur Abschwächung des Klimawandels oder zur Erreichung von Netto-Null beitragen kann – zwei Hauptziele der globalen Klimapolitik. In den Fällen wo politische Entscheidungsträger CCU akzeptieren, geschieht dies oft nur im Zusammenhang mit der langfristigen Speicherung von

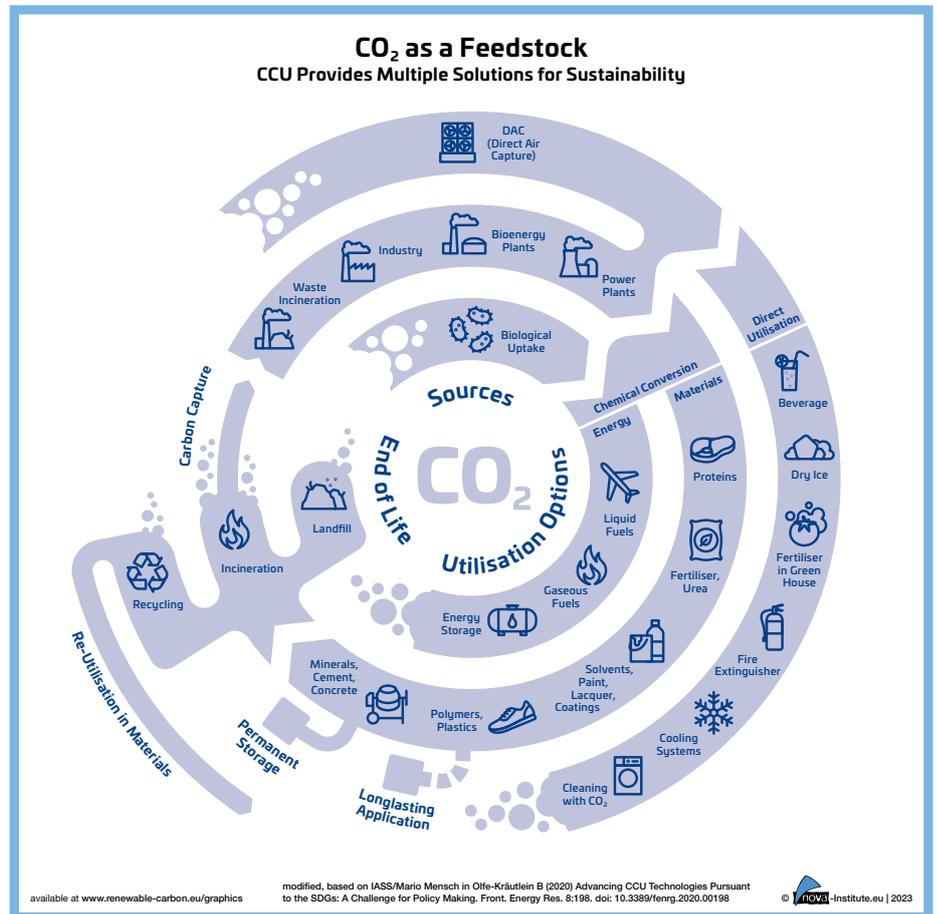
Kohlenstoff oder der Entfernung von atmosphärischem/biogenem Kohlendioxid. Dabei bietet CCU als Technologie viele verschiedene Vorteile und kann zahlreiche Lösungen für drängende Probleme der modernen Welt anbieten.

CCU ist weit mehr als eine Technologie zur Kohlenstoffentfernung

In einer ganzheitlichen Betrachtung kann CCU mehrere Ziele der nachhaltigen Entwicklung gleichzeitig unterstützen und bietet eine ganze Reihe an Vorteilen:

- CCU liefert erneuerbaren Kohlenstoff, der fossilen Kohlenstoff in Sektoren ersetzt, in denen Kohlenstoff ein elementarer Rohstoff ist. Dadurch können die Güter und Dienstleistungen dieser Sektoren erhalten bleiben.
- Es ermöglicht die vollständige Defossilisierung der Chemie- und der daraus abgeleiteten Materialindustrie als eine der drei Optionen für erneuerbaren Kohlenstoff.
- Es verringert die verbleibende Emissionslücke durch die Bereitstellung von erneuerbarem Kohlenstoff in verschiedenen Industriesektoren. Durch das Ersetzen von fossilen Kohlenstoff und den damit verbundenen CO₂-Emissionen verschiedener Industriesektoren verbleiben weniger Emissionen, die noch ausgeglichen werden müssen.

- Die Technologien tragen entscheidend zum Ausbau der erneuerbaren Energien bei, da die Technologie die Speicherung überschüssiger Energie in mobilen Energieträgern ermöglicht. Diese sind einfacher zu lagern, zu transportieren und zu verteilen sind als Wasserstoff und erlauben den Ausgleich von Überproduktion und Netzdestabilisierungen.
- Hochskalierte CCU-Technologien können bereits heute die Treibhausgas-emissionen von Kraftstoffen, Chemikalien und Materialien erheblich reduzieren. Neuere Studien geben Reduktionen von 50 – 90 % im Vergleich zu den etablierten fossilen Alternativen.
- Sie sind unverzichtbarer Bestandteil eines Kohlenstoffmanagements, da alle drei erneuerbaren Kohlenstoff-Rohstoffe benötigt werden, um nachhaltig Angebot und Nachfrage verschiedener Industriesektoren zu decken.
- CCU als Zukunftsindustrie schafft in vielen Bereichen Werte und treibt Innovationen an, was neue Geschäftsmodelle, Wirtschaftswachstum und Wohlstand ermöglicht.
- Sie ist unverzichtbar, um Scope-3-Emissionen zu reduzieren. Dort zählen auch genutzte Roh- und Ausgangsstoffe hinein, bei denen die Kohlenstoffaufnahme via



CO₂ als Rohstoff und Quelle für nachhaltige Produkte.

CCU prinzipiell die Emissionen am Ende der Nutzungsdauer ausgleicht.

- CCU ermöglicht die regionale Selbstversorgung mit Kohlenstoff als Rohstoff, da erneuerbare Energien und Kohlenstoff aus industriellen Punktquellen oder der Atmosphäre überall auf der Welt eingesetzt werden können.
- Es fördert die Kreislaufwirtschaft und nachhaltige Kohlenstoffkreisläufe, weil es Kohlenstoff kreislauffähig potenziell in einem kontinuierlichen Kreislauf halten kann.
- Es ermöglicht langfristig ein System, in dem die zukünftige Technosphäre mit hohen Recyclingraten als Langzeitspeicher fungieren kann.
- CCU kann als Kohlendioxidabscheidung fungieren, wenn sie atmosphärischen oder biogenen Kohlenstoff nutzt und diesen Kohlenstoff langfristig in haltbaren Produkten oder sogar in kurzlebigen Produkten speichert, wenn die künftige Technosphäre als Langzeitspeicher dient.
- Die Technologien können sofort und ohne größere Investitionen in die Infrastruktur eingesetzt werden. Für viele CCU-Anwendungen ist lediglich eine lokale Infrastruktur für CO₂ und der Zugang zu erneuerbarem Wasserstoff erforderlich. Die meisten der großen CO₂-Emittenten könnten einen erheblichen lokalen Kohlenstoffbedarf bedienen.
- Die Einführung von erneuerbaren Energien und CCU ist schneller, billiger und umweltfreundlicher als die Kompensation von Emissionen durch CCS.

Zentraler Pfeiler für den Wandel der Chemie- und Materialindustrie

Die Entkopplung der chemischen Industrie von fossilem Kohlenstoff ist wohlmöglich die größte Herausforderung seit der industriellen Revolution, und wird durch die Verwendung von erneuerbarem Kohlenstoff ermöglicht. CCU ist dabei eine entscheidende Technologie, da sie die Substitution von fossilem Kohlenstoff in Sektoren ermöglicht, in denen Kohlenstoff langfristig benötigt wird, und die vollständige Defossilisierung der chemischen Industrie und der Grundstoffindustrie unterstützt. Ohne CCU als weiteres Standbein bleiben nur Recycling und Biomasse, um den gesamten nichtfossilen Kohlenstoffbedarf einer nachhaltigen, defossilisierten Zukunft zu decken – wobei nachhaltige Biomasse limitiert ist und Recycling technische Grenzen besitzt. Gemeinsam maximieren die drei Optionen jedoch das technologische Potenzial, um für jede Situation die bestmöglichen Lösungen zu finden, und ermöglichen die Schaffung einer Kreislaufwirtschaft für Kohlenstoff. Ein Verzicht auf CCU hätte zur Folge, dass die Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen weiter anhält.

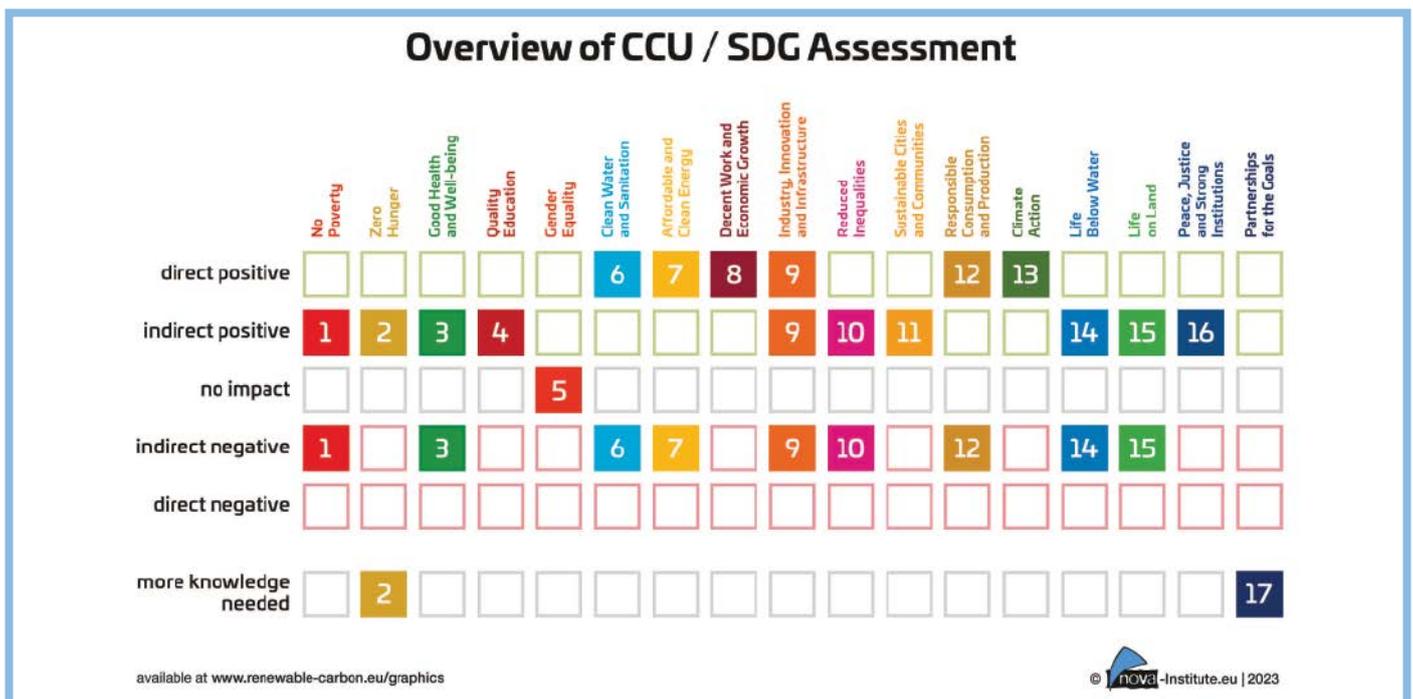
CCU benötigt erneuerbare Energie

Es ist wichtig zu betonen, dass die CCU diese Vorteile nur bieten kann, wenn die Technologie mit erneuerbarer Energie betrieben wird, weil ansonsten die Emissionen der benötigten Energie die Menge aufgefangenen Kohlenstoffs übersteigen können. Und die meisten CCU-Prozesse erfordern erhebliche Mengen an erneuerbarer Energie. Die Nutzung erneuerbarer Energien für CCU ist jedoch eine sinnvolle und verantwortungsvolle Anwendung, sowohl

im Bereich der Chemikalien und Werkstoffe als auch im Luftverkehr und in der Containerschiffahrt. Für Chemikalien und Werkstoffe gibt es keine Alternativen zur Verwendung von Kohlenstoff in den Molekülen, und für den Luftverkehr und die Containerschiffahrt gibt es noch keine praktikablen Alternativen die nicht auf Kohlenstoff als Energieträger basieren. Derzeit werden mehr als 90 % des Kohlenstoffbedarfs dieser Sektoren durch fossilen Kohlenstoff aus dem Boden gedeckt, welcher die Hauptursache für den Klimawandel ist. In zukünftigen Szenarien eines vollständig erneuerbaren Energiesystems dürfte der Energiebedarf von CCU für den Chemie- und Werkstoffsektor lediglich 5 % der Gesamtnachfrage ausmachen, was im Vergleich zum derzeitigen Anteil dieser Sektoren an der Rohölnachfrage geringer ist. CCU ist daher eine strategische Schlüsseltechnologie für eine nachhaltige Zukunft.

Einsatz nur in begrenztem Umfang

CCU ist eine junge und energieintensive Branche mit nur wenigen klaren Befürwortern und limitierter Verfügbarkeit von erneuerbarer Energie. Die Technologie konkurriert außerdem mit etablierten, hochentwickelten Industrien, die über mächtige Lobbys verfügen (z.B. fossile Industrien, Biokraftstoffsektor), und zwar über mehrere Produkte und Sektoren hinweg. Der starke Netto-Null-Fokus in der Politik veranlasst einige Interessengruppen außerdem dazu, die in Zukunft verbleibende Nachfrage nach Kohlenstoff als Rohstoff zu vernachlässigen - und daher nur auf kohlenstofffreie Energie und Kohlenstoffspeicherung der verbleibenden Emissionen zu drängen.



Wie CCU zu den United Nations Sustainable Development Goals (SDG) beitragen kann.

Des Weiteren fehlt es bisher an einer harmonisierten regulatorischen Unterstützung für CCU. Stattdessen existiert ein Flickenteppich aus regulatorischen Anreizen und Hindernissen. Dieser Flickenteppich fördert derzeit CCU für Brennstoffe und für die langfristige Speicherung, nicht aber für den einzigen Sektor, der einen eindeutigen langfristigen Bedarf an Kohlenstoffversorgung hat – Chemikalien und Materialien. Um die Entwicklung des gesamten Sektors der Kohlenstoffabscheidung zu fördern und die CCU zu einer zentralen Säule eines umfassenden Kohlenstoffmanagements zu formen, ist eine entsprechende Unterstützung durch die Politik erforderlich. Hier scheint in den letzten Monaten und Jahren zunehmend ein Umdenken stattzufinden.

Ansätze eines politischen Rahmens in der Europäischen Union

Die politischen und wirtschaftlichen Bedingungen für CCU in Europa sind wie erwähnt bisher ungünstig, und im direkten Vergleich wird eher neidisch auf die USA geschaut, wo die Regierung Biden die Speicherung (CCS) und Nutzung (CCU) von CO₂ mit Steuergutschriften massiv fördert. Künftig dürfte sich die Situation in der EU jedoch deutlich ändern. Das liegt zum einen an der massiven Informationsarbeit von Akteuren wie CO₂ Value Europe (CVE) und der Renewable Carbon Initiative (RCI), welche die Bedeutung von CCU als Schlüsseltechnologie für eine nachhaltige Netto-Null-Zukunft umfassend herausgestellt haben. Auf der anderen Seite erkennt die Europäische Kommission zunehmend an, dass CCU für die Defossilisierung von Brennstoffen, Chemikalien und Materialien und für nachhaltige Kohlenstoffkreisläufe erforderlich sein wird. Darüber hinaus wird auch zunehmend wahrgenommen, dass CCU eine technologische Alternative ist, welche die Nachfrage nach insgesamt begrenzter nachhaltiger Biomasse reduzieren kann. Infolgedessen wird in vielen neueren politischen Dokumenten die Notwendigkeit nachhaltiger Kohlenstoffkreisläufe und von Kohlenstoff als Rohstoff für Chemikalien und Materialien hervorgehoben, und dass CCU dabei eine Schlüsseltechnologie darstellt.

Aktuelle Dokumente wie die vorgeschlagenen EU-Klimaziele für 2040 (in denen auf die Entwicklung von CCU verwiesen wird, um den Einsatz nicht-fossiler Rohstoffe zu erhöhen), die Kommunikation zum industriellen Kohlenstoffmanagement (in der die Bedeutung von CCU für die Produktion von synthetischen Kraftstoffen, Chemikalien, Polymeren und Mineralien betont wird), die Kommunikation über eine Förderung der Biotechnologie und der Bioproduktion in der EU (in der hervorgehoben wird, dass das Angebot an nachhaltiger Biomasse schätzungsweise unter dem prognostizierten Bedarf



Beispiele für CO₂-basierte Produkte

liegt und daher zusätzliche Quellen wie recycelte Abfälle und abgeschiedener Kohlenstoff benötigt werden), den Net-Zero Industry Act (in dem CCU als Netto-Null-Technologie definiert wird), dem Zertifizierungsrahmen für dauerhafte Kohlenstoffentfernung (in welchem CCU für Kohlenstoffentfernung in langfristigen Produkten und Anwendungen von über 35 Jahren zertifiziert werden kann) oder im Kraftstoffsektor, wo die ReFuelEU-Initiative im Luftverkehr klare Quoten für synthetischen Flugkraftstoff von bis zu 35 % bis 2050 eingeführt hat.

Die oben genannten Regularien zeigen, dass Europa auf dem Gebiet der Kohlenstoffabscheidung und -nutzung voranschreitet und die Technologie als eine entscheidende Säule für das Erreichen von Netto-Null-Zielen und nachhaltigen Kohlenstoffkreisläufen ansieht. Wie schnell und umfassend diese vielversprechenden politischen Ansätze zur Integration und Unterstützung von CCU umgesetzt werden, hängt weitgehend von der nächsten Europäischen Kommission ab, die nach der Sommerpause ihr Amt antreten wird. Es ist zu erwarten, dass die Industriepolitik wieder eine stärkere Rolle spielen wird, basierend auf der wachsenden Erkenntnis, dass der Green Deal nur mit einer starken europäischen Industrie und Investitionen in innovative Technologien umgesetzt werden kann. Dies wäre für die Umsetzung der CCU sicherlich von Vorteil.

Der RCI ist der Ansicht, dass die oberste Priorität für Europa darin bestehen sollte, die Net-Zero-Emissionslücke zwischen verbleibenden Emissionen 2050 und dem dadurch notwendigen Entfernen von CO₂ aus der Atmosphäre so weit wie möglich zu minimieren und gleichzeitig die Kohlendioxidabscheidung als technologischen Notfallplan zu entwickeln, um unsere Klimaziele zu erreichen. Diese Ziele zu

verfehlen, stellt schlichtweg keine Option dar, und deshalb müssen bewährte Technologien zur Kohlenstoffspeicherung entwickelt und skaliert werden. CCU ist hier eine enorm wichtige Technologie, welche allerdings mit massiven Investitionen in erneuerbare Energien und regulatorischer Weitsicht unterstützt werden muss.



Michael Carus,
Gründer und Geschäftsführer,
Nova-Institut und Renewable
Carbon Initiative (RCI)



Christopher vom Berg,
Geschäftsführer, Renewable
Carbon Initiative (RCI)

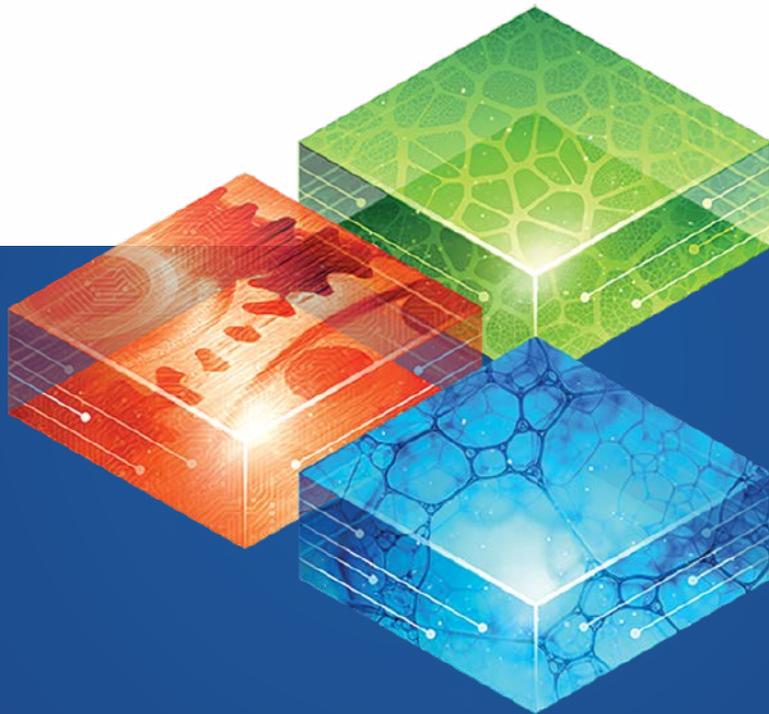
Wiley Online Library



nova-Institut für politische und ökologische Innovation GmbH, Hürth

Subject: Renewable Carbon Initiative (RCI)
Tel.: +49 2233 - 460 14 00
verena.roberts@nova-institut.de
www.renewable-carbon-initiative.com
www.nova-institute.eu

Save the date!



© AICHEMA

Besuchen Sie uns
auf der Achema
10.–14. Juni 2024
Foyer 4.1, Stand A31

Innovative Ideen

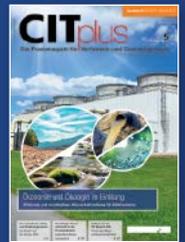
Die Achema ist Wegweiser und Impulsgeber für die international vernetzte Prozessindustrie.

CITplus ist das **Praxismagazin für Verfahrens- und Chemieingenieure**. Die verfahrenstechnische Fachzeitschrift CITplus ist im deutschsprachigen Raum eine der ersten Adressen für umfassende anwendungs- und praxisbezogene Fachbeiträge, aus den Gebieten der Verfahrenstechnik, Mess- und Regeltechnik sowie Prozessleittechnik.

In dieser Achema-Ausgabe der **CITplus** beleuchten wir die aktuellen Top-Themen der Prozessindustrie. In unseren Newslettern stellen wir viele der technischen Innovationen vor, die auf diesem für die Chemie- und Pharmaindustrie richtungsweisenden Event präsentiert werden.

Kommen Sie auf unseren Messestand und diskutieren Sie mit uns bei einer guten Tasse Kaffee von unserem Barista!

www.chemanager-online.com/citplus



Jetzt Newsletter abonnieren!



CIT plus

Das Praxismagazin für Verfahrens- und Chemieingenieure



Erfolgsfaktor Energieeffizienz

Prozessluft ist für viele Industrien essenziell, doch ihre Erzeugung ist energieintensiv. Angesichts steigender Energiepreise und des Klimawandels gewinnt Energieeffizienz an Bedeutung. Der Kompressorenhersteller Aerzen erzielt mit einem ganzheitlichen Ansatz erhebliche Energieeinsparungen. Das zahlt sich vor allem in Branchen mit einem sehr hohen Prozessluftbedarf schnell aus.

Aerzener Maschinenfabrik GmbH, Aerzen
Tel.: +49 5154/81 - 0
info@aerzen.com · www.aerzen.com

Die Themen

- Kostensenkung durch energieeffiziente Druckluftherzeugung S. 28
- Energiesparend mit Wärmepumpe trocknen S. 32

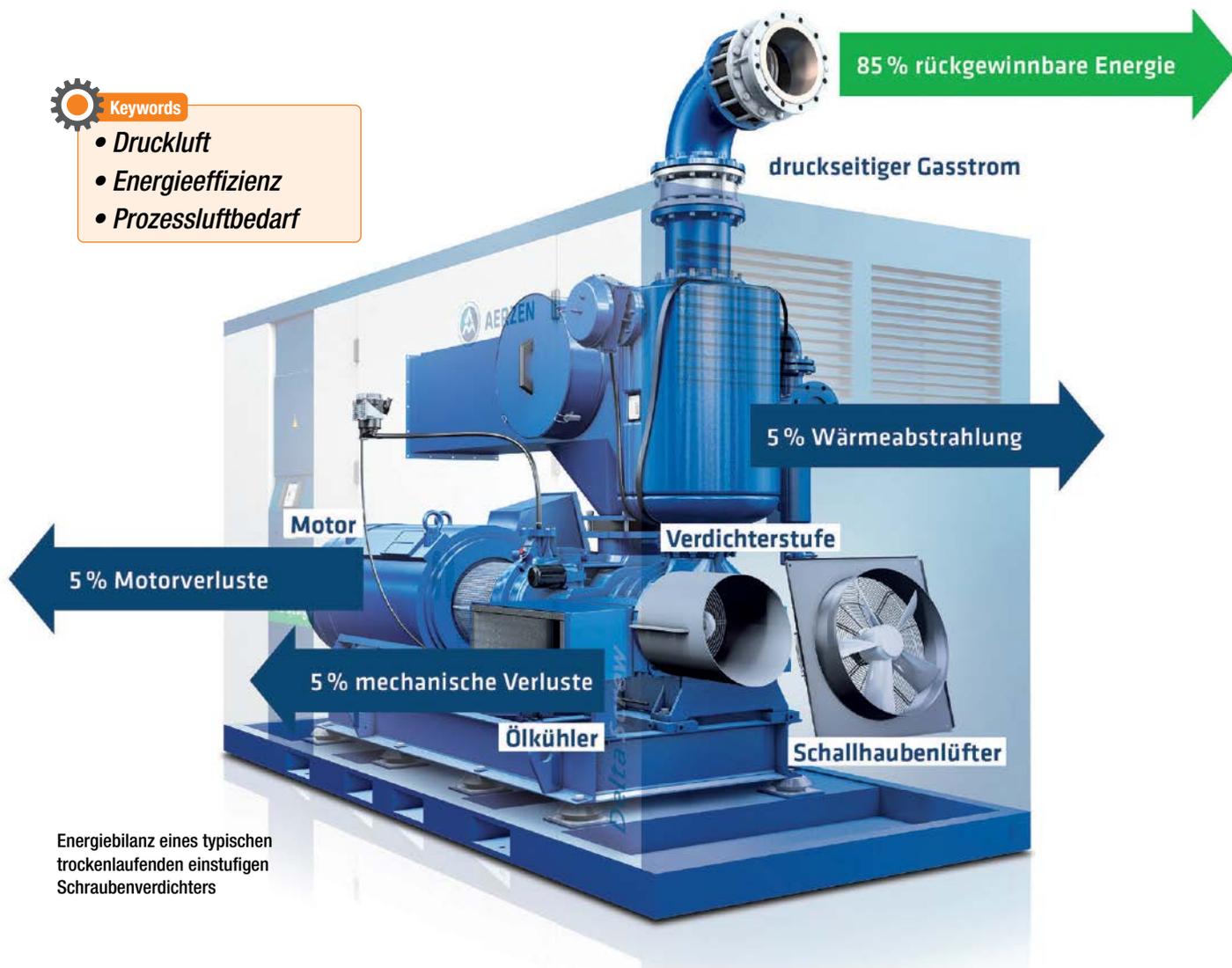
Erfolgsfaktor Energieeffizienz

Kostensenkung durch energieeffiziente Druckluftherzeugung



Keywords

- Druckluft
- Energieeffizienz
- Prozessluftbedarf



Energiebilanz eines typischen trockenlaufenden einstufigen Schraubenverdichters

Prozessluft ist für viele Industrien essenziell, doch ihre Erzeugung ist energieintensiv. Angesichts steigender Energiepreise und des Klimawandels gewinnt Energieeffizienz an Bedeutung. Der Kompressorenhersteller Aerzen erzielt mit einem ganzheitlichen Ansatz erhebliche Energieeinsparungen. Das zahlt sich vor allem in Branchen mit einem sehr hohen Prozessluftbedarf schnell aus.

Druckluft ist – physikalisch bedingt – die mit Abstand teuerste Energieform. Zwar steht Luft gratis zur Verfügung, die Kosten für die benötigte elektrische Energie zur Verdichtung schlagen allerdings kräftig zu Buche. Viele Industrieprozesse sind jedoch auf eine zuverlässige Versorgung mit Prozessluft angewiesen – sei es zum Transportieren, Belüften, Kühlen, Mischen, Trocknen oder Verpacken. Einen besonders hohen Bedarf an Prozessluft haben beispielsweise die pneumatische Förderung (Transport von Lebensmitteln, Zement, Kunststoffgranulaten, Asche etc.), die Abwasseraufbereitung (Belüftung von Belebungsbecken), die Chemieindustrie (Wasserstoff als Energieträger), die

Kunststoff- und Glasindustrie sowie maritime Anwendungen wie ALS (Air lubrication system), Anti-Heeling und Eisfreihaltung (Duck Walk).

Angesichts steigender Energiekosten, strengerer Umweltauflagen, knapper werdender Ressourcen, begrenzter CO₂-Emissionen und einem zunehmenden Preisdruck kommen Anlagenbetreiber nicht umhin, ihre Prozesse zu optimieren und Ressourcen sparsamer und effizienter zu nutzen. Mit seiner holistischen Energieeffizienzstrategie bringt Aerzen Analyse, Engineering, Gerätetechnik, Finanzierung sowie Service in ein ganzheitliches System und ermöglicht so Energieeinsparungen von 20 bis 30 %.

Blick auf die Gesamtanlage

Mithilfe von intelligenten Steuerungen, der Kombination unterschiedlicher Technologien und Baugrößen sowie Möglichkeiten zur Wärmerückgewinnung realisiert der Kompressorenhersteller gleichermaßen wirtschaftliche wie ressourcensparende und umweltschonende Lösungen. „Energieeffizienz bedeutet weit mehr als nur den Einsatz energiesparender Aggregate. Um das volle Potenzial zu heben, muss der gesamte Prozess beim Anwender betrachtet werden. Das schließt neben der eigentlichen Prozessluftanwendung auch die Gestaltung des Aufstellraums, Konzepte zur Wärmerückgewinnung sowie nachhaltige Ser-

vice- und Wartungsstrategien mit ein“, erläutert Stephan Brand, Director Marketing bei Aerzen, und ergänzt: „Die Eruiierung passender Fördermöglichkeiten für Energiekonzepte ist für uns ebenso selbstverständlich.“

Effizienzsünden vermeiden

Zu den größten Effizienzsünden gehören überdimensionierte Aggregate, zugesetzte Filter, zu warme Ansaugluft, eine fehlende übergeordnete Steuerung, nicht abgestimmte Servicekonzepte, falsche Rohrquerschnitte sowie Maschinen, die nicht im Bestpunkt eingesetzt werden. Auch Zubehör, Frequenzumrichter oder Antriebsmotoren, die nicht auf die Anwendung optimiert sind, stehen einer optimalen Ressourcennutzung im Weg.

Da jede Maschine ihre höchste Effizienz bei unterschiedlichen Anforderungen und Bedingungen entfaltet, ist die Auswahl der genau passenden Gebläsetechnologie sowie eine automatisierte und optimierende Steuerung der druckluftherzeugenden Maschinen von entscheidender Bedeutung. Mit dem nötigen Know-how kann durch den Einsatz der passenden Gebläse oder Verdichter eine Menge an Energie und CO₂-Ausstoß eingespart werden.

Der Technologiemark Performance³

Das Verbundkonzept kombiniert die Stärken der unterschiedlichen Gebläse- und Verdichtertlösungen und gilt als die wohl effiziente, leistungsstarke und flexible Technologielösung zur bedarfsgerechten Prozessluftversorgung. So bieten Strömungsmaschinen wie der Aerzen Turbo eine überdurchschnittlich hohe Energieeffizienz im Auslegungspunkt. Verdrängermaschinen wie der Delta Blower (Drehkolbengebläse) und der Delta Hybrid (Schraubengebläse) dagegen zeichnen sich durch einen hohen Regelbereich von

25 bis 100 % sowie eine nahezu gleichbleibende Effizienz auch im Teillastbetrieb aus. Je nach Anlagenkonfiguration und Auslastung werden die Aggregate in Kombination oder als Einzellösung so geschaltet, dass die effizienteste Lösung erzielt wird. Eine übergeordnete Steuerung wie die Aersmart steigert

die Performance weiter. Die Steuerung teilt die geforderte Luftmenge so auf, dass die höchsten Wirkungsgrade der einzelnen Maschinen bzw. der Gesamtkonfiguration genutzt werden. So wird der installierte Maschinenpark ganz nah dem theoretisch höchsten Wirkungsgrad betrieben. Bis zu zwölf Maschinen kann das System auf diese Weise zu höchster Effizienz steuern. Zusätzliche Einsparungen bis zu 15 % sind möglich.

Die Anlagen stellen absolut öl- und absorptionsmaterialfreie Prozessluft zur Verfügung und stehen für hohe Energieeffizienz, geringe Life-Cycle-Costs sowie absolute Prozesssicherheit. Neben dem Delta Blower, Delta Hybrid und Aerzen Turbo umfasst das Produktportfolio auch Schraubenverdichter. Durch die nahtlose Überschneidung der Leistungsbereiche innerhalb der Baureihe können die Delta Screw flexibel an applikationsspezifische Anforderungen angepasst werden und gewährleisten einen maximal wirtschaftlichen Betrieb.

Wärmeenergie sinnvoll nutzen

Aus thermodynamischen Gründen fällt bei Druckluftanwendungen Wärme an – elektrische Energie von der Antriebsleistung wird in Wärme umgewandelt. Sie entsteht sowohl im erzeug-



Der Aerzen Delta Hybrid erzielt Energieeinsparungen von bis zu 30 % gegenüber herkömmlichen Drehkolbengebläsen.



Die Aerzen Gebläse und Verdichter stellen absolut öl- und absorptionsmaterialfreie Prozessluft zur Verfügung.

© Avatar_23 - stock.adobe.com

ten Luftstrom als auch unter der Schallhaube durch die Abwärme der Verdichterstufe, des Motors und des Schalldämpfers. Früher blieb sie oft ungenutzt. Doch angesichts des wachsenden Interesses an ökologischer Nachhaltigkeit und betriebswirtschaftlichem Kostenbewusstsein blicken Anlagenbetreiber mit zunehmender Aufmerksamkeit auf die Wärmerückgewinnung. „Mit vergleichsweise geringen Investitionskosten kann die für die Druckluftherzeugung aufgewandte elektrische Energie zu einem großen Teil zurückgewonnen und der Gesamtwirkungsgrad der Druckluftherzeugung erhöht werden“, so Stephan Brand. „Wir stimmen unsere Wärmerückgewinnungslösungen passgenau auf die kundenindividuelle Applikation ab und ermöglichen so gravierende Kosteneinsparungen.“ Basis für die optimale Abwärmenutzung ist die Ermittlung der verfügbaren Wärmemenge. Diese hängt von der nutzbaren Temperaturdifferenz, dem Massen- bzw. Volumenstrom, der zeitlichen Verfügbarkeit sowie der spezifischen Wärmekapazität des Wärmeträgermediums ab.



Über Wärmetauscher kann ein Großteil der für die Druckluftherzeugung aufgewandten elektrischen Energie zurückgewonnen werden.

Euro pro Jahr zusammen“, macht Stephan Brand deutlich. Die Knackpunkte sind vor allem ein ausreichender Volumenstrom, der richtige Luftdruck, die wirksame Begrenzung der Temperatur im Aufstellraum sowie die richtige Gebäudeplanung.

beheben. Bis zu 8 % Energie lassen sich so einsparen.

Minimale Gesamtbetriebskosten

Auch die Mietmaschinen und Zubehörteile von Aerzen Rental, dem internationalen Miet-service des Anlagenbauers, sind ausgesprochen energieeffizient. Die Anlagen haben nahezu die gleichen Energieverbrauchswerte wie vergleichbare ortsfeste Anlagen und verursachen keine zusätzlichen Stromkosten. „Investitionen in Energieeffizienz-Maßnahmen sind natürlich erst einmal mit Kosten verbunden, diese rechnen sich aber innerhalb kürzester Zeit. Sind die Kosten einmal amortisiert, spart der Anwender Jahr für Jahr beträchtliche Summen“, betont Stephan Brand. Mit individuellen ROI-Berechnungen veranschaulicht Aerzen die beachtlichen Kostenvorteile und zeigt, welche kurzen Amortisationszeiten – wenige Monate bis drei Jahre – erreicht werden können.



Aerzen Rental bietet eine große Anzahl von Mietmaschinen mit unterschiedlichen Druck- und Volumenstrombereichen sowie vielseitigem Zubehör für die unterschiedlichsten Anwendungen an.

