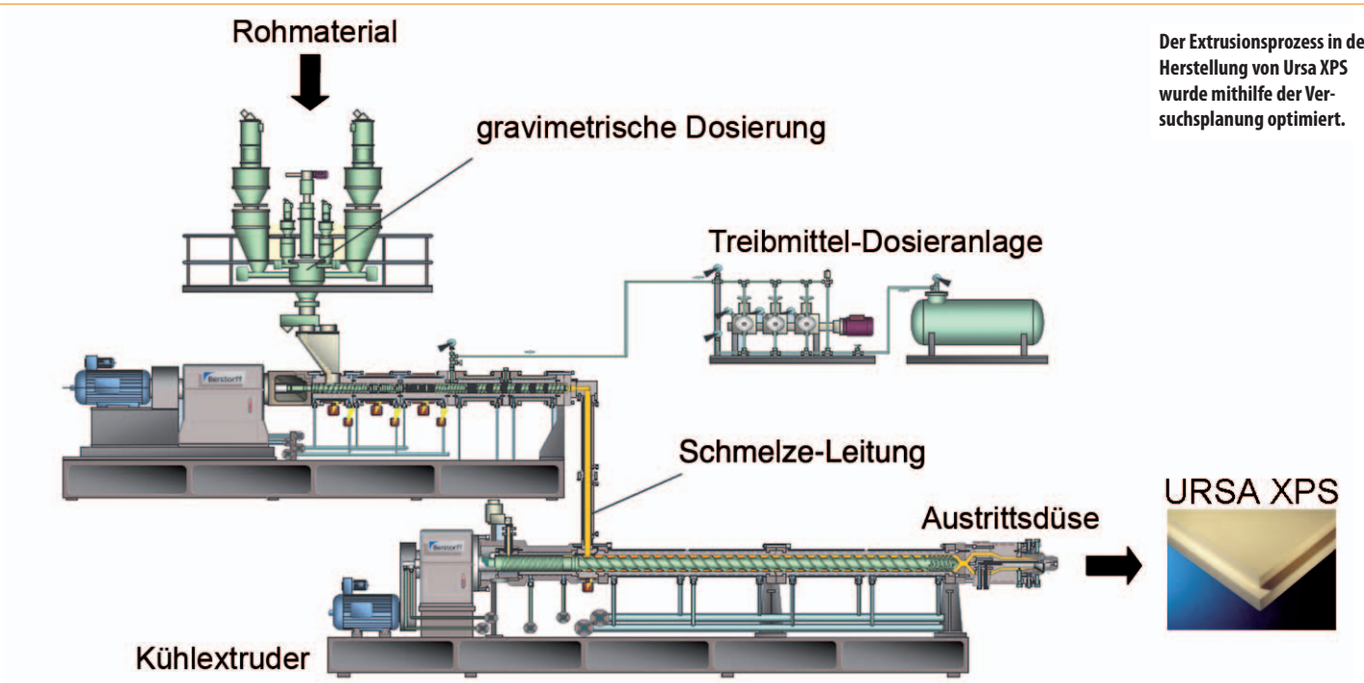
DoE in der Dämmstoff-Produktion

Qualitätssteigerung und Kostensenkung in bestehenden Produktionsprozessen dank Versuchsplanung

Beitrag als PDF auf www.PuA24.net



Der Extrusionsprozess in der Herstellung von Ursa XPS wurde mithilfe der Versuchsplanung optimiert.

Versuchsplanung (Design of Experiments – DoE) ist nicht nur ein nützliches Werkzeug in der Produkt- und Prozessentwicklung. Auch bestehende Produktionsprozesse können damit effizient optimiert werden. Das beweist ein Anwendungsbeispiel bei einem Dämmstoffhersteller.

Stefanie Feiler, Philippe Solot, Michael Kurte-Jardin, Gerrit M. Lask

Europaweit gehört die Ursa zu den führenden Herstellern von Dämmstoffen. Mit den Kernprodukten extrudiertem Polystyrol XPS, Glaswolle und Folien deckt die Ursa alle Anwendungssegmente rund um die Bereiche Wärme- und Akustikdämmung ab. Die Forschung und Entwicklung arbeitet kontinuierlich daran, Ursa-Produkte noch leistungsfähiger, wirtschaftlicher und umweltgerechter zu machen. Das CO_2-Verfahren für die Aufschäumung von XPS-Dämmstoffen oder die Entwicklung eigener biolöslicher Mineralwolleprodukte sind nur zwei Beispiele hierfür. Um diese Verfahren zu optimieren, werden modernste Analysemethoden und Verfahren eingesetzt.