Reduzierte Kosten dank Maschinenraumbelüftung

Ein wichtiger Effizienzbaustein, der oft vernachlässigt wird, ist der Maschinen- bzw. Aufstellraum. Ein großer Fehler, denn stimmen die Umgebungsbedingungen hier nicht, müssen die Gebläse und Verdichter mehr leisten, bzw. länger laufen, um die geforderte Leistung zu erzielen. Für einen möglichst wirtschaftlichen Betrieb ist es daher unerlässlich, den Maschinenraum in das Effizienzkonzept miteinzubeziehen und eine professionelle Raumbelüftung zu integrieren. „Anlagenbetreibern ist oft gar nicht bewusst, wie sehr sie mit einer unzureichenden Belüftung der Aufstellräume die Effizienzvorteile ihrer Aggregate konterkarieren. Dabei sind die Verluste durch zu hohe Temperaturen und/oder falschen Luftdruck eklatant. Schnell kommen mehrere Zehntausend

Digitale Services unterstützen bei der Prozessoptimierung

Durch die Vernetzung von Gebläsen und Sensoren sowie den Einsatz digitaler Technologien können Anlagenbetreiber zusätzliche Einsparpotenziale heben und ihren ökologischen Fußabdruck weiter verbessern. Mit der IIoT-Plattform Aerprogress bietet Aerzen Digital Services für seine Verdichter und Gebläse an, darunter Energieeffizienzoptimierung, Live-Monitoring oder Predictive Maintenance. Das automatisierte Erfassen, Auswerten und die Analyse von Betriebsdaten ermöglicht es, Verbesserungspotenziale zu identifizieren und die Betriebsweise von Kompressoren nachhaltig zu optimieren. So lassen sich durch ein durchgängiges Energiemonitoring (konform zur DIN EN 50 001) schleichende energetische Veränderungen leicht erkennen und deren Ursachen

Aerzen auf der Achema
Halle 8.0 – Stand D38



Sebastian Meißler,
Marketing,
Aerzener Maschinenfabrik

Wiley Online Library



Aerzener Maschinenfabrik GmbH, Aerzen
Tel.: +49 5154/81 - 0
info@aerzen.com · www.aerzen.com

Energieeffiziente Doppelmembranpumpen



AxFlow präsentiert neue Doppelmembranpumpen von Sandpiper, die eine verbesserte Leistung bei gleichzeitiger Reduzierung des Druckluftverbrauchs bieten. Die SPE10 EvolutionX 1-Zoll-Pumpen mit einer maximalen Förderleistung von 238 l/min wurden entwickelt, um den steigenden Anforderungen an Effizienz und Leistung in industriellen Anwendungen gerecht zu werden. Die ATEX-zertifizierten Modelle eignen sich für hochkorrosive Flüssigkeiten und finden Anwendung beim Fördern von chemisch aggressiven Rohstoffen, bei der Tankentleerung sowie in der industriellen Waschwasser- und Abwasserentsorgung. Das Vorgängermodell kann mit einem Adapterstück ohne weitere Anpassung der Anlage direkt ausgetauscht werden. Die Wartung wurde durch leicht zugängliche Komponenten und ein durchdachtes Design, das eine schnelle Demontage und Montage ermöglicht, erheblich vereinfacht. Mit einem Gewicht von nur 11,3 kg und einheitlichen Schraubengrößen sind die neuen Modelle einfach zu handhaben.

www.axflow.de

Hohe Effizienz, niedriger Druck

Zahlreiche Branchen benötigen ölfreie Druckluft bis 4 bar. Mit dem LPT 150 stellt Boge einen neuen kompakten Kompressor für einen Betriebsdruck zwischen 2 und 4 bar vor, der besonders effizient arbeitet. Der hohe Wirkungsgrad wird durch eine optimale technische Abstimmung von Permanentmagnetmotor, luftgelagerter Antriebswelle und zweistufigem Verdichtersystem erreicht. Ein Frequenzumrichter passt den Kompressor dem Druckluftbedarf anforderungsgerecht an. Die intelligente Steuerung Fcus 2.0 optimiert den Energieverbrauch und die Auslastung. Dank der luftgelagerten Motorwelle und dem völligen Verzicht auf Schmierung wird ölfreie Druckluft der Klasse 0 erzeugt. Die Technologie ist besonders verschleiß- und wartungsarm, da weder Getriebe getauscht noch Öl- und Filterwechsel



sel vorgenommen werden müssen. Mit einem Schalldruckpegel bis zu 73 dB(A) ist er leiser als ölfrei verdichtende Schraubenkompressorvarianten. Eine optionale Wärmerückgewinn-

nung spart bis zu 80 % Energie. Die Wärme aus dem Druckluftprozess wird über Kühler an das Prozesswasser abgegeben und kann dieses bis auf 90 °C erwärmen. Anschließend steht das Wasser für eine weitere Nutzung zur Verfügung und muss somit nicht durch externe Energiequellen aufgeheizt werden. Der Wartungsvertrag schließt eine Garantie für die Motor-Verdichter-Einheit ein. Im Refurbishing-Programm wird die gesamte Einheit aufbereitet und dem Anwender anschließend wieder zur Verfügung gestellt. Wartungs- und Verschleißteile werden über die gesamte Laufzeit von fünf Jahren überprüft und gegebenenfalls getauscht. Per Fernüberwachung lassen sich sämtliche Betriebsparameter visualisieren. Mit dem zusätzlich abschließbaren „no-hassle“-Garantievertrag sind bei einem Ausfall alle Kosten abgedeckt.

www.boge.com

Das Unsichtbare wird sichtbar

KAESER MESSTECHNIK

Intelligente Prozessdatenerfassung

- **Intelligente Sensoren** ermöglichen eine multiple Datenerfassung unter Berücksichtigung aller relevanten Messwerte – Power over Ethernet
- **Einfache Datenintegration** über das KAESER SIGMA NETWORK
- **Prozessdatenerfassung** für Echtzeitmonitoring, Überwachung, Auswertung, Kennzahlenbildung und Fehlerbehebung
- **Hochwertige Sensortechnik** mit einfacher Installation und Inbetriebnahme ins Druckluftsystem
- **Zertifizierung** für höchstmögliche Prozesssicherheit und höchste Qualitätsstandards



ACHEMA
2024

Frankfurt am Main | 10.–14. Juni 2024 | Halle 8, Stand C4

www.kaeser.com

Kunststoffgranulate sanft trocknen

Energiesparend mit Wärmepumpe trocknen bringt Qualität, Sicherheit und Fördergelder



Keywords

- **Trocknung**
- **Granulate**
- **Energieeffizienz**
- **Wärmepumpe**

Auf den ersten Blick schienen beide Themen für lange Zeit gar nichts gemein zu haben. Inzwischen ist aber im Fokus, dass heiße Luft Kunststoffe nicht nur belastet, sondern natürlich auch viel Energie benötigt. Und so greifen zwei Themen ineinander, die für Harter schon immer praktische Realität waren. Der Trocknungsbauer hat bereits vor über 30 Jahren eine alternative Trocknungstechnik entwickelt, die auf Basis einer Wärmepumpe arbeitet. Das Hauptkriterium, in die sogenannte Kondensationstrocknung mit Wärmepumpe zu investieren, war immer, dass sich Trocknungserfolge erzielen ließen, die mit herkömmlichen Verfahren nicht möglich waren. Für das Energiesparen hat sich über Jahrzehnte niemand interessiert. Sie war lediglich eine nette Beigabe. Das hat sich inzwischen sehr verändert. So sehr, dass diese stets weiter optimierte Art der Trocknung heute mit staatlichen Fördergeldern unterstützt wird.

Mit Versuchen zur richtigen Trocknungslösung

Bei einer Anwendung, die all dies verdeutlicht, handelt es sich um die Trocknung von

Kunststoffe und Hitze vertragen sich meist nicht gut – ein Problem für die Trocknung in der Kunststoffherstellung und -weiterverarbeitung. Wer seine Kunststoffe sanft entfeuchten möchte, benötigt eine Niedertemperaturtrocknung. Eine alternative Technologie auf Basis einer Wärmepumpe kann die Trocknung schonend und zugleich sehr energiesparend machen.

Kunststoffgranulaten. Ein renommierter Hersteller von Polymer-Werkstoffen hatte einen Abluft-Heißluft-Trockner im Einsatz, der nicht die gewünschten Ergebnisse erbrachte. Eine neue und vor allem zeitgemäße Technologie sollte angeschafft werden. Die Granulate werden zu unterschiedlichen Produkten weiterverarbeitet, die in der Medizintechnik und in der Automobilindustrie ihren Einsatz finden. Für die jeweiligen Fertigungsprozesse benötigen die Granulate Restfeuchten von <3 bzw. <1%. Zu dieser bereits sehr hohen Anforderung kam noch hinzu, dass die Granulate bei der Trocknung teilweise verklumpten. Somit entstand ständig ein gewisses Maß an Ausschuss. Mit dem Augenmerk auf die Energie und betriebsinterne Einsparpotentiale wurde schnell klar, dass der bisherige Heißlufttrockner mit Abluft zudem eine wahre Energieschleuder war.

Um die Machbarkeit gemäß den Anforderungen des Kunststoffspezialisten zu prüfen, wurden im Technikum des Trocknerherstellers erste Versuche durchgeführt und anschließend die Parameter für eine erfolgreiche Trocknung bestimmt. Diese sind Temperatur, Feuchte, Zeit, Luftvolumenstrom und Luftgeschwindigkeit.

Ein weiterer Faktor ist die Luftführung, die vor allem bei Schüttgütern eine zentrale Rolle spielt. Um sicherzugehen, dass das Granulat nicht wieder verklumpen würde, wurden zusätzlich Testreihen beim Anwender vor Ort durchgeführt. Mit einer Leihanlage und nach Einweisung durch einen Techniker konnte der Granulathersteller nun selbst Versuche im größeren Maßstab vornehmen. Diese bestätigten die bisherigen Ergebnisse.

Während der Werkstoffhersteller eigentlich eine kontinuierliche Trocknung, einen Trockner mit Förderband, im Kopf hatte, zeigte sich in den Versuchen ein völlig anderes Bild. Mit dem richtigen Luftstrom und der passenden Luftführung war es tatsächlich möglich, das Schüttgut in einem Container zu trocknen. Diese Variante war nicht nur bedeutend günstiger, sondern auch von der betriebsinternen Logistik sehr viel einfacher.

Endlich homogen und vollständig trocken

Die heute eingesetzte Lösung ist ein Kammertrockner mit zwei fahrbaren Containern. Der Kammertrockner selbst besteht aus einer Trockenkammer und einem Wärmepumpen-

Kunststoffgranulate in unterschiedlicher Form und Größe galt es, homogen und bei niedrigen Temperaturen zu trocknen. Für den neuen Wärmepumpentrockner gab es staatliche Zuschüsse.

modul. Die Trockenkammer nimmt den Container mit dem zu trocknenden Produkt auf. Dort findet die Trocknung statt. Die Container bei diesem Kammertrockner haben ein Volumen von 1,5 m³. Das Wärmepumpenmodul bereitet die erforderliche Prozessluft auf und ist ebenso für den Kondensationsprozess verantwortlich. Der Kammertrockner ist mit einer SPS-Steuerung ausgestattet, in der verschiedene Rezepte hinterlegt sind. Sie sind erforderlich, weil es Granulate in sehr unterschiedlicher Form und Größe gibt.

Der Trocknungsprozess läuft folgendermaßen ab: Die Kunststoffgranulate befinden sich in Big Bags, die auf einem erhöhten Gestell gelagert sind. Ein Mitarbeiter schiebt einen Trocknungscontainer darunter und befüllt diesen mit Granulat. Anschließend schiebt er den Container in die Trockenkammer und startet die Trocknung mit dem passenden Rezept. Sobald der geforderte Trockenstoffgehalt erreicht ist, gibt ein Feuchtesensor Meldung und der Trockner schaltet sich automatisch ab. Der Kammertrockner ist zudem mit einem Acetonsensor ausgestattet. Befindet sich zu viel Lösemittel in der Prozessluft, schaltet die Anlage automatisch ab. Nach Ende der Trocknung schiebt ein Mitarbeiter den Container wieder aus der Kammer heraus, entleert ihn mit Hilfe einer Kippvorrichtung und führt das trockene Granulat der Weiterverarbeitung zu. Währenddessen wird der zweite Container mit Granulat befüllt. So sind beide Trocknungscontainer abwechselnd im Einsatz.

Die vom Anwender geforderte Temperaturgenze für die Trocknung lag bei maximal 40 °C. Bis zu dieser Grenze ist die Temperatur bei der heutigen Anlage variabel einstellbar. Auch der Luftvolumenstrom ist variabel. Beide



„
Eine zielgenaue Luftführung ist von großer Bedeutung. Sie bedarf großer Expertise. Und sie ist die Grundlage für eine vollständige und auch homogene Trocknung.“

Jonas List, Harter

Parameter sind, je nach Granulatyp, entsprechend in den Rezepten angepasst.

Die Wasserentzugsleistung liegt bei circa 840 l pro 24 h. Natürlich hängt sie stark von der Art des Granulats und dessen Feuchtegehalt ab und variiert dadurch. Alle Granulatvarianten sind jetzt nach dem Entfeuchtungsprozess homogen trocken und können somit direkt weiterverarbeitet werden. Qualitätsprobleme und Ausschuss gehören der Vergangenheit an.

Energie sparen, Fördergelder erhalten

Der Kunststoffspezialist hat heute eine Trocknungstechnik im Einsatz, die alle Wünsche an die Qualität erfüllt. Die abluftfreie Trocknung macht überdies unabhängig von klimatischen und jahreszeitlichen Veränderungen. Somit ist der Trocknungsprozess reproduzierbar, was dem Betreiber eine sichere Produktion gewährleistet. Zudem ist die Wärmepumpentechnologie sehr energiesparend. Während Heißlufttrockner 1,3 kW pro Liter Wasserentzug benötigen, liegt der Vergleichswert bei dieser Art von Wärmepumpentrocknern bei nur 0,4 kW. Der Kammertrockner hat eine Nennleistung von nur 13,4 kW im Produktionsbetrieb. Im Vergleich zum alten Trockner erzielte der Anwender eine Einsparung von 60 %.

„Wer sich zu einer Investition in einen energiesparenden Kondensationstrockner mit Wärmepumpe entschließt, kann in den Genuss staatlicher Zuschüsse kommen“, erläutert Jonas List vom technischen Vertrieb bei Harter. Die in den Trocknern integrierte Wärmepumpentechnik arbeitet so energie- und CO₂-sparend, dass sie bereits 2017 in der DACH-Region als zukunftsorientierte Technologie und damit für die entsprechenden Förderprogramme eingestuft wurde. „Bis zu 85 % Energie- und 79 % CO₂-Einsparung können im Vergleich zu herkömmlichen Systemen nachweislich erreicht werden. Auch der Anwender im beschriebenen Beispiel erhielt einen Zuschuss von 40 % auf das Investitionsvolumen“, so List.

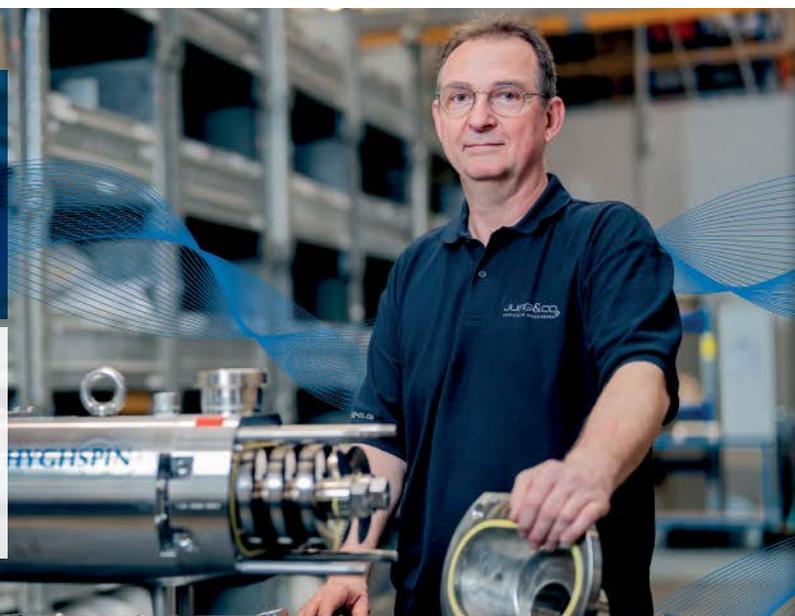
Abschließend lässt sich sagen, dass durch die abluftfreie Entfeuchtung mit extrem trockener Luft Produkte schnell, sicher und auch noch energiesparend getrocknet werden. Die Trocknung findet in einem variablen Temperatur-

Suchen Sie eine Pumpe, die **flexibel** einsetzbar oder die **hochbeständig** ist?

Besser ist beides!

Anpassungsfähigkeit und Langlebigkeit sind entscheidende Faktoren bei der Pumpenwahl. Sprechen wir auf der ACHEMA über Ihre Anwendung und den Einsatz von **CHEMSPIN** Schraubenspindelpumpen.

ACHEMA Halle 8.0 Stand F27



JUNG
PROCESS SYSTEMS



www.jung-process-systems.com

<p>TROCKNUNGSZEIT</p>  <p>< 6 Stunden</p>	<p>TEMPERATUR (REGELBAR)</p>  <p>max. 40 °C</p>	<p>NENNLEISTUNG IM PRODUKTIONSBETRIEB</p>  <p>ca. 13,4 kW</p>	<p>FÜLLMENGE</p>  <p>1,5 m³</p>
--	---	--	---

Die Kennzahlen des hier beschriebenen Projektes der Trocknung von Kunststoffgranulaten geben Aufschluss über Qualität und Effizienz.



In einem Trocknungscontainer werden die Granulate als Schüttgut bei nur 40 °C getrocknet. Extrem trockene Luft, richtig geführt, sorgt für ein durch und durch homogenes Ergebnis.

bereich von 20 bis 75 °C statt, je nach Produkt und Prozess. Das Verfahren ist flexibel einsetzbar – für Batchbetrieb oder kontinuierliche Anwendungen. Die Anwendungen sind vielfältig so wie auch die konzipierten Systeme. Pro-

dukte aus Metall, Kunststoff und Glas lassen sich mit dieser Art der Trocknung entfeuchten. Das gilt auch für pharmazeutische und medizintechnische Güter. Die Schweizer Uhrenindustrie zählt zu den Anwendern, ebenso wie

Hersteller von Medizinal-Cannabis. Ein weiteres Standbein des Unternehmens sind Trockner für Lebens- und Futtermittel. Auch die Trocknung von Industrieschlämmen und neuerdings auch kommunalen Klärschlämmen gehört zum Portfolio. Alle Anwendungen eint die energie- und CO₂-sparende Wärmepumpentechnologie mit ihrer hohen Effizienz als Herzstück jeder Anlage.

Harter auf der Achema
Halle 4.1 – Stand F36



Petra Schlachter,
Technische Redakteurin,
Harter

Wiley Online Library



Harter GmbH, Stiefenhofen
Jonas List · Tel.: +49 8383 9223 - 108
jonas.list@harter-gmbh.de · www.harter-gmbh.de

Höchste Reinheit für Wasser und Dampf



© Enviro Falk

Envirofalk stellt Wasseraufbereitungstechnik für die Versorgung von Elektrolyseanlagen zur Herstellung von Wasserstoff vor. Die Aufbereitung zu Ultra Pure Water erfolgt in mehreren Verfahrensstufen. Eine Kreislaufreinigung sorgt für

die Einhaltung einer konstant hohen Wasserqualität. Im sog. „refinement loop“ wird das Wasser immer wieder durch ein Polishersystem

tem aufgereinigt. Die Kreislaufreinigung ist entweder direkt in der Speisewasseraufbereitung integriert oder wird als Stand-Alone-Unit zu einer bestehenden Prozesswasseraufbereitung ergänzt. Wasserquellen, wie Meer-, Fluss-, Oberflächen- oder Abwasser können als Speisewasser genutzt werden. Ebenfalls präsentiert wird eine innovative Reinstdampfherzeugung für sichere, pharmazeutische Produktionsprozesse. Der Reinstdampf eignet sich für die Sterilisation von Komponenten, Rohrleitungen und medizinischen Geräten gemäß den strengen Anforderungen aller gängigen Arzneibücher. Zur Einhaltung der EN 285 können die Systeme mit einer thermischen Entgasung zur Entfernung sog. „nicht kondensierbarer Gase“ des Speisewassers ausgestattet

werden. Durch die außenliegenden Wärmetauscher kann der Service schnell und effizient erfolgen. Zudem sorgt die geringe Aufstiegeschwindigkeit des Dampfes innerhalb der Druckkolonne für eine optimale Tröpfchenabscheidung (Endotoxin kontrollierter Reinstdampf). Die Absalzung beträgt weniger als 1 % und ein intelligentes Stand-by-System sorgt für minimale Vorlaufzeiten innerhalb des Regelbetriebs für Dampf in höchster Reinheit. Zu den weiteren Besonderheiten zählen ein Anti-Rouging-Konzept, das Naturumlaufverfahren, sowie Energiesparkonzepte.

Achema | Halle 4.1 – Stand D49

www.envirofalk.com

CIT plus

Das Praxismagazin für Verfahrens- und Chemieingenieure

Industrielle Batterieproduktion

Mit dem steigenden Bedarf an Elektrofahrzeugen und erneuerbaren Energien wächst auch die Nachfrage nach Hochleistungsbatterien. Europa hat die Chance, durch Investitionen in Batteriefabriken und die Förderung von Forschung und Entwicklung eine führende Rolle im globalen Batteriemarkt zu übernehmen. Zugleich besteht die Herausforderung, eine nachhaltige Lieferkette für kritische Rohstoffe der Zellchemie zu sichern. Die Entwicklung von Recyclingtechnologien für Altbatterien ist hier ebenfalls entscheidend – auch um die Ressourceneffizienz zu steigern. Zudem gilt es in Europa, strenge Umweltauflagen zu erfüllen und die ökologischen Auswirkungen der Batterieproduktion zu minimieren. Im Special Batterieproduktion lesen Sie, worauf es bei der Entwicklung neuer Batteriesysteme ankommt und welche analytischen Methoden eingesetzt werden können, welche Lösungen der deutsche Anlagenbau für die Batterieproduktion bietet und was für eine sichere und nachhaltige Lieferkette getan werden kann.

Die Themen

- CustomCells setzt auf interdisziplinäre Entwicklung S. 36
- Sicher, sauber und genau zu leistungsfähigen Batteriezellen S. 40
- Systemlösungen optimieren die Batterieproduktion S. 42
- Autonome Transportfahrzeuge in der Batteriefabrik S. 44
- Schutzmaßnahmen in der Batterieproduktion S. 48
- Containment für die Batterieindustrie S. 50
- Labor- und Prozessanalytik von Batteriematerialien S. 52
- Nachhaltigen Herstellung von Lithiumeisenphosphat S. 54



Keywords

- **Batteriezellproduktion**
- **Innovation Funnel**
- **Wettbewerb**

Der deutsche Batteriezellen-Pionier CustomCells mit Standorten in Itzehoe und Tübingen beschäftigt mehr als 200 engagierte Fachkräfte und unterstützt seine Auftraggeber entlang der gesamten Wertschöpfungskette – von der ersten Konzeptentwicklung bis zur Inbetriebnahme von Serienproduktionsanlagen.

Mut zur Innovation

Batteriezellenhersteller CustomCells setzt auf interdisziplinäre Entwicklung

Wie ist es möglich, die Mobilität zu Wasser, zu Lande und in der Luft nachhaltig zu verändern? Das in Itzehoe, Tübingen und Detroit ansässige Unternehmen CustomCells meint: Mit maßgeschneiderter Batterietechnologie und einer konsequenten Innovationskultur. Aber wie gestaltet sich diese Kultur und welche Perspektiven sind dabei am wichtigsten? Jan Diekmann, Vice President im Bereich Innovation bei CustomCells, erläutert die Strategie des Zellherstellers im Interview.

CITplus: Herr Diekmann, warum ist Innovation der Schlüssel für die Batterieindustrie?

Jan Diekmann: Vor 10 Jahren waren die nun erreichbaren Energiedichten bei gleichzeitiger Schnelllade- und Entladefähigkeit noch gar nicht denkbar. Die Technologie wird sich in den nächsten Jahren, wie auch schon zuvor, rasant weiterentwickeln. Das sieht man beispielsweise durch die Anzahl der Patentanmeldungen – allein in Deutschland waren das im Jahr 2022 über 4.600, während es von 2013 bis 2017 jährlich etwa 2.000 Anmeldungen gab. Zum anderen ist die Klimakrise ein treibender Faktor: Die Technologien sind zwar vorhanden, aber wir müssen sie aktiv nutzen, um die Energiewende voranzutreiben. Zudem gibt es einen stetig wachsenden Marktbedarf für Batterietechnologie, etwa im Bereich Automotive, der durch Innovationen weiter angekurbelt werden kann – und so die Wirtschaft stärkt. Um die Veränderungsgeschwindigkeit nutzen zu können, braucht es Innovationen in Zell- und Prozesstechnologie.

Wie groß ist denn der Bedarf der Wirtschaft derzeit?

J. Diekmann: Der Bedarf wächst. Weltweit wurden über 6.000 Pläne für Produktionsstätten angekündigt. Etwa 3.200 Fabriken befinden sich gerade im Bau und wiederum knapp 2.200 sind schon in Betrieb. Und die sind auch notwendig: Allein in Europa könnten bis Ende des Jahrzehnts die Produktionskapazitäten auf bis zu 1,5 TWh ansteigen, wobei mit knapp 400 GWh der größte Anteil aus neuen Stätten in Deutschland stammen könnte.

Die Anzahl der Patentanmeldungen wächst aber nicht nur in Deutschland. Wie positionieren sich europäische Unternehmen im Wettbewerb?

J. Diekmann: Genau, neben Deutschland sind vor allem Länder wie China, Südkorea und Japan sehr aktiv. Das unterstreicht ebenfalls das Interesse und die Bereitschaft der Branche, in neue Technologien zu inves-

tieren. Derzeit ziehen viele bereits etablierte asiatische Zellhersteller nach Europa, zudem werden auch komplette Konzepte zur Herstellung von Batterien aus dem nicht-europäischen Raum eingekauft und umgesetzt. Das ist allerdings nicht die Art von Innovation, die es braucht, um den eigenen Footprint zu stärken und langfristig wettbewerbsfähig zu bleiben. Hiesige Unternehmen sollten nicht nur auf Bestehendes zurückgreifen, sondern ebenso neue und eigene Innovationen vorantreiben.

Wie gestaltet sich das bei CustomCells?

J. Diekmann: Wir setzen auf eine starke Innovationskultur und agieren bewusst in einem spezialisierten Marktsegment, wo wir die Lücke zwischen Forschung, Entwicklung und der Serienfertigung von High-Performance Batterietechnologie füllen. In diesem Bereich waren wir schon immer tätig, und wir wollen unsere Fähigkeiten weiter stärken. Hierbei hilft natürlich unser starkes Grundlagenwissen – CustomCells ist eine Ausgründung des Fraunhofer-Instituts und beschäftigt mehr als 200 Fachkräfte. Allerdings reicht es nicht, lediglich kluge Köpfe zusammenzustecken.

Was braucht es noch?

J. Diekmann: Der Fokus liegt darauf, Kreativität und Produktentwicklung mit Prozessen zu unterstützen. Demnach können alle Mitarbeitenden ihre Ideen jederzeit einbringen, und werden im gesamten Prozess der Ideenentwicklung und -umsetzung einbezogen. Das soll zu einer größtmöglichen Transparenz führen. Hier zählt eine sogenannte „Bottom up“-Haltung: Dabei erkennen wir die wertvolle Bedeutung von Ideen aus der Belegschaft und setzen darauf, dass Innovation aus allen Bereichen eines Unternehmens kommt.

Dafür verwenden Sie einen sogenannten Innovation Funnel – könnten Sie dieses Konzept bitte erläutern?

J. Diekmann: Ein Innovation Funnel ist das gängige Modell zum Vorgehen. Die genaue Ausgestaltung unterscheidet sich natürlich bei einzelnen Unternehmen. Der Grundgedanke ist, dass alle Ideen aus allen Quellen in verschiedenen Stufen bewertet werden, während der Reifegrad erhöht wird. Die Bewertung erfolgen dann anhand der Unternehmensstrategie, der technologischen Machbarkeit und dem kommerziellen Nutzen. Der Reifegrad entwickelt sich von ersten Konzepten entlang unseres Produktentstehungsprozesses bis zur tatsächlichen Großfertigung.

Wichtig dabei ist, dass es immer eine Leistung von Mehreren ist. So sind unsere Prozesse natürlich von einzelnen Teammitgliedern vorangetrieben worden, entwickelt wurden sie aber vom gesamten Team. Im Fussball sind die Mannschaften mit einem Teamverständnis und eingeübten Abläufen erfolgreich, so ist es auch hier.

Wie sieht dann die Zusammenarbeit der verschiedenen Abteilungen eines Unternehmens konkret aus?

J. Diekmann: Die interdisziplinäre Zusammenarbeit ist ein wichtiger Schlüssel zur Förderung einer guten Innovationskultur und absolut notwendig bei Lithium-Ionen-Batterien. Wir arbeiten beispielsweise mit Experten aus verschiedenen Fachgebieten wie Elektrochemie, Materialwissenschaften, Prozesstechnik und Produktion eng zusammen: Durch den regelmäßigen Austausch von Kenntnissen und Perspektiven können Probleme und Lösungen schneller identifiziert und in Angriff genommen werden. Zu dieser Zusammenarbeit zählt auch das richtige Mindset, also eine bestimmte Haltung und Denkweise. Dazu gehört etwa eine Lernkultur, in der Mitarbeitende bereit sind, Neues auszuprobieren und dabei auch Fehler zu machen, ohne Angst vor ihnen zu haben. Aus den Ergebnissen zu lernen ist wichtig – das macht resilient und führt zu einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess. Es ist genauso wichtig, dass sich die unterschiedlichen Einheiten bei Innovationen abstimmen und diese auch gemeinsam begleiten. So müssen zukünftige Entwicklungen zum



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



Beispiel auch mit der Kommerzialisierung und der Produktion abgestimmt sein. Damit stellen wir sicher, dass wir unsere Ressourcen möglichst zielgerichtet einsetzen.

Welche Rolle spielt dabei der neue Standort in den Vereinigten Staaten?

J. Diekmann: Michigan ist das globale Epizentrum der Mobilitätsindustrie und bekannt dafür, offen für neue Ideen zu sein. Auch in den Vereinigten Staaten wird es ein Entwicklungs- und Innovationscenter geben. Für uns spielt dabei die Nähe zu innovativen Partnern, aber auch zu unseren Kunden eine wichtige Rolle.

Hierbei kommt durch unseren ersten internationalen Standort eine weitere Perspektive auf Innovation und den Umgang damit dazu. Das alles wird spannend, und es ist wichtig, diese Perspektiven zusammenzuführen und Stärken und Schwächen zu nutzen. So birgt dieser neue Standort jedenfalls eine wichtige Perspektive und große Chance.

Wie sieht die Zukunft für die Innovationskultur bei CustomCells aus?

J. Diekmann: Innovation kommt nicht nur von innen, schließlich orientiert sie sich an den Veränderungen der Welt und des Marktes. Für uns steht fest, dass einige Bereiche in der nahen Zukunft besonders wichtig werden – hier ist nationale und internationale Zusammenarbeit mit anderen innovativen Unternehmen gefragt. Für die Batterieindustrie geht es kurzfristig unter anderem um die Realisierung der Nutzung fortschrittlicher Materialien für siliziumbasierte Anoden und deren bestmöglicher Einsatz. Aber auch um neue Prozesstechnologie, für eine effiziente Produktion. Langfristig spielen natürlich neue Zelltechnologien wie Festkörperbatterien eine Rolle. Dabei müssen sich Unternehmen auch etwas trauen, unter anderem durch die mangelnde Förderung und regulatorische Hürden. Denn in all diesen Technologien liegen enorme Chancen, die neue Wege für die Mobilität eröffnen. Innovation ist die



Dr. Jan Diekmann ist Vice President im Bereich Innovation bei CustomCells und beschäftigt sich dort mit der frühen Entwicklungsphase von Produkten und neuen Prozesstechnologien.

einzigste Chance, in einen etablierten und von anderen dominierten Markt erfolgreich einzudringen und sich zu behaupten. Die europäische Position darf sich nicht alleine über Produktionsmenge begründen, sondern muss ohne Angst durch innovative Stärke entstehen.

**Das Interview führte
Dr. Etwina Gandert, Chefredakteurin CITplus.**



Wiley Online Library



CustomCells Itzehoe GmbH, Itzehoe
Tel.: +49 4821 133 920 - 0
contact@customcells.com · www.customcells.de



IHR PLUS BEI DER BATTERIEMASSE-PRODUKTION

Innovative Lösungen für maximale Effizienz

Für die effiziente, ressourcenschonende und sichere Produktion von Batteriemassen stellt Zeppelin Systems spezielle Mischertechnologie, kombiniert mit individuellen Anlagenbaulösungen, zur Verfügung.

Ein zusätzliches Plus für Kunden: Neben Prozessmaschinen und Anlagenbaulösungen verfügt Zeppelin Systems auch über die notwendige technische Testumgebung, um unterschiedliche Maschineneinstellungen, Rezepturen und Parameter gemeinsam mit dem Kunden zu testen und zu optimieren. Das Handling hochwertiger, sensibler Rohstoffe und Schüttgüter liegt in unserer unternehmerischen DNA. Als Turn-Key-Provider bietet Zeppelin Systems individuell zugeschnittene Lösungen für die moderne Rohstoffaufbereitung und innovative Produktion von Batteriemassen an.

WE CREATE SOLUTIONS!

THE **BATTERY** SHOW
EUROPE

HALLE 8, STAND A75

IHRE VORTEILE ALS KUNDE VON ZEPPELIN SYSTEMS:

- Umfassende Prozess-Schritt-Erfahrung in zahlreichen Industrien
- Globales Netzwerk und Standorte weltweit
- Effizientes Projekt- und Baustellenmanagement
- Front-End-Engineering-Design-Studies (FEED)
- Hohe Eigenfertigungstiefe
- Umfassende Service-Leistungen (für den gesamten Lebenszyklus Ihrer Anlage)
- Smarte Automatisierungslösungen

zeppelin-systems.com

 **ZEPPELIN**[®]
WE CREATE SOLUTIONS

Sicher, sauber und genau zu leistungsfähigen Batteriezellen

Zielkonflikte bei der Planung und Konstruktion im Batterieanlagenbau lösen



Bei der Herstellung von Batteriezellen kommt es auf Sicherheit, Hygiene und Präzision bei der Materialdosierung an.

© Qlar (vormals Schenck Process)

Bei der Herstellung von Batteriezellen kommt es auf Sicherheit, Hygiene und Präzision an. Die verwendeten Materialien sind zum Teil hochgiftig und leicht entflammbar, weshalb Staubemissionen auf ein Minimum reduziert werden müssen. Gleichzeitig muss die Einhaltung der Rezeptur bei der Herstellung der Batteriemasse gewährleistet sein und das Produkt darf nicht kontaminiert werden. Diese unterschiedlichen Anforderungen in Einklang zu bringen, ist insbesondere bei der Dosierung der Rohstoffe eine Herausforderung.

Schon beim Wiegen und Dosieren der Rohstoffe für die Elektrodenherstellung werden die Weichen für die Qualität der Batteriezellen gestellt. Die Messgenauigkeit ist entscheidend für die spätere Produktbeschaffenheit. Das Gemisch (Slurry) darf zudem nicht verunreinigt werden. Wenn leitfähige Partikel zwischen die Separatorfolien gelangen, drohen Kurzschlüsse. Nicht zuletzt müssen die Maschinen staubdicht sein, damit potenziell toxische Verbindungen aus Materialien wie Graphit, Lithium, Nickel, Mangan und Kobalt nicht austreten. Bei der Umsetzung dieser Anforderungen kann es zu Zielkonflikten kommen, für die Anlagenbauer bei der Planung und Konstruktion der Produktionsmaschinen Lösungen finden müssen. Darauf wird im Folgenden näher eingegangen.

Qualitätsanforderungen und Zielkonflikte

Die Dosiergenauigkeit ist ein entscheidender Parameter bei der Herstellung von Batteriezellen, um eine gleichbleibende Produktqualität zu gewährleisten. Messfehler können sich negativ auf die Leistung und Zuverlässigkeit der Batterien auswirken. Die Dosierwaage muss deshalb bei den obligatorischen Batch-Prozessen sehr zuverlässig und genau arbeiten. Die Dosiergenauigkeit leidet jedoch aufgrund der großen Totlast, wenn die Wägebehälter sehr groß sind. Auch das Nachrieseln von Schüttgut ist ein Problem, falls bei vorbereiteter Charge der Sollwert schon erreicht wurde und anschließend durch äußere Einflüsse (z.B. Erschütterungen) ungewollt weiteres Material im Mischbehälter landet. Nicht zuletzt stören Druckschwankungen das Wägesignal. Diese zu vermeiden, gehört zu den Herausforderungen bei der Produktion von Batteriezellen.

Auch Verunreinigungen im Slurry beeinträchtigen die Produktqualität. Metallischer Abrieb von Maschinenteilen kann zu Kurzschlüssen führen, die ein Sicherheitsrisiko darstellen. Darüber hinaus besteht die Gefahr von

Kreuzkontaminationen, wenn verschiedene Rohstoffe in einem Behälter gewogen werden und sich bspw. Materialablagerungen in Toträumen bilden. Die Reinigung der Produktionsanlagen ist schwierig, da auch Feuchtigkeit den Rohstoffen und dem Gemisch schadet. Einige Schüttgüter sind hygroskopisch, weshalb bereits einströmende Luft die Qualität des Slurry beeinträchtigen kann. Um Staub- und Schmutzpartikel vom Slurry fernzuhalten, könnte theoretisch mit Überdruck in der Maschine gearbeitet werden. Im Falle einer Leckage besteht dann jedoch ein erhöhtes Kontaminationsrisiko für das Personal in der Umgebung der Anlage. Zudem erhöht sich dadurch die Wahrscheinlichkeit unerwünschter Druckschwankungen, die die Messgenauigkeit beeinträchtigen.

Nicht zuletzt bestehen Kontaminationsrisiken im Umfeld der Anlagen, da bei der Batterieproduktion zum Teil toxische Schüttgüter verarbeitet werden. Eine unkontrollierte Freisetzung dieser Stoffe muss verhindert werden. Insbesondere das Nachfüllen der Wägebehälter bei Batch-Prozessen ist anspruchsvoll, da die beim Nachfüllen verdrängte Luft nicht ungefiltert entweichen darf. Unterdruck in der Maschine kann dabei helfen, Schadstoffe innerhalb der Anlage zu halten. Allerdings führt die Nutzung von Unterdruck zu anderen Problemen, darunter Beeinträchtigungen der Dosiergenauigkeit und Eintrag von Feuchtigkeit.

Lösungen durch Konstruktion und Steuerung

Um Verunreinigungen des Slurry durch Metallabrieb zu verhindern, gibt es mehrere Möglichkeiten. Zunächst sollte bereits bei Planung der Anlage darauf geachtet werden, dass kein Metall-zu-Metall-Kontakt zwischen den beweglichen Teilen besteht. Durch konstruktive Maßnahmen, bspw. durch Einsatz einer Keramik- oder PTFE-Beschichtung, kann metallischer Abrieb vermieden werden. Hilfreich ist auch eine Begrenzung der Umfangsgeschwindigkeit, um den Abrieb zu verringern. Dies kann durch



Keywords

- **Batteriemassen**
- **Dosiertechnologie**
- **Staubemission**

eine geschickte verfahrenstechnische Auslegung der Dosierschnecke erreicht werden. Um Kreuzkontaminationen zu verhindern, sollten keine Toträume in der Anlage vorhanden sein.

Schäden durch Luftfeuchtigkeit drohen, wenn bei sinkendem Füllstand in einem Wägebehälter Umgebungsluft in die Anlage eindringt. Der freiwerdende Raum sollte daher gezielt und kontinuierlich durch Einblasen von getrockneter Luft oder Stickstoff aufgefüllt werden. Diese Beschleunigung verhindert, dass Schüttgut mit feuchter Raumluft in Berührung kommt. Die Unterbrechungen des Dosiervorgangs beim Nachfüllen müssen jedoch so kurz wie möglich gehalten werden, um ein Eindringen von Umgebungsluft zu vermeiden. Bei der Konstruktion ist deshalb darauf zu achten, dass die Luft nur gefiltert aus der Anlage entweichen kann. Die Auswahl des Filters ist abhängig vom Containment-Konzept, wobei die spezifizierten Emissionen nicht überschritten werden dürfen.

Damit die Messgenauigkeit nicht beeinträchtigt wird, sind konstante Druckverhältnisse in der Anlage erforderlich. Insbesondere beim Befüllen der Wägebehälter sind Druckkompensationen erforderlich. Dafür haben Hersteller wie Qlar (vormals Schenck Process) spezielle Controller entwickelt, die den Nachfüllvorgang koordinieren und damit dafür sorgen, dass möglichst keine Druckschwankungen entstehen. Sie sind entscheidend für die Qualität und Sicherheit der Produktion. Ungenauigkeiten durch Nachrieseln lassen sich mechanisch mit einer Klappe vermeiden.

CITplus-Wissen

Der OEB-Wert (Occupational Exposure Band) gibt an, über welches toxische Gefährdungspotenzial ein Rohstoff verfügt. Je höher der Wert, desto giftiger das Material. Alternativ kann die Gefährdungskategorie auch mit dem OEL-Wert (Occupational Exposure Limit) angegeben werden. Dieser beschreibt die durchschnittliche Belastung des Personals durch den toxischen Rohstoff in einer 8-Stunden-Schicht.

Fazit

Die Anforderungen an Messgenauigkeit und Containment bei der Produktion von Batteriezellen sind nicht trivial, sie können aber in der Regel mit vertretbarem Aufwand gelöst werden. Die Vermeidung von Metallabrieb wird durch konstruktive Maßnahmen sichergestellt. Von zentraler Bedeutung für alle weiteren Qualitätsanforderungen ist eine intelligente Steuerung der Be- und Nachfüllprozesse. Umgebungsluft darf keinen direkten Kontakt mit dem Schüttgut haben. Die verdrängte Luft darf nicht ungefiltert nach außen entweichen und Druckschwankungen müssen so gering wie möglich gehalten werden, damit die Dosierwaage genau arbeitet. Das Steuerungskonzept ist der Schlüssel, um diesen Anforderungen trotz einiger Zielkonflikte gerecht zu werden.



Tim Wunderle,
Produkt Manager,
Qlar (vormals Schenck Process)

Wiley Online Library



Qlar Europe GmbH, Darmstadt
info@qlar.com · www.qlar.com

Advertorial

Perfekte und saubere Absackergebnisse mit SAFEDyVac

Produkt, Gebinde, Verpackungsanlagen: Wenn diese drei Komponenten perfekt aufeinander abgestimmt sind, erhalten Kunden ein Absackergebnis, das neue Maßstäbe hinsichtlich Sauberkeit, Gewichtsgenauigkeit, Abfülleistung und Kompaktierung setzt.



Greif-Velox
Vakuumpacker
VeloVac

Der Verpackungsmaschinenhersteller Greif-Velox und der Papiersackhersteller dy-pack, jeweils Weltmarktführer in ihren Segmenten, haben genau dafür ihre Kompetenzen gebündelt: Gemeinsam haben sie unter dem Namen „SAFEDyVac“ drei optimierte Sackarten entwickelt, die Anwandern der VeloVac Vakuumpacker für die Absackung ultrafeiner Pulver hohe Einsparpotenziale und Kundenzufriedenheit sichern.



Die drei SafeDyVac-Sackvarianten: SAFEDyVac ECO, SAFEDyVac Advanced und SAFEDyVac Professional

Beide Unternehmen konzipieren ihre Produkte mit dem Fokus auf die Maximierung des Kundennutzens – und schließen mit SAFEDyVac effizient die Lücke in der Vakuumabsackung an der Schnittstelle von Anlage und Gebinde. Für die Absackung verschiedener ultraleichter Pulver von Silica über Pflanzenschutz bis Carbon Black erfüllen die drei Sackvarianten – SAFEDyVac ECO, SAFEDyVac Advanced und SAFEDyVac Professional – die segmentspezifischen Anforderungen hinsichtlich Produktschutz und Leistungsmerkmalen.

Die Vorteile für die Kunden sind signifikant:

- Bis zu 50 % Zeit- und Kostenersparnis durch einen schlankeren Entwicklungs- und Validierungsprozess
- Maximale Ausnutzung des Transportraums ohne Scheuerschäden durch Optimierung des Verpackungskonzepts
- Eine optimale Prozessabstimmung verhindert die Auseinandersetzungen zwischen Maschinen- und Sackherstellern über Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten
- Senkung von Reklamationskosten
- Steigerung der Markenreputation durch hohe Kundenzufriedenheit und Produktqualität

Sponsored by



Greif-Velox Maschinenfabrik GmbH, Lübeck
Tel.: +49 451 5303-0
info@greif-velox.com
www.greif-velox.com

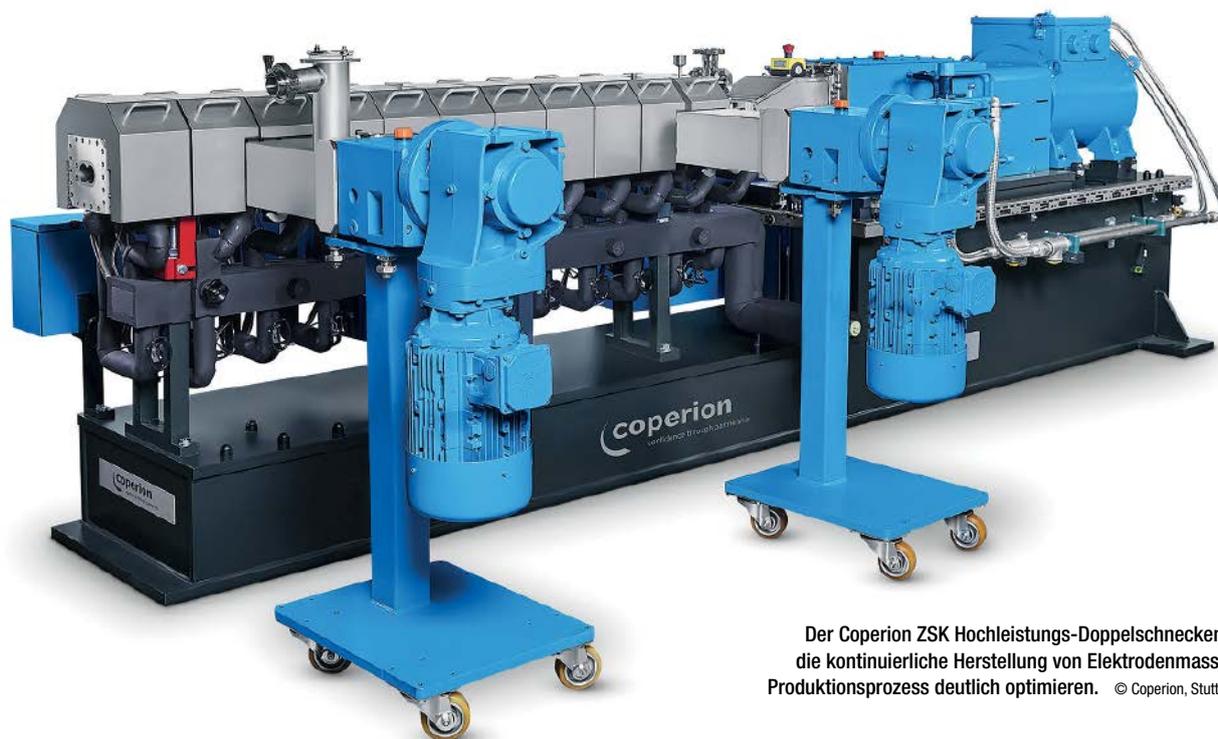


SAFEDyVac Professional
für Carbon Black

Bilder © Greif-Velox

Neue Wege, bewährte Verfahren

Wie Systemlösungen die Produktion von Batterien optimieren können



Der Coperion ZSK Hochleistungs-Doppelschneckenextruder für die kontinuierliche Herstellung von Elektrodenmassen kann den Produktionsprozess deutlich optimieren. © Coperion, Stuttgart/Deutschland



Keywords

- **Extruder, Dosierer**
- **Batteriemassen**
- **Systemlieferant**

Aktuelle Herausforderungen wie eine nachhaltige Produktion von qualitativ hochwertigen Batterien bei gleichzeitig kosteneffizienter Herstellung beeinflussen die Entscheidungen von Batterieherstellern deutlich. Neue Entwicklungen und Verfahren, die die Produktion optimieren können, werden zu bestimmenden Komponenten. Systemlieferanten bieten Herstellern umfassende Lösungen und Gesamtsysteme mit reduzierten Schnittstellen, um die Herstellung deutlich zu optimieren.

Hersteller von Batterien sehen sich aktuell einer Vielzahl von Herausforderungen gegenüber. Neben einer nachhaltigen Produktion von qualitativ hochwertigen Batterien spielt vor allem das Thema Kosten und damit die Prozessoptimierung eine große Rolle. Für die Batterieherstellung neue, aber langjährig bewährte Verfahren, verlässliches Equipment, optimiertes Anlagendesign oder wenige Schnittstellen sind nur einige der Themen, denen Hersteller vermehrt Aufmerksamkeit schenken.

Hochgenaue Dosier- und Fördersysteme

Unerlässlich bei der Produktion von Kathoden- und Anoden-Aktivmaterialien ist eine optimale, gefahrstoffssichere Förderung und hochgenaue Dosierung der Schüttgüter im Prozess. Neben Containment spielt vor allem das Thema Dosierung eine große Rolle. Hochgenaue Dosierer, wie die Differentialdosierwaagen von Coperion

K-Tron zeichnen sich durch ihre hohe Genauigkeit bei der Dosierung von Inhaltsstoffen aus. Entscheidend ist das Zusammenspiel von mechanischer Konstruktion, neuester Wägetechnologie und Steuerung, um diese hohe Genauigkeit der Dosierleistung zu erreichen. Die Coperion K-Tron Smart Force Transducer-Technologie ermöglicht hochgenaues Wägen basierend auf dem Einsatz von Lastzellen mit einer Auflösung von 1:8.000.000 in 20 ms. Zudem erreichen die Differentialdosierer eine Reproduzierbarkeit von 0,25 % des Probenmittelwerts bei 2 Sigma und eine Linearität von $\pm 0,25$ % des Sollwerts, sogar bei Leistungen ab 32 g/h. Mit der genauen Kontrolle und Informationen über die Schüttgüter profitieren Hersteller nicht nur von der Einhaltung der exakten Rezeptur, sondern auch von geringeren Wartungs- und Ausfallszeiten. Als Ergebnis entsteht ein stabiler Prozess mit reduzierten Kosten.

Systemlösungen für die Herstellung von Elektroden

Für ein effizientes Komplett-Anlagendesign legt das Unternehmen die Förderung, Dosierung und den Mischprozess des Elektrodenmaterials entsprechend den Anforderungen des Herstellers aus. Die Anforderung und Layoutvorgaben werden bei der Planung ebenso berücksichtigt wie die Eigenschaften des Schüttguts, Förderstrecken oder das Material der eingesetzten Weichen und Schleusen. Die Planung bezieht neben den Investitionskosten auch immer die laufenden Kosten im Betrieb mit ein. Da das zu fördernde Material toxisch und vor allem hoch abrasiv ist, sind die verwendeten Werkstoffe von besonderer Bedeutung für eine lange Lebensdauer und geringe Wartungskosten der Anlage. Es kommen daher Komponenten mit einem hohen Verschleißschutz zum Einsatz, z.B. Keramik- oder Wolframcarbid-Werkstoffe,

um eine zuverlässige und langjährige Förderung sicherzustellen.

Zur Optimierung der Rohstoffversorgung kann bei der Batterieherstellung der pneumatische, kontinuierliche Förderprozess mittels Zellenradschleusen eingesetzt werden. Mit der passenden Auslegung des pneumatischen Förderkonzepts kann das gesamte Anlagenlayout optimiert werden. So kann bspw. die Entleerung von Big Bags vom Mischbereich entkoppelt werden und muss nicht direkt über den Dosierern erfolgen. Damit kann im Anlagenlayout deutlich Bauhöhe eingespart werden. Während bspw. für eine 15 GWh-Linie mit gravimetrischer Nachfüllung eine Bauhöhe von mindestens 15 m erforderlich ist, kann beim Einsatz einer Nachfüllung mit pneumatischer Förderung eine Bauhöhe von unter 10 m realisiert werden. Je nach Anlagendesign und individuellen Anforderungen können darüber hinaus weitere Optimierungsmaßnahmen eingesetzt werden, wie beispielweise Silos zur Zwischenlagerung oder der Einsatz von Förderabscheider, in denen das für die Nachfüllung der Dosierer erforderliche Produktvolumen zwischengepuffert werden kann.

Kontinuierliches Verfahren für mehr Effizienz

Bei der Herstellung der Elektrodenmassen setzt der Anlagenbauer auf den kontinuierlichen Prozess mit Doppelschneckenextruder. Der ZSK Doppelschneckenextruder verfügt über passende Mischeigenschaften, die eine sehr hohe Homogenität der Elektrodenmassen und damit eine sehr hohe Endproduktqualität sicherstellen. Die ineinandergreifenden, dichtkammernden Doppelschnecken des Extruders bewirken zudem einen konstant hohen Förderwirkungs-

grad und damit eine optimale Selbstreinigung im Verfahrensteil. Dadurch reduziert sich das Restmaterial in der Anlage und sichert eine materialeffizientere Produktion. Der Platz- und Personalbedarf sinkt ebenfalls deutlich. In aktuellen Projekten sind lediglich drei Operator für die Schüttguthandhabung, Maschinen- und Slurry-Handling einer Extruderlinie erforderlich.

Neben der idealen Rezeptur geht es auch um das Thema Durchsatz bei gleichzeitig schonender Handhabung der Masse. Hier weist der Einsatz des Doppelschneckenextruders deutliche Vorteile auf. Zur Rezepturentwicklung stehen Laboranlagen zur Verfügung, die später auf Produktionsanlagenniveau skaliert werden können. Zudem weist der ZSK als Hochleistungsextruder ein maximales Drehmoment von 18 Nm/cm³ für höchste Durchsätze auf (bis zu 2.000 l/h) – bei gleichzeitig schonender Produkthandhabung durch geringe Temperaturen und kurzer Verweildauer von unter einer Minute im Extruder. Die Dosierung schwierig zu handhabender Inhaltsstoffe wie PTFE oder andere klebrige Stoffe erfolgt dank Coperion K-Tron-Technologien genau und zuverlässig, ebenso der Einzug und die Weiterverarbeitung im Verfahrensteil des Extruders. Der kontinuierliche Prozess bietet nicht nur eine wirtschaftlichere Lösung, sondern auch eine klimafreundlichere Produktion von Batterien. Neue Rezepturen mit hohem Feststoffanteil sind ebenso möglich wie die Herstellung von Elektrodenmassen im Dry-Prozess. In diesem

Trockenbeschichtungs-Prozess entfällt nicht nur der energie- und kostenintensive Trocknungsschritt bei der Zellfertigung, sondern auch der Einsatz von chemischen Lösemitteln.

Global aktive Systemlieferanten wie Coperion bieten Herstellern ein umfassendes Portfolio an zuverlässigen und hochwertigen Produkten – von Einzelkomponenten bis hin zu kompletten Systemen. Mit der Übernahme von Schenck Process Performance Material im Jahr 2023 und strategischen Kooperationen ist Coperion in der Lage, komplette Systeme für die Herstellung von Elektrodenmassen in Gigafactories oder hochgenaue Dosier- und Förderlösungen für die Herstellung von Performance Material zu liefern.

Coperion auf der Achema
Hall 5.0 – Stand D32

Wiley Online Library



Coperion GmbH, Stuttgart
Tel.: +49 711 897-0 · www.coperion.com



Coperion K-Tron hochgenaue Dosierer ermöglichen einen stabilen Prozess mit reduzierten Kosten.

© Coperion K-Tron, Niederlenz/Schweiz

Powder-Handling und Containment-Technologie made in Switzerland



Sicheres Handling von Gefahrenstoffen

Novindustria bietet Containment-Lösungen von einfachen staubarmen Pulver-Handling-Anlagen (OEB 1) bis hin zu Abfüll- und Dosieranlagen für hoch-toxische Produkte (OEB 5 & höher).



THE BATTERY SHOW Messe Stuttgart, 18.–20. Juni 2024
Besuchen Sie uns am Stand 6-E34

novindustria
Powder Handling Technology

www.novindustria.com

Autonome Transportfahrzeuge in der Batteriefabrik

Mobile Systeme für den Materialfluss im Reinraum



Keywords

- fahrerlose Transportfahrzeuge
- Reinraum
- Batterieproduktion



Die Elektromobilität boomt und die Nachfrage nach Batterien ist größer denn je. Um diesen Markt bedienen zu können, werden aktuell immer mehr Batteriewerke in Europa gebaut. Im neuen Werk eines nordeuropäischen Batterieherstellers sind mobile Systeme von SEW-Eurodrive im Einsatz. Die Besonderheit dieser fahrerlosen Transportfahrzeuge (FTF) ist ihr Edelstahl-Aufbau. Diese spezielle Entwicklung ermöglicht den Einsatz in Reinraumapplikationen der Klasse ISO 6, z.B. beim kontrollierten Ein- und Ausschleuseprozessen.

Seit langem haben sich in der Batteriezellenproduktion vor allem asiatische Firmen einen Vorsprung erarbeitet. Die steigende Nachfrage nach Lithium-Ionen-Batterien im Mobilitätssektor und bei stationären Applikationen führte in den letzten Jahren zu einem schnellen Wachstum dieses Marktsegments, in dem europäische Anbieter dringend aufschließen müssen. Die Batterieherstellung erfordert eine Anlagentechnik, die den hohen Anforderungen an Prozessqualität und Durchsatz gerecht wird.

Der Schlüssel hierfür ist die Automatisierung. Spezialist auf diesem Gebiet ist die norwegische Firma Tronrud Engineering. Das Maschinenbauunternehmen entwickelt, produziert und liefert seit mehr als 40 Jahren Automatisierungslösungen. An den Standorten Egemoen und Moss im Umkreis Oslos arbeiten rund 200 Mitarbeiter. In Moss, am Ostufer des Oslofjords, ist auch die norwegische Landesgesellschaft SEW-Eurodrive beheimatet.

Besondere Reinraumanforderungen

Der Auftraggeber, ein Produzent von Lithium-Ionen-Batteriezellen, wünschte sich die Automatisierung von Transportaufgaben durch fahrerlose Transportfahrzeuge. Dabei müssen die Fahrzeuge und weitere Systeme so konzi-

piert sein, dass Reinraumanforderungen erfüllt werden. Hierfür realisierte Tronrud gemeinsam mit SEW-Eurodrive einen vollautomatisierten Paletten- und Behältertransport mit fahrerlosen Transportfahrzeugen aus dem Maxolution-Portfolio von SEW-Eurodrive.

Der Einsatz mobiler Systeme in einer Produktionsumgebung mit hohen Reinraumanforderungen und zahlreichen Schnittstellen wie Aufzügen, Stetigförderern und Sondermaschinen ist eine komplexe Herausforderung. Die Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Übergabe in den Luftschleusen stellt hohe Anforderungen an die Positioniergenauigkeit und Sicherheitstechnik. Außerdem müssen verschiedene Ebenen (Erd- und Zwischengeschoss) überwunden werden. Dazu werden die Transportfahrzeuge samt Last in Aufzügen transportiert.

Vom Testsystem zur Serienproduktion

Zunächst wurde ein Testsystem in einer Pilotfabrik des Endkunden als Machbarkeitsstudie installiert. „Der Transfer von einem Fahrzeug zu einem anderen Fahrzeug mit über 1.000 kg Last war eine Herausforderung“, erinnert sich Cato Horten, Senior Project Manager bei Tronrud Engineering: „Durch mehrere Tests und die gute Zusammenarbeit konnte eine Lösung gefunden

werden.“ Nach dem erfolgreichen Test realisierten beide Firmen gemeinsam den Materialfluss mittels eines fahrerlosen Transportsystems in der Serienproduktion eines neuen Werks „auf der grünen Wiese“. Als Schlüsselpartner sorgte SEW-Eurodrive in Norwegen dafür, dass die richtigen Informationen die richtigen Leute sowohl bei SEW-Eurodrive Deutschland als auch bei Tronrud Engineering erreichten.

Bereiche streng getrennt

Verschiedene, über das Werk verteilte Routen stellen den spezifizierten Materialfluss sicher. Dabei gibt es grundsätzlich zwei getrennte FTS-Bereiche: Im sogenannten „grauen Bereich“ müssen die Fahrzeuge keine besonderen Reinheitsanforderungen erfüllen. Dagegen gilt für den sogenannten „weißen Bereich“ die Reinraumanforderung nach ISO 14644-1 Klasse 6. Mit der Übergabe der Last an die Reinraumausführung der mobilen Systeme wird eine saubere Trennung zwischen beiden Bereichen ermöglicht. Zur Vermeidung einer Kreuzkontamination findet diese Lastübergabe in speziellen Luftschleusen statt.

Eine Hauptroute ist die Verbindung des zentralen Lagers mit den Fertigungsbereichen, um sie mit den benötigten Materialien zu versorgen.

Sie umfassen die Prozessschritte Beschichten, Kalendern, Slitten, Stapeln, und Zellaassemblierung. Darüber hinaus wird weiteres Material aus dem Umfeld des Zentrallagers zur Fertigung transportiert. Innerhalb des „weißen“ Reinraumbereichs werden die Materialien bis an den jeweiligen Verwendungsort gebracht. Entweder wird das Material direkt angeliefert oder es durchläuft vor der Anlieferung weitere Prozesse, z.B. Kommissionierung/Vereinzelung und Zwischenlagerung von Paletten auf einzelnen Kleinladungsträgern (KLT). Dabei findet auch ein Transfer von einem Fahrzeug auf ein anderes statt. Darüber hinaus werden FTF zum Palettentransport vom Lager in den „Supermarkt“ (Bereitstellung von Bauteilen für die Produktion in der Nähe des Einbauortes) und von dort zur Zellaassemblierung eingesetzt.

Zwischen Flottenmanager und Fahrzeugen kommt die standardisierte, interoperable Kommunikationsschnittstelle VDA 5050 zum Einsatz. Dadurch ist es in diesem Projekt problemlos möglich, eine FTS-Leitsteuerung eines Drittanbieters einzusetzen. Insgesamt kommen in der ersten Ausbaustufe 42 FTF zum Einsatz – 31 Fahrzeuge zum Palettentransport und 11 zum KLT-Transport. Die längste zurückzulegende Strecke beträgt 345 m, einschließlich mehrerer Aufzugsfahrten.

Doppelter Anwendernutzen

Der Systemintegrator übernimmt die Gesamtverantwortung für die stationäre und mobile Handlingsysteme für Paletten und Behälter und hat dem Maschinenbaueunternehmen die Verantwortung für das gesamte fahrerlose Transportsystem übergeben. SEW realisiert auch die Integration des Tronrud-Lastaufnahmemittels auf dem Fahrzeug, stellt die kompletten Fahrzeuge einschließlich der Konformitätserklärung zur Verfügung und integriert die Fahrzeuge in das Gesamtsystem – inklusive Planung, Parametrierung und Inbetriebnahme. Beide Partner unterstützen sich vor Ort bei der Inbetriebnahme beim Auftraggeber.

Hardware und Dienstleistungen

Im Bereich der mobilen und schienengeführten Fördertechnik bietet das Bruchsaler Unternehmen innovative, skalierbare und zukunftsfähige Systemlösungen an. Hierbei liegt der Fokus nicht nur auf den Fahrzeugen selbst, sondern auch auf dazugehörigen Dienstleistungen – von der Systemplanung und Simulation bis zur Inbetriebnahme, Wartung und Reparatur. Nach dem Beispiel des weltweit eingesetzten Baukastensystems für Getriebemotoren und Elektronikprodukte erfolgt auch das Engineering des fahrerlosen Transportsystems auf Basis eines innovativen Technologie- und Softwarebaukastens. Er ermöglicht, individuelle Fahrzeuge zu konfigurieren und dabei die Komplexität gering zu halten.



Dieses Fahrzeug aus dem Maxolution-Technologiebaukasten ist für den innerbetrieblichen Transport von Großladungsträgern wie Paletten und Gitterboxen vorgesehen. Zuverlässige, präzise und prozesssichere Lastübergabe in den Luftschleusen ist dank innovativer Navigations- und Sicherheitstechnologie von SEW-Eurodrive möglich.

Der werksinterne Materialfluss erfolgt über Routen durch zwei FTS-Bereiche: Der sogenannte „graue Bereich“ (im Bild) muss keine besonderen Reinheitsanforderungen erfüllen. Dagegen gilt für den sogenannten „weißen Bereich“ die Reinraumanforderung nach ISO 14644-1 Klasse 6.





Das Maschinenbauunternehmen Tronrud Engineering entwickelt und produziert Automatisierungslösungen. Sein Hauptsitz befindet sich in Eggemoen, anderthalb Autostunden nordwestlich von Oslo.

Nachgefragt

Interview mit Cato Horten, Senior Project Manager bei Tronrud Engineering

CITplus: Was ist das Besondere an diesem Projekt aus technologischer Sicht?

Cato Horten: Wir bei Tronrud Engineering suchen immer nach Herausforderungen und das war ein neues Gebiet für uns. Mit Förderanlagen sind wir vertraut, aber sie zusätzlich

zu einem FTS einzusetzen, war etwas Anderes. Natürlich muss auch ein neues Projekt am Ende funktionieren. Wir müssen nur den Weg dorthin finden. Wenn wir die Anforderungen des Kunden verstehen und das richtige Team hierfür zusammenstellen, dauert es nicht lange bis zum Lösungsweg. Ein Schlüsselfaktor in diesem Projekt war die Reinraumklassifizierung nach ISO6. Ein weiteres Thema war die Ladung selbst und wie die Palette auf dem Förderband gesichert werden kann. Innerhalb weniger Tage können wir interne Tests durchführen, um eine Funktion zu überprüfen. Das ist ein großer Vorteil, weil wir die gesamte Produktion im eigenen Haus haben. Auch der Transfer der 1.000-kg-Last von einem FTF zu einem anderen FTF war eine Herausforderung. Aber durch die gute Zusammenarbeit mit SEW und mehrere Tests konnte eine Lösung gefunden werden.

Warum haben Sie sich für Maxolution-Systemlösungen von SEW-Eurodrive entschieden?

C. Horten: Tronrud Engineering hat sich für SEW-Eurodrive entschieden, weil das Unternehmen für seine Qualität und seinen guten Support bekannt ist. Bei vorausgegangenen Projekten erfuhren wir immer schnelle und problemlose

Unterstützung. Als wir mit dem Projekt „Batteriezellenfertigung“ begannen, war sofort klar, dass wir gut zusammenarbeiten werden, um das gemeinsame Ziel zu erreichen. Beispielsweise haben wir SEW gebeten, das voll beladene FTF in unseren Aufzügen von einer Ebene zur anderen zu transportieren. Das haben wir noch nie gemacht. „Aber es ist möglich“, war die Antwort der Maxolution-Fachleute. Und heute sehen wir, dass es sehr gut funktioniert.

Was waren Ihre persönlichen Highlights im Projekt und in der Zusammenarbeit?

C. Horten: Die Zusammenarbeit mit einem deutschen Unternehmen auf dem hohen Niveau, das wir in diesem Projekt erreicht haben, war neu für uns. Denn auf dieser geschäftlichen Ebene gibt es Unterschiede zwischen SEW-Eurodrive und Tronrud Engineering. Aber durch Transparenz, gegenseitiges Verständnis und Akzeptanz waren die Herausforderungen, die sich im Projektverlauf ergaben, gut zu bewältigen. Wir sehen auch Möglichkeiten für eine noch engere Zusammenarbeit in der Zukunft. Die Arbeit mit einem FTS auf dieser Ebene war für Tronrud Engineering neu. Und ich vermute, auch für SEW-Eurodrive war die Kooperation mit einem norwegischen Systemintegrator neu. Beide Seiten haben die gute Zusammenarbeit sehr zu schätzen gewusst.





Viele Unternehmen der chemischen, Pharma- und Lebensmittelindustrie sowie der Batteriezellen- und Elektronikfertigung benötigen in der Produktion, Verarbeitung und Verpackung ihrer Produkte Reinraumtechnik. Dank standardisierter FTF-Komponenten liefert SEW-Eurodrive zuverlässige mobile Systeme in bewährter Industriequalität.

Energieversorgung und Sicherheitstechnik

Die fahrerlosen Transportfahrzeuge lassen sich mithilfe des Energieversorgungssystems Movitrans von SEW-Eurodrive kontaktlos und wartungsfrei laden. Daher ist es besonders für sensible Bereiche wie die Lebensmittelproduktion oder Reinräume geeignet. Für die Movitrans-Komponenten gibt es verschiedene Einbauoptionen, die eine einfache und dezentrale Installation ermöglichen. Die Energieaufnahme erfolgt verschleißfrei, entweder punktuell im Stillstand oder während der Fahrt über Linienleiter, die im oder auf dem Boden ver-

legt werden. Durch das Laden während der Fahrt oder bei Lastübergabe lassen sich Stillstandszeiten vermeiden. So ist es möglich, die optimale Anzahl von Fahrzeugen für den innerbetrieblichen Materialfluss einzusetzen. Ferner hat das System einen automatischen Energiesparmodus, der zum effektiven Energieeinsatz beiträgt.

Umfangreiche Sicherheitstechnik schützt das gesamte Fahrzeug – und vor allem die Menschen, die in seiner Umgebung arbeiten. Die integrierte Sicherheitssteuerung sorgt für die geschwindigkeitsabhängige Schutzfeldumschaltung, sicher abgeschaltetes Drehmoment, sichere Geschwindigkeit und weitere Funktionen. Auch das Lastaufnahmemittel wurde vollständig in die Fahrzeugsicherheit integriert. Zur Navigation in den Produktionshallen kommt Laser-SLAM zum Einsatz (Simultane Lokalisierung und Kartierung der Umgebung). In Kombination mit Laserparking und Feinpositionierung mittels Data-Matrix-Code ermöglicht dies eine präzise und prozesssichere Fahrzeugpositionierung. Das ist vor allem für sicherheitsrelevante Bereiche wichtig. Dazu gehört auch die Lastübergabe von Fahrzeug zu Fahrzeug.

Weltweite Verfügbarkeit als Technologiebaukastensystem

Mit dem modularen und innovativen Technologiebaukasten sowie jahrzehntelanger Erfahrung in vielen Industriebranchen bietet der Bruchsaler Antriebsautomatisierer innovative, erweiterbare Hard- und Softwarelösungen mit weltweiter Verfügbarkeit. Gemeinsam

mit dem Maschinenbauer Tronrud Engineering installierte SEW-Eurodrive ein fahrerloses Transportsystem aus dem Maxolution-Portfolio mobiler Transport- und Assistenzsysteme in einer europäischen Fabrik zur Batteriezellenfertigung. Die Verwendung der VDA5050-Schnittstelle ermöglichte es in diesem Fall, problemlos einen Flottenmanager eines Drittanbieters zu einzusetzen. Für den Endkunden ist die regionale Nähe des Maschinenbauers Tronrud Engineering von Vorteil, für beide Unternehmen die Unterstützung durch die norwegische Marktorganisation SEW-Eurodrive in Moss sowie die Firmenzentrale in Bruchsal.

SEW auf der Achema Halle 8.0 – Stand B62



Gunthart Mau,
Referent Fachpresse,
SEW-Eurodrive

Wiley Online Library



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

>extruder >dosierer >komponenten >pneumatische förderung >komplette anlagen

BEWÄHRTE COPERION TECHNOLOGIE. FÜR EINE ZUVERLÄSSIGE, EFFIZIENTE UND NACHHALTIGE HERSTELLUNG VON BATTERIEN.

- + Kontinuierlicher Prozess für eine optimierte Batterieelektrodenproduktion mit erstklassigen Doppelschneckenextrudern
- + Hochpräzise und staubdichte Dosierer für bestmögliche Rezepturkontrolle
- + Containment-sichere Lösungen für Schüttguthandling
- + Gesamtlösungen aus einer Hand



THE BATTERY SHOW EUROPE
Halle 10 H94 · Stuttgart/D
18. - 20. Juni 2024

Coperion ist ein weltweiter Technologieführer für Extrusion, Dosier- und Schüttguthandling-Lösungen. Jahrelange Erfahrung und umfassendes Know-how machen uns zum idealen Partner für Batterie-Anlagen mit höchstmöglichen technischen Standards, Endproduktqualität und Effizienz. www.coperion.com/batterien

coperion
confidence through partnership

Sicherheit im Fokus

Individuelle Risikoanalyse und Schutzmaßnahmen für Mitarbeitende und Anlagen in der Batterieproduktion

Die Herstellung von Lithium-Ionen-Batterien birgt einige Sicherheitsrisiken, denn während der Produktionsprozesse können Stäube, brennbare und toxische Gase sowie Dämpfe freigesetzt werden. Diese können die Anlagen und die dort arbeitenden Menschen gefährden. Batteriefabriken stehen vor der Herausforderung, die Produktionssicherheit in einem Umfeld zu gewährleisten, das sich durch neue Zellchemien häufig verändert und unter Zeitdruck steht.

Jede Batteriefabrik ist einzigartig, deshalb beginnt die Sicherheitsbetrachtung mit einer detaillierten und individuellen Risiko- und Gefährdungsbeurteilung. Dabei werden die spezifischen Prozesse, die verwendeten Materialien und die örtlichen Gegebenheiten berücksichtigt. Die Verantwortung für die Risikoanalyse liegt beim Unternehmer. In Deutschland ist dies im Arbeitsschutzgesetz, den zugehörigen Verordnungen sowie in den Regelwerken der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) verankert. Die Risikoanalyse umfasst unter anderem die Definition des Schutzziels, die Identifikation von Gefahren sowie deren Analyse und Bewertung. Darauf aufbauend werden Schutzmaßnahmen festgelegt, die die Eintrittswahrscheinlichkeit von Gefahrensituationen minimieren und das Ausmaß möglicher Schäden begrenzen. Die Maßnahmen folgen

der Slurry kann gesundheitsschädlich sein. Mitarbeitende, die während Abfüll-, Umfüll- oder Mischarbeiten mit den Nanopartikeln in Kontakt kommen können, sollten Atemschutz tragen. Gebläsefiltergeräte sorgen in der richtigen Kombination mit einem Helm, einer Haube oder einem Visier für einen konstanten Luftstrom ohne Einatemwiderstände. Die Tragezeitbegrenzung kann häufig entfallen. Die verwendete Schutzausrüstung sollte entsprechend den festgelegten Explosionsschutzzonen nach ATEX zertifiziert sein.

Brand- und Explosionsrisiko durch Lösungsmitteldämpfe und Elektrolyt-Leckagen

Nach dem Beschichtungsprozess werden die Elektroden getrocknet. Dabei können die zuvor verwendeten Lösungsmittel,



Keywords

- Batterieproduktion
- Arbeitssicherheit
- Risiko- und Gefährdungsbeurteilung

Gaswarneinrichtungen installiert. Diese Geräte messen brennbare Gase in %-UEG und sollten für den Einsatz im primären Explosionsschutz über ein messtechnisches Gutachten verfügen. Werden kritische Konzentrationen erreicht, alarmiert das Gaswarnsystem und leitet automatisch Gegenmaßnahmen ein, die individuell im Schutzkonzept festgelegt werden.

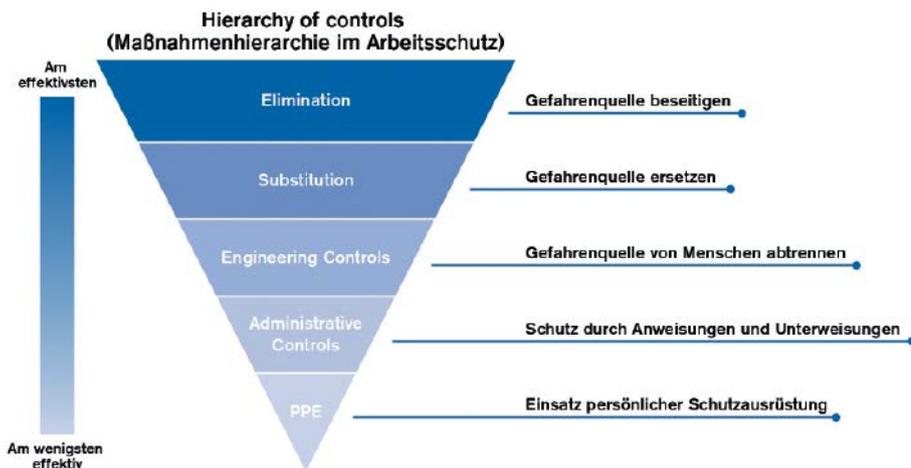
Schutz der Mitarbeitenden vor giftigen Gasen und Sauerstoffmangel

Neben dem Brand- und Explosionsrisiko können in der Batterieproduktion weitere Sicherheitsrisiken für Mitarbeitende entstehen. Eingesetzte Lösungsmittel wie NMP und Elektrolyte sind oft nicht nur brennbar, sondern auch reizend und giftig. Halb- oder Vollmasken schützen die Atemwege der Menschen, die in Bereichen arbeiten, in denen Ausgasungen auftreten können.

Im Falle einer Elektrolyt-Leckage kann es zu unerwünschten chemischen Reaktionen kommen. Bei der Reaktion des Leitsalzes mit Wasser (z.B. Luftfeuchtigkeit) kann toxischer Fluorwasserstoff entstehen, der ebenso als Folge eines Batteriebrandes auftreten kann. Fluorwasserstoff verursacht schwere Verätzungen der Haut und Augenschäden. Der Arbeitsplatzgrenzwert gemäß TRGS 900 beträgt 1 ppm. Ein weiteres Sicherheitsrisiko entsteht durch den Einsatz von Stickstoff. Einige Prozessschritte, wie die Formation der Batteriezellen, erfolgen in einer inerten Atmosphäre, um eine möglichst hohe Batteriekapazität zu erreichen. Eine Stickstoffleckage kann den Sauerstoff in



Bei Abfüll-, Umfüll- oder Mischarbeiten kann Kontakt mit Nanopartikeln entstehen. Gebläsefiltergeräte wie das Dräger X-plore 8700 bieten den geeigneten Atemschutz und sorgen in der richtigen Kombination mit einem Helm, einer Haube oder einem Visier für einen konstanten Luftstrom ohne Einatemwiderstände.



Maßnahmenhierarchie im Arbeitsschutz : Die komplexe Batterieherstellung birgt verschiedene Sicherheitsrisiken.

der Atemluft verdrängen und eine Gefahr für Menschen darstellen.

Um die Mitarbeitenden vor toxischen Gasen, Sauerstoffmangel oder explosionsfähigen Atmosphären zu warnen, werden mobile Mehrgasmessgeräte empfohlen. Diese werden direkt am Körper getragen und überwachen konstant die Umgebungsluft. Bei kritischen Konzentrationen werden die Träger akustisch, optisch und durch eine spürbare Vibration alarmiert. Darüber hinaus sind regelmäßige Stichprobenmessungen mit Analysetechnik wie dem Dräger X-pid 9500 sinnvoll, das direkt präzise Ergebnisse liefert. So können VOC-Konzentrationen in Laborqualität (ppm/ppb) ausgewiesen und ein Großteil von Elektrolyten selektiv detektiert werden.

Umfassendes Rettungskonzept mit ausgebildeten Ersthelfern

Arbeitgeber müssen ein sorgfältig ausgearbeitetes Rettungskonzept haben und sicherstellen, dass die Zuständigkeiten klar geregelt und die Mitarbeitenden entsprechend geschult sind. Im Falle eines sicherheitskritischen Ereignisses in der Batterieproduktion wie eines Thermal Runaways müssen klare Abläufe eingehalten werden, die eine schnelle und sichere Evakuierung der betroffenen Bereiche gewährleisten. Dazu gehört auch die Bereitstellung von Fluchthauben, um die Mitarbeitenden vor giftigen Substanzen wie Fluorwasserstoff, Kohlenstoffmonoxid oder Cyanwasserstoff (Blausäure) zu schützen. Ersthelfer können verschiedenen Gefahren ausgesetzt sein, wie z.B. elektrischen

Gefahren, Hitze durch Flammen, toxischen Gasen und Explosionsgefahr durch austretende brennbare Gase. Eine große Herausforderung besteht darin, dass verschiedene Bestandteile von Anode, Kathode und Elektrolyt freigesetzt werden können. Die Zellchemie, der Ladezustand und das Alter der Batterie beeinflussen diese Risiken. Für Ersthelfer in der Batterieproduktion ist es wichtig, die Sicherheitsrisiken zu kennen. Sie sollten von Anfang an in die Notfallpläne einbezogen und regelmäßig in Abläufen, Tools und Schutzausrüstung geschult werden. Der Zugang zu speziellen Gasdetektionsgeräten und Wärmebildkameras zur Lokalisierung von Brandherden sowie angemessener Körper- und Atemschutz ist dabei unbedingt zu gewähren.

Jede Batteriefabrik braucht ein individuelles Sicherheitskonzept

Die Produktion von Batterien ist ein komplexer Prozess mit individuellen Sicherheitsanforderungen. Da keine Batteriefabrik der anderen gleicht, ist eine individuelle Risiko- und Gefährdungsbeurteilung erforderlich. Ein ganzheitliches Sicherheitskonzept, das auf die Risiken in den einzelnen Prozessschritten und auf die Umgebungsbedingungen abgestimmt ist, schützt sowohl die Mitarbeitenden als auch die Anlage. Dazu gehören stationäre Gaswarntechnik für den Explosions- und Anlagenschutz, mobile Gasmesstechnik sowie Atem- und Körperschutz für den Personenschutz. Mitarbeitende und Ersthelfer sind mit dem Notfallplan vertraut zu machen und regelmäßig zu schulen. Für den Notfall sind die Mitarbeitenden mit Fluchthauben und die Ersthelfer mit geeigneter PSA auszurüsten.

Dräger auf der Achema 2024
Halle 11.1 – Stand C75



Frederike Schnalke,
Business Development
Managerin, Dräger

Wiley Online Library



Das Dräger X-pid 9500 kann VOC-Konzentrationen in Laborqualität (ppm/ppb) ausweisen und einen Großteil von Elektrolyten selektiv detektieren.

Drägerwerk AG & Co KGaA, Lübeck
Tel.: +49 451 882-0 · www.draeger.com



Der Sondermaschinenbauer Sonplas entwickelt Lösungen für das Laser-Notching, Laser-Separation und Laser-Slitting in der Li-Ionen-Batterieindustrie.

Sichere Forschungsarbeiten an Kathodenmaterialien

Containment für die Batterieindustrie



Keywords

- **Gefahrstoffe**
- **Containment**
- **Elektrodenmaterial**

Die weltweite Produktion von Batteriezellen wird in den kommenden Jahren weiterhin signifikant steigen. Dieser Anstieg wird durch Innovationen in der Kathoden-Zellchemie begleitet, da die Kathode ein zentraler Bestandteil von Lithium-Ionen-Batteriezellen ist. Forschungsarbeiten am Zellmaterial erfordern den Umgang mit Schwermetallen wie Kobalt, der aufgrund seiner Giftigkeit eine umfassende Sicherheitsvorkehrung für die Beschäftigten erfordert.