Unter anderem kommen statistische Methoden wie die der in diesem Artikel beschriebenen DoE-Software Stavex zum Einsatz, um die Prozesse zu optimieren und damit den hohen Qualitätsstandard zu gewährleisten. Als Dämmmaterial ist XPS (extrudierter Polystyrol-Hartschaum) in Bezug auf Kompressionsstärke und Wasserabweisung unübertroffen – Glas-/Steinwolle oder andere Kunststoff-Schäume haben eine deutlich schlechtere Performance. Daher wird XPS zum Beispiel bei Dämmung unter Lasteinwirkung und im Kontakt mit Wasser eingesetzt. Dementsprechend sind die wichtigsten Qualitätsparameter in der Herstellung von XPS die Wärmeleitfähigkeit (Isoliereigenschaft), Kompressionsstärke (Widerstandsfähigkeit bezüglich Verformung unter Lasteinwirkung), Wasserabsorption (Wasserabweisung) sowie die Dichte, die sich auf die Produktionskosten auswirkt. Der Herstellungsprozess selbst ist komplex: Einflussfaktoren sind einerseits die Roh-

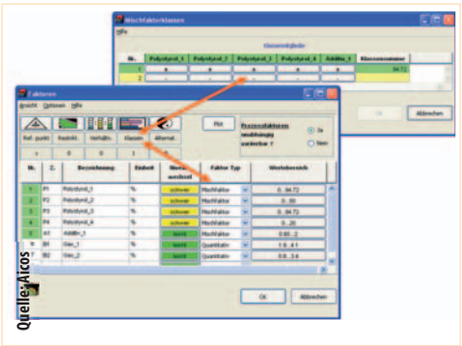
Michael Kurte-Jardin und Gerrit M. Lask
sind in der Forschung und Entwicklung bei URSA Insulation in Madrid tätig

Stefanie Feiler und Philippe Solot
sind Experten in Statistischer Versuchsplanung bei AICOS Technologies in Basel
T +41/61/68698-76
psolot@aicos.com

stoffmaterialien (verschiedene, auch recycelte, Polystyrole; Flammschutzmittel), andererseits die Einstellungen bei der Extrusion (Kaskadenanordnung). Zudem spielen auch die Prozessparameter wie etwa Durchsatz, Druck oder verschiedene Temperatureinstellungen eine Rolle. Zudem haben die Gase, die zum Aufschäumen benutzt werden können, sehr unterschiedliche Lösungseigenschaften in XPS. All diese Faktoren beeinflussen die Zellstruktur des Schaums und damit die Isolationseigenschaften.

Um ein effizientes Vorgehen zu gewährleisten, wurde zur Optimierung des Produktionsprozesses Versuchsplanung (DoE – Design of Experiments) eingesetzt. Hierbei kam das Expertensystem Stavex von Aicos Technologies zum Einsatz. Durch die hohe Benutzerfreundlichkeit dieser Software beschränkt sich die Einarbeitungszeit auf ein Minimum. Die Zielgrößen und Einflussfaktoren werden direkt eingegeben, danach schlägt Stavex geeignete Versuchspläne vor. Nach Eingabe der Versuchsergebnisse erhält man eine ausführliche, in verständlicher Sprache abgefasste Analyse und Vorschläge für das weitere Vorgehen. Für eine genauere Untersuchung können die statistischen Details aus der Langform des Berichts abgerufen werden.

Bei Ursa wurde mithilfe dieses Tools die Zusammensetzung des Schaums optimiert. Das Ausgangsmaterial besteht aus vier verschiedenen Polystyrol-Komponenten und einem Additiv (Flammschutzmittel), zudem werden zwei verschiedene Gase zum Aufschäumen verwendet. Unterschiede in der Zusammensetzung führen zu unterschiedlichen Aushärtungszeiten, sodass im Vergleich hierzu die anderen Prozesseinstellungen vernachlässigbar sind. Zusammen sollen die genannten Komponenten 94,72 Prozent der Masse ergeben – die restlichen Komponenten, zum Beispiel Farbstoff, liegen fest. Derartige Problemstellungen können in Stavex sehr leicht eingegeben werden. Selbst mehrere Mischungsklassen – zum Beispiel für die eingesetzten Gase – oder die Spezifikation von Alternativfaktoren (entweder Komponente A oder B; entweder Düse 1 oder 2) sind möglich. Die Software basiert auf dem Konzept der sequenziellen Versuchsplanung. Dies bedeutet, dass je nach ›



Mit dem Expertensystem Stavex ist die nachträgliche Prozessoptimierung möglich. Die Faktoreingabe ist sehr einfach.