Im Bereich Batterieproduktion sind die Teams in Forschung und Entwicklung gefordert, nicht nur innovative Prozesse zu entwickeln, sondern auch sicherzustellen, dass diese in einer Umgebung stattfinden, die die Sicherheit der Beschäftigten vor den potenziellen Gefahren dieser Materialien gewährleistet. Mit dieser Herausforderung sah sich auch der Sondermaschinenbauer Sonplas konfrontiert. Das Unternehmen entwickelt und liefert maßgeschneiderte Montage- und Prüfanlagen für die Automobil- und Luftfahrtindustrie, die unter anderem in den Bereichen Elektromobilität, Wasserstofftechnologie, Kraftstoffeinspritzung, R&D und

Batterieproduktion eingesetzt werden. Neben der Montage von Rotoren, Invertern und anderen Komponenten für elektrisch angetriebene Autos und Nutzfahrzeuge, beschäftigt sich das Unternehmen mit der Montage und Prüfung von Batteriemodulen sowie der Herstellung von Batteriezellen für sowohl automotiv als auch non-automotive Anwendungen.

Gefährdungsbeurteilung in der Entwicklungsphase

Ausgelöst durch neue Auftragsprojekte im Bereich Batterieproduktion wurden in der Forschungs- und Entwicklungsabteilung Arbeits-

prozesse sowohl an der vollständigen Batteriezelle als auch am Elektrodenmaterial erforderlich, einschließlich wichtiger Schritte wie dem Laserschneiden. Im Zuge einer Gefährdungsbeurteilung erkannte das Unternehmen die potenzielle Gefährdung durch toxische Batteriekomponenten: Bei mechanischen Trennprozessen des Kathodenmaterials wurde festgestellt, dass giftiger Staub freigesetzt wird. Auf Zellebene wurde bei der Zerlegung fertiger Batteriezellen die Emission von toxischen Dämpfen (Elektrolyt) identifiziert. Somit galt es Schutzmaßnahmen zu treffen, um die Gefährdung auf ein Minimum zu reduzieren.

Schutzmaßnahmen gegen toxische Emissionen

Ein wichtiger Grundsatz bei der Festlegung von Schutzmaßnahmen lautet gemäß der Technischen Regel für Gefahrstoffe „Schutzmaßnahmen“ (TRGS 500), dass zunächst die Möglichkeit einer Substitution durch Stoffe oder Gemische mit geringerer Gesundheitsgefährdung zu prüfen und vorrangig durchzuführen ist. Entfällt diese Möglichkeit, haben technische Maßnahmen Vorrang vor organisatorischen und persönlichen Schutzmaßnahmen oder arbeitsmedizinischer Überwachung. Dieser Grundsatz ist auch als Stop-Prinzip bekannt (Substitution, technische Schutzmaßnahmen, organisatorische Schutzmaßnahmen, persönliche Schutzausrüstung). Da die Substitutionsmöglichkeit entfiel, stellte der Anlagenbauer die Anforderungen an den Arbeitsplatz durch Informationen aus den Sicherheitsdatenblättern der

Batteriebestandteile und Recherchen in einschlägigen Richtlinien klar.

Lieferantenauswahl und Entscheidungsfaktoren

Die Auswahl von Denios als Lieferanten basierte auf einer Internetrecherche, Empfehlungen und bereits vorhandenem Wissen über das Unternehmen. Sonplas legte besonderen Wert auf eine kurze Lieferzeit und entschied sich dafür, die Ausrüstung von einem Hersteller zu beziehen, der sich um den gesamten Projektablauf kümmert. Nach gründlicher Kosten-Nutzen-Analyse traf das Unternehmen die Entscheidung, die Anlage des Anbieters aus Bad Oeynhausen zu erwerben. Der entscheidende Vorteil lag darin, dass die Anlage bereits entwickelt, getestet und erfolgreich in ähnlichen Anwendungen eingesetzt worden war. Besonders wichtig war die Bestätigung der Einhal-

tung der Arbeitsplatzgrenzwerte im Umgang mit den toxischen Kathodenmaterialien.

Sicherheitslösung mit kundenspezifischen Anpassungen

Denios hat einen Zerlege- und Prüftisch für Lithium-Akkus und Zellmaterialien entwickelt, der höchste Sicherheitsstandards gewährleistet: den Arbeitstisch Vario-Flow AT Li-Ion. Durch die Schadstofffassung wird ein Schutzniveau bis einschließlich OEB 4 ($1 - 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) erreicht, was bspw. die Arbeit mit schwermetallhaltigen Kathodenmaterialien erlaubt – einem gängigen Bestandteil von Lithium-Batteriezellen.

Der Arbeitstisch wurde individuell auf geforderten Arbeitsprozesse angepasst, um deren Effizienz und Sicherheit zu gewährleisten. So wurde ein Einstellbereich für ein kundenseitiges Transportgestell geschaffen. Eine Frontscheibe sorgt für den Personenschutz nach OEB 4 und fängt im Havariefall umherfliegende Teile ab. Zudem wurde ein Abwurfschacht eingebaut, um Reststoffe im Arbeitsbereich sicher zu entsorgen. Um die einwandfreie Funktionalität sicherzustellen, wurden eine Zu- und Abluftüberwachung ergänzt.

Durch die Integration der Schadstofffangungsanlage wird eine sichere und effiziente Handhabung von toxischen Kathodenmaterialien in der Forschung und Entwicklung gewährleistet.

Für den Anlagenbauer war es wichtig, auch nach der Investition eine unkomplizierte und schnelle technische Beratung zu erhalten, insbesondere während der Inbetriebnahme. Die erfolgreiche Zusammenarbeit betont die Bedeutung von Fachkenntnissen, Zuverlässigkeit und schneller Unterstützung bei der Implementierung solcher sicherheitskritischen Anlagen.

Bilder © Denios und Sonplas



Vario-Flow Gefahrstoffarbeitsplätze schützen die Mitarbeiter beim Umgang mit Chemikalien und dienen der Einhaltung der vorgeschriebenen Arbeitsplatzgrenzwerte.

Denios auf der Achema

Halle 4.0 – Stand J8



Maren Schlichting,
Marketing Manager
Engineered Solutions,
Denios

Wiley Online Library



DENIOS SE, Bad Oeynhausen

Tel.: ++49 800 753 000 - 3 · www.denios.de

Qualität entscheidet über Performance

Labor- und Prozessanalytik von Batteriematerialien



Keywords

- Prozessanalytik
- Batterieproduktion
- Qualitätskontrolle

Die Rohstoffe in Batterien machen einen großen Teil der Kosten und der Leistungsfähigkeit einer Batterie aus. Die Qualitätskontrolle der Ausgangsprodukte wie auch der verarbeiteten Materialien im Prozess sowie auch von recycelten Batteriewerkstoffen trägt daher erheblich zur Kosteneffizienz der Batterieproduktion bei. Dr. Kerstin Dreblow und Sabrina Hakelberg geben im Interview mit CITplus einen Überblick über die Möglichkeiten der Metrohm Prozessanalytik, um die Batterieindustrie für mehr Effizienz und Performance zu unterstützen.

CITplus: Welche Analysemethoden bietet Metrohm auch für die Prozessanalytik an?

Dr. Kerstin Dreblow: Im Allgemeinen kennen viele Anwender Metrohm als einen Hersteller von Hochpräzisionsinstrumenten für die chemische Analytik im Laborbereich – Stichwort Titration. Bei der klassischen Analytik kommt die Probe ins Labor. In der Prozessanalytik dagegen wird das Labor zur Probe gebracht. Das bedeutet, dass die bewährten Laborlösungen für die Spektroskopie (Nahinfrarot und Raman) und nasschemische Analytik (Titration, Elektrochemie, Photometrie, Ionenchromatographie sowie Messungen mit ionenselektiven Elektroden) in vollautomatisierte und maßgeschneiderte Analysensysteme übertragen werden. Mit ihnen werden eine Vielzahl an chemischen und physikalischen Parametern erfasst. Besonders hervorzuheben ist, dass wir erst kürzlich unser Portfolio erweitern konnten und nun auch neben Prozess-NIR auch Prozess-Raman und Röntgenfluoreszenzmessung für Prozessanwendungen anbieten können.

Der Bedarf an Energiespeichern ist hoch und wird auch zukünftig noch weiter an Wichtigkeit gewinnen. Welche Möglichkeiten der Prozess- und Qualitätskontrollen in der Batterieproduktion gehören zum Portfolio?

Sabrina Hakelberg: Metrohm bietet eine große Bandbreite etablierter Analysemethoden für die gesamte Wertschöpfungskette in der Batterieindustrie an. Das beginnt mit der Qualitätssicherung während der Gewinnung von Rohstoffen. Hinzu kommen Lösungen für die Überwachung von Qualitäten und Zusammensetzungen von Komponenten in der Batterieherstellung an sich bis hin zum Recycling und der Wiederaufbereitung der Komponenten. Gerade an dieser Stelle lassen sich Produktionsprozesse durch eine lückenlose Überwa-



Sabrina Hakelberg, Produkt Managerin Process Spectroscopy, Deutsche Metrohm Prozessanalytik

chung der Parameterkonzentrationen optimieren und die anschließende Produktsicherheit gewährleisten.

Die stoffspezifischen Analysemethoden, wie sie die nasschemischen Methoden und die Raman- bzw. NIR-Spektroskopie bieten, haben den Vorteil, mehr über den Prozess zu erfahren. Abhängig davon, an welcher Stelle wir uns in der Wertschöpfungskette befinden und welche Parameter qualitätsrelevant sind, setzen wir gezielt und maßgeschneidert die passende Analysemethoden für die Messaufgabe ein.

Sie beschreiben eine große Anwendungsvielfalt. Können Sie hierzu Beispiele nennen?

S. Hakelberg: Mit der Ionenchromatographie (IC) werden die Zusammensetzung von Elektro-

lytlösungen analysiert. Diese Analysetechnik ermöglicht die genaue Bestimmung von Ionen wie Lithium, Fluorid, Chlorid oder auch Verunreinigungen, die die Leistung und Lebensdauer der Batterie beeinflussen können.

Mit klassischen Titrationsmethoden werden Konzentration von Säuren, Basen und anderen chemischen Substanzen in Elektrolytlösungen bestimmt. Dies ist entscheidend für die Herstellung von Elektrolyten mit genau definierten Eigenschaften und Zusammensetzungen.

Potentiometrische Methoden ermöglichen die Messung von Redoxpotentialen in Batteriezellen. Diese Messungen sind wichtig, um die Effizienz und Stabilität der elektrochemischen Reaktionen innerhalb der Batterie zu überwachen.

Mittels Röntgenfluoreszenz (RFA) kann das Recycling von Kobalt, Nickel und Magnesium oder auch Schlämme von kathodenaktivem Material überwacht werden.

Die Raman-Spektroskopie kann zur Charakterisierung der Rohstoffe Li-basierter Batterien verwendet werden. Sie ermöglicht die Identifizierung von Phasenübergängen, Verunreinigungen und anderen strukturellen Eigenschaften, die die Batterieperformance beeinflussen können.

Die Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS) setzen wir im Bereich der Batterieherstellung ein, um Trocknungsprozesse zu überwachen, beispielsweise die Beschichtungen von Elektrodenmaterialien oder den Feuchtegehalt im Batterieelektrolyt. Dieser Parameter ist sehr kritisch, da ein zu hoher Wassergehalt in einem Teil der Lithium-Ionen-Batterie (LiB) dazu führen kann, dass hygroskopisches Lithiumhexafluorophosphat (LiPF₆) mit Wasserdampf in der Luft zu Fluorwasserstoff (HF) reagiert. Dies führt dann zur Schädigung der Batterie bis hin zum Brand oder gar einer Explosion.

Das Recycling von Batterien ist eine Chance, um die Abhängigkeit von Rohstoffimporten zu reduzieren und um die Batterieproduktion klimafreundlicher zu gestalten. Welche Parameter können Sie in den Recyclingfraktionen, wie Kunststoffe, Metallfolie, Schwergut und Schwarzmasse, bestimmen und mit welchen Systemen?

Dr. K. Dreblow: Zweifelsohne ist Batterierecycling ein Thema, das an Bedeutung zunimmt. In einer 2021 veröffentlichten Studie des Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) wurden für 2030 jährlich 230 Kilotonnen Batteriekomponenten bzw. 1.500 Kilotonnen pro Jahr bis 2040 vorausgesagt^[1]. Gleichzeitig nimmt die Nachfrage an Batteriekomponenten zu. Daher bedarf es neuer ressourcenschonender Prozesse und Recyclingstrategien, u.a. auch um unabhängig von Rohstoffimporten zu werden und um neue Maßstäbe zu setzen.

Noch sind viele Einrichtungen an dem Punkt, neue Bereiche zu erforschen, bevor eine serienreife Anlagenproduktion erfolgen kann. Die Bereitstellung moderner Analysetechniken als auch die gemeinsame Erarbeitung der neuen Applikationen und Methoden ist der Fokus bei Metrohm.

Wir unterstützen beispielsweise bei der Charakterisierung der rezyklierten Schwarzmasse: Die unterschiedlichen Li- und weiteren Metallkomponenten werden überwacht und auf Reinheit geprüft. Zum Einsatz kommt hier die Raman-Spektroskopie, die in Sekunden schnelle und ohne den Einsatz von Chemikalien qualitative und quantitative Charakterisierung der Probe vornimmt. Die Technik kann genutzt



Dr. Kerstin Dreblow, Produkt Managerin Wet Chemical Process Analyzer, Deutsche Metrohm Prozessanalytik

werden, um Aufreinigungsschritte zu definieren. Das gleiche gilt für die Anwendung in der Rückgewinnung von Polymerkomponenten, die im Recyclingprozess anfallen. Neu im Portfolio ist der 2060 Raman Analyzer mit dem bis zu fünf verschiedene Messstellen mit einem einzigen Analyzer abgedeckt werden können. Durch die Verwendung von integrierten Standards ist die Übertragung von Methoden auf das System problemlos möglich. Dies ist insbesondere für Anlagenbauer interessant, die ihre Analysenmethoden einfach und weltweit einsetzen können.

Alternative Batteriesysteme, beispielsweise auf Lignin basierende Batterien, rücken immer mehr in den Fokus. Mit welchen Ansätzen kann Metrohm unterstützen?

S. Hakelberg: Biobasierte und erneuerbare Materialien wie beispielsweise auf Ligninbasis bieten komplett neue Möglichkeiten – und das nicht nur in Hinblick auf Nachhaltigkeit sondern auch hinsichtlich Skalierbarkeit und Performance von Batteriematerialien. Lignin fällt als Nebenprodukt des Holzaufschlusses in Papier- und Zellstofffabriken weltweit im Millionen-Tonnen-Maßstab an. So wird ein Abfallstoff genutzt, der CO₂ reduziert und eine echte Alternative zu Elektrolyten und Elektrodenmaterialien fossilen Ursprungs darstellt. Metrohm hat bereits vor vielen Jahren verschiedene Applikationen in der Papier- und Zellstoffproduktion entwickelt. Die zu analysierenden Parameter (z.B. Ligninbestimmung) lassen sich teilweise nun auf die Prozesse der für die „grüne Batterie“ übertragen. Sowohl der biobasierte Batterieelektrolyt als das Elektrodenmaterial kann sich qualitätssichernd analysieren lassen. Auch hier kommt u.a. der 2060 The NIR Analyzer, der 2060 Raman Analyzer und der 2060 TI Analyzer zum Einsatz.

Referenz

[1] https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cct/2021/VDMA_Kurzstudie_Batterierecycling.pdf, abgerufen am 3.5.2024

Das Interview führte

Dr. Etwina Gandert, Chefredakteurin CITplus.

Deutsche Metrohm auf der Achema
Halle 11.1 – Stand E73



Übersicht über die modularen Prozessanalytensysteme von Metrohm Process Analytics.

Wiley Online Library



Deutsche METROHM Prozessanalytik GmbH & Co. KG, Filderstadt (Plattenhardt)
Tel.: +49 711 7 70 88 - 924
kerstin.dreblow@metrohm.de
www.metrohm-prozessanalytik.de

Nachhaltige Herstellung von Lithiumeisenphosphat

Aufbau einer Wertschöpfungskette für LFP-Batterien in westlichen Märkten


Keywords

- Elektrodenmaterial
- Eisenphosphat
- LFP-Batterie



Bilder © Lanxess

In modernen Anwendungslabors können kundenspezifische Battery Grades entwickelt werden.

Batterien mit LFP-Kathoden sind weltweit auf dem Vormarsch. Dazu trägt auch das Wachstum der Elektromobilität bei. Aktuelle Marktstudien sehen den Anteil von Elektrofahrzeugen mit LFP-Kathoden im Jahr 2030 in Europa und USA zwischen 20 und 30 %. Das globale Wachstum bei LFP-Akkus hat mehrere Gründe. Im Vergleich zur Lithium-Ionen-Technologie mit Kathoden auf Basis von Nickel, Mangan und Cobalt (NMC) oder von Nickel, Cobalt und Aluminium (NCA) sind LFP-Akkus in puncto Rohstoffe und Herstellung deutlich kostengünstiger. So müssen für ihre Zellen keine teuren und seltenen Schwermetalle abgebaut werden. Dies wirkt sich spürbar auf die Fahrzeugkosten aus, weil der Anteil des Kathodenmaterials über 60 % der hohen Zellkosten ausmacht. Die LFP-Batterietechnologie zeichnet sich zudem durch eine hohe Anzahl an Ladezyklen und eine lange Lebensdauer aus. Gleichzeitig sind die Akkus thermisch stabiler und sicherer.

Raus aus der Abhängigkeit

LFP-Kathodenmaterialien und entsprechende Akkus werden derzeit fast ausschließlich in

China produziert und von dort in alle Welt exportiert. Dies impliziert lange Transportwege, anfällige Lieferketten, geopolitische Risiken und eine Abhängigkeit in puncto Wirtschaftlichkeit, Qualität und Nachhaltigkeit. Vor allem westliche OEMs favorisieren daher den Aufbau regionaler Wertschöpfungsketten bei LFP-Batterien. Sie soll zu mehr Unabhängigkeit führen und die europäischen und amerikanischen Märkte sicher mit nachhaltigen Materialien lokalen Ursprungs versorgen.

Chinesische Hersteller gehen in der LFP-Synthese von Eisensulfat aus, das mit Phosphorsäure zu Eisenphosphat und dieses mit Lithiumcarbonat zu LFP umgesetzt wird. Nachteil ist, dass Abwässer mit hohen Salzfrachten u.a. aus Ammonium- und Natriumsulfat entstehen, die nur unter extrem hohem Aufwand und mit einem signifikanten Energiebedarf abgetrennt werden können. Außerdem setzt der Prozess große Mengen an Eisensulfat voraus, das hauptsächlich in China als Abfallprodukt der Weißpigmentproduktion anfällt.

Lanxess konzentriert sich mit seinem Produktangebot für westliche Märkte daher auf

Batterien mit LFP-Kathoden werden bislang fast nur in China produziert. Um diese Abhängigkeit zu verringern, setzt Lanxess auf zwei alternative Herstellprozesse für LFP-Kathodenmaterial und bietet dafür neue Rohstoffe an. Dazu zählen etwa zwei neue Eisenoxide sowie Eisenphosphat. Ziel ist es, gemeinsam mit Partnern eine Wertschöpfungskette für LFP-Batterien zu schaffen, die westliche Märkte sicher versorgt. Im Fokus stehen dabei unbedenkliche Rohstoffe, Klimafreundlichkeit und ein effizientes Recycling im Sinne von Stoffkreisläufen.

zwei umweltschonendere Verfahrensalternativen, bei denen lokal verfügbarer Rohstoffe stärker zum Einsatz kommen. Eines davon hat sich bereits im kleineren Maßstab etabliert: Im Rahmen dieses Prozesses werden Eisenoxid, Phosphor- und Lithiumverbindungen zu LFP umgesetzt. Das andere Verfahren setzt wie der chinesische Prozess Eisenphosphat mit Lithiumverbindungen zu LFP um, gewinnt aber das Eisenphosphat direkt aus Eisen und Phosphorsäure. Beide Verfahren will das Chemieunternehmen mit Rohstoffen versorgen.

Maßgeschneiderte Eisenoxide vom globalen Konzern

Lanxess kann etwa im Gegensatz zu Startups oder kleineren Unternehmen eine chemische und logistische Infrastruktur nutzen, die es erlaubt, Rohstoffe für Kathodenmaterial großtechnisch in gesicherter Qualität und sehr hohen Nachhaltigkeitsstandards herzustellen.

So bietet der Geschäftsbereich Inorganic Pigments seit Kurzem maßgeschneiderte Produkte an, die speziell für den LFP-Verfahrensweg über Eisenoxide entwickelt wurden.

Der Konzern ist mit einer Produktionskapazität von über 300.000 t/a einer der global führenden Hersteller von Eisenoxiden und einziger westlicher Großhersteller. Rund 70 % des außerhalb Chinas hergestellten Produktionsvolumens stammt aus den Produktionsstätten von Lanxess. Die zwei Eisenoxid-Battery-Grades (FeO(OH), Goethit) werden unter dem Markennamen Bayoxide angeboten. Sie sind hinsichtlich Reinheit, Oberflächeneigenschaften, Kristallinität und Partikelgröße so produziert, dass sie für die Kathodenmaterialien optimale elektrochemische Eigenschaften ermöglichen.

Präzise Steuerung der Partikelstruktur und -größe

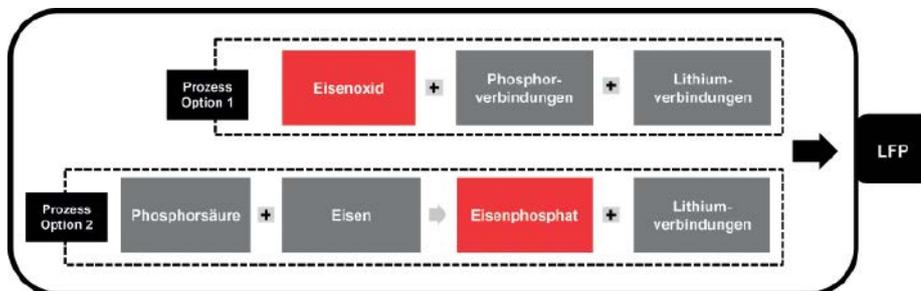
Gerade die Partikelstruktur und -größe sind für die Ionen-Leitfähigkeit beim Laden und Entladen der Batterie entscheidend. Die Partikelgröße wird über den Herstellprozess gesteuert und die Verarbeitbarkeit im LFP-Prozess wird über die Mikronisierung im Mahlprozess optimal eingestellt. Beide neuen Eisenoxid-Battery-Grades sind in ausreichenden Mengen für den Batteriemarkt verfügbar und haben ihre Leistungsfähigkeit bereits im Rahmen von Entwicklungsprojekten mit westlichen Partnern bewiesen. Sie erleichtern nicht nur das Wandern der Lithium-Ionen beim Laden und Ent-

menarbeit mit dem Unternehmen IBU-tec advanced materials. Gemeinsam will man innovative Eisenoxide zur Herstellung des Kathodenmaterials für LFP-Batterien entwickeln und damit diesen Batterietyp leistungsfähiger als bisher machen. So sollen etwa die elektrochemischen Eigenschaften des LFP weiter verbessert werden, um die Energiedichte und Lade-geschwindigkeit der Batterien zu erhöhen und mehr Ladezyklen zu ermöglichen.

Großtechnischer Einstieg in die Eisenphosphat-Herstellung

Und auch mit Blick auf die zweite LFP-Verfahrensrouten über Eisenphosphat plant der Geschäftsbereich Inorganic Pigments, sich als Lieferant zu etablieren. Bislang gibt es in Europa kaum ausreichende Kapazitäten für Eisenphosphat, die zur LFP-Herstellung genutzt werden können. Hier möchte das Unternehmen ansetzen und prüft derzeit den Aufbau eigener Produktionskapazitäten.

Die Pläne sehen vor, dabei auf bewährte Anlagen in Krefeld-Uerdingen zurückzugreifen. Das Unternehmen könnte damit in Europa zum einzigen und weltweit zu einem der wenigen großen Produzenten werden. Eine Machbarkeitsstudie hat bestätigt, dass die Technologie großtechnisch reif ist und eine wirtschaftliche



Verfahrenswege zur lokalen Herstellung von LFP in westlichen Märkten

laden der Batterie, sondern ermöglichen auch eine schnellere und damit wirtschaftliche Herstellung von LFP. Aktuell werden beide Produkte zur Qualifizierung bei Automobil- und Kathodenproduzenten aufgenommen. Hergestellt werden sie in Krefeld-Uerdingen in Deutschland und im brasilianischen Porto Feliz, so dass sie auf beiden Kontinenten verfügbar sind.

Partnerschaftliche Kooperationen

Der Chemiekonzern setzt in der Entwicklung seiner technischen Eisenoxide für LFP-Anwendungen nicht allein auf die eigene Expertise, sondern kooperiert auch mit anderen westlichen Partnern der Wertschöpfungskette von LFP-Batterien. Ein Beispiel ist hier die Zusam-

und nachhaltige Alternative zu dem Herstellprozess bietet, der von Eisensulfat ausgeht. So entstehen weder klimaschädliche Emissionen von Stick- und Schwefeloxiden noch Abwässer mit hohen Salzfrachten.

Im Labormaßstab wurden bereits Versuchsprodukte mit guten Eigenschaften synthetisiert. Derzeit läuft das Up-Scaling im Technikummaßstab, um u.a. die Rohstoffe und die Produktausbeute zu optimieren und die Verfahrensparameter für die Massenproduktion festzulegen. Die Produktoptimierung erfolgt teils in Zusammenarbeit mit externen Partnern. Angestrebt wird, in die Großproduktion einzusteigen, wenn Hersteller in Europa sowie Nord- und Südamerika die Massenfertigung von LFP-Batterien starten.

EFFIZIENTE PROZESSWÄRME

Die neueste Wärmekammer von DENIOS vom Typ HB (Heating Box) setzt Strom effizient in Prozesswärme bis 120 °C um.

Sie bietet Platz für 1-2 IBC oder 4-8 Fässer. Die perfektionierte Luftführung und Isolierung sorgen für schnelle Aufheizzeiten und hohe Effizienz.

Jetzt kostenlose Beratung anfordern und die ideale Heizlösung für Ihre Anforderungen finden!



Besuchen Sie uns!

Achema | 10.-14.06.24 | Frankfurt
Halle 4 | Stand J8





Produktionsanlage von IPG in Krefeld-Uerdingen zur Herstellung von Eisenoxiden.

sierten Rohstoffen für LFP nachhaltige Lösungen. Das Unternehmen setzt bei der Umweltbilanz seiner Produkte auf Transparenz und bietet TÜV-zertifizierte Lebenszyklusanalysen (LCA) an. Sie geben detailliert Auskunft etwa zum CO₂-Fußabdruck und bilden eine verlässliche Grundlage für den Vergleich von Produkten verschiedener Rohstofflieferanten.

Lanxess auf der Achema 2024

Halle 9.2 – Stand D41 und
Halle 5.1 – Stand D100a

Recycling für die Kreislaufwirtschaft

Bei der Herstellung der Eisenoxide und des Eisenphosphats für die LFP-Produktion setzt Lanxess Eisenschrott ein. Außerdem befasst sich das Unternehmen schon jetzt mit Recyclingkonzepten, die die Verwertung großer Mengen an alten LFP-Batterien untersuchen. Hierzu besteht ein Projekt mit Partnern, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördert wird und auf das Recycling von LFP-Kathodenmaterialien zielt. Entwickelt werden chemische Prozesse, mit denen sich aus der sogenannten schwarzen Masse (black mass), die beim Batterierecycling durch Schreddern anfällt, u.a. Lithium, Eisen und Phosphor zurückgewinnen lassen. Hier erweist sich die Rückwärtsintegration des Che-

mieunternehmens bei Phosphor- und Eisenchemikalien als besondere Stärke. Denn die Rezyklate können in bestehende Produktionsprozesse eingeschleust werden.

Nachhaltige Lieferketten – transparent und messbar

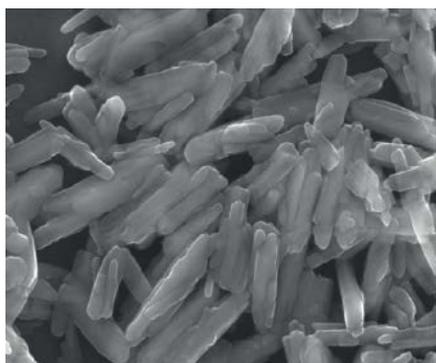
In der Herstellung von Batteriezellen ist zudem die grundsätzliche ökologische Verträglichkeit ein zentrales Kriterium. Der Einsatz lokal verfügbarer Rohstoffe mit einem verbesserten CO₂-Fußabdruck kann hier Vorteile bieten – bedingt durch den Einsatz nachhaltigerer Herstellungsmethoden nach westlichen Industriestandards, einem nachhaltigeren Strommix und kürzeren Transportwegen. Lanxess bietet unter diesen Gesichtspunkten mit seinen eisenba-



Stefano Bartolucci,
Leiter Marketing Spezialitäten,
Geschäftsbereich Inorganic
Pigments, Lanxess



Dr. Murat Gürsoy,
Leiter Innovation,
Geschäftsbereich Inorganic
Pigments, Lanxess



Partikelstruktur von Eisenoxid-Battery-Grades (FeO(OH), Goethit, zur Herstellung von LFP-Kathodenmaterial

Wiley Online Library



LANXESS Deutschland GmbH,
Geschäftsbereich Inorganic Pigments
info@bayferrox.com · www.bayferrox.com

Energiesparende Mischer für die Elektrodenherstellung

Eirich bietet neben etablierten Produkten für Nasselektroden auch neue Technologien zur Aufbereitung von Trockenelektroden an. Dazu zählen z.B. Mischer vom Typ R05T mit doppelwandigem Mischbehälter in spezieller Lithium-Ionen-Ausführung für den Einsatz in einer Pilotfertigung. Projekte beginnen meist mit gemeinsamen Versuche im Labormaßstab im Technikum des Herstellers, gefolgt vom Scale-up beim Anwender mit immer größeren Maschinen und dem notwendigen Know-how des Herstellers zur Integration der Mischer in ein funktionierendes Gesamtkonzept – vom Pulverhandlung bis zur Übergabe der aufbereiteten Mischungen an den nächsten Produktionsschritt. Dies wird sowohl für kleine Pilotproduktionen als auch bis hin zu großen Gigafactories mit 15 bis 20 GWh Produktionsleistung unterstützt. Die auf Basis von Anforderungen der Anwender entwickelten Gigafactory-

Konzepte mit hohem spezifischem Durchsatz kombinieren einen minimalen Energieverbrauch und Platzbedarf mit einer deutlichen Senkung der Investitions- und Betriebskosten und erlauben es, Elektroden mit geringem CO₂-Footprint herzustellen. Im Angebot ist außerdem ein neuer Kleinstmischer, der sich insbesondere für die Coin-Zell-Fertigung und für die Entwicklung von All Solid State-Batterien eignet. Ende des Jahres wird der neue Labormischer ELO,1 auf den Markt kommen, eine Rohstoffkosten-sparende Alternative für die Weiterentwicklung von Lithium-Ionen-Batterien. Der Mischer ist auch für den Einsatz in Gloveboxen geeignet. Versuche mit dem Prototyp zeigten eine hohe Leistungs- und Scale-up-Fähigkeit des Mixers. Zum Testen unterschiedlicher Rezepturen und neu synthetisierter Rohstoffe werden dann nur noch esslöffelgroße Mengen benötigt. Der besonders kleine Mischer hat ein



Nutzvolumen von 30 bis 100 ml. Ein Scale-up auf größere Labormischer und später auf Pilotmaschinen bis hin zur Großproduktion ist problemlos möglich.

Achema | Halle 5.0 – Stand 86

www.eirich.de

Armaturen für grüne Windkraft-Rotoren



Sisto Armaturen, ein Unternehmen der KSB-Gruppe, erhielt den Auftrag zur Lieferung von Armaturen für einen Pilotelektrolyseur. Die Wahl fiel auf pneumatisch angetriebene Membranventile vom Typ Sisto-20 und Rückschlagklappen vom Typ Sisto-RSK. Diese Membranventile eignen sich besonders gut für den im Bau befindlichen Elektrolyseur, der nach dem Protonenaustausch-Membran-Prinzip (PEM)

arbeitet, weil nur das Innere des Gehäuses und die gekammerte Abschlussmembrane mit den Fördermedien in Berührung kommen. Dank einer rückseitigen Abstützung der Membrane erreicht die Baureihe lange Standzeiten. Die hier im Deionat eingesetzten Rückschlagklappen sind innen komplett gummiert und erlauben eine sehr kompakte Anlagenbauweise aufgrund der geringen Beruhigungsstrecken von nur einmal dem Nenndurchmesser. In einem Gemeinschaftsprojekt von Evonik und Siemens Energy mit dem Namen H2annibal ist

geplant, in einer 8-MW-Pilotanlage in Herne grünen Wasserstoff zu erzeugen. Dieser soll als Ausgangsstoff für Isophorondiamin, einem wichtigen Rohstoff für Rotorblätter von Windkraftanlagen, dienen. Er wird grauen Wasserstoff aus fossilen Quellen ersetzen. Die Anlage soll nach Inbetriebnahme bis zu 12.000 t CO₂ pro Jahr einsparen.

Achema | Halle 8.0 – Stand H14

www.ksb.com

Neue metallische Berstscheibe für Niederdruckanwendungen.

Die RD540 kann in vielen Anwendungen Graphitberstscheiben ersetzen, und vermeidet damit Ihre verbundenen Nachteile:

- **Keine Gefahr eines vorzeitigen Bruchs** - Die rein metallische Berstscheibe ist im Vergleich zu Graphitberstscheiben stabiler. Dies verhindert die Bruchgefahr bei der Installation.
- **Keine verringerte Produktionseffizienz** - Die RD540 hat ein Betriebsdruckverhältnis von 90 Prozent, während Graphitberstscheiben in der Regel nur 80 Prozent erreichen.



Fike

Erfahren Sie hier mehr
www.fike.com/pressure-relief | +49 (6201) 710025-0

Alkalische Elektrolyse oder Anionenaustauschermembran?

Wasserelektrolyse: Aktuelle Lösungsansätze aus Forschung und Industrie zur Herstellung von grünem Wasserstoff

Wasserstoff gilt als „Wundermittel“ im Kampf gegen den Klimawandel. Speziell mit grünem Wasserstoff, der aus erneuerbaren Energien wie Solar oder Wind gewonnen wird, soll die energieintensive Industrie klimaneutral werden. Die Erzeugung von Wasserstoff etwa durch die Zerlegung von Wasser ist jedoch selbst energieintensiv. Für den Hochlauf der Wasserstoffproduktion sind die Energieeffizienz der Verfahren und die Skalierungsmöglichkeit im Anlagenbau entscheidende Wachstums- und Wettbewerbsfaktoren.



Keywords

- Wasserstoffproduktion
- Elektrolyseverfahren
- Anlagenbau

Bei der Elektrolyse wird Wasser in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff durch Zufuhr von elektrischem Strom gespalten. Mitentscheidend für eine klimaneutrale Wasserstoffwirtschaft ist daher die Entwicklung effizienter Elektrolyseverfahren. Nicht nur die chemische Industrie, sondern auch andere Sektoren wie die Stahlindustrie oder der Mobilitätssektor

werden große Mengen an Wasserstoff benötigen, die ohne Kohlendioxid-Emissionen erzeugt wird. Der prognostizierte Bedarf an Elektrolyseanlagen übersteigt bei Weitem das aktuelle Angebot. Laut einer Studie der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften besteht allein für die Industrie in Deutschland ein Bedarf im Jahr 2030 von mindestens 20 GW installierte

Elektrolyseleistung für die Herstellung von Wasserstoff. Installiert werden bis dahin maximal wohl aber nur 7 bis 8 GW.

Wie gelingt also die Produktion von effizienten und kostengünstigen Elektrolyseanlagen für eine großtechnische Wasserstoffherstellung? Zwei Veranstaltungen im März zeigten jüngst einige Lösungsansätze aus Forschung



In Rodenbach betreibt De Nora ein modernes Fertigungs- und Beschichtungsproduktionszentrum

© De Nora Deutschland



„
Wir sind gut vorbereitet auf den
Wachstumsmarkt Wasserstoff,
“

erläuterte Dr. Werner Ponikwar, CEO von
Thyssenkrupp Nucera, auf einem Open
House Event im März.

© Thyssenkrupp Nucera

und Industrie: Die dreitägige Chemiekonferenz „ICRC - International Conference on Resource Chemistry“ bei der Fraunhofer-Einrichtung für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie IWKS in Alzenau und ein Open House Event

von Thyssenkrupp Nucera und De Nora in Rodenbach bei Hanau. Der Fokus lag dabei auf der AEM-Elektrolyse (AEM = Anion Exchange Membrane) und der alkalischen Elektrolyse (AEL) von Wasser.

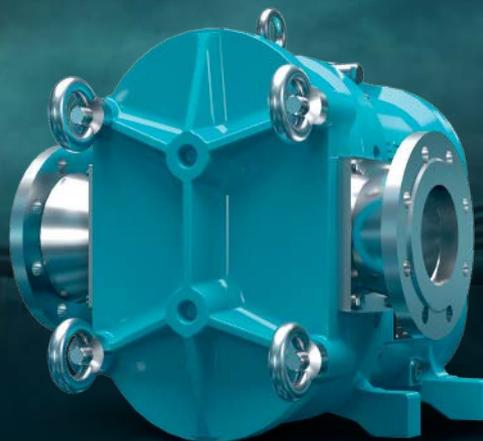
AEM-Elektrolyse kombiniert verschiedene Vorteile

Auf der Chemiekonferenz ICRC beim Fraunhofer IWKS diskutierte eine internationale Community über aktuelle Entwicklungen in der Ressourcenchemie. Dabei standen auch „Green Materials for Green Hydrogen“ im Mittelpunkt. Einen Interessanten Vortrag gab es unter anderem von Dr. Steffen Hasenzahl, Evonik Operations Creavis („Successful development and scale-up of materials as pre-condition for a climate neutral hydrogen economy“). Er berichtete über die Entwicklung eines anionenleitenden Polymers und dessen Verwendung zur Herstellung einer neuartigen Anionenaustauschermembran für die AEM-Elektrolyse. Die AEM-Technologie hat aus Sicht von Evonik das Potenzial, die kostengünstigste grüne Wasserstoffproduktion zu ermöglichen, da sie die Vorteile der AEL- und der PEM-Elektrolyse ohne deren Nachteile vereint.

Die ausgereifteste und älteste Technologie ist die alkalische Elektrolyse mit einem porösen Diaphragma als Separator zwischen den beiden Halbzellen, in denen Wasserstoff und Sauerstoff gebildet werden. Weniger ausgereift ist die PEM-Elektrolyse (Protonenaustauschmembran), gefolgt von der AEM-Elektrolyse (Anionenaustauschermembran), die beide eine Ionenaustauschermembran als Separator verwenden. Ähnlich wie bei AEL ermöglicht das alkalische Medium die Verwendung kostengünstiger Elektrokatalysatoren und Elektrolyseure-Komponenten. Wie bei der PEM-Elektrolyse ermöglicht

INDUSTRIELL INDIVIDUELL

MASSGESCHNEIDERTE DREHKOLBENPUMPEN
FÜR NAHEZU JEDES MEDIUM



Warum wir wissen, welches die optimale Pumpe für Sie ist?
Weil wir Ihre Prozesse verstehen. Aus Erfahrung.
www.boerger.de

ACHEMA2024

Halle 8 | Stand A38

BÖRGER
EXCELLENCE - MADE TO LAST

CITplus-Wissen

Die elektrochemische und energieintensive Spaltung (Elektrolyse) von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff ist seit rund 200 Jahren bekannt, rückt aber erst jetzt durch die Nutzung erneuerbarer Energien in den Fokus der großtechnischen Wasserstoffherstellung. Die Entwicklung effizienter Elektrolyse-Verfahren gilt als entscheidend für eine klimaneutrale Wasserstoffwirtschaft. Es gibt verschiedene Verfahren, und die richtige Wahl hängt von verschiedenen Faktoren ab. Bislang liefern sich verschiedene Elektrolyse-Technologien ein Kopf-an-Kopf-Rennen:

- Bei der **alkalischen Elektrolyse (AEL)** werden flüssige basische Elektrolyte wie Kalilauge-Lösungen genutzt, um Wasserstoff mit hohem Reinheitsgrad zu gewinnen. Die Alkalische Elektrolyse eignet sich gut für große Anlagen mit konstanter Stromversorgung. Sie hat eine lange Tradition, gilt jedoch als weniger effizient als alternative Verfahren.
- Die Polymerelektrolytmembran oder **Protonenaustauschmembran-Elektrolyse (PEM-Elektrolyse)** ist sehr dynamisch und für die Kopplung mit schwankenden Stromquellen besser geeignet als die alkalische Elektrolyse, benötigt aber für die Elektroden unter anderem das seltene Edelmetall Iridium. Diese Methode ist effizienter als die AEL und hat eine schnellere Reaktionsgeschwindigkeit.
- Die **Anionenaustauschmembran-Elektrolyse (AEM-Elektrolyse)** kombiniert die Vorteile der alkalischen Elektrolyse (Wirtschaftlichkeit) und der PEM-Elektrolyse (Lebensdauer).
- Die **Hochtemperatur-Elektrolyse (SOEC – Solid Oxide Electrolyzer Cell)** erfolgt bei hohen Temperaturen von 800 bis 900 °C, als keramischer Festoxid-Elektrolyt kommt z.B. Zirkoniumdioxid zum Einsatz. Die Methode bietet Vorteile bzgl. Effizienz und Wärmerückgewinnung und kann in Kombination mit erneuerbaren Energiequellen wie Solarenergie oder Geothermie eingesetzt werden.

die Polymerelektrolytmembran den Betrieb bei hohen Stromdichten und die Wasserstoffproduktion unter Differenzdruck. Um diese Vorteile zu nutzen, muss die Anionenaustauschmembran eine hohe Ionenleitfähigkeit mit einer hohen chemischen und mechanischen Stabilität kombinieren.

Durch die Integration der innovativen anionenleitenden Anionenaustauschmembran in

einen AEM-Elektrolyseur können laut Evonik die Investitions- und Betriebskosten der grünen Wasserstoffherzeugung im Vergleich etwa zur PEM-Wasserelektrolyse, gesenkt werden. Da der Betrieb der AEM-Elektrolyse unter leicht alkalischen Bedingungen stattfindet, können edelmetallfreie Katalysatoren für die Elektroden und preiswerte Werkstoffe für die Zellen eingesetzt werden.



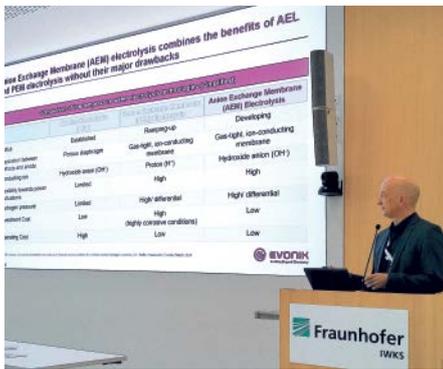
Thyssenkrupp Nucera setzt auf alkalische Wasserelektrolyse

Wie die Transformation der Energiewende schon in der Industrie funktioniert, zeigte sich beim ersten gemeinsamen „Joint Open House“ von Thyssenkrupp Nucera und De Nora. Seit mehr als 20 Jahren bündeln beide Hightech-Unternehmen ihr Know-how auf dem Gebiet der Elektrolyse. Beide Unternehmen informierten die internationale Finanzwelt darüber, wie sie sich auf den Zukunftsmarkt Wasserstoff vorbereiten. Analysten, Investoren sowie Kunden erfuhren unter anderem von den beiden CEOs, Dr. Werner Ponikwar von Thyssenkrupp Nucera und Paolo Dellachà vom De Nora Mutterkonzern in Mailand, wie die Elektrolysetechnologien beider Unternehmen die Dekarbonisierung der Industrie und ein transformiertes globales Energiesystem beschleunigen. „Unser gemeinsames Engagement für den kontinuierlichen technologischen Fortschritt bildet die Grundlage dieser langjährigen Partnerschaft, da wir zusammenarbeiten, um Umweltbewusstsein und innovative Lösungen zusammenzubringen. Wir haben die Power zum industriellen Scale-up. Wir sind gut vorbereitet auf den Wachstumsmarkt Wasserstoff“, erläuterte Dr. Werner Ponikwar.

Dafür werden unter anderem effiziente Elektroden benötigt. Die De Nora Deutschland aus Rodenbach gehört zu den Weltmarktführern in der Herstellung und im Vertrieb von Elektroden und Beschichtungen, die in elektrochemischen Prozessen eingesetzt werden, und ist auf Technologien zur Herstellung von grünem Wasserstoff spezialisiert. Das Unternehmen entwickelt, fertigt und vertreibt Anoden aus Titan und Nickel mit Mischoxid- oder Platinbeschichtungen, Elektrolysesysteme zur Metallrückgewinnung sowie für Oxidations- und Reduktionsprozesse. Die Weiterentwicklung und Produktoptimierung sowie gemeinsame Entwicklungen mit der Großchemie stehen dabei im Blickpunkt. Die Mischproduktion umfasst vor Ort in Rodenbach die klassische Elektrodenproduktion für die Elektroindustrie, für die Galvanikindustrie und für den Korrosionsschutz. Hauptprodukt sind 2,7 m² große rechteckige schwarze, metallische, feinmaschige, flache Membranzellen für den Einsatz in der Chloralkalielektrolyse zur Herstellung von Grundchemikalien wie Chlor.

Meilenstein-Projekt: Scalum, ein innovatives Standardmodul für die alkalische Wasserelektrolyse, um grünen Wasserstoff im industriellen Maßstab herstellen zu können.

© Thyssenkrupp Nucera



Auf der Chemiekonferenz ICRC beim Fraunhofer IWKS informierte Dr. Steffen Hasenzahl, Evonik Operations Creavis, über die Entwicklung eines anionenleitenden Polymers und dessen Verwendung zur Herstellung einer neuartigen Anionenaustauschermembran für die AEM-Elektrolyse.

© Dr. Jörg Wetterau



Dr. Jörg Wetterau,
Labor für Kommunikation

Evonik auf der Achema

Halle 9.0 – Stand D78

Fraunhofer IKTS auf der Achema

Halle 4.0 – Stand D3

Wiley Online Library



Meilenstein-Projekt Scalum

Ein weiteres Anwendungsfeld sind Brennstoffzellenelektroden (Gasdiffusionselektroden). Aufgrund der Wasserstoffthematik ist die Nachfrage nach diesen Elektroden kontinuierlich steigend. Zusammen mit Thyssenkrupp Nucera fertigt De Nora Elektrolyseure für die Gewinnung von Wasserstoff im Gigawattbereich. Elektroden-Know-how aus Rodenbach findet sich daher auch im neuen Meilenstein-Projekt von Thyssenkrupp Nucera: Scalum, ein innovatives Standardmodul für die alkalische Wasserelektrolyse, um grünen Wasserstoff im industriellen Maßstab herstellen zu können. Der Anlagenbauer kombiniert rund 300 hocheffiziente Zellen zu einer leistungsstarken Einheit mit einer Systemleistung von 20 MW. Konzipiert als standardisierte modulare Lösung, die einfach miteinander verbunden und Einheit für Einheit skaliert werden kann. Ein Modul ist 40 m lang und 5 m hoch. Auf einem Fußballfeld durchschnittlicher Größe können ungefähr 20 dieser Hightech-Module platziert werden. Eine neue Zwei-Gigawatt-Anlage mit diesen Modulen in Saudi-Arabien wird bspw. eine Größe von fünf Fußballfeldern haben.

Heute ist die alkalische Wasserelektrolyse laut Thyssenkrupp Nucera die einzige verfügbare Lösung zur Herstellung von grünem Wasserstoff im industriellen Maßstab im Bereich von mehreren hundert Megawatt bis hin zu Gigawatt. Der grüne Wasserstoffmarkt benötigt nach Schätzungen der Internationalen Energieagentur (IEA) für 2050 die 3.000-fache jährliche Menge an grünem Wasserstoff im Vergleich zu heute, um Klimaneutralität zu ermöglichen. Entsprechend muss auch die Herstellung von Elektrolyseuren deutlich hochgefahren werden, um den Wasserstoffbedarf zu decken. „Stand jetzt liegt die weltweit installierte Elektrolysekapazität bei etwas mehr als einem Gigawatt. Wir brauchen bis 2050 aber die 3.000-fache Leistung“, veranschaulichte Werner Ponikvar beim Open House-Event in Rodenbach. Und das bedeutet: Bis 2050 müssen pro Jahr im Schnitt 115 Gigawatt dazukommen.

Klar ist: Um diese Leistung in Zukunft zur Verfügung stellen zu können, müssen alle Elektrolyseverfahren zur Erzeugung von grünem Wasserstoff (s. Infokasten) parallel wei-

terentwickelt werden. Nicht ohne Grund stärkt der Dortmunder Anlagenbauer daher auch sein Technologieportfolio durch die Hochtemperatur-Elektrolyse (SOEC -Solid Oxide Electrolyzer Cell) des Fraunhofer-Instituts für Keramische Technologien und Systeme IKTS. Thyssenkrupp Nucera und das Fraunhofer IKTS gehen hierzu eine strategische Partnerschaft ein. Die Kooperation soll helfen, die letzten Schritte hin zur industriellen Fertigung und Anwendung der Hochtemperatur-Elektrolyse zu gehen.

Thyssenkrupp Nucera AG & Co. KGaA, Dortmund
info@thyssenkrupp.com
www.thyssenkrupp-nucera.com

Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS, Dresden
www.ikts.fraunhofer.de

Evonik Operations GmbH Creavis, Marl
info-creavis@evonik.com · www.creavis.com

SERVICE IM FOKUS



C. OTTO GEHRCKENS
DICHTUNGSTECHNIK

SERIENTÄTER



ACHEMA2024

Besuchen Sie uns:
am 10.-14.06.2024
in Halle 8,0, Stand E61

Wir gestehen,
COG trägt die Verantwortung für viele serienmäßige Erfolge unserer Kunden. Von der Idee über die Mischungsentwicklung bis zur Produktion kundenspezifischer Elastomerlösungen und Assembling.

- Einzelne O-Ringe oder komplett montiert
- Full Service: Entwicklung, Konstruktion und Prototyping
- Logistik, Produktion, Montage und Konfektionierung

Fordern Sie jetzt Akteneinsicht in die Erfolge unserer Kunden an: info@cog.de

COG.de



Hier umsteigen auf CIT^{plus} E-Paper



www.chemanager-online.com/citplus/newsletter



Wenn Sie auf den Bezug der gedruckten Ausgabe verzichten möchten, schreiben Sie bitte eine Nachricht an:

WileyGIT@vuserice.de



Im Rahmen unserer Aktion
e-Ausgaben für Nachhaltigkeit
Wiley pflanzt Bäume
trees.org/sponsor/wiley

CIT^{plus}

Wie sich der Mittelstand für das PFAS-Verbot wappnet

Regulatorischer Druck aus der EU und die Auswirkungen auf die Dichtungsindustrie

Die Wirtschaft sieht sich aktuell mit der Implementierung des Europäischen Grünen Deals konfrontiert. Die Initiative der Europäischen Union, welche darauf abzielt, Europa bis 2050 zum ersten klimaneutralen Kontinent zu machen und dabei Wirtschaftswachstum von der Ressourcennutzung zu entkoppeln, besteht aus einem weit gespannten legislativen Paket. Dieses erstreckt sich über unzählige regulatorische Felder, darunter das PFAS-Verbot, und betrifft dabei auch maßgeblich die Dichtungsindustrie.

Keywords

- **PFAS-Verbot**
- **Regulation**
- **Compliance**

Das geplante PFAS-Verbot schlägt flächen-deckend Wellen. Das entsprechende Dossier wurde von den Behörden in Dänemark, Deutschland, den Niederlanden, Norwegen und Schweden ausgearbeitet und am 13. Januar 2023 bei der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) eingereicht. Ziel ist es, die Emissionen von per- und polyfluorierten Chemikalien (PFAS) in die Umwelt zu reduzieren und Produkte sowie Prozesse sicherer zu machen. Es beinhaltet ein allgemeines Verbot von allen PFAS, inklusive Fluorpolymeren (FP), mit Ausnahmeregelungen für bestimmte Anwendungen.

Umsetzbarkeit des PFAS-Verbots

Das Problem des Dossiers für die Dichtungsindustrie und insbesondere den Mittelstand ist die Alternativlosigkeit von gewissen FP und vor allem die Umsetzbarkeit des Verbots entlang komplexer Lieferketten. Aktuell werden über 5.600 Kommentare, welche in der sechsmonatigen Konsultationsphase bei der ECHA eingereicht wurden, ausgewertet, bevor die Europäische Kommission unter Einbeziehung der Mitgliedstaaten eine Entscheidung trifft. Das letzte Wort ist also noch nicht gesprochen.

Das PFAS-Restriktionsdossier steht allerdings nicht isoliert da, sondern ist nur die Spitze des Eisbergs. Der Gesetzgeber befasst sich darüber hinaus auch mit der Regulierung

von Bisphenolen, erlässt Lieferkettengesetze, oder überholt Verpackungsverordnungen. All diese regulatorischen Veränderungen lösen im Markt Unruhe aus. So hat sich bspw. einer der größten FP-Hersteller Dyneon 3M als Reaktion auf das PFAS-Verbot aus dem Markt zurück gezogen, Solvay hat angekündigt keine FDA-Freigaben mehr für seine FP zu bestätigen und grundsätzlich ist die Umstellung auf sogenannte fluorsurfactant-freie (FSF) Elastomere in vollem Gange. Die Unsicherheit im Markt ist groß und auf Anwendersseite häufen sich die Fragen, die vor allem den Mittelstand vor eine große Herausforderung stellen.

Wie soll man also mit diesen neuen Dynamiken umgehen? Die Chemieindustrie ruft bereits nach mehr Balance für das nächste EU-Kommissionsmandat und strebt als Ausgleich zum Europäischen Grünen Deal einen Industrie-Deal an. Doch das ist Zukunftsmusik und reicht allein nicht aus. Ein grundlegendes Umdenken ist erforderlich, welches dem Mittelstand erlaubt, sich strukturell an diese Veränderungen anzupassen. Es genügt nicht mehr, lediglich Marktspezialist zu sein, sondern die Kompetenzen müssen erweitert werden. Das Unternehmen Meweo hat sich deshalb dazu entschlossen, eine neue Serviceleistung anzubieten, die sich MeweKomp nennt. Darunter werden regulatorische Entwicklungen engmaschig verfolgt und strukturell in die Dienst-

leistungen des Unternehmens integriert. Die Beratungsdienstleistungen stellen nicht nur Compliance sicher, sondern auch zukunftssichere Investitionsentscheidungen.

Meweo auf der Achema

Halle 8.0 – Stand D4



Julia Klutschke,
Manager für Strategie und
Kompetenz, Meweo

Wiley Online Library



meweo GmbH, Bad Nauheim

Tel.: +49 6032 86794 - 22

julia.klutschke@meweo.de · www.meweo.de

Durchbruch mit Quantenchemie

Quantenchemische Simulation für optimale Bedingungen und Katalysatoren zur Produktion vom grünem Methanol



Keywords

- *quantenchemische Modellierungen*
- *Katalysesimulation*
- *kontinuierlicher, homogener Methanolkatalyseprozess*

Mithilfe der Vorhersagekraft der Quantenchemie in computergestützten Katalyse-Simulationen hat es das Berliner Cleantech-Unternehmen C1 geschafft, einen vollständig autonomen und kontinuierlichen Methanolproduktionslauf durchzuführen – ein Prozess, der normalerweise viele Jahre dauert. Die Ergebnisse bestätigten die Vorhersagen aus den Simulationen.

Die Notwendigkeit, nachhaltige und umweltfreundliche Energielösungen zu finden, ist drängender denn je. Im Fokus der Forschung steht daher auch grünes Methanol, ein vielversprechender, alternativer Treibstoff und Grundstoff in der Chemieindustrie. Die Herausforderung besteht darin, grünes Methanol kosteneffizient und in großem Maßstab herzustellen, um die wachsende Nachfrage zu decken und gleichzeitig Umwelt und Ressourcen zu schonen.

Bereits heute gilt grünes Methanol als essenziell für zahlreiche chemische Produkte und Synthesen. Gerade auch in der Containerschifffahrt gewinnt grünes Methanol als alter-

nativer Treibstoff zunehmend an Bedeutung. Die Nachfrage wird bis 2030 auf etwa 10 Mio t geschätzt, da batterieelektrische oder wasserstoffbasierte Antriebskonzepte in diesem Segment nicht wirtschaftlich darstellbar sind.

100 Jahre alte Methanolherstellung auf dem Prüfstand

Die bisherige konventionelle Herstellung von Methanol basiert auf der heterogenen Katalyse unter Verwendung fossiler Ressourcen (Erdgas-Reformierung oder Kohle-Vergasung), was hohe CO₂-Emissionen erzeugt. Dieser Herstellungsprozess ist über die letzten 100 Jahre

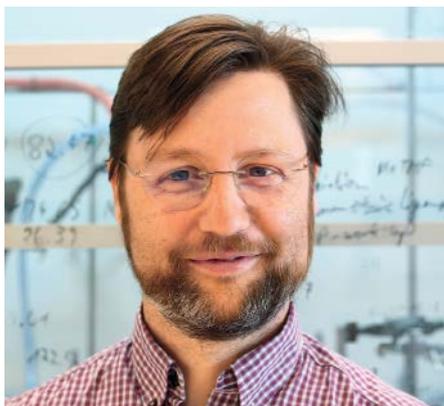
maximal optimiert worden und in seiner Ausbeute begrenzt. Die fehlende Skalierbarkeit auf geringe Anlagengrößen und die mangelnde Kompatibilität mit fluktuierenden Lasten limitieren die Nutzung der dezentral in viel kleineren Größenordnungen verfügbaren, erneuerbaren Rohstoffe. Dieser Umstand steigert die Wettbewerbslücke zwischen grünem und fossilem Methanol noch zusätzlich.

Der Engpass zeigt sich deutlich: Heute ist die Nachfrage nach grünem Methanol um ein Vielfaches höher als die bisherige Produktionskapazität. Es besteht ein dringender Bedarf an neuen Verfahren, die eine umweltfreundlichere



Das C1-alpha-Team (v.l.n.r.): Carlo Alberto Genovese, Stephan Ost, Kay Horny und Felix Pohl (kniend) bei der Eröffnung der Anlage von C1 in Leuna.

© Paul-Philipp Braun



”

Wir haben erfolgreich demonstriert, dass wir unseren Katalysator kontinuierlich vom produzierten Methanol trennen und mit minimalen Aktivitätsverlusten zurückführen können. Der Prozess läuft unter milden Bedingungen und zeigt ausgezeichnete Leistung und Selektivität. Es treten keine signifikanten Nebenreaktionen auf. Das Rohprodukt enthält weniger als 0,05% Wasser. Die Chemie funktioniert wie in unseren Simulationen vorhergesagt.

Dr. Marek Chęcinski, Vorstand und CSO, C1 Green Chemicals,

“

Produktion im Sinne der Kreislaufwirtschaft auf Basis von erneuerbaren Energien oder biogenen Rohstoffen wettbewerbsfähig ermöglichen.

Revolutionäre Neuerungen in der Methanolherstellung

Das fundamental neuartige Verfahren des Cleantech-Unternehmens C1, basiert auf dem innovativen Prozess der homogenen Katalyse und repräsentiert einen technologischen Durchbruch. Mithilfe quantenchemischer Modellierungen am Computer ist ein spezialisierter Katalysator entwickelt worden, der für kleinere Anlagengrößen und eine flexible Betriebsweise optimiert ist. Diese Innovation ermöglicht die Nutzung von erneuerbaren Energien und biogenen Rohstoffen für die Methanolproduktion.

Durch den Einsatz quantenmechanischer Simulationen lassen sich einzelne Reaktionsschritte isoliert und detailliert analysieren und optimale thermodynamische Bedingungen und Katalysatoren mit niedrigen Aktivierungsbarrieren bestimmen. Dieser Ansatz erlaubte es, die Effizienz des Katalysatorsystems und des gesamten Verfahrens durch die Variation von Lösemitteln, Katalysatormodifikationen und Additiven signifikant zu steigern. So ist es möglich, ein theoretisches Optimum bzw. Reaktionssystem abzuleiten, welches dann über Versuche in seiner Performance validiert wurde. Diese Systeme wurden einer breiten Untersuchung unter optimalen Betriebsbedingungen im Labormaßstab unterzogen, bevor weitere zeit- und kostenintensive Skalierung der Synthese und die Charakterisierung in größeren Anlagen erfolgte.

Die begleitende Simulation über Screening hilft dabei, mit weiteren Additiven und Versuchsbedingungen prädiktiv die Entwicklung zu unterstützen: Die Firma CreativeQuantum erfand 2017 das virtuelle High-Throughput-Screening. Damit ist es möglich, Hunderte von Reaktionen oder Tausende Katalysatoren in multiplen Dimensionen zu analysieren und die Interaktion zwischen verschiedenen Variationen im gleichen System zu erkennen. Oft

bewirkt die Kombination von mehreren Veränderungen dann den gewünschten Effekt. CreativeQuantum hat diese neuen Methanol-Katalysatorsysteme und die damit verbundenen Verfahren 2017, den Prozess 2021 patentiert und 2022 auf die jüngst gegründete Firma C1 übertragen.

Computergestützte Quantenchemie als Innovationsturbo

Bereits Anfang 2023 validierte und optimierte C1 die Katalysatoren in eigenen Laboren das dazugehörige Verfahren. Zeitgleich wurde der kontinuierliche Prozess auf Basis bestehender Gas/Flüssig-Reaktortypen im Labor entwickelt und eine Technikumsanlage in Berlin-Adlershof aufgebaut. Eine erste Pilotanlage entstand parallel im Chemiepark in Leuna, Sachsen-Anhalt – ausgelegt auf kommerziell verfügbare Standardverfahrensschritte und -equipment. Die Einweihung im Rahmen des Forschungsprojektes "Leuna100" fand im November 2023 statt, die Inbetriebnahme der Anlage ist für Mai 2024 geplant.

Im Februar 2024 erfolgte ein weiterer Meilenstein: C1 führte auf Basis der computergestützten Katalysesimulationen erstmals einen homogenen Methanolkatalyseprozess kontinuierlich ohne Bediener Eingriffe durch – ein Prozess, der normalerweise viele Jahre dauert. Dieser Produktionslauf fand über einen Zeitraum von 20 Tagen statt. Unter milden Bedingungen von 20 bar und 120 °C wurde eine CO-Umwandlung von 95 % pro Durchlauf mit einer Selektivität von 95 % erreicht. Die Ergebnisse bestätigen die Vorhersagen aus den quantenchemischen Simulationen von CreativeQuantum und sind ein Durchbruch.

Vorteile des neuartigen Verfahrens von C1

Das neue Verfahren bietet mehrere Vorteile gegenüber der konventionellen Methanolherstellung. Allem voran steht die vielfach höhere Methanolausbeute bei nur einem Durchsatz (single-pass) ohne aufwändige Produktaufarbeitung. Geringere Drücke und Temperaturen erlauben kleiner ausgelegte Kompressoren und

Reaktoren und resultieren in einem geringeren Energiebedarf.

Biogene Ausgangsstoffe und Synthesegas mit hohem Inertgasanteil können ebenso verarbeitet werden wie Synthesegase mit variablem C:H-Verhältnis. Und durch Einsatz eines flüssigen Reaktionsmediums kann die Temperatur schnell und stabil geregelt werden, was eine flexible Fahrweise erlaubt. Zusätzlich können, um CO₂-Emissionen und erneuerbaren Wasserstoff in Synthesegas umzuwandeln, z.B. der Reverse-Water-Gas-Shift Prozess (rWGS) oder die Co-Elektrolyse genutzt werden. Diese Verbesserungen resultieren in bis zu 10 % geringeren Herstellkosten als konventionelle Methanolproduktion. Mit dem Erreichen des Technology-Readiness-Level 6 im Sommer 2024 und der geplanten Inbetriebnahme der ersten kommerziellen Demonstrationsanlage im Jahr 2026, geht C1 einen entscheidenden Schritt voran in Richtung einer nachhaltigeren chemischen Industrie. Das Unternehmen hat bereits mit der Planung der Demonstrationsanlage begonnen und ist auf der Suche nach geeigneten Partnern. Der Baubeginn ist für 2025 geplant.



Dr.-Ing. Mathias Mostertz,
CTO, C1 Green Chemicals

Wiley Online Library



C1 Green Chemicals, Berlin
www.carbon.one

3D-gedruckter Spalttopf für Magnetkupplungspumpen

KSB präsentiert einen neuen, im 3D-Druckverfahren hergestellten Spalttopf für die magnetgekuppelte Pumpenbaureihe Magnochem. Das MagnoProtect getaufte Bauteil bietet die Sicherheit eines doppelwandigen Spalttopfs – ohne dessen Nachteile wie eine starke Erwärmung und hohe Wirbelstromverluste. Im Vergleich mit Spaltrohrmotorpumpen weisen die neuen magnetgekuppelten Ausführungen deutlich bessere Gesamtwirkungsgrade bei vergleichbarer Sicherheit auf. Mit seinem komplett von Kanälen durchzogenen Aufbau bietet der neue Spalttopf eine zweite redundante statische Sicherheit gegenüber einer Leckage des Fördermediums. Ein Drucktransmitter überwacht das angelegte Vakuum, welches in den Kanälen des Topfes im Normalbetrieb herrscht. Steigt der überwachte Druck auf Atmosphärendruck, ist die äußere Druckhülle undicht. Steigt der Druck über den Umgebungsdruck ist die innere Druckhülle beschädigt. Aufgrund seiner Konstruktion zeichnet sich der Spalttopf durch eine hohe mechanische Festigkeit und gute Verschleiß-eigenschaften aus. Seine Konstruktion ist dahingehend optimiert, Verlustwärme und Wirbelströme zu minimieren. Auch die Umrüstung einer Chemienormpumpe mit Gleitringdichtung auf Magnetkuppelantrieb ist einfacher und kostengünstiger als ein Umbau auf einen Spaltrohrmotor. Die Geometrie und die Abmessungen des neuen Spalttopfs sind in das



modulare System der Pumpenreihe integriert, so dass die metallischen oder keramischen Spalttopfe leicht umgerüstet werden können. Damit lassen sich auch im Betrieb befindliche ältere Aggregate problemlos umbauen.

Achema | Halle 8.0 – Stand H14

www.ksb.com

Kleinste Durchflüsse und hohe Drücke regeln



Schubert & Salzer erweitert sein Produktportfolio um das Mikroventil Typ 7042 für kleinste Durchflüsse und anspruchsvolle Hochdrucker Anwendungen. Es ist mit minimalen Kv-Werten von 0,0027 bis 1,7 und einem Nenndruck von PN320 ausgelegt. Optional steht ein integrierter Stellungsregler Typ 8049 zur Verfügung. Neben einer Ex- und FM-Ausführung kann dieser auch mit IO-Link-Anbindung oder IIoT-Modul (Industrial Internet of Things) ausgestattet werden. Das Mikroventil stellt damit umfangreiche Zustandsdaten bereit, die neben einer vorausschauenden Instandhaltungsplanung (Predictive Maintenance) auch die Fehleranalyse und Inbetriebnahme erleichtern können. So werden etwa bei IO-Link in einem einzigen

Kabel mit M12-Stecker Stellsignal, Stellungsrückmeldung, Datenübertragung und sogar die Energieversorgung gebündelt. Durch das kontinuierliche Monitoring der Zustandsdaten fallen schon kleinste Unregelmäßigkeiten im Regelverhalten frühzeitig auf. Die top-mounted Installation des integrierten Stellungsreglers ermöglicht den schnellen und unkomplizierten Austausch der Reglereinheit. Mittels IO-Link wird der neue Stellungsregler automatisch mit den Parametern des Vorgängers konfiguriert und ist nach einem kurzen Selbstgleich sofort betriebsbereit. Um höchste Zuverlässigkeit und lange Standzeiten auch in Hochdrucker Anwendungen zu erreichen, verfügt das Mikroventil über ein aus Edelstahl-Vollmaterial gearbeitetes Ventilgehäuse, gehärtete Ventilspindeln sowie eine metallisch dichtende, austauschbare Sitzgarnitur aus gehärtetem Edelstahl oder Hartmetall. Durch eine spezielle Hochdruckpackung wird auch bei häufigen Schaltungen eine hohe Dichtigkeit erreicht – unter anderem in Wasserstoff-Anwendungen.

Achema | Halle 11.1 Stand E45

www.schubert-salzer.com

Langlebige und effiziente Zahnradpumpe



Nach der Übernahme von Witte durch die Maag Group haben die beiden Unternehmen gemeinsam eine neue Generation von Zahnradpumpen entwickelt.

Die neue Chem-X basiert auf einem fortschrittlichen Zahnraddesign, das für minimale hydraulische Pulsation und maximalen volumetrischen Wirkungsgrad optimiert wurde. Die Verwendung innovativer Materialien stellt sicher, dass die Pumpe aggressiven Chemikalien und hohen Temperaturen standhält, ohne dass ihre Lebensdauer oder Leistung beeinträchtigt wird. Das neue Produkt kann mit einem intelligenten Steuerungssystem ausgestattet werden. Diese Systeme ermöglichen die Überwachung und Anpassung in Echtzeit und sorgen dafür, dass die Pumpe unter verschiedenen Prozessbedingungen hocheffizient arbeitet.

Achema | Halle 8.0 – Stand K78

www.maag.com

Stativrührwerke für Produktion und Technikum

Stativrührwerke stehen in der industriellen Fertigung für Flexibilität und Betriebssicherheit. Immer häufiger werden ganze Produktionsschritte direkt mit Stativen in kleinen bis mittleren Behältern durchgeführt, in denen gerührt wird oder die befüllt bzw. entleert werden. Wo früher einzelne Komponenten notwendig waren, bietet Geppert Rührtechnik heute komplette, mit modernster Prozessleittechnik ausgerüstete Rührwerksstative an. Diese Maschinen sind sehr zuverlässig, reinigungs- und wartungsfreundlich. Aufgrund der eigenständigen Statik der Stativrührwerke entfällt die Montage auf dem Behälter. Problemlos möglich ist der Einsatz verschiedenster Gebindegrößen, Behälterformen oder Volumina. Alle Voraussetzungen an die Prozessdatenerfassung und -verarbeitung werden ebenso erfüllt, wie die Automatisierung der Anlagen. Selbst Online-Viskositätsmessungen sind möglich. Die Stativrührwerke sind mit CE- und ATEX-Konformität lieferbar. Sonderausführungen wie Stativantriebe für festinstallierte Behälterrührwerke oder vollautomatische Anlagen, die im Bereich der Reinraumtechnik oder Atommüllaufbereitung angewendet werden, runden das Produktspektrum ab.

Problemlos möglich ist der Einsatz verschiedenster Gebindegrößen, Behälterformen oder Volumina. Alle Voraussetzungen an die Prozessdatenerfassung und -verarbeitung werden ebenso erfüllt, wie die Automatisierung der Anlagen. Selbst Online-Viskositätsmessungen sind möglich. Die Stativrührwerke sind mit CE- und ATEX-Konformität lieferbar. Sonderausführungen wie Stativantriebe für festinstallierte Behälterrührwerke oder vollautomatische Anlagen, die im Bereich der Reinraumtechnik oder Atommüllaufbereitung angewendet werden, runden das Produktspektrum ab.

Achema | Halle 6.0 – Stand C34

www.geppert-mixing.de

Dekanterzentrifuge für weiches Sediment

Das Downstream-Processing ist ein zentraler verfahrenstechnischer Schritt in der industriellen Biotechnologie. Flottweg präsentiert den Sedicanter für die Separation fermentativ gewonnener Produkte. Er vereint die Vorteile von Dekanter und Separator und ist speziell auf weiche, fließfähige Feststoffe ausgelegt. Selbst bei schwankenden Zulaufmengen wird die Biomasse für eine maximale Ausbeute effizient entwässert. Mit einem Zentrifugalfeld von 5.000 bis 10.000 g bietet er eine hohe Klärleistung und eine optimale Abscheiderate. In einem möglichen zweiten Prozessschritt kann die Fermentationsbrühe durch einen Separator der AC-Baureihe nachgeklärt werden, um verbleibende Feststoffe abzutrennen. Je nach Wertprodukt wird der Fokus auf einen stark entwässerten Feststoff oder das geklärte Zentrat gelegt. Hersteller von Pflanzenextrakten begegnen in ihrem Produktionsprozess zwei großen Herausforderungen: Der Empfindlichkeit und variierenden Zusammensetzung der Produkte je nach Jahreszeit (Frischprodukt oder getrocknetes Produkt) und verarbeiten zudem oft mehrere Produkte mit nur einer Prozesslinie. Daher ist es wichtig, dass die eingesetzten Maschinen flexibel auf sich ändernde Rahmenbedingungen reagieren. Die Dekanter, Separatoren und Sedicanter trennen die Rohmasse effizient und kontinuierlich aus der Flüssigkeit ab. Dekanter kommen meist bei der Vorklärung zum Einsatz, um eine hohe Ausbeute an Flüssigextrakt zu erhalten. Die Separatoren klären das Flüssigextrakt nachfolgend für ein möglichst reines Endprodukt.

Achema | Halle 5.0 – Stand D87

www.flottweg.com

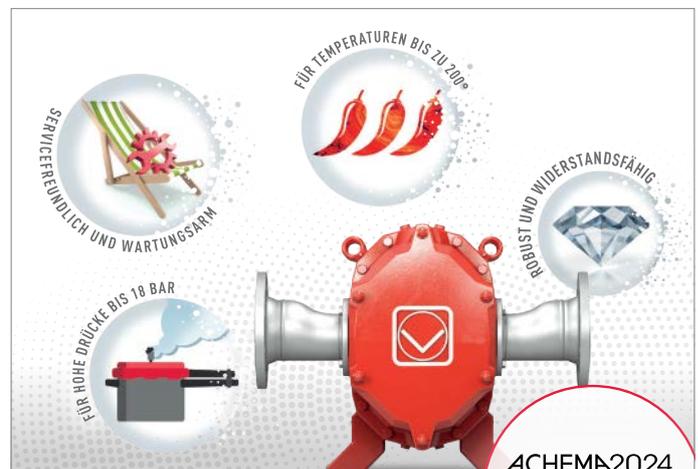
Fermenter für die Industrie

Fermenter sind unverzichtbare Werkzeuge für Fortschritte in der Biotechnologie, Produktinnovationen wie vegane Alternativen und die Entwicklung nachhaltiger und umweltfreundlicher Produktionsverfahren.

Der Fermentationsprozess im Fermenter umfasst die Zufuhr von Nährstoffen, die Regelung von Temperatur, pH-Wert und anderen Umgebungsbedingungen, um optimale Wachstumsvoraussetzungen für die Mikroorganismen zu schaffen. Je wohler sich Bakterien, Hefen oder Pilze fühlen, desto besser arbeiten sie. Moderne Fermenter, wie die des Anlagenbauers Ruland, sind mit fortschrittlicher Sensorik, Automatisierungstechnologie und Kontrollsystemen ausgestattet, um eine präzise Steuerung, Überwachung und Dokumentation dieser komplexen Prozesse sicherzustellen. Ergänzt werden die eigentlichen Fermenter durch Anlagensysteme für die Annahme, Lagerung und das Ansetzen von Rohmaterialien sowie sterile Animpf-, Dosier- und Zugesysteme und unterschiedliche Rühr- und Begasungseinheiten. Auch das Downstream-Equipment mit Entleerung, Filtration, Separation oder Lagerung ist Teil des breiten Spektrums. Flexibilität und Skalierbarkeit der gesamten Fermentationsprozesse ermöglichen die Anpassung an unterschiedliche Produktionsanforderungen, von kleinen Laborchargen bis zu industriellen Großproduktionen.

Achema | Halle 4.0 – Stand A3

www.rulandec.com



SIE SUCHEN EINEN ECHTEN GAMECHANGER?

Flexibel, zuverlässig und effizient, auch unter extremen Bedingungen: Vogelsang Drehkolbenpumpen und Exzenterschneckenpumpen.

**VOGELSANG –
LEADING IN TECHNOLOGY**

vogelsang.info

VOGELSANG



ACHEMA2024
Messe Frankfurt a.M.
10. – 14.06.2024
Halle 8, Stand 64



Finden Sie
„Ihre“ Pumpe!



Keywords

- TA Luft
- Dichtheitsnachweis Flanschverbindung
- glasfaserverstärkte Kunststoffflansche
- Bauteilversuche (VDI 2290)
- rechnerischer Nachweis (DIN EN 1591-1:2014)

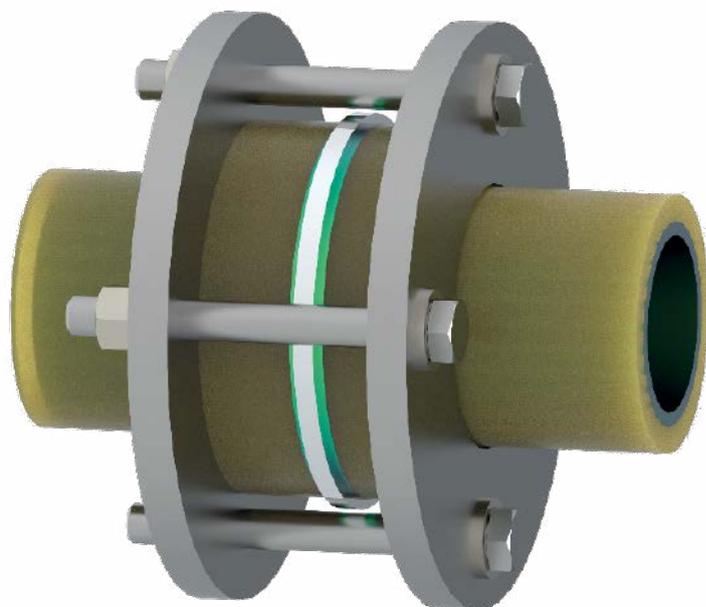


Abb. 1: GFK Flanschverbindung

TA Luft und GFK-Flanschverbindungen

Dichtheitsnachweis nach TA Luft für glasfaserverstärkte Kunststoffflanschverbindungen (GFK)

Die Novellierung der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft), die am 18. August 2021 als Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz publiziert wurde, stellt neue Herausforderungen für Betreiber von industriellen Anlagen dar, insbesondere hinsichtlich der Kontrolle von diffusen Emissionen an Flanschverbindungen. Zur Adressierung dieser erweiterten Vorschriften haben sich Experten der Unternehmen Evonik, Wacker und Merck zu einer interdisziplinären Arbeitsgruppe zusammengeschlossen.

Die Verwaltungsvorschrift TA Luft fordert im Abschnitt 5.2.6.3 die Einhaltung einer max. Leckagerate von $0,01 \text{ mg}/(\text{s} \cdot \text{m})$ (L0,01). Um diese Anforderungen für glasfaserverstärkte Kunststoffflanschverbindungen (GFK) nachzuweisen, wurde in Kooperation mit dem Hersteller Kurotec und dem Prüflabor Amtec eine entsprechende Untersuchung initiiert. Folgende zwei Nachweismethoden wurden dabei berücksichtigt:

- Nachweis mittels typbasiertem Bauteilversuch,
- Rechnerischer Nachweis gemäß DIN EN 1591-1:2014.

Im Zentrum der Betrachtung standen die Werkstandards der beteiligten Unternehmen, die vornehmlich GFK-Bunde der Form B mit thermoplastischer Auskleidung beinhalten.

Flanschverbindungskomponenten und Annahmen

Zur Berücksichtigung der Firmenstandards wurden 13 verschiedene Flanschsysteme für den Bauteilversuch definiert. Die Flanschkombinationen bestehend aus Bund, Losflansch, Schrauben und Dichtungen wurde so gewählt, dass eine möglichst große Anzahl verschiedener Flanschsysteme im realen Betrieb abgedeckt ist.

- **Festigkeitsauslegung:** Die Festigkeitsauslegung der kompletten Flanschverbindung ist Teil des TA Luft Nachweises und wurde für den Bauteilversuch über die DIN EN 13121-3 mit einem Sicherheitsfaktor von 6 und einer Grenzdehnung für die Auskleidung bzw. die Chemieschutzschicht von 0,2 % durchgeführt bzw. bemessen. Beim rechnerischen Nachweis erfolgte der Festigkeitsnachweis auf Basis der DIN EN 1591-1.

- **Schrauben:** Als Schraubenwerkstoff wurde 25CrMo4 gewählt. Für die Unterlegscheiben kamen Scheiben mit einer Härte von 200 HV zum Einsatz. Die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf Flanschverbindungen mit Schrauben vergleichbarer Festigkeit, wie beispielsweise Edelstahl A2-70 ist gegeben. Für Schrauben mit geringerer Festigkeit ist eine individuelle Prüfung der Übertragbarkeit erforderlich.

- **Losflansche und Bunde:** Frühere Untersuchungen haben gezeigt, dass Losflansche aus GFK-Materialien nicht die erforderliche Festigkeit bieten, um die notwendigen Flächenpressungen für eine effektive Abdichtung zu erreichen. Daher wurden für die Versuche metallische Losflansche verwendet.

Die für die Versuchsreihen verwendeten Bunde wurden von der Firma Kurotec bereitgestellt und orientieren sich an den Dimensionen, die im aktuellen Entwurf zur Revision der DIN 16965 vorgesehen sind. Obwohl in der Norm auch Bundgeometrien mit dünneren Blattdicken für Elastomer-Dichtungen beschrieben sind, wurden in den Untersuchungen generell die Bundgeometrien mit erhöhter Blattstärke verwendet.

Da für das Projekt Standardbauteile gemäß Norm verwendet wurden, beziehen sich die geführten TA Luft Nachweise nicht auf einen spezifischen GFK-Lieferanten.

- **Auskleidungsmaterial:** Bei der Auswahl des Auskleidungsmaterials für die Bunde wurden Werkstoffgruppen gebildet. Beispielsweise können Tests mit einer PE-el Auskleidung auf Basis von PE 80 auf PE 100 übertragen werden.



Abb. 2: Untersuchte GFK-Flanschbunde

- **Dichtungen:** Die Untersuchung berücksichtigte zwei Gruppen von Dichtungen: Elastomere Profildichtungen (EPDM) mit einer Stahleinlage und expandierte PTFE Flachdichtungen (ePTFE). Die Auswahl dieser Dichtungsgruppen basiert auf den Werkstandards der beteiligten Chemieunternehmen und den spezifischen Dichtungskennwerten nach DIN EN 13555. Dies entspricht den gängigen Dichtungstypen, die in der Industrie für Flanschverbindungen in GFK-Rohrsystemen zum Einsatz kommen.
- **Prüftemperatur:** Die Auswahl der Auslagerungstemperaturen für den Bauteilversuch wurde auf Basis der max. Einsatztemperatur gem. DIN 16867:1982 Tab. 1 gewählt. Für Einsatzbedingungen unter 85 °C wurde das Traglaminat Derakane 411-350, bei Temperaturen über 85 °C das Traglaminat Derakane 470-300 verwendet.
- **Prüfdruck:** Der für die Versuchsreihe gewählte Prüfdruck von 16 bar basiert auf Tab. 1 der DIN 16867:1982.

Auskleidungswerkstoff	max. Einsatztemp.	Prüfdruck
PP	80°C*	16 bar
PE-el	80°C*	
PVDF	90°C	
PVC	80°C*	
ECTFE	80°C*	
CSS	80°C*	
* in Anlehnung DIN 16867 Tabelle 1		

Tab: 1: Einsatztemperaturen Auskleidungsmaterial und Prüfdrucke

1. Nachweis der TA Luft über typbasierte Bauteilversuche

Der ursprünglich geplante Umfang des Projektes war der Dichtheitsnachweis nach den Anforderungen der TA Luft mittels Bauteilversuchen auf Basis der VDI 2290 bzw. des durch den VCI beschriebenen typbasierten Bauteilversuch.

Die Schraubenanziehdrehmomente für Elastomer- bzw. PTFE-Dichtungen wurden auf Basis der DIN EN 13121-3 von 2016 berechnet. Die Auslegung erfolgte hierbei unter der Annahme einer Einbaufächenpressung von 10 MPa und einer Betriebsflächenpressung von 5 MPa für die PTFE Dichtungen. Die ermittelten Drehmomente sind Tab. 2 zu entnehmen.

Durchführung der Bauteilversuche

Im Bauteilversuch wird die Flanschverbindung DN40 nach der Montage mit Helium befüllt, ein Prüfdruck von 16 bar eingestellt und eine erste Leckagemessung bei Raumtemperatur durchgeführt. Um die Permeation durch die Auskleidung und den GFK-Werkstoff als störende Einfluss-

größe zu minimieren, wird hierbei eine Messpatrone verwendet. Über eine Messdauer von 24 Stunden wird die Leckagerate kontinuierlich mit einem Helium-Massenspektrometer im Vakuum-Modus gemessen. Im Anschluss an die erste Leckagemessung erfolgt bei Umgebungsdruck das Aufheizen der Flanschverbindung auf die Auslagerungstemperatur, welche für 48 Stunden konstant gehalten wird. Nach Ablauf der Auslagerungszeit und der Abkühlung auf Raumtemperatur wird unter dem vorgegebenen Prüfdruck über eine Messdauer von 24 Stunden die Leckagerate kontinuierlich mit einem Helium-Massenspektrometer gemessen. Das Kriterium zur Einhaltung der Dichtheitsanforderungen der TA Luft beträgt bei allen Messungen 0,01 mg/(s*m).

Ergebnisse der Dichtheits tests

Bei den Versuchen mit EPDM-Dichtung wurde das Dichtheitskriterium nach der Montage der Flanschverbindung gemäß Montagevorgabe nach Tab. 2 immer eingehalten. Für die Werkstoffkombination GFK mit Chemieschutzschicht (CSS) war auch der Versuch mit einem GFK-Losflansch erfolgreich. Ein Nachziehen der Flanschverbindungen während des Versuches war nicht erforderlich.

Anders verhielt es sich bei den Versuchen, in welchen eine ePTFE-Dichtung zum Einsatz kam. Teilweise waren die Verbindungen bereits beim ersten Befüllen so undicht, dass der Versuch abgebrochen werden musste. Bei anderen Versuchen waren dann die Leckageraten nach der Temperaturlagerung nicht mehr zulässig. Bei den Bunden aus PP/GFK und PE-el/GFK wurden zudem Versuche mit reduzierten Auslagerungstemperaturen (60°C) durchgeführt. Bei PP/GFK hat die Temperaturreduzierung ausgereicht, um den TA Luft Nachweis ohne Nachziehen zu bestehen. Bei PE-el/GFK war der Versuch bei 60 °C nicht erfolgreich.

2. Nachweis der TA Luft über rechnerische Methode

Nach den gescheiterten Bauteilversuchen mit PTFE-Dichtungen wurden Berechnungen nach DIN EN 1591-1 durchgeführt, um die Drehmomente der Tab. 2 zu überprüfen. Das Berechnungsverfahren der DIN EN 1591-1 kann auf Flanschverbindungen mit runden Flanschen, Schrauben und Dichtungen angewandt werden, eine Betrachtung von nicht-metallischen Werkstoffen ist hierbei nicht explizit ausgeschlossen. Mit den in der DIN 16965 / DIN EN 13121-6:2016 beschriebenen Mindestanforderungen an die Festigkeit der GFK-Bauteile stehen nun erstmalig Festigkeitskennwerte zur Verfügung, die auch im Berechnungsverfahren der DIN EN 1591-1 eingesetzt werden können. Hierzu wurden die in der DIN EN 13121-3 definierten Sicherheitsbeiwerte für die Bunde aus GFK in der Berechnungsroutine angesetzt. Das Verhalten der Auskleidungswerkstoffe wird in den Berechnungen nicht betrachtet, eine Berücksich-

DN	Elastomer-Dichtung	PTFE-Dichtung
	PN16	
25	20	20
32	20	20
40	20	25
50	25	40
65	25	45
80	25	30
100	25	40
125	25	40
150	50	60
200	50	55
250	50	70
300	60	95
350	70	120
400	80	160

Tab. 2: Anziehdrehmomente nach Angaben der DIN EN 13121-3 (Stand Oktober 2016)

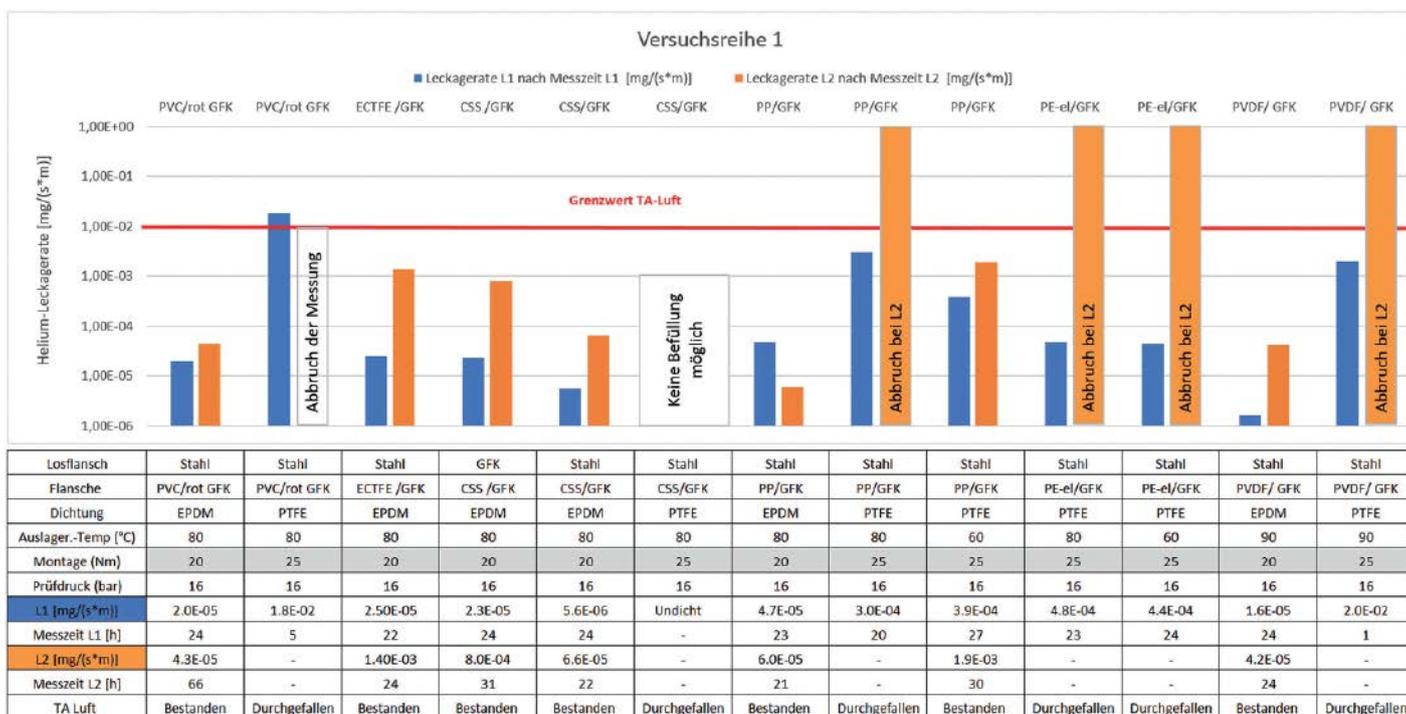


Abb. 3: Ergebnisse der Versuchsreihe 1

tigung der unterschiedlichen Kriech-/Relaxationseigenschaften wäre aber denkbar.

Bestimmend für die Anziehdrehmomente der Versuchsreihe 2 war die Berechnung der Flanschverbindung DN40. Das ermittelte, erforderliche Anziehdrehmoment von 100 Nm erzeugt eine Einbaufächenpressung von ca. 55 MPa. Um dieses Ergebnis auf weitere Nennweiten zu übertragen, müssen bei der Montage zumindest dieselben Dichtungsflächenpressungen erzielt werden. Die auf diese Weise berechneten Anziehdrehmomente für die verschiedenen Nennweiten wurden soweit möglich angepasst, um für eine Schraubengröße möglichst einheitliche Montagevorgaben zu erreichen. Für die Schraubengrößen M16 und M24 konnten allerdings die Montagevorgaben nicht gänzlich vereinheitlicht werden, da kein für alle Nennweiten gemeinsames Drehmoment zwi-

schen dem für die Dichtheit erforderlichen und dem maximal zulässigen Drehmoment festgelegt werden konnte, wie in Abb. 4 dargestellt.

Aufgrund der breiteren Dichtungen und der im Außenbereich höheren Flanschblattnigung können bei Nennweiten ab DN300 geringere Flächenpressungen für die Erfüllung des Dichtheitskriteriums unterstellt werden. Aus den oben beschriebenen Betrachtungen ergaben sich für PTFE Dichtungen deutlich höhere Anziehdrehmomente im Vergleich zur Versuchsreihe 1.

Überprüfung der Berechnungen mittels typisierter Bauteilversuche

Die noch ausstehenden Bauteilversuche mit PTFE-Dichtungen wurden anschließend mit den neu ermittelten Drehmomenten durchgeführt. Damit wurden die rein mathematischen,

theoretischen Nachweise mittels Bauteilversuchen experimentell verifiziert.

Wie die Übersicht in Abb. 5 zeigt, wurde das Abdichtverhalten der Flanschverbindung durch die Erhöhung des Anziehdrehmomentes verbessert. Das Anziehdrehmoment von 46 Nm, welches als unterer Grenzwert aus der rechnerischen Auslegung hervorging, reichte jedoch noch nicht aus, um die Anforderungen der TA Luft zu erfüllen. Bei einem Anziehdrehmoment von 100 Nm wurde schließlich für alle Flanschwerkstoffkombinationen mit ePTFE-Dichtung der Grenzwert von 0,01 mg/(s*m) eingehalten. Eventuell hätte schon ein geringeres Anziehdrehmoment ausgereicht, um die Anzahl der Versuche zu minimieren wurden jedoch keine weiteren Zwischenschritte überprüft. Ein Nachziehen der Flanschverbindung war auch hier nicht erforderlich.

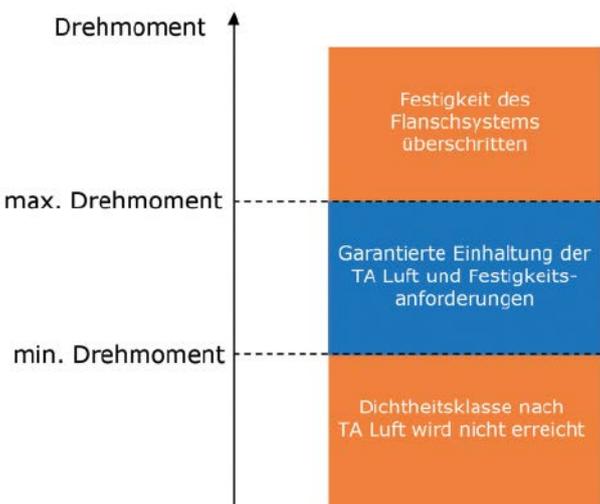
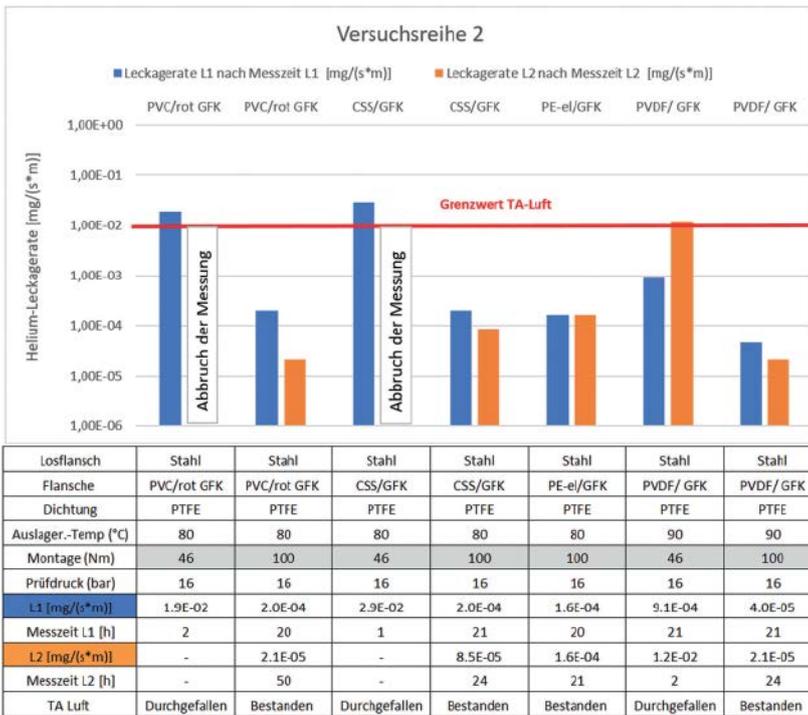


Abb. 4: Erforderliche und zulässige Anziehdrehmomente

Nennweite	Schrauben		Moment in Nm	Flächenpressung in MPa
	Anzahl	Größe		
DN			nom.	nom.
25	4	M12	55	55
32	4	M16	120	90
40	4	M16	120	77
50	4	M16	120	59
65	8	M16	75	85
80	8	M16	75	66
100	8	M16	75	61
150	8	M20	130	59
200	12	M20	130	74
250	12	M24	160	55
300	12	M24	180	35
350	16	M24	180	41
400	16	M27	220	39

Tab. 3: Neue Anziehdrehmomente auf Basis der DIN EN 1591-1



Bilder © Merckgroup

Abb. 5: Ergebnisse der Versuchsreihe 2

Zusammenfassung

Um die Dichtheitsanforderungen gemäß TA Luft für GFK Flanschverbindungen erfüllen zu können, wurden Bundgeometrien hinsichtlich der Blattstärken überarbeitet und deren Festigkeitsparameter innerhalb der technischen Normen neu definiert. Anhand dieser Ausarbeitung wurde verifiziert, dass als Nachweismethode sowohl der typbasierte Bauteilversuch als auch ein rechnerischer Nachweis gemäß DIN EN 1591-1 möglich sind.

Der Bauteilversuch, bei dem der Temperatureinfluss lediglich durch eine einmalige Auslagerung im Ofen simuliert wird, lässt jedoch nur bedingt Rückschlüsse auf das langfristige Ver-

halten der Bauteile in der Realität zu. Gerade bei Anwendungen mit häufigen Temperaturwechseln kann gegebenenfalls ein Nachziehen der Flanschverbindungen erforderlich sein. Die im Projekt beteiligten Betreiber werden Ihre spezifischen Montagevorgaben auf Basis der neuen Anziehdrehmomente anpassen und die Ergebnisse in der Praxis überprüfen.

Obwohl nicht alle im Regelwerk definierten GFK-Flanschsysteme in die Studie einbezogen wurden, liefern die Ergebnisse der Untersuchung wichtige Erkenntnisse für die Entwicklung und Auslegung von Flanschsystemen aus GFK, die den verschärften Emissionsanforderungen der novellierten TA Luft entsprechen.



Thomas Gross,
Leiter Kompetenzzentrum
Rohrklassenmanagement,
Merck



Dr.-Ing. Manfred Schaaf,
Geschäftsführer,
Amtec Messtechnischer
Service



Markus Frank,
Service Center
Rohrleitungstechnik,
Wacker Chemie



Andreas Lebitschnig,
Piping Standards &
Material Management,
Evonik



Michael Klar,
Leiter Produktion,
Kurotec-KTS

Wiley Online Library



Merck KGaA, Darmstadt

Tel.: +496151 72-4086 · www.merckgroup.com
thomas.gross@merckgroup.com

#SCHONEND #PROZESSSICHER
#ABLUFFTFREI #EFFIZIENT
#STAATLICH GEFÖRDERT

WIE SIE MIT WÄRMEPUMPENTECHNIK
PERFEKT TROCKNEN UND DABEI
BIS ZU 75% ENERGIE UND CO₂ SPAREN!

HARTER
drying solutions

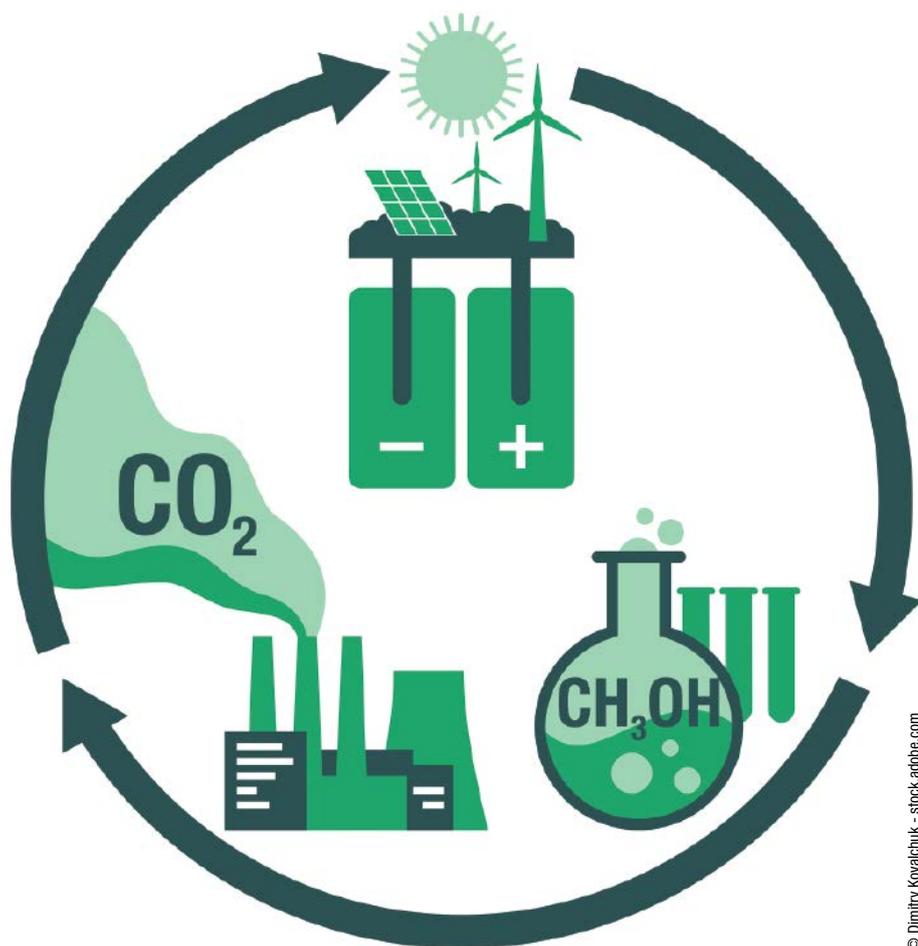


ACHEMA 2024

MESSE FRANKFURT 10. - 14. MAI 2024 | HALLE 4.1 STAND F36

e-Methanol – aber bitte flexibel!

Die (kosten-)effiziente Strategie zur CO₂-Wertschöpfung mittels erneuerbarer Energien



Keywords

- e-Methanol
- CO₂, H₂
- erneuerbare Energien

Die fluktuierende Bereitstellung von erneuerbarem Strom hat einen signifikanten Einfluss auf die Auslegung und den Betrieb von e-Methanol-Anlagen. Air Liquide hat techno-ökonomische Untersuchungen mit einem eigens dafür entwickelten Simulations-Framework durchgeführt, um den Bedarf und den Nutzen des flexiblen Betriebs der Methanolsynthese zu analysieren. Im Ergebnis ist ein flexibler Betrieb von enormem Vorteil, ab einem gewissen Grad ist jedoch kein Mehrwert mehr erkennbar.

e-Methanol, hergestellt aus CO₂ und erneuerbarem H₂, nimmt auf dem Gebiet der Carbon Capture and Utilisation (CCU) eine zentrale Rolle ein. Das benötigte H₂ wird mittels Elektrolyse unter Einsatz erneuerbarer Energien gewonnen und macht einen signifikanten Kostenanteil am e-Methanol aus. Im Unterschied zu konventionellen Methanolanlagen, welche i.d.R. auf maximale Produktion bei konstant hoher Verfügbarkeit der Einsatzstoffe ausgelegt sind, spielen die variierenden Stromkosten daher eine zentrale Rolle. Daher bietet ein flexibler Betrieb der e-Methanol-Anlage – mittels opportunistischer H₂-Produktion und -Nutzung je nach Verfügbarkeit kostengünstigen erneuerbaren Stroms – attraktive Einsparpotenziale. Kann die Gesamtanlage dem fluktuierenden Stromangebot der Erneuerbaren nicht folgen, drohen Einbußen bei der Produktion oder es wird Methanol erzeugt, welches nicht mehr den durch Verordnungen vorgegebenen Kriterien entspricht und daher zu einem geringeren Preis verkauft werden muss.

Air Liquides flexible Methanoltechnologie zur CO₂-Wertschöpfung

Als globaler Marktführer bei gasbasierten Methanolanlagen mit insgesamt mehr als 50 gebauten und in Betrieb genommenen Lurgi-Methanol-Referenzanlagen zwischen 15 und 11.000 Tagesstonnen verfügt Air Liquide über eine jahrzehntelange Innovationshistorie in den Methanoltechnologien. Anlagen mit besonders CO₂-reichem Synthesegas wurden bereits seit den 70er-Jahren gebaut und in Betrieb genommen. In den 90er Jahren begann die gezielte Forschung und das Prozessdesign für ausschließlich CO₂- und H₂-basierte Methanolanlagen. Seitdem wurden anhand tausender Versuchsstunden in den Air Liquide-Pilotanlagen die proprietären kinetischen Modelle für die CO₂- und H₂-basierte Methanolsynthese weiterentwickelt und optimiert.

Das damit einhergehende und tiefgreifende Prozessverständnis vereint Air Liquide mit Engineering- und Designkompetenzen sowie der Inbetriebnahme- und Betriebserfahrung

aus regelmäßig realisierten Methanolprojekten zu einer technologischen Expertise in der CO₂-basierten Methanolproduktion. Diese wird durch die marktführende Rolle von Air Liquide auf den Gebieten der Gaserzeugung und -behandlung komplementiert, sodass Air Liquide das einzige Unternehmen ist, welches alle zentralen Bausteine für CO₂-basiertes Methanol aus einer Hand anbieten kann^[1]:

- Methanolsynthese und Methanoldestillation (Lurgi Methanol),
- PEM-Elektrolyse aus eigener Produktion (im Joint Venture mit Siemens Energy),
- CO₂-Abscheidung (Cryocap, Rectisol, Recticap, Amine wash),
- H₂-Rückgewinnung (PSA, Membrantechnologien).

In der Air Liquide-Strategie für CO₂-basiertes Methanol nehmen Energie- und Kosteneffizienz eine zentrale Stellung ein^[2]. Dabei steht ein flexibler Betrieb der Methanolanlage immer dann im Mittelpunkt, wenn die H₂- bzw. CO₂-Ver-

sorgung zeitlichen Schwankungen unterliegt (z.B. infolge der Übersetzung von Schwankungen einer erneuerbaren Energiequelle oder des Strompreises in Fluktuationen der H₂-Produktion in der Elektrolyse).

Flexibles Prozessdesign

Zentraler Baustein eines flexiblen Prozessdesigns ist die Entkopplung der Prozesseinheiten Elektrolyse, CO₂-Abscheidung, Methanolsynthese und Methanoldestillation mittels entsprechender Speichereinheiten. Eine komplett flexible Power+CO₂-to-Methanol-Anlage ist in Abb. 1 dargestellt. Dabei können die i.d.R. unvermeidlichen H₂- bzw. CO₂- sowie Methanolspeicher auch durch ein Flexibilitätskonzept aus elektrischem und thermischem Energiespeicher erweitert werden.

Im Folgenden wird die Gaszischenspeicherung betrachtet, welche kritische Vorteile für den flexiblen Betrieb bietet:

- 1. Entkopplung der Methanolsynthese von den Fluktuationen der H₂- und CO₂-Quelle, z.B. infolge der schwankenden Verfügbarkeit erneuerbaren Stroms, oder eines veränderlichen CO₂-Gehalts in einem Rauchgasstrom.
- 2. Minimierung der LCOM (levelized cost of Methanol) mittels Optimierung der Anlagenauslastung unter Beachtung der schwankenden CO₂- bzw. H₂-Versorgung.

Modellbasierte Optimierung

Um eine e-Methanol-Anlage optimal für die projektspezifischen Rahmenbedingungen auszulegen, nutzt das Unternehmen ein selbst entwickeltes Simulations-Framework. Dieses Framework besteht aus Submodellen wie bspw. Elektrolyse, Synthese, H₂/CO₂-Speicher, etc., welche die jeweiligen funktionalen Eigenschaften wie Wirkungsgrade, Betriebsbereiche und Lastwechselraten beinhalten.

Das funktionale Modell ist in ein techno-ökonomisches Gesamtmodell eingebettet, welches in einem gegebenen Suchraum die optimale Konfiguration mit Blick auf die Methanolgestehungskosten ermittelt.

Für den optimierten Betrieb jeder untersuchten Konfiguration kommt ein prädiktives Verfahren zum Einsatz, das unter Einbezug der prognostizierten Verfügbarkeit von (erneuerbarem) Strom und (biogenem) CO₂, sowie unter Berücksichtigung des Anlagenzustands (z.B. aktuelle Anlagenlast, Füllstand des Wasserstoff-, CO₂ und Rohmethanol-Speichers) das optimale Betriebsprofil der Anlage ermittelt.

Kann die Methanolsynthese keinerlei Flexibilität zur Verfügung stellen, so muss der H₂-Speicher alle kurz- und langfristigen Fluktuationen auffangen. Wie in Abb. 2 gezeigt, führt dies zu Speichergößen, die ohne Zugang zu einem

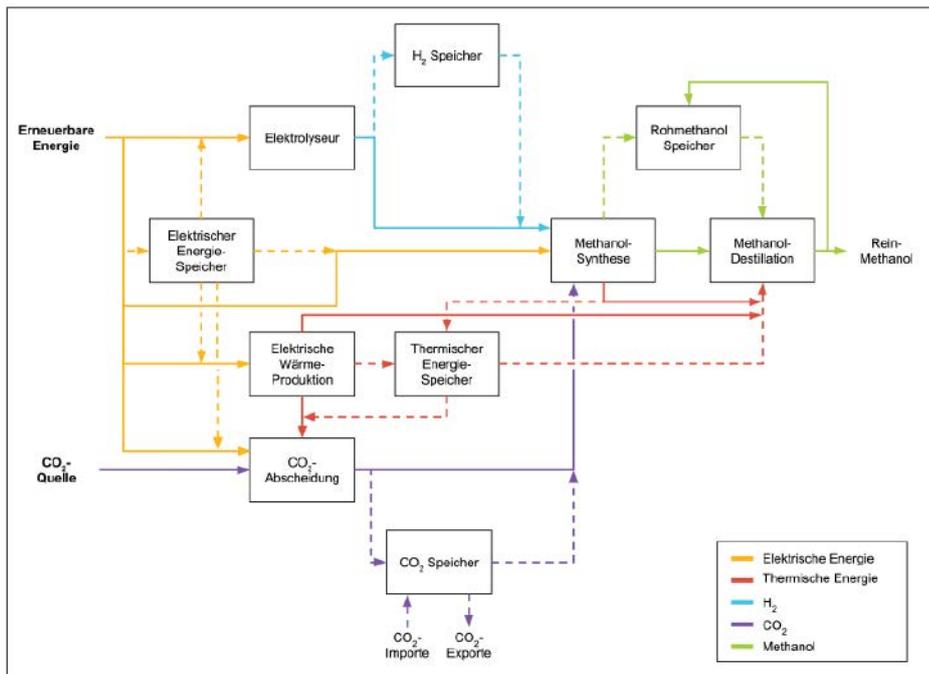


Abb. 1: Bausteine einer komplett flexibilisierten CO₂+H₂-zu-Methanolanlage

Untergrundspeicher nicht mehr realistisch darstellbar sind. Der Abbildung liegt eine generische Fallstudie für einen Standort in Europa zu Grunde, deren Rahmenbedingungen in Tab. 1 zusammengefasst sind. Das Anlagenkonzept

wurde mittels des oben beschriebenen Simulationsframework hinsichtlich der Methanolgestehungskosten optimiert. Dabei wurde insbesondere das optimale Verhältnis zwischen Wind- und PV-Strom (65 % Onshore Wind



Powerful, efficient, innovative

Lutz Pumpen & Lutz-Jesco: Ihr Hersteller für Förder- und Messtechnik

www.lutz-pumpen.de
www.lutz-jesco.com

safety is our concern

ACHEMA2024
Besuchen Sie uns vom 10. – 14.06. in Frankfurt
Halle 8.0 Stand K86

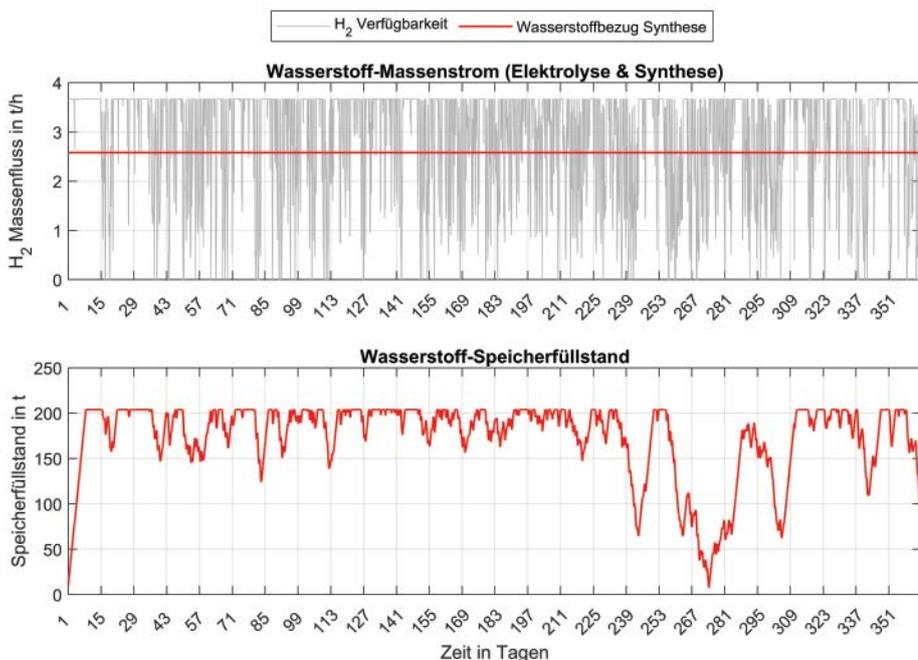


Abb. 2: Jahressimulation einer unflexiblen Methanolsynthese

und 35 % Photovoltaik), sowie die optimale Gesamtleistung der erneuerbaren Energieanlagen bestimmt.

Ist eine höhere Flexibilität immer besser?

Der Anlagenbauer hat das Zusammenwirken von Vorhersagen (der erneuerbaren Energiequellen), H₂-Zwischenspeicherung und Flexibilität in der Methanolsynthese intensiv untersucht. Die Flexibilität der Methanolsynthese wird in erster Näherung durch die minimale Teillast und die maximalen Laständerungsraten beschrieben. In Tab. 2 werden die Auswirkungen verschiedener Werte für die minimale Teillast und die maximale Laständerungsrate auf die Jahresproduktion und die Methanolgestehungskosten einer e-Methanol-Anlage gezeigt.

Eine gewisse Flexibilität der Methanolproduktion ist der Schlüssel zu signifikanten Kostensenkungen. Bereits mit einer Teillastfähigkeit von 50 % und einer Laständerungsrate von nur 10 %-Punkten pro Stunde kann der Kostenindex signifikant reduziert werden. Hierzu sei angemerkt, dass wahrscheinlich alle sich im Betrieb befindlichen Methanolanlagen grundsätzlich eine gewisse Flexibilität vorweisen können, jedoch wurden sie nie explizit darauf ausgelegt, diese auch kontinuierlich einzusetzen. Die hohen Kosten einer unflexiblen Lösung liegen zum einen in den Kosten für den großen

Merkmal	Wert
Elektrolysekapazität	200 MW
H ₂ -Speicher (gasförmig)	1 – 200 t
Methanolkapazität	460 t pro Tag

Tab. 1: Setup der hier verwendeten e-Methanol Anlage

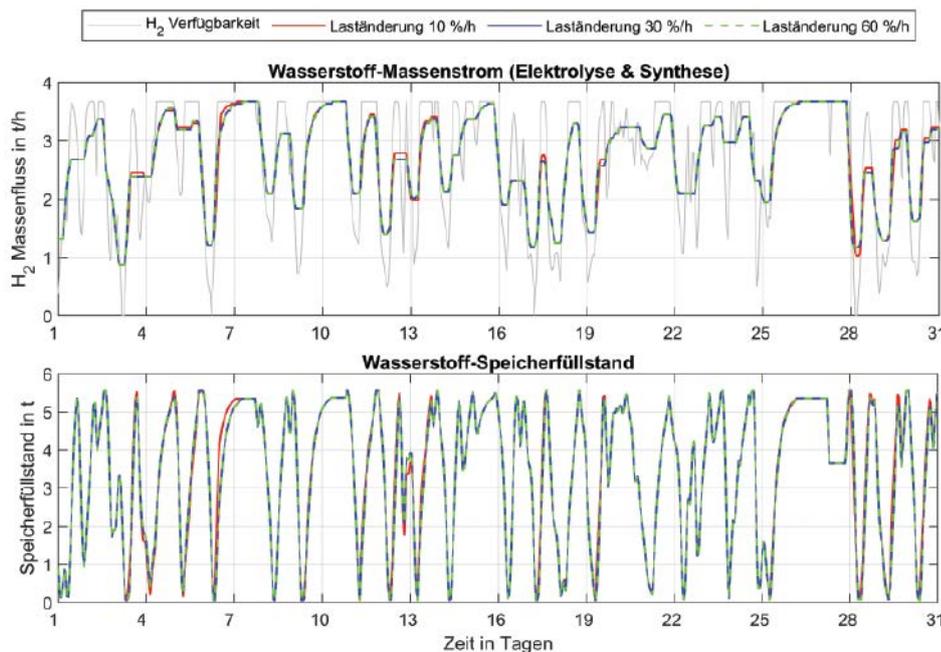


Abb. 3: Vergleich verschiedener Laständerungsraten

Szenario	Min. Teillast	Laständerungsgeschwindigkeit	Optimale H ₂ Speichergröße	Jahresproduktion	Kostenindex
1	100 %	0 % / h	200 t	117 kt/a	100 %
2	50 %	10 % / h	14.8 t	130 kt/a	68 %
3	20 %	30 % / h	5.6 t	130 kt/a	67 %
4	20 %	60 % / h	5.6 t	130 kt/a	67 %
5	10 %	30 % / h	5.6 t	130 kt/a	67 %
6	10 %	60 % / h	5.6 t	130 kt/a	67 %

Tab. 2: Auswirkung von verschiedenen Flexibilitätsoptionen auf die e-Methanol-Produktion.

H₂-Speicher, zum anderen in der geringeren Produktionsmenge begründet.

Erhöht man die Flexibilität weiter, so entstehen kaum zusätzliche Einsparungen, solange ein prädiktiver Ansatz im Prozessleitsystem genutzt wird, der die Vorhersage der erneuerbaren Stromerzeugung in die Bestimmung des Betriebspunktes der Anlage mit einfließen lässt. In diesem Fall wurde ein Vorhersagehorizont von 6 Stunden angenommen.

Auf Abb. 3 ist zu sehen, weshalb sich ab einer gewissen Flexibilität keine signifikanten Verbesserungen mehr einstellen: Im Vergleich zwischen den Profilen des H₂-Massenstroms (oben), sowie des H₂-Speicherfüllstands (unten) für verschiedene Laständerungsgeschwindigkeiten wird deutlich, dass die intelligente Einbindung eines H₂-Speichers kombiniert mit einem prädiktiven Betriebsführungsansatz dazu führt, dass schnelle Laständerungen in der

Methanolsynthese keinen Mehrwert bringen. Der prädiktiven Betriebsoptimierung gelingt es weiterhin, die starken Fluktuationen im Wasserstoff-Massenstrom des Elektrolyseurs durch einen intelligenten Einsatz des zur Verfügung stehenden H₂-Speichervolumens sehr effektiv zu dämpfen. Voreilige Änderungen des Betriebszustands der Methanolsynthese können dadurch weitgehend vermieden werden.

Zusammenfassung

Die fluktuierende Bereitstellung des Einsatzstoffs "erneuerbarer Strom" hat einen signifikanten Einfluss auf die Auslegung, Betriebsweise und Kosteneffizienz von e-Methanol-Anlagen. Air Liquide's modellbasierte Untersuchungen unter Nutzung der jahrzehntelangen Erfahrung in der Entwicklung, Auslegung, Lieferung und Inbetriebnahme von Methanolanlagen haben gezeigt, dass eine flexible Fahrweise von e-Methanol-Anlagen wesentliche Vorteile bringt. Mit einem moderaten Maß an Flexibilität in Kombination mit einem vergleichsweise kleinen, intelligent und prädiktiv betriebenen H₂-Speicher können Methanolproduktionsmenge gesteigert und Methanolgestehungskosten signifikant reduziert werden. Gegenüber einem moderat dynamischen

Betrieb der Methanolsynthese bietet ein hochdynamischer Betrieb jedoch keinen erkennbaren zusätzlichen Vorteil.

Quellen:

[1] Air Liquide Engineering & Construction technology handbook: <https://engineering.airliquide.com/sites/engineering/files/2022-09/technohandbook11oct.pdf>

[2] CIT 2022 AL "New development in the synthesis of methanol by Air Liquide to minimize carbon footprint of large scale plants and to valorize unconventional feedstocks with small scale units" (2022, Haag et al.)



Vincent Peña,
Process Engineer, Syngas and
Methanol Product Line
Air Liquide Engineering
& Construction



Veronika Gronemann,
Head of Methanol, Syngas and
Methanol Product Line
Air Liquide Engineering
& Construction



Dr.-Ing. Sebastian König,
Director Sales Electrolysis,
Air Liquide Engineering &
Construction



Dr. Stéphane Haag,
Group Manager Analytics &
Operations, Innovation Campus
Frankfurt, Air Liquide Forschung &
Entwicklung

Wiley Online Library



Air Liquide Engineering & Construction,
Frankfurt am Main

Tel.: +49 69 5808 - 0 · chemicals@airliquide.com
www.engineering.airliquide.com

Pumplösungen für anspruchsvolle Medien

Vogelsang präsentiert Drehkolbenpumpen der EP-Serie für anspruchsvolle Bedingungen und hohe Drücke. Ein Hochleistungsgetriebe ermöglicht einen Differenzdruck von bis zu 18 bar. Die Pumpen bestehen aus einem einteiligen Gehäuse und fördern Medien bis zu 200 °C. Aufgrund der hohen Druckleistung und Temperaturgrenze sowie der Dichtungsvielfalt eignet sich die Serie z.B. für die Öl- und Gas- sowie die petrochemische Industrie und Tanklager. Eine konstante Förderleistung, Langlebigkeit, reduzierte Lebenszyklus-Kosten und ein geringerer Energiebedarf zeichnet die konische Exzentrerschneckenpumpe HiCone aus. Entsteht durch Verschleiß ein Spalt zwischen Rotor und Stator, lässt sich dies im laufenden Betrieb kompensieren. Der Rotor wird axial nachgestellt und die Pumpe befindet sich anschließend wie im Neuzustand. Ein kosten- und zeitintensiver Teilewechsel entfällt. Durch

ein spezielles Einstellsystem lässt sich die Pumpe individuell an die jeweiligen Betriebsparameter wie Druck und Temperatur anpassen. Aufgrund der intelligenten Anfahrautomatik und der einstellbaren Klemmung zwischen Rotor und Stator reicht ein kleinerer Motor als bei herkömmlichen Exzentrerschneckenpumpen aus. Dadurch reduziert sich das Drehmoment der Pumpe auf ein Minimum für eine höhere Energieeffizienz. Eine integrierte Verschleißanzeige informiert jederzeit über den Zustand der Pumpe. Mit dem neuen Überströmdeckel präsentiert das Unternehmen ein im Pumpendeckel integriertes Überströmventil. Dieses löst aus, wenn der eingestellte Öffnungsdruck überschritten wird. Der sich aufbauende Druck vergrößert dabei den Abstand zwischen der Verschlussplatte und den Drehkolben. Aufgrund des vergrößerten Spalts baut sich der Druck wieder ab – das schützt die Drehkolbenpumpe vor Überdruck und Beschä-

© Vogelsang



digungen durch Druckstöße. Wird der eingestellte Öffnungsdruck unterschritten, schließt die Verschlussplatte automatisch. Das integrierte QuickService-Konzept, eine bewegliche Dichtung sowie eine Bewegungsanzeige und ein optionaler Öffnungssensor sind weitere Features des Überströmdeckels. Automatic Supply Unit (ASU) ist ein Dichtungsversorgungssystem, das die Dichtung kontinuierlich mit dem geeigneten Sperrmedium versorgt und den notwendigen Druck in der Sperrkammer aufrecht hält, um die Gleitflächen zu schützen. Das System ist deutlich kleiner als herkömmliche und kann auch in engen Einbauräumen installiert werden. Es erhöht die Lebensdauer der Dichtung um bis zu 100 %.



© Vogelsang

Achema | Halle 8.0 – Stand F64

www.vogelsang.info



Die Nachfrage nach Messtechnik in Elektrolyseuren wächst mit dem Anlagenbau von Elektrolyseuren.

© Neuman & Esser

Nachhaltige Messtechnik für Wasserstoffanwendungen

Digitale Netzwerkkommunikation für Messtechnik – zwischen Wunsch und Wirklichkeit



Keywords

- **Wasserstoffherzeugung**
- **Elektrolyse**
- **Druckmesstechnik**
- **Digitalisierung**

CITplus: Guten Tag, Herr Kaspar und Herr Müller. Die Produktion von Wasserstoff ist ein aufstrebender Industriezweig. Sind Messaufgaben in Wasserstoffanwendungen neu für Vega und gibt es generelle Anforderungen an die Messtechnik?

Robin Müller: Neu sind die Messaufgaben nicht. Wasserstoff wird in vielen Prozessen schon sehr lange verwendet, allerdings kommen neue Anwendungen hinzu, die auch zu deutlich höheren Drücken hochskaliert werden. Wir gehen dazu mit den bestehenden Geräten in den Markt und passen diese an die jeweilige Anwendung an. Gerade der Bedarf von

Im Gespräch mit CITplus erläutern die Produktmanager von Vega Stefan Kaspar und Robin Müller die Anforderungen an Druck- und Füllstandmessgeräte für Anwendungen in der Wasserstoffproduktion. Neben der Anwendungstechnik für Druck- und Füllstandmessungen in Elektrolyseuren beschreiben sie auch die Kommunikationsmöglichkeiten der Sensoren und beleuchten die Nachfragesituation für eine digitale Vernetzung der Messtechnik. Außerdem sprechen wir darüber, welche Rolle das Thema Nachhaltigkeit derzeit bei der Gerätetechnik spielt.

grünem Wasserstoff lässt die Nachfrage nach Messtechnik in Elektrolyseuren steigen. Die Geräte sind alle aus sehr hochwertigen Materialien wie beispielsweise Edelstahl gefertigt. Wir nutzen hauptsächlich 316L, der grundsätzlich für Wasserstoff geeignet ist.

Neben dem Stahl kommt es auch auf die Dichtungen an. Welche Lösungen haben Sie im Portfolio?

R. Müller: Wir haben ein Angebot an speziellen Hochdruckprozessanschlüssen, zum Beispiel von Swagelok, die allgemein für Hochdruckgase verwendet werden können. Im Nieder-

druckbereich bieten wir je nach Kundenwunsch verschiedenste Gewindeanschlüsse und auch Flanschprozessanschlüsse an und können uns flexibel an das Dichtungskonzept der Auftraggeber anpassen. Nach innen haben wir vollverschweißte Geräte für die Druckmessung, die komplett aus Edelstahl bestehen. Zwar kann Wasserstoff durch die dünne Membran leicht diffundieren, aber das bewegt sich in einem sehr, sehr geringen Bereich, der von den Anlagenbetreibern akzeptiert wird. Bei anderen Geräten, wie beispielsweise bei geführten oder freistrahenden Radarsensoren oder einem keramischen Drucksensor,

haben wir auch Elastomerdichtungen verbaut – hier verwenden wir meist FKM als bewährten und beständigen Dichtungswerkstoff für Wasserstoffanwendungen.

Über welche Anwendungen Ihrer Füllstandmesstechnik können Sie berichten?

Stefan Kaspar: Die Füllstandmesstechnik kommt primär bei Elektrolyseuren zum Einsatz. Kernaufgabe ist es, das Niveau des Elektrolyten kontinuierlich zu messen, damit der Füllstand eingeregelt werden kann. In alkalischen Elektrolyseuren handelt es sich um Kalilauge, in PEM-Elektrolyseuren um Reinstwasser. Typischerweise messen wir mit geführtem oder freistrahlemendem Radar.

R. Müller: Druckmesstechnik wird vor allem für die Messung von gasförmigem Wasserstoff genutzt. Im Niederdruckbereich bis 100 bar, zum Beispiel in Elektrolyseuren oder Wasserstoffpipelines, setzen wir bevorzugt unsere trockene keramische Messzelle ein, bei der durch die Keramik kein Wasserstoff diffundieren und damit auch der Messwert nicht verfälscht werden kann. Zwar lässt die Elastomerdoppeldichtung eine leichte Diffusion zu, aber dahinter haben wir kein Öl, das sich in irgendeiner Weise durch den Wasserstoff aufblähen und die Funktion beeinträchtigen kann. Darüber hinaus verwenden wir in Hochdruckanwendungen, zum Beispiel in Wasserstoffspeichern mit 350 oder 700 bar Druck, trockene metallische Druckmesszellen mit spezieller langzeitstabiler Membran, mit denen wir den Druck bis 1.000 bar messen können.

Wie kommunizieren die Druck- und Füllstandssensoren?

S. Kaspar: Die meisten der von uns verkauften Messgeräte kommunizieren nach wie vor über

die bewährte 4...20 mA-HART-Schnittstelle. Alternativ bieten wir unsere Geräte seit vielen Jahren mit den digitalen Feldbussen Profibus PA und Foundation Fieldbus an. Allerdings sind diese den meisten Betreibern im täglichen Einsatz zu komplex. Für Standardanwendungen bieten wir mit unserer Basic-Linie Geräte mit IO-Link-Schnittstelle an, die sich gerade bei Druckmessungen auch für einige Wasserstoffanwendungen eignen. Natürlich haben wir auch das Thema Ethernet-APL in der Entwicklung. Noch dieses Jahr werden wir unseren neuesten Radar-Füllstandsensoren Vegapuls 6X mit Ethernet-APL-Elektronik vorstellen.

Welche Möglichkeiten der Zustandsüberwachung bieten die Vega-Geräte?

S. Kaspar: Unsere Geräte verfügen über Selbstüberwachungs- und Diagnosefunktionen, die konform zum Namur-Standard NE 107 ausgegeben werden können. Die Geräte zeigen damit standardisiert an, ob und wenn ja, welcher Fehler oder welche Störung vorliegt oder wann Wartungsbedarf besteht. Allerdings sind unsere Geräte nahezu wartungsfrei und gehen nur sehr selten kaputt.

Wäre es nicht naheliegend, die neuen Wasserstoffanlagen gleich mit entsprechend APL-fähigen Geräten auszustatten?

S. Kaspar: Nun, da gibt es den Wunsch und es gibt die Wirklichkeit aller Beteiligten. Das Problem ist leider noch immer die Verfügbarkeit entsprechender Geräte, aber auch der nötigen Peripherie. Am Markt verfügbar für alle Messsprinzipien sind Geräte mit 4...20 mA-HART Schnittstelle. Daneben gibt es busfähige Geräte mit Profibus- und Foundation-Fieldbus-Kommunikation. Doch diese Bussysteme sind vielen Betreibern zu komplex und werden auch für Neuanlagen immer weniger geplant. Das heißt, es ist eher ein Rückgang zu verzeichnen, weil die Komplexität in der Regel über die Jahre einfach nicht handelbar ist. Wir haben sogar schon wieder zurückgebaut von Bussystemen auf 4...20 mA-HART. Deshalb hofft die ganze Branche nun auf den neuen Ethernet-APL-Standard, um die Digitalisierung endlich voranzubringen. Es braucht herstellerseitig entsprechend Zeit, um alle Messgeräte mit der neuen Ethernet-Technologie auszustatten. Denn solange für eine Anlage nicht alle Messgeräte-Typen verfügbar sind, ist es für einen Anlagenbauer schwierig, vollends auf Ethernet-APL zu setzen. Zum Glück können die verfügbaren Ethernet-APL-Switches parallel auch Geräte mit Profibus DP



Robin Müller,
Vega

betreiben, sodass die Gerätelücke mit Profibus-Geräten geschlossen werden kann.

Dennoch ist die digitale Kommunikation ein wichtiger Baustein im Betrieb der Anlagen.

R. Müller: Aus diesem Grund bieten wir zusätzlich Bluetooth als Brückentechnologie an. Über Bluetooth lassen sich hohe Datenraten realisieren, was beispielsweise den automatisierten Import und Export der Geräteparameter ermöglicht. Die Daten können auf der MyVega-Plattform als Back-up zwischengespeichert werden, um auf das Ersatzgerät geladen zu werden. Auch Wiederholungsprüfungen der Geräte lassen sich per Bluetooth auf unserer Plattform hinterlegen und Zugangspins dort zentral verwalten. Dieser komplette Service ist kostenfrei für unsere Kunden.

Aber Bluetooth hat nur eine sehr begrenzte Reichweite.

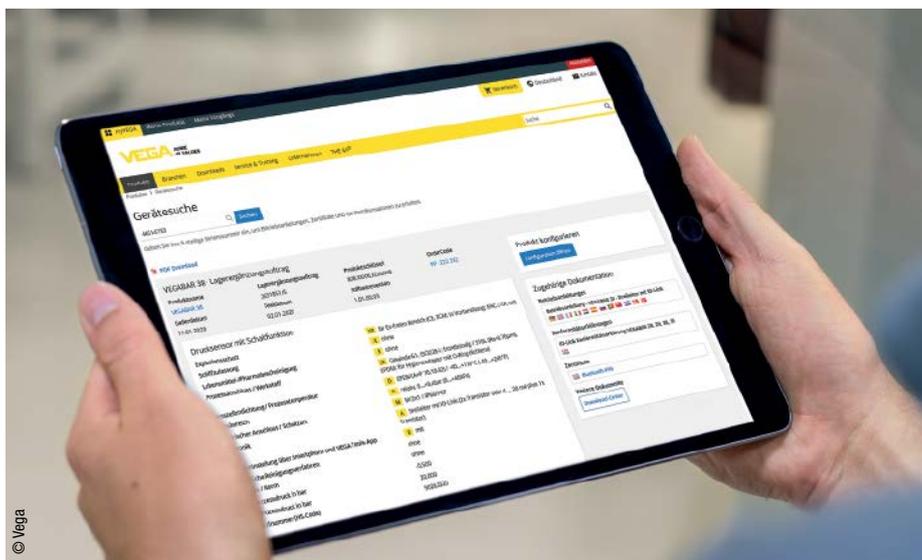
R. Müller: Richtig, die Inbetriebnahme über Smartphone oder Tablet muss typischerweise im Umkreis von zehn bis 20 Metern erfolgen. Weil die Inbetriebnahme jedoch in der Regel einmalig erfolgt und man dabei ohnehin meist vor Ort ist, ist der Aufwand überschaubar.

Und bei einer Anwendung in einem Elektrolyse-Container gibt es kein Sicherheitsproblem, weil jedermann sehr gut die Bluetooth-Verbindung aufnehmen könnte?

R. Müller: Diese Sensoren sind alle mit Passwörtern geschützt, sodass eben nicht jedermann rankommt. Außerdem entsprechen die neu entwickelten Geräte wie der Vegapuls 6X Security-Richtlinien wie der IEC 62443, die sicherstellen, dass die Geräte schon im Entwicklungsprozess mit aktuellen Mitteln der IT-Sicherheit ausgestattet werden, um gegen Cyberangriffe bestmöglich geschützt zu sein.



Stefan Kaspar,
Vega



In der MyVega-Plattform stehen zahlreiche Online-Funktionen rund um die Vega-Produkte zur Verfügung. Darunter Informationen zur Konfiguration und Bestellung, 2D-/3D-Zeichnungen für konfigurierte Gerät sowie Geräteparameter.

Wäre es sinnvoll, die Sensoren gleich mit WLAN auszustatten?

R. Müller: Zwar erreichen wir damit eine größere Reichweite, aber die Technik benötigt zu viel Energie. Wir brauchen mehr als 90 % der Energie nur, um das Messgerät zu betreiben. Und Mobilfunk per SIM-Karte wäre noch energiehungriger. Möglich ist ein Lowpower-Funkstandard wie LoRaWAN. Mit diesem haben wir einzelne Geräte ausgestattet, darunter unsere Vegapuls-Air-Serie.

Wie nehmen Ihre Kunden die MyVega-Plattform an?

S. Kaspar: Viele Kunden haben erkannt, dass es im Moment die einzig gangbare Alternative ist, um Gerätedaten zentral und bequem zu speichern und zu verwalten. Wir haben daher stark steigende Nutzerzahlen. Außerdem arbeiten wir an Lösungen, um die Daten lokal beim Betreiber zu speichern.

Wenn es herstellübergreifende Informationsaustauschplattformen gäbe, wäre das für viele Betreiber sicher noch interessanter. Es gibt verschiedene Ansätze dazu, wie sie zum Beispiel im Digital Data Chain Konsortium oder in der Open Industry 4.0 Alliance entwickelt werden – aber leider ist die Materie komplex und es wird vermutlich noch länger dauern, bis herstellerübergreifende Cloud-Lösungen etabliert sind.

Fallen bestimmte Anwendungen im Bereich der Wasserstoffherzeugung unter ATEX-Richtlinien?

R. Müller: Die Anlagen insgesamt schon, aber unsere Geräte interessanterweise sehr oft nicht, weil die kompletten Wasserstoffanlagen häufig in speziellen Hallen oder auch in Containern aufgebaut werden und diese über eine sehr gute Belüftung verfügen, sodass keine

Ex-Atmosphäre entstehen kann. Dennoch gibt es immer wieder Auftraggeber, die eine Ex-Zulassung anfragen, um sich abzusichern.

Kommen wir zum Thema Nachhaltigkeit. Das kann bei Geräten zum Beispiel auch die Reparaturfähigkeit und Betriebsdauer adressieren. Wie stellt sich Vega diesem Thema?

S. Kaspar: Nachhaltigkeit sehen wir auf jeden Fall als eine wachsende Anforderung bei uns und bei unseren Kunden. Wir haben eine Reparaturabteilung und gehen davon aus, dass Aspekte wie Nachhaltigkeit und Reparaturfähigkeit zukünftig zum Kaufkriterium für unsere Kunden werden. Unsere Geräte basieren auf einem modularen Konzept, sodass beispielsweise die Elektronik leicht ausgetauscht werden kann.

Lohnt sich das tatsächlich für den Betreiber und auch für Sie?

S. Kaspar: Es kommt immer auf das Schadensbild an. Wenn mit der Prozessbaugruppe die teuerste Komponente am Gerät betroffen ist, macht eine Reparatur meist wenig Sinn. Ist es lediglich die Elektronik, sieht das schon anders aus. Hinzu kommt der Gerätepreis an sich: Eine Reparatur lohnt sich eher bei hochpreisigen Geräten. Nach der Instandsetzung kann der Sensor nochmal einige Jahre zuverlässig messen. Allerdings wird der Service noch eher selten genutzt, weil sich natürlich auch die Messtechnik weiterentwickelt und nicht unbedingt veraltete Technik wieder eingebaut werden soll.

R. Müller: Bei der Entscheidung für oder gegen eine Reparatur spielt jedoch nicht nur die Wirtschaftlichkeit eine Rolle, sondern auch die Frage nach einer nachhaltigen Nutzung der Geräte und damit der Ressourcen. Ich bin gespannt, wie in Zukunft die Entscheidungen dazu getroffen werden.



Optional besteht die Möglichkeit einer drahtlosen Bedienung via Bluetooth mit Smartphone, Tablet oder PC zur Konfiguration der Messgeräte.

Das Interview führte

Dr. Etwina Gandert, Chefredakteurin CITplus.

Vega auf der Achema
Halle 11.1 – Stand C63

Wiley Online Library



VEGA Grieshaber KG, Schiltach
Tel.: +49 7836 - 500
info.de@vega.com · www.vega.com

Messtechniklösungen für die Chemie- und Life Sciences Industrie

Endress+Hauser stellt auf der Achema SIL-zertifizierte Messgeräte sowie intelligente Prüfkonzeppte vor, die Sicherheitsrisiken systematisch reduzieren. Dazu gehört auch das richtungsweisende Diagnose- und Prüfkonzeppt Heartbeat Technology. Einen weiteren Schwerpunkt setzt das Unternehmen auf das Thema Nachhaltigkeit. Als Partner der Prozessindustrie unterstützt es dabei, klimaneutral zu produzieren und bietet die dafür benötigte Messtechnik, Lösungen und Dienstleistungen an. Dabei spielen das transparente Erfassen von eingefangenen CO₂, sowie das direkte und indirekte Reduzieren und Vermeiden von CO₂ durch Optimierung der Messtechnik eine wesentliche Rolle. Außerdem zeigt der Messtechnikspezialist moderne Lösungen für die Prozess- und

Automatisierungsindustrie, die entscheidend für künftige Entwicklungen sein werden. Dabei bilden die Möglichkeiten zur Digitalisierung mit Softwarelösungen von Endress+Hauser die Basis für nachhaltiges Handeln. Dank Ethernet Advanced Physical Layer, kurz APL, ist es heute möglich, dass Geräte in der Prozessindustrie mit hoher Geschwindigkeit und über Entfernungen von bis zu 1.000 m miteinander kommunizieren können. „Wir möchten vor Ort zeigen, dass Ethernet-APL als Schlüsseltechnologie die Lücke in der Automatisierungspyramide in Richtung der Feldebene schließt und damit Türen für effizientere Prozesse öffnet“, so Andreas Leppert, Industry Manager Chemical & Oil bei Endress+Hauser Deutschland. Auf der Messe zeigt das Unternehmen

außerdem, wie vorhandene Datenströme mittels Digital Twins optimal genutzt werden können. Darüber hinaus bieten eine Vielzahl von Inline-Kalibrierservices den Anwendern Unterstützung dabei, ihre Anlagen kontinuierlich in bestem Zustand zu wissen und somit zukünftig sogar weniger Wartungen vornehmen zu müssen und Kalibrierintervalle verlängern zu können. Digitale Schnittstellen ermöglichen hierfür eine nahtlose Integration der Kalibrierungsdaten in das Produktions- oder Prozessleitsystem, was eine Echtzeitüberwachung und -anpassung der Messgeräte ermöglicht.

Achema | Halle 11.1 – Stand C27

www.endress.de

Messtechnik für die Wasserstoffwirtschaft

Wasserstoff entwickelt sich gerade zum Energieträger der Zukunft. Bisher mangelt es noch an der nötigen Infrastruktur, um die ehrgeizigen Ziele realisieren zu können, viele neue Technologien und Systeme rund um das Medium Wasserstoff sind zu entwickeln – von Elektrolysesystemen über Brennstoffzellen bis zu Technologien zum Ersatz von Erdgas-Systemen oder zur CO₂-freien Synthese von E-Fuels. Für viele Unternehmen ist der Umgang mit Wasserstofftechnologien eine große Herausforderung. Es müssen neue Lieferanten und neue technische Lösungen gefunden werden. Insbesondere für den Umgang mit explosiven Gasen werden spezielle Produkte und spezielles Know-how erforderlich. Jumo bietet eine breite Palette an Produkten für Wasserstoff, wie Mess- und Regeltechnik für Druck, Temperatur, Füllstand, Leitfähigkeit, Durchfluss und Safety



mit entsprechenden Zulassungen für Explosionsschutz, funktionale Sicherheit oder Schiffzulassungen. Das Unternehmen ist aber nicht nur Lieferant, sondern auch Entwicklungspartner und Lösungsanbieter für Wasserstofftechnologien in Projekten entlang der gesamten

Wasserstoffwertschöpfungskette von der Erzeugung bis zur Nutzung.

Achema | Halle 11.1 – Stand E43

www.jumo.net

www.ProcessSensing.com



- Michell** | Dew Point Instruments
- Aii** | Oxygen Sensors
- Rotronic** | Humidity Instruments
- Rotronic** | Monitoring System
- LDetek** | Trace Impurity Analyzers
- Dynamant** | Gas Safety Sensors
- Ntron** | Oxygen Analyzers
- SST** | Oxygen Sensors



Intelligenz ins Feld holen

Dezentrale Digitalisierung mit einem Smart Meter Valve

Keywords

- Durchflussmessung
- Stellungsregler
- Automatisierung
- kombinierte Messtechnik

Focus-1 regelt im Euroloop-Kalibrierprozess schnell und präzise den Durchfluss.

© Gandert, Redaktion CITplus

Das Smart Meter Valve Focus-1, entwickelt von Focus-On, einem Joint-Venture von Samson und Krohne, revolutioniert die Durchflussmessung und -regelung durch die Integration von Sensorik, Aktorik und Regelung in einem Gerät. Es verkürzt die Regeldauer, verbessert die Präzision und vereinfacht durch seine intelligente Automatisierung die Anlagensteuerung direkt im Feld. Mit seiner Fähigkeit, frühzeitig Unregelmäßigkeiten zu erkennen, optimiert es die Wartung und steigert die Effizienz kritischer Prozesse.

Hätten Sie gedacht, dass eine Abweichung von 0,1 % bei der Durchflussmessung von Öl ein Schwankung von 55.000 EUR pro Tag bedeuten kann? Um das zu vermeiden werden die Messgeräte in Ölverladestationen sehr genau kalibriert und das sogar manchmal im Beisein der Vertragspartner. So schildert der Geschäftsführer von Euroloop, Dick van Driel, die Genauigkeit der Kalibration, die das Unternehmen mit Sitz in Rotterdam als zertifizierten Service für Durchflussmessgeräte für Gas, Flüssigkeiten und Luft anbietet. Die Kalibrationsanlage gehört zu den größten Anlagen der Welt und wird ja nach Bedarf gerüstet. In den geschlossenen Prüfkreisläufen werden die Parameter so eingestellt, dass sie den tatsächlichen Betriebsbedingungen des zu kalibrierenden Gerätes möglichst nah kommen. Für die Kalibration setzt Euroloop geprüfte Durchflussgeräte und bei Bedarf große Kolbenprüfer ein. Die Anlage kann mit Flüssigkeiten wie Erdöl mit einem Durchfluss von bis zu 5.000 m³/h auf einer Teststrecke von bis zu 29 m und mit maximal 8 bar mit einer Messunsicherheit

von 0,02 % betrieben werden. Bei Gase kann ein Durchfluss von bis zu 30.000 m³/h auf 45 m mit bis 61 bar auf 0,16 % genau kalibriert werden.

Für die Kalibration ist ein exakter Regelkreis notwendig, der seit einiger Zeit mit einem neuen Smart Meter Valve zur Durchflussregelung ergänzt wurde. Focus-1 ist eine Kombination aus Stellventil und Durchflussmessgerät, das viele weitere Messdaten wie Temperatur und Druck liefert und zudem mit einer intelligenten Automatisierung ausgestattet ist. Das Gerät verkürzt die Zeit, bis der Durchfluss exakt eingeregelt ist von 10 bis 15 Minuten auf nur noch 5 Minuten und hält die Durchflussrate sehr exakt in engen Grenzen, berichtet van Driel.

Aus etablierten Systemen zusammengesetzt

Focus-1 ist das Produkt des Joint-Ventures Focus-On, das 2019 von Samson und Krohne mit Sitz in Dordrecht, Niederlande, gegründet wurde. Dabei steht Focus für Flow Optimized Control Using Sensors. Das Joint-Venture kann als Start-up auf etablierte Technik der



Euroloop in Rotterdam verfügt über mehrere Prüfkreisläufe zur Kalibration von Durchflussmessgeräten und ist das größte zertifizierte Kalibrierinstitut der Welt.

© Gandert, Redaktion CITplus

Unternehmen Samson und Krohne zurückgreifen und damit auch auf sehr viel Kompetenz. Darunter Eelco van Harten, R&D Manager von Focus-On sowie die beiden führenden Köpfe von Focus-On André Boer, General Manager von Krohne Altometer in Dordrecht und Hans Zwart, Managing Director von Focus-On und erfahrener Experte von Samson.

Dezentrale Digitalisierung

Das Smart Meter Valve kombiniert Sensorik mit Aktorik und Regelung und verlagert die Anlagensteuerung ins Feld. „Wir holen mit Focus-1 die Intelligenz ins Feld und vereinfachen damit die Automatisierung. Die diskrete Digitalisierung lässt sich einfacher umsetzen und auch im Brownfield nachrüsten“, betont Eelco van Harten. Insbesondere an kritischen Punkten wie Wärmetauscher oder Verdampfer sieht der Experte Potenzial für die neue Technologie. „Wir können mit der Technik von Focus-1 sehr frühzeitig erkennen, ob es Unregelmäßigkeiten gibt und ob die Anlagen noch im optima-

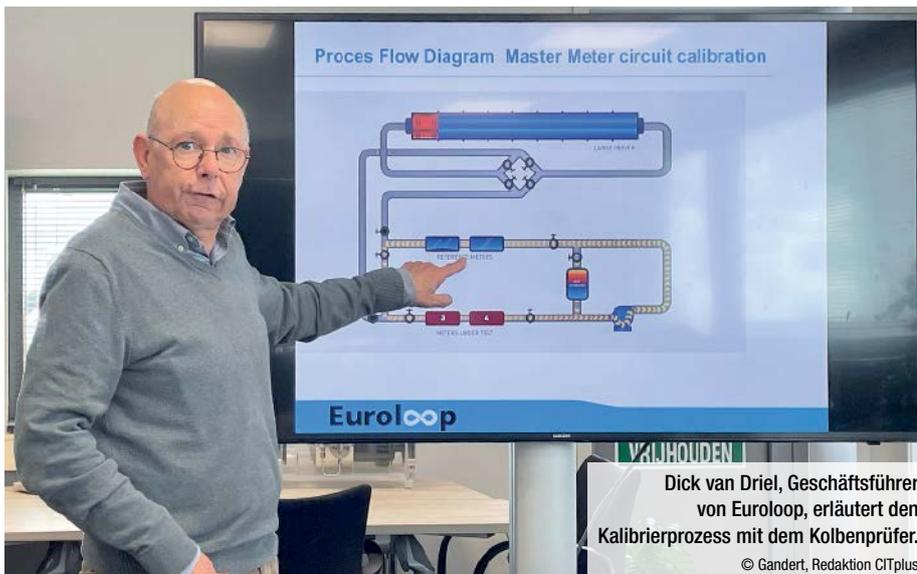


André Boer (li.) und Hans Zwart (re.) gehören zu führenden Köpfen von Focus-On. © Samson

aus dem Film „Star Wars“ und wurde 2020 mit dem Red Dot Award ausgezeichnet.

In der Entwicklung des Smart Meter Valves wurde die konventionelle Technik mit einem leis-

verbinden kann. Interessant für Betreiber ist auch, dass viele Komponenten wie der Temperatursensor oder der Drucksensor sich einzeln austauschen lassen, ohne dass das gesamte Gerät erneuert werden muss.



Dick van Driel, Geschäftsführer von Euroloop, erläutert den Kalibrierprozess mit dem Kolbenprüfer.

© Gandert, Redaktion CITplus

len Bereich fährt. So lässt sich beispielsweise die Wartung im Bedarfsfall besser planen, statt nur nach Zeitintervallen zu warten.“

Die hohe Regelgeschwindigkeit und Regelgüte des Smart Meter Valves beruht auch darauf, dass Sensorik und Aktorik sowie die elektronische Komponente eng zusammen arbeiten in einem Gerät. Das vermeidet den Datentransfer zu einer zentralen Steuereinheit und verkürzt so die Regelautomatik. Ein weiteres Geheimnis für die Regelqualität von Focus-1 ist die ausgeklügelte Position des Ultraschallsensors, der normalerweise eine größere Einlaufstrecke für ein exaktes Messergebnis benötigt. Mit einem angepassten Kegel des Stellventils und einer verkürzten Einlaufstrecke war es möglich, dem neuen Gerät das platzsparende und preisgekrönte Design zu geben. Es erinnert an R2-D2

tungsstarken Computer verknüpft. Das elektronische Herzstück ist nur circa 4 cm² groß und sammelt bis zu neun Millionen Datenpunkte pro Jahr. Diese lassen sich gesammelt auslesen und weiter z.B. zur Prozessoptimierung nutzen.

Das Smart Meter Valve kann über alle gängigen Protokolle wie Profinet, Ethernet IP, HART oder 4...20 mA kommunizieren und verfügt über eine eigene Web-Adresse, über die auf die Steuerung zugegriffen werden kann. Auf der Plattform lassen sich alle Parameter einstellen, Daten auslesen und Wartungseinstellungen vornehmen. Focus-1 zeigt über LEDs gemäß der NAMUR-Vorgaben den Betriebszustand an, wobei ein rotes Licht anzeigt, dass das Gerät nicht ordnungsgemäß arbeitet und ein blaues darauf hinweist, dass ein Operator sich vor Ort via WLAN mit dem Gerät direkt

Einsatz in der Praxis

Bereits eingesetzt wird das Smart Meter Valve in Anlagen von BASF in Deutschland und den Niederlanden, bei Lanxess in Krefeld sowie in einer Anlage von Samsung in Asien.

Chancen für die neue Technologie sehen die Geschäftsführer von Focus-On auch in Elektrolyseuren, weil sich die reduzierte Komplexität des Gerätes gut in die Modularität und den dezentralen Betrieb der Anlagen einfügt. Es kann bei der Wasserstoffherzeugung z.B. für die Konzentrationsmessung und Dosierung von Kalilaugung eingesetzt werden. Focus-1 ist derzeit in drei Baugrößen DN 50, DN 80 und DN 100 verfügbar.

Samson und Focus-on auf der Achema 2024
Halle 8.0 – Stand C74



Dr. Etwina Gandert,
Chefredakteurin CITplus

Wiley Online Library



Focus-On, Dordrecht, Niederlande
Tel.: +31 68263-3713
info@fon-p.com · www.fon-p.com

Aufrüstung von Tankmesssystemen

Emulation ermöglicht schrittweisen Austausch veralteter Technologie



Keywords

- **Radar-Füllstandsmessgerät**
- **Austausch von Feldgeräten**
- **Gerätekommunikation**

Kommunikationstechnische Kompatibilitätsprobleme können Betreiber von Tanklägern daran hindern, ihre veralteten Füllstandsmessgeräte durch genauere und zuverlässigere Alternativen, wie Radarmessgeräte, zu ersetzen. Eine Lösung für dieses Problem bietet die Messgeräteemulation, die bei entsprechend verfügbarem Budget eine schrittweise Aufrüstung von Tankmesssystemen mit nur minimalen Betriebsunterbrechungen ermöglicht.

Viele Lagertanks für flüssige Massengüter beruhen noch auf veralteten Tankmesssystemen – basierend auf Füllstandsmessgeräten mit Servotechnologie – zur Unterstützung der Überfüllsicherung und Lagerverwaltung. Auch wenn sie weit verbreitet sind, haben diese Geräte viele bewegliche Teile, die einem ständigen Verschleiß unterliegen und somit regelmäßiger Wartung bedürfen. Zudem sind sie unzuverlässig aufgrund einer mittleren Betriebsdauer von weniger als fünf Jahren zwischen aufeinander folgenden Ausfällen sowie anfällig für Messfehler, die das Risiko einer Überfüllung und ineffizienten Tanknutzung in sich bergen.

Die Vorteile der Radartechnologie

Im Gegensatz zu den Servomessgeräten liefern die neuesten Radarsensoren extrem genaue und zuverlässige Messungen, wobei die mittlere Betriebsdauer zwischen aufeinanderfolgenden Ausfällen (MTBF) bei kritischen Teilen Jahrzehnte umfasst. Ihr Design minimiert den Wartungsaufwand, da sie keine beweglichen Teile enthalten und über fortschrittliche Diagnosefunktionen verfügen, um den Gerätezustand während des Betriebs automatisch zu überwachen. Obwohl viele Tankterminal-Betreiber ihre Servomessgeräte gerne durch moderne Radar-Füllstandsmessgeräte ersetzen würden,

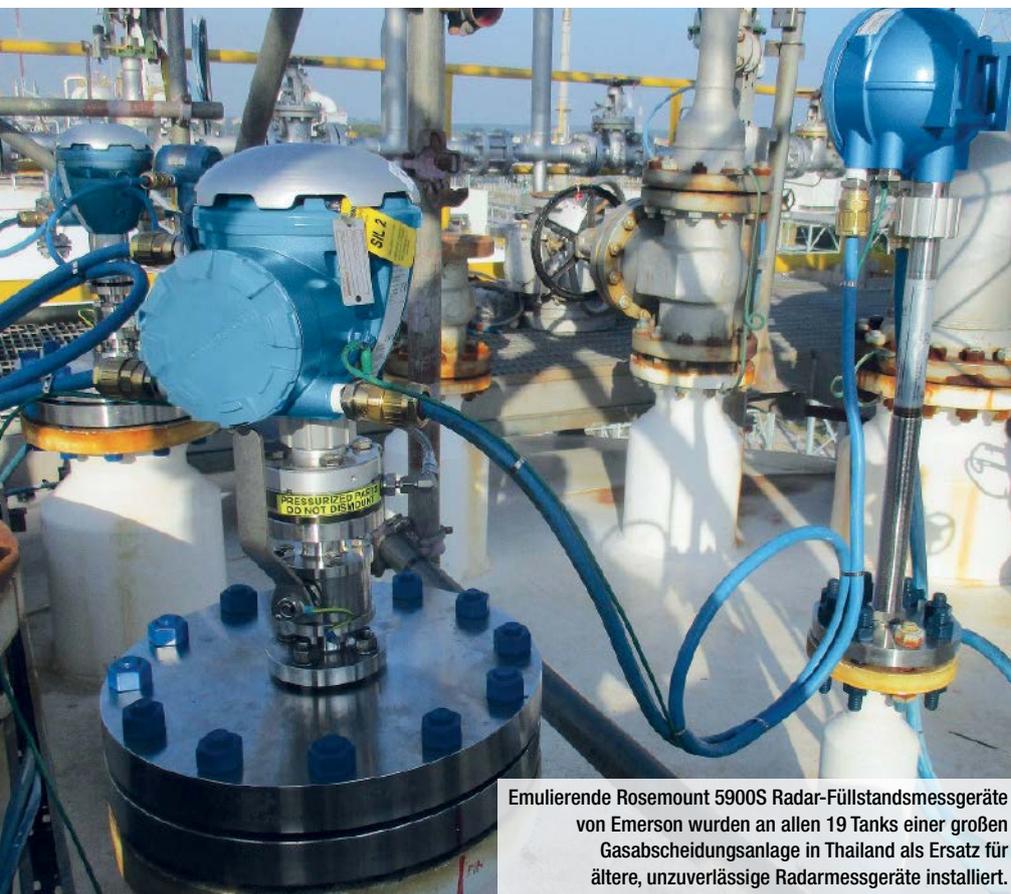
halten kommunikationstechnische Kompatibilitätsprobleme sie davon ab.

In der Vergangenheit haben die meisten Hersteller von Tankmesssystemen eigene Feldbusoptionen für die Kommunikation zwischen ihren Geräten und der Leitwarte angeboten. Da die elektrische Schnittstelle und die Protokollsoftware herstellerspezifisch sind, können die Geräte von anderen Anbietern nicht innerhalb des Tankmesssystems kommunizieren. Wenn ein Unternehmen sein System teilweise aufrüsten oder einzelne Geräte ersetzen wollte, gab es daher nur die Möglichkeit, Geräte vom ursprünglichen Systemanbieter zu beziehen. Die Installation von Geräten eines anderen Anbieters würde in der Regel eine separate Verkabelung für ein anderes Feldbusnetzwerk, eine zweite Bedienanzeige in der Leitwarte und eine zweite Schnittstelle zum vorhandenen Prozessleitsystem erfordern, was alles sehr kostenintensiv und zeitaufwändig wäre.

Eine Alternative zur Aufrüstung einzelner Geräte wäre der komplette Austausch eines Tankmesssystems – einschließlich Füllstands-, Temperatur- und Druckmessgeräte, Datenkommunikationseinrichtungen und Lagerverwaltungssoftware – in einem Schritt, wodurch das Problem der herstellerspezifischen Kommunikation entfällt. Die Installation eines neuen Komplettsystems gilt jedoch oft als kostenintensiv, übermäßig komplex, zeitaufwändig und erfordert einen langen Stillstand.

Radargeräte, die Servogeräte emulieren

Eine Lösung für dieses Problem bietet die Messgeräteemulation, die eine einfache, kostengünstige und schrittweise Aufrüstung von Tankmesssystemen ermöglicht. Unter Emulation versteht man die Fähigkeit der neuesten Messgeräte, die „Sprache der Servogeräte zu sprechen“, so dass diese älteren Geräte nahtlos durch moderne Radarmessgeräte von alternativen Anbietern ersetzt werden können. Wenn das Budget zur Verfügung steht, kann bei Bedarf ein Gerät nach dem anderen mit minimalen Unterbrechungen ersetzt werden.



Emulierende Rosemount 5900S Radar-Füllstandsmessgeräte von Emerson wurden an allen 19 Tanks einer großen Gasabscheidungsanlage in Thailand als Ersatz für ältere, unzuverlässige Radarmessgeräte installiert.

Allerdings sollte zunächst sichergestellt werden, dass das emulierende Füllstandsmessgerät mit der Verkabelung des vorhandenen Tankmesssystems elektrisch kompatibel ist, da die fehlende Kompatibilität zu einer Fehlfunktion des Systems führen kann. Zweitens müssen alle Messdaten, die der Host des Tankmesssystems von den Füllstandsmessgeräten erwartet, unterstützt werden. Wenn das vorhandene Messgerät also beispielsweise Druck, Dichte, Durchflussrate oder einige andere Daten misst, muss das emulierende Messgerät in der Lage sein, dieselben Messdaten zu erzeugen.

Zudem sollte berücksichtigt werden, dass der Tankmesssystem-Host eventuell Softwarebefehle sendet, die eine Antwort des Messgerätes erfordern, obwohl sie für das neue, emulierende Messgerät irrelevant sind. Ein Radarmessgerät, das ein Servogerät emuliert, könnte z.B. den Befehl „Den Verdränger anheben“ erhalten. Wenngleich ein Radarmessgerät keinen Verdränger hat, muss es dennoch eine geeignete Antwort geben, um einen Alarm zu verhindern.

Technologielösungen

Die noch im Einsatz befindlichen Servomessgeräte stammen von verschiedenen Herstellern und nutzen unterschiedliche, spezifische Kommunikationsprotokolle. In der Regel eignen sie sich alle für die Emulation, da die Anbieter weiterhin dieselbe Feldbus-Hardware verwenden und sich das Software-Protokoll nur wenig verändert hat. Wenn es um die Aufrüstung der Messgeräte geht, möchten Anwender diese eventuell nicht unbedingt weiterhin vom Originalanbieter beziehen, da der Anbieter nicht mehr die richtige Technologie oder keinen geeigneten Support anbieten kann bzw. alternative Hersteller eine fortschrittlichere Lösung zur Verfügung stellen können.

Emerson bietet bspw. mit der Rosemount 5900 Serie ein modernes Radarfüllstandsmessgerät, das eine Vielzahl veralteter Messgeräte und verschiedene spezifische

Feldbusprotokolle emulieren kann, wenn es in Verbindung mit einem Rosemount 2410 Tank-Hub für die Kommunikation mit dem Host-System verwendet wird. Zudem kann es in eine bestehende Tanköffnung installiert werden, was den Austausch von Servomessgeräten sehr schnell und einfach macht. Dieses Radarfüllstandsmessgerät kann zudem mit offenen Standardprotokollen wie Foundation Fieldbus oder Modbus kommunizieren, falls diese zu einem späteren Zeitpunkt genutzt werden.

Emulation von älteren Radarmessgeräten

Neben der Emulation von Servomessgeräten können moderne Radar-Füllstandsmessgeräte auch ältere bzw. weniger zuverlässige Radarmessgeräte emulieren. Ein gutes Beispiel dafür ist eine große Gaszerlegungsanlage in Thailand, in der Radar-Füllstandsmessgeräte für kritische Füllstands- und Volumenmessungen in LPG-Kugeltanks installiert wurden. Diese Geräte erwiesen sich jedoch als unzuverlässig, da die Füllstandsmessungen schwankten und sich dann wieder stabilisierten – und zwar ohne ersichtlichen Grund. Infolgedessen wurden die Einspeise- und Ausspeisevorgänge gestoppt, was zur Abschaltung der Einspeisepumpen und -ventile führte und häufige Ausfälle der Anlage verursachte.

Der Anlagenbetreiber wollte die Radar-Füllstandsmessgeräte aufrüsten, jedoch musste für die Kommunikation mit der Leitwarte das Kommunikationsprotokoll der Feldgeräte mit dem vorhandenen Kommunikationsprotokoll kompatibel sein. Der Austausch des gesamten Tankmesssystems wurde als zu kostspielig erachtet. Stattdessen ersetzte das Unternehmen an allen 19 Tanks die unzuverlässigen Geräte durch Rosemount 5900S Radar-Füllstandsmessgeräte mit einer 4“-LPG-Antenne, die speziell für Kugeltanks entwickelt wurde.

Mit der Emulationstechnologie erfolgte die Aufrüstung Schritt für Schritt. Das Unternehmen verfügt nun über ein sicheres und zuver-

lässiges Tankmesssystem, das in dem für das Unternehmen geeigneten Tempo und mit dem passenden Budget aufgerüstet wurde. Die Anlagenbetreiber gehen davon aus, dass ihnen somit ca. 42.000 EUR Kosten für Ausfallzeiten, Betrieb und Arbeitsstunden erspart blieben.

Emulation des Host-Systems

Zusätzlich zur Emulation von Messgeräten bietet Emerson auch die Emulation des Host-Systems an, mit der das alte Tank-Management-System aufgerüstet werden kann, aber immer noch in der Lage ist, mit den vorhandenen, alten Messgeräten zu kommunizieren. So können mit dem System Hub Mess- und Statusdaten von Servo- und Radarmessgeräten einer großen Anzahl von Anbietern mit verschiedenen, spezifischen Kommunikationsprotokollen gesammelt werden. Der Hub übermittelt die Daten an das neue Tank-Managementsystem und verschafft dem Betreiber einen Echtzeitüberblick.

Emerson auf der Achema 2024

Halle 11.1 – Stand C3



Daniel Post,
Product Manager Level DACH,
Emerson

Wiley Online Library



Emerson

Tel.: +49 2173 3348-0
info.de@Emerson.com
www.Emerson.com/TankGaugingEmulation.

+ Step into the Green Zone.

Hochmoderne Sensoren für ein effizienteres Morgen.

Besuchen Sie uns auf der ACHEMA - wir zeigen Ihnen sensorgesteuerte Lösungen und Innovationen, die Ihnen helfen, ihre Zukunft noch effizienter zu gestalten. Unser Ziel: höhere Zuverlässigkeit, mehr Leistung und mehr Nachhaltigkeit - von der Prozesstechnik bis zur Wasserstofftechnologie.

www.epluse.com/achema

E+E
— your partner
in sensor
technology.

Ethernet-APL-Switch für Ex-Zonen

Die Datenübertragung in der Prozessindustrie ist ein elementarer Faktor, wenn es um die Integration digitaler Feldbusse geht. Vor dem Hintergrund einer kompletten digitalen Kommunikation bis in die Feldebene bietet Phoenix Contact mit dem neuen Ethernet-APL-Switch die Möglichkeit eines direkten Zweidraht-Ethernet-Anschlusses von APL-Feldgeräten in Ex-Zonen. Hierdurch können nicht nur die Prozessdaten, sondern auch wertvolle Geräteinformationen direkt aus der Feldebene verwendet werden. Gemeinsam mit verschiedenen Partnern arbeitet das Unternehmen zudem an der Weiterentwicklung des MTP-Ansatzes, z.B. in Form eines mobi-



© Phoenix

len Ansatzbehälters für die Ex-Zone 1 wird das neue MTP-Konzept für die funktionale Sicherheit berücksichtigt. Oder an einer Wasseraufbereitungsstation für Elektrolyseanlagen.

Neueste Technologien helfen nicht nur in der Erzeugung, Umwandlung und Verteilung erneuerbarer Energien, sondern sparen auch bis zu 50 % Platz gegenüber herkömmlichen Lösungen. So spart Mini Analog Pro, eine Lösung für die sichere, galvanische Ex-Trennung von Ex-Feldgeräten, mit einer Breite von nur 6 mm Platz im Schaltschrank. Die Signaltrenner sind für funktional sichere Kreise bis SIL 3 (1001) einsetzbar und schützen somit Mensch, Umwelt und Anlagen. Der Explosionsschutz ist für alle Zonen und Stoffgruppen gegeben.

Achema | Halle 11.1 – Stand A31

www.phoenixcontact.com

Safety First

Hima bietet ein Portfolio für sicherheitsgerichtete Automatisierungslösungen. Die Safety Lifecycle Digitalization verstehen die Sicherheitsexperten als ganzheitlichen Prozess, der vom Engineering über den Betrieb bis hin zu Erweiterungen und Änderungen reicht und das Handling der Sicherheitstechnik für die Anlagenbetreiber effizienter und einfacher gestalten soll. Denn rund 80 % der Unfälle in Anlagen der Prozessindustrie lassen sich auf menschliche Fehler zurückführen. Digitalisierte Prozesse bis hin zu automatischen Tests tragen

nicht nur dazu bei, Fehler und Informationsverluste zu eliminieren, sondern sorgen aufgrund stringenter Abläufe auch für mehr Sicherheit. Der digitalisierte Ablauf ermöglicht zudem neue Analyse- und Optimierungsmöglichkeiten – bspw., indem Kennzahlen (sogenannte Prozess-KPIs) automatisch ermittelt und dargestellt werden. Dadurch wird eine funktionierende Feedback-Schleife vom Betrieb zu den Sicherheitsexperten möglich. Sichere Live-Verbindungen in die Customer Solutions Center können Anwendern zukünftig nutzen,

um Sicherheitssteuerungen zu simulieren, die automatische Inventarisierung ihrer Safety Assets zu erproben oder automatische Wiederholungsprüfungen durchzuführen. So können auch sicherheitsrelevante Anlagen- und Betriebsdaten über Standortgrenzen hinweg zusammengefasst werden, um die Anforderungen der Norm IEC 61511 zu erfüllen.

Achema | Halle 11.1 – Stand E26

www.hima.com

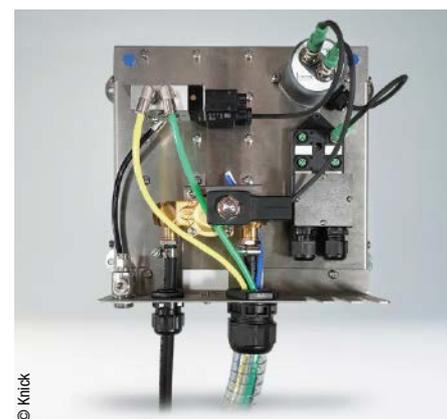
Automatisch saubere Sensoren

Sind pH-Sensoren Verschmutzungen, Korrosion und Abrasion ausgesetzt, müssen sie, um funktionstüchtig zu bleiben, regelmäßig gereinigt werden. Ein vollautomatisches Sensorwartungssystem rechnete sich oft jedoch nicht. Mit der Unclean 700-Serie stellt Knick ein modulares Steuerungssystem vor, das als flexible Einstiegslösung in die automatisierte Reinigung für Sensoren sehr schnell und kostengünstig installiert werden kann. Mit seinem neuartigen Konzept ergänzt es das Portfolio der Steu-



© Knick

rungseinheiten Unclean 900 und Unical 9000, die im cCare-System zur vollautomatischen Reinigung und Kalibrierung eingesetzt werden. Durch die Kompaktheit bleibt die Montage sehr einfach. Das modulare System ist eine flexibel erweiterbare Lösung, die für die Verwendung mit statischen und Wechselarmaturen geeignet ist. Die Armaturen können pneumatisch oder in Zukunft auch hydraulisch angetrieben werden. Einsatzgebiete sind z.B. die Abwasser- aufbereitung in Kläranlagen und in der Metallverarbeitung, die mit starker Verschmutzung und mit hohem Sensorverschleiß konfrontiert sind. Auch in der Lebensmittelproduktion, bei der die Sensoren etwa in Zuckerwerken häufig verkrusten, spielt die Serie ihre Stärken aus, dort besonders in Verbindung mit einer Ceramat-Armatur. Die Modelle kommen ohne spezielle Steuerungsprogramme im Protos-Transmitter aus. Der Reinigungsvorgang kann durch ein einfaches Schaltsignal ausgelöst werden, z.B. über den Relaiskontakt eines Stratos Multi und Protos II oder durch einen einfachen Taster. Sie arbeiten auch herstellerunabhängig mit fremden Transmittern oder Armaturen. Der modu-



© Knick

lare Aufbau der Systeme erlaubt bei Bedarf einen einfachen Umbau, sodass sich die Reinigungssteuerungen schnell an Prozessveränderungen anpassen lassen. Bereits genutzte Komponenten können wiederverwendet werden und auch ein schneller Austausch von z.B. Ventilen ist unkompliziert möglich.

Achema | Halle 11.1 – Stand A45

www.knick-international.com

Pulvermischer mit Verschleißschutz

Auswechselbare Mischwerksegmente

Überall wo es in einem Partikelkollektiv Relativbewegungen gibt, reiben Pulverpartikel sowohl gegeneinander als auch miteinander an den Kontaktflächen des Mixers. Mixer sind insofern dem Verschleiß umso mehr ausgesetzt, je abrasiver die Schüttgüter sind.

Wenn ein Mischwerkzeug besonders schnell rotiert, dann vergrößert sich der Verschleiß nahezu mit dem Quadrat der Relativgeschwindigkeit. Verschleiß ist immer unerwünscht und manchmal werden Mischgüter sogar entwertet, wenn sie mit metallischem Abrieb kontaminiert wurden. Langsam drehende Präzisionsmischer sind insofern besonders vorteilhaft, wenn hochreine Pulver oder abrasive Pulver zu vermischen sind. Sind die Mischgüter überwiegend organischen Ursprungs und enthalten nennenswerte Anteile abrasiver Komponenten wie Mineralstoffe, Ballaststoffe und Melasse, dann empfehlen wir den Einsatz verschleißfester Werkstoffe. Völlig anders ist die Verschleißsituation, wenn die Mischgüter anorganischen Ursprungs sind, bspw. Mineralien, Metallpulver, Metalloxide, Keramikmassen oder Elek-

trodenmassen, und Batteriewerkstoffe. Dann können die Mischgutpartikel besonders hart und extrem abrasiv sein.

Austauschbare Mischwerkzeuge

Der Verschleißschutz wird aufgebracht, indem sehr kleine Partikel der Aluminiumoxidkeramik mit dem Hochtemperatur-Flammspritz- oder Plasmaspritzverfahren in die Metallstruktur eingeschmolzen werden. Die Hauptmischwerkzeuge der Maschinen arbeiten mit geringen Umfangsgeschwindigkeiten. Manchmal liegt die Umfangsgeschwindigkeit der Mischwerkzeuge sogar unter einem Meter pro Sekunde. Dann sind auch die Relativgeschwindigkeiten zwischen Mischwerkzeug und Mischgut besonders gering. Die Mischwerkzeuge der Mixer sind glatt und haben eine einfache

Formgebung. Insofern können verschiedenste Schleißschutzpanzerungen einfach appliziert werden. Die Hauptmischwerkzeuge sind nur oben angetrieben und gelagert. Auch die Wellenabdichtungen befindet sich nur oben – oberhalb des Mischgutes. Insofern ist die Dichtung wenig belastet und dauerhaft gasdicht. Das Mischwerkzeug ist mit einer extrem harten Wolframcarbidbeschichtung geschützt. Aufgebracht wird sie durch Hochgeschwindigkeitsflammspritzen.

Wenn Mischgüter, wie beispielweise Batteriemassen, während des Mischens absolut nicht mit metallischem Abrieb kontaminiert werden dürfen, kann der Mischraum und die Mischwerkzeuge mit einer geeigneten Oxidkeramik beschichtet werden. Im Amixon-Technikum stehen 400-Liter-Mixer bereit. Sämtliche produktberührten Teile sind mit einer Hochleistungsoxidkeramik beschichtet. Metallischer Abrieb ist während der Prozesse ausgeschlossen. Im Schweißgut sind kleine, ultraharte Wolfram- oder Chromkarbide eingelagert. Auch ein keramisch beschichteter Mischrockner-Synthesereaktor ist im Technikum aufgebaut. Der Testapparat hat ein nutzbares Volumen von 100L. Er ist vollständig keramisch beschichtet. Im Mischapparat kann der Druck von 6 bar (Druck) bis 10 mbar (Vakuum) variieren. Der Mischraum kann bis zu 350 °C beheizt werden. Interessant ist, dass dieser Testapparat trotz hoher Temperaturen (bis 350 °C) gasdicht ist, sowohl bei Vakuum als auch bei Überdruck.



Keywords

- **Mischtechnik**
- **Verschleißschutz**
- **Batteriemassen**



Im Amixon-Technikum steht ein keramisch beschichteter Mischrockner-Synthesereaktor für Pilotierungen zur Verfügung.

Amixon auf der Achema 2024

Halle 6.0 – Stand C50

Wiley Online Library



amixon GmbH mixing technology, Paderborn
Tel.: +49 5251 688 888 - 0 · www.amixon.com

Recycling von Rohstoff spart Energie im Herstellungsprozess

Tiefenfilterkerze mit Rezyklatanteil



Keywords

- *Rezyklatfiltermaterial*
- *Filterkerzen*

Abfallvermeidung, Ressourcenschutz und Energieeffizienz werden in der täglichen industriellen Anwendung immer wichtiger. Ein Ansatz innerhalb der Filtertechnik ist die Verwendung von Rezyklat im Herstellungsprozess von Filterkerzen. Dabei muss die technische Spezifikation identisch mit dem bisherigen Produkt sein.

Ein wichtiger Ansatz innerhalb der täglichen industriellen Anwendung ist es, Abfallvermeidung und Ressourcenschutz als zentrale Themen dauerhaft zu betrachten und im Fokus zu halten. Ziele, wie verbesserte Produkte, Energieeinsparungen, optimierte Prozesse und der Einsatz innovativer Materialien wurden gar seitens der UN in ihren Social Development Goals (SDGs) und den hier enthaltenen 17 ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Nachhaltigkeitszielen formuliert.

Viele der Einzelziele sind nicht neu. So spiegeln sich die Anstrengungen der Filterbranche seit längerer Zeit in der Verwendung unbedenklicher Filtermaterialien und einer entsprechenden Materialsubstitution wider. Aus ökologischen Gründen wurden bspw. Phenolharze in Filterkerzen in den zurückliegenden Jahren durch alternative Filtermaterialien ersetzt. Phenolharz gehört zu der Obergruppe der Formaldehydharze, einer hohen Temperatur- und Druckbeständigkeit, wurde es über Jahrzehnte für anspruchsvolle Filtrationsaufgaben genutzt. Formaldehydharze sind inzwischen bekannt als die am häufigsten auftretende Quelle für Formaldehyd-Emissionen im Innenraum. Und auch der Herstellungsprozess ist umweltproblematisch.

Die positiven Filtereigenschaften des Phenolharzes, wie bspw. die hohe Temperatur- und Druckbeständigkeit sowie die Beständigkeit gegen aggressive Chemikalien können auch andere, in der Herstellung umweltverträglichere Kunststoffe erfüllen, wie bspw. Polyamide (PA). Es handelt sich um lineare Polymere mit sich regelmäßig wiederholenden Amidbindungen entlang der Hauptkette. Die bekanntesten Handelsnamen der Fasern heißen Perlon und Nylon.

Bedenkliche Stoffe ersetzen

Polyamid-Filterkerzen können die Vorteile der ehemaligen Phenolharzkerzen in Bezug auf thermische und chemische Beständigkeit abbilden. Wobei die Filtermatrix, eine mehrdimensionale innere Struktur, einer PA-Filterkerze eine völlig andere ist als die einer Phenolharzkerze. Die gewünschte, offenere Porenstruktur und technische Reproduzierbarkeit ist bei der Polyamid-Filterkerze deutlich sogar besser. Die offene Struktur sorgt für das Schmutzaufnahmevermögen im Inneren der Filtermatrix.

Aufbauend auf dem Rohstoff Nylon entwickelte der Filtersystemhersteller Wolftechnik die WFNMB Tiefenfilterkerze als Alternative zur Phenolharzkerze. Die Kerze ist von außen nach innen mit einer abgestuft feiner werdenden Porenstruktur, einer sogenannten Tiefenstruktur aufgebaut und besitzt einen Nylon-Stützkern. Dadurch ist die Stabilität der WFNMB auch bei höheren Temperaturen und hochviskosen Medien gewährleistet. Die besondere chemische Beständigkeit von Nylon erlaubt den Einsatz insbesondere auch bei Lösemitteln, Farben und Lacke. Und bei Temperaturen bis zu 120 °C.



PP-Tiefenfilterkerze mit 20 % Recycling-Anteil

© Martin Wolf Wagner

nolharzkerze. Die Kerze ist von außen nach innen mit einer abgestuft feiner werdenden Porenstruktur, einer sogenannten Tiefenstruktur aufgebaut und besitzt einen Nylon-Stützkern. Dadurch ist die Stabilität der WFNMB auch bei höheren Temperaturen und hochviskosen Medien gewährleistet. Die besondere chemische Beständigkeit von Nylon erlaubt den Einsatz insbesondere auch bei Lösemitteln, Farben und Lacke. Und bei Temperaturen bis zu 120 °C.

Grundsätzlich könnten alle den Thermoplasten zugehörigen Stoffe entsprechend zu Tiefenfilterelementen verarbeitet werden. Weil Nachhaltigkeit in Bezug auf die Ressource eine immer wichtigere Rolle spielt, floss diese Erkenntnis in die Entwicklung hochwertiger Filterelemente ein. Polyester erwies sich gegenüber Polyamid als nachhaltiger und besser in der Verarbeitung und für die Filtration geeignet. Aus diesem Grund baut Wolftechnik heute als Alternative zu Phenolharz auf PBT und PET anstelle von Polyamid. Polybutylenterephthalat (PBT) und Polyethylenterephthalat (PET) sind thermoplastische Kunststoffe aus der Familie der Polyester.

Die CPH-Tiefenfilterkerze von Wolftechnik besteht zu 100 % aus Polyesterfasern und besitzt alle Vorteile der Nylon-Tiefenfilterkerze wie eine hohe thermische Beständigkeit bis 120 °C und sehr gute chemische Beständigkeit gegenüber Lösemitteln. Die Tiefenfilterkerze ist mit einer festen Filtermatrix ausgestattet und gewährleistet reproduzierbare Filtrationseigenschaften für hochwertige Anwendungen.

Melt-Blow-Kerze mit Rezyklat

Umwelt- und Ressourcenschutz schließt ökologische und energieeffiziente Produktionsverfahren sowie Abfallvermeidung ein. Bei der Entwicklung der WFNMB Melt-Blow-Filterkerze standen neben den ökologischen Aspekten genauso der Anwendernutzen und die -freundlichkeit im



PP-Tiefenfilterkerze mit vier Filterstufen

© Wolftechnik



Peter Krause,
Geschäftsführer,
Wolftechnik Filtersysteme

Wiley Online Library



Wolftechnik Filtersysteme GmbH & Co. KG,

Weil der Stadt

Peter Krause · Tel.: +49 7033 70 14 - 0

info@wolftechnik.de · www.wolftechnik.de

Folienetiketten mit UV-Laser variabel bedrucken

Neuartige Folienetiketten von Herma ermöglichen jetzt den variablen Datendruck durch reinen Farbumschlag mittels UV-Laser im Etikettierprozess. Ein Materialabtrag findet dabei nicht statt. Verglichen mit dem weitverbreiteten Thermotransferdruck ist das besonders ressourcenschonend und effizient, da weder weitere Verbrauchsmaterialien benötigt werden noch Abfall entsteht. Außerdem fallen lästige Standzeiten, etwa zum Wechseln von Thermotransferbändern, weg. Dank der neuen Etiketten mit der Bezeichnung PE Weiß UV Laser (823) kann dieses Verfahren nun auch im Bereich Pharma und Kosmetik eingesetzt werden, ganz egal, ob es sich bei den variablen Daten um Ablaufdaten, Chargen-Nr. oder Data Matrix-Codes handelt. Anders als ein Thermotransferdrucker ermöglicht der Laser, die Geschwindigkeit von Highspeed-Etikettiermaschinen optimal auszunutzen. Während ein Thermotransferdrucker in der Regel maximal 300 Takte pro Minute schafft, erreicht ein UV-Laser üblicherweise bis zu 600 Takte pro Minute und mehr. Besonders wichtig für Pharma- und Kosmetikprodukte: Das Schriftbild ist absolut wisch- und kratzfest und beständig gegen Desinfektionsmittel, Alkohol und Fett und bleibt auch bei sehr tiefen Temperaturen, etwa bei Einfrierprozessen, stabil. Das Druckbild ist immer gestochen scharf, selbst bei kleinsten Schriftgrößen mit nur 0,6 mm Schrifthöhe. Das dunkelgraue Schriftbild auf den weißen Folienetiketten ist kontraststark und sehr gut maschinenlesbar. Der Laser arbeitet zudem berührungslos und damit wartungsfreundlich. Die Etiketten können z.B. in der Pharma-Etikettiermaschine 132M HC mit einem U510 UV-Laser von Domino bedruckt werden.

Achema | Halle 4.1 – Stand P20

www.herma.de

Pumpen & Systeme

robust und leistungsstark

- Fasspumpen
- Handpumpen
- Dickstoffdosierpumpen
- Exzentrerschneckenpumpen
- Membranpumpen
- Kreiselpumpen
- Abfüllanlagen
- Zubehör

ACHEMA 2024
10. – 14.06.2024
Halle 8.0, Stand A67

JESSBERGER
pumps and systems

Jägerweg 5–7
D-85521 Ottobrunn

Tel.: +49 (0) 89 - 66 66 33 400
Fax: +49 (0) 89 - 66 66 33 411

info@jesspumpen.de
www.jesspumpen.de
shop.jesspumpen.de

Hygienegerechte Handhabungssysteme

Schmalz stellt Vakuumheber vor, die speziell für Hygienebereiche und explosionsgefährdete Umgebungen konstruiert wurden. So kann der Vakuum-Schlauchheber JumboSprint EX kompakte Werkstücke wie Fässer und Säcke bis 250 kg in der ATEX-Zone 2/22 und bis 85 kg Traglast in der ATEX-Zone 1/21 bewegen. Der umlaufende Bügelgriff sorgt für eine präzise Führung. Dank des umfangreichen Greifer- und Zubehörprogramms sowie des modularen Aufbaus passt sich das System individuellen Anforderungen an. Die Komplettlösung mit Schlauchheber und Stahlschwenkkrane ist durch Zertifizierung nach ATEX-Richtlinie 2014/34/EU europaweit einsetzbar. Zur prozesssicheren Handhabung von beschichteten und unbeschichteten Beuteln aus Papier, Kunststoff oder Gewebe mit unterschiedlichem Füllgrad ist der neue Sacksauggreifer PSSG ausgelegt. Das innovative Dichtelement besteht aus FDA-konformem Silikon oder verschleißfestem Nitrilkautschuk NBR und zeichnet sich durch lange Standzeiten aus. Kontaminationen durch

Dichtungspartikel sind nahezu ausgeschlossen. Für höchste Anforderungen der Pharma- und Chemie-Industrie gedacht ist der PaVac Sprint Hygienic. Neben dem integrierten HEPA-Filter zur Kontaminationsvermeidung besticht der Schlauchheber durch die Wash-down-Ausführung: Der Schutzschlauch ist abwaschbar, die Schweißnähte sind spalt- und rissfrei verschliffen, die Oberflächen strichpoliert und die Dichtlippe ist FDA-konform. Die Bedieneinheit lässt sich werkzeuglos demontieren und industriell waschen. Die Schlauchheber eignen sich für das sichere und schonende Handhaben von Säcken, Fässern und Eimern in Reinraumumgebungen und Schleusen. Eine präzise, zuverlässige und schonende Handhabung von Werkstücken in automatisierten Vakuum-Systemen gestatten die runden Balgsauger FSGA mit 1,5 Falten oder FSG mit 2,5 Falten, die empfindliche Objekte durch den Höhenausgleich und Dämpfungseffekt besonders sanft greifen. Sie eignen sich in der Heavy-Duty-Ausführung für Prozesse bei Temperaturen von -30 bis 180 °C. Das Mate-



rial ist FDA-zertifiziert, autoklavierbar, H₂O₂- bzw. VHP-beständig (VHP: verdampftes Wasserstoffperoxid) sowie verschleißfest und partikelarm. Dies belegen Zertifikate des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) in Stuttgart, das das Material auf seine Reinheits- und Reinraumtauglichkeit untersucht hat. Die Dichtlippe passt sich sehr gut an gewölbte Flächen oder Unebenheiten an. Die Steifigkeit der oberen Falte sorgt für Stabilität bei horizontalen Kräften und hohen Beschleunigungen.

Achema | Halle 3.1 – Stand D1

www.schmalz.com

Coaten, granulieren, sieben

Bohle präsentiert u.a. Systeme für die kontinuierliche Tablettenproduktion. QbCon 1 ist ein Apparat zur echt-kontinuierlichen Feuchtgranulierung und Wirbelschichttrocknung. Da er sehr schnell valide Ergebnisse liefert, ist er besonders für den Einstieg in die kontinuierliche Produktion geeignet. Die echt-kontinuierliche Trocknung und Granulierung wird mit sehr engen und reproduzierbaren Verweilzeiten im Trockner und einer stabilen Qualität der Granulate bzgl. Feuchte und Partikelgröße realisiert. Die Maschine ist platzsparend und für kleinste Durchsätze (0,5 bis 2,5 kg/h) ausgelegt. Ebenfalls für kontinuierliche Prozesse gedacht ist der neue Trockengranulierer BRC 25. Durch den modernen elektromechanischen Antrieb wird kein Öl benötigt und Ölwechsel entfallen. Die Kompressibilität wird nicht durch wechselnde Öleigenschaften verändert und der Energiebedarf ist geringer, da das Öl im Prozess nicht gekühlt werden muss.

Der Apparat kann innerhalb von 10 min montiert bzw. demontiert werden. Innerhalb kürzester Zeit kann außerdem von einem konischen Sieb auf ein oszillierendes Sieb gewechselt werden. Die Granulierer sind mit einer schnellen und effektiven WIP-Reinigung ausgestattet. Unter der Bezeichnung BFC 5 ist ein neuer Laborcoater im Angebot. Basierend auf der bestehenden Stand-alone-Maschine wurden Bedienung, Zugänglichkeit, Reinigung und Flexibilität optimiert. Ein neuer modularer Düsenkopf, für je nach Anwendung bis zu vier Düsen, sorgt für eine hohe Flexibilität und sehr gute Beschichtungsergebnisse. Der Laborcoater kann mit drei verschiedenen Trommelgrößen betrieben werden. Standardmäßig ist er mit zwei Trommeln für Batchgrößen von 2 bis 6 l bzw. 5 bis 13 l ausgestattet. Die kleinere Trommel ermöglicht bei Verwendung einer Trennscheibe zudem Batchgrößen von 0,5 bis 3 l. Ein Scale-up ist gewähr-

leistet. Noch mehr Flexibilität bietet eine neue geschlitzte Minitrommel für Test- und Kleinstchargen von 150 bis 350 g. Dabei können nicht nur normal große, sondern auch kleine Kerne mit einem Durchmesser von 1,5 mm gecoatet werden. Gerade in der Produktentwicklung und bei kostenintensiven Wirkstoffen oder Formulierungen ist die Trommel somit eine effektive und rentable Ergänzung. Technisch optimiert und neu designt wurde die Siebmaschine BTS 200. Sie wird zur Kalibrierung der Partikelgröße von trockenen oder feuchten Produkten eingesetzt. Mehr Bedienkomfort, eine optimierte CIP-Reinigung und ein reduzierter Produktverlust durch eine verbesserte Flügelgeometrie zeichnen die neue flexible Anlage aus.

Achema | Halle 3.0 Stand A71

www.lbbohle.de

Automatisierung zwischen Abfüllanlage und Gefriertrockner

Bei neuen pharmazeutischen Produktionslinien sind Abfüllanlagen und Gefriertrockner meist nahe beieinander angeordnet. Bei bestehenden Anlagen, die automatisiert werden müssen, ist dies jedoch nicht immer der Fall. Daher ist der vollautomatische Transport vom Ende der Abfüllanlage zum Gefriertrockner derzeit ein wichtiger Schwerpunkt bei Investition in eine Automation. Traditionell werden die Produktbehälter zwischen Abfüll- und Gefriertrocknungsstationen entweder über Förderbänder oder manuell

bewegt. Jetzt zeichnet sich eine effizientere und sicherere Alternative ab: Fahrerlose Transportsysteme (FTS), die an die aseptischen Anforderungen von Reinraumklasse A/B-Umgebungen angepasst sind. Als Bindeglied zwischen diesen Zellen könnte eine mobile Lösung der Schlüssel zur Erfüllung der aseptischen Prozessanforderungen bei gleichzeitiger Produktionssteigerung sein. Pharma-Roboter



des Unternehmens sind bereits ein wichtiger Bestandteil von Abfüll- und Verpackungslinien, z.B. zum Be- und Entladen von Gefriertrocknern, wie den TX2-90 Stericlean+ Roboter, der Trays in einen Gefriertrockner einlegen kann und zusätzliche Aufgaben wie das Aufnehmen von Clips und das Verbinden der Trays untereinander übernimmt.

Achema | Halle 3.1 – Stand J72

www.staubli.de

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@gemue.de
<http://www.gemu-group.com>

Armaturen

NOGE

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 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 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*

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



Ihr Spezialist für
Strömungssimulationen
in der Verfahrenstechnik.
www.proceng.ch

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@gemue.de
<http://www.gemu-group.com>

Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung



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

Gefahrstoffe

Gefahrstofflagerung



DENIOS SE
Dehmer Str. 54-66
32549 Bad Oeyenhausen
Fachberatung: 0800 753-000-3

Containment



DENIOS SE
Dehmer Str. 54-66
32549 Bad Oeyenhausen
Fachberatung: 0800 753-000-3

Ingenieurbüros

Biotechnologie



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

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



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

Tröpfchenabscheider

ALINO-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



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



Vibrationstechnik

Findeva

pneumatische Vibratoren + Klopfer

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

Messtechnik

**Aerosol- und
Partikelmessetechnik**



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

**Thermische
Verfahrenstechnik**

Abluftreinigungsanlagen

envirotec

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

Venjakob

UMWELTTECHNIK
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

THIELMANN
ENERGIETECHNIK **GTS**

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

Wärmekammern

DENIOS
UMWELTSCHUTZ & SICHERHEIT

DENIOS SE
Dehmer Str. 54-66
32549 Bad Oeyenhausen
Fachberatung: 0800 753-000-3



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

**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



Aerzener Maschinenfabrik	27, 28	Findeva	2, US, 90	Kompetenznetzwerk-Lithium-Ionen-Batterien (KLiB)	11	RCT Reichelt	
Air Liquide	72	Flottweg	67	KSB	57, 66, 89, 4, US	Chemietechnik	89, 90, Beilage
Aldak	90	Focus-On	80	Kurotec	66	Rembe	3
Alino	89	Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS)	58	L.B. Bohle Maschinen + Verfahren	88	Ruland Engineering & Consulting	67
Amixon	85	Gemü	89, 90	Lanxess	54	Samson	80
Amtec Messtechnischer Service	66	Geppert Rührtechnik	67	Levaco Chemicals	14	Schenck Process Holding	11, 40
AxFlow	31	Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)	9, 13	Lutz-Pumpen	73, 89	Schubert & Salzer Control Systems	66
Beinlich Pumpen	89	GiG Karasek	90	Maag Pump Systems	66	Seipenbusch particle engineering	90
Boge Kompressoren Otto Boge	31	Goudsmit Magnetics Systems	89	Maschinenfabrik Gustav Eirich	37, 57	SEW- Eurodrive	44
Börger	59	Greif-Velox Maschinenfabrik	41	Meorga	13	Stäubli Tec-Systems	88
Bosch Rexroth	10	GVT Forschungs-Gesellschaft Verfahrens-Technik	13	Merck	68	Thielmann Energietechnik	89, 90
C. Otto Gehrckens (COG)	61	Harter	32, 71	Meweo	63	Thyssenkrupp Nucera	58
C1 Green Chemicals	64	Helling	89	Netter Vibration	89	VDI Verein Deutscher Ingenieure (VDI)	13, 16
Coperion	42, 47	Herma	87	Netzsch Pumpen & Systeme	5	VDMA	11
CustomCells	37	Hima Paul Hildebrandt	84	Noge	89	Vega Grieshaber Instruments	7, 76
Dechema	6, 8, 9, 13	HS Umformtechnik	89	Nova-Institut	22	Venjakob	90
Denios	50, 55, 90	IBU-tec advanced materials	10	Novindustria	43	Verband der Chemischen Industrie (VCI)	11
Deutsche Metrohm	52	Informa PLC	13	NSB gas processing	90	Vogelbusch	89
Drägerwerk	48	Ing.-Büro Pierre Strauch	90	Nürnbergmesse	13	Vogelsang	11, 67, 75
E+E Elektronik	83	J. Schmalz	88	Palas	90	Wacker Chemie	66
Easyfairs Deutschland	13	Jessberger	87, 89	Pepperl + Fuchs	9	Will & Hahnenstein	90
Ekato Process Technologies	Titel, 18	Jung Process Systems	33	Phoenix Contact	84	WK Wärmetechnische Anlagen-, Kessel- und Apparatebau	90
Emerson	82	Jumo	79	Proceng Moser	89	Wolftechnik Filtersysteme	86
Endress+Hauser	Beihefter, 10, 79	Kaesar Kompressoren	31	Process Sensing Technologies (PST)	79	Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEI)	11
EnviroFalk	34	Knick Elektronische Messgeräte	84	Profibus-Nutzerorganisation	11	Zeppelin Systems	39
Envirotec	90			Prominent Dosiertechnik	89		
Evonik	58, 66			Pumpen Center Wiesbaden	89		
Fike Deutschland	57			Qlar Europe	11, 40		

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

Dr. Guido F. Herrmann

Group Vice President

Harriet Jeckells

Publishing Director

Steffen Ebert

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

Redaktionsassistentin

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

Fachbeirat

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

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

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

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

Dr. Christian Poppe,
 Covestro, Leverkusen

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

Prof. Dr. Roland Ulber,
 TU Kaiserslautern

Erscheinungsweise 2024

10 Ausgaben im Jahr
 Druckauflage 20.000
 (IVW Auflagenmeldung:
 Q1 2024 19.893 tvA)

Bezugspreise Jahres-Abonnement 2024

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)
 Daniela Glomb (Layout)

Anzeigen

Zurzeit gilt die Anzeigenpreisliste
 vom 1. Oktober 2023

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

**Magnochem mit neuem
MagnoProtect**

Sicherheit ohne Kompromisse

Besuchen Sie uns auf der **ACHEMA**
Halle 8, Stand H14



Neu entwickelt, additiv gefertigt.

Der innovative Spalttopf MagnoProtect bietet maximale Sicherheit für die chemische Industrie. Sie sparen sich die komplexen Wartungsarbeiten an den bisher eingesetzten Spaltrohrmotorpumpen und reduzieren gleichzeitig Ihren Energieverbrauch (im Vergleich zu doppelwandigen Spalttöpfen). MagnoProtect lässt sich einfach nachrüsten und hebt Ihre Chemienormpumpe Magnochem in Ihrer Anwendung auf das höchste Sicherheitsniveau.

www.ksb.de