Gut zu wissen

Versuchsplanung nicht nur im Versuchsstadium

Das benutzerfreundliche Expertensystem Stavex erlaubt eine einfache Nutzung der Versuchsplanung (DoE – „Design of Experiments"). Die Software implementiert das Konzept der sequenziellen Versuchsplanung und begleitet den Anwender vom ersten Screening bis zur abschließenden Optimierung. Optimale Einstellungen der Einflussfaktoren können so effizient gefunden werden. Die Ergebnisse der statistischen Auswertungen werden in verständlicher Sprache vermittelt. Eine reichhaltige Grafikbibliothek ermöglicht eine übersichtliche Visualisierung. Die Versuchsplanung lässt sich zur Optimierung in den Sektoren Feinchemie, Farbstoff, Kunststoffverarbeitung, Pharma, Kosmetika, Food, mechanische Industrie und Automobilindustrie einsetzen, sowohl für die Produkt- als auch die Prozessoptimierung.

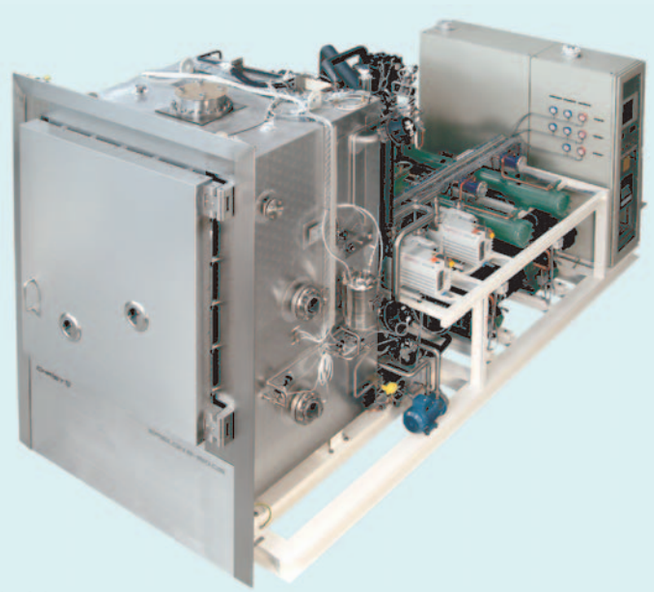
CHRIST®
Gefriertrocknungsanlagen
Rotations-Vakuum-Konzentratoren

Focused on Quality

- Labor- Gefriertrocknungsanlagen für Forschung und Entwicklung
- Pilotanlagen für Prozessentwicklung bzw. -optimierung
- Gefriertrocknungsanlagen und Beladesysteme für die industrielle Pharmaproduktion
- Rotations-Vakuum-Konzentratoren

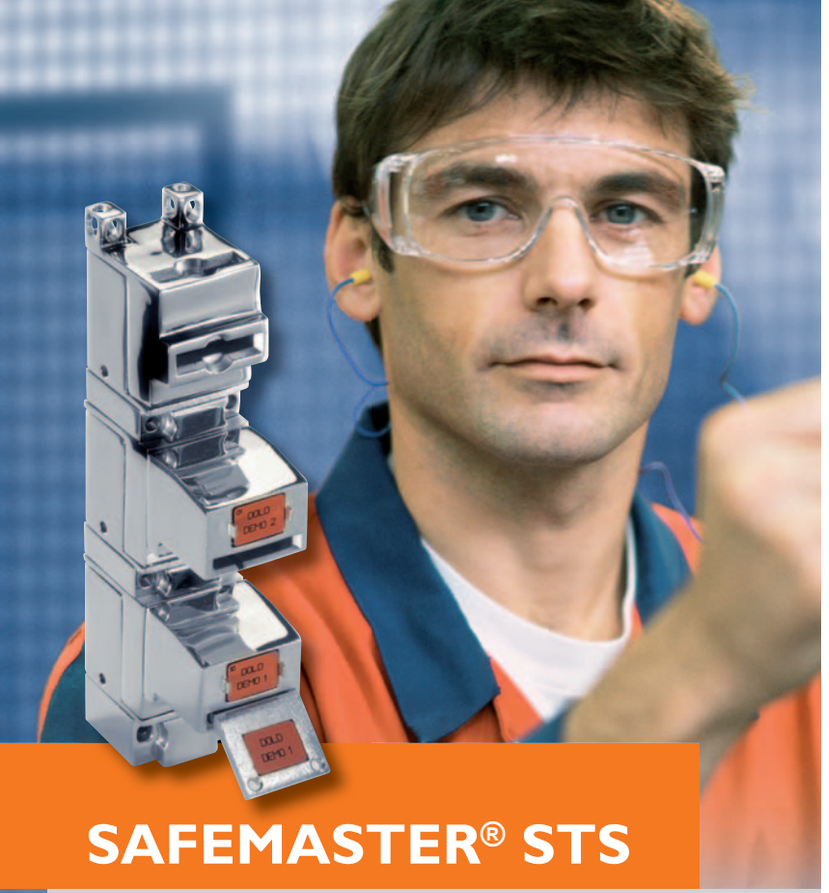
www.martinchrist.de

Gefriertrocknung mit System



Martin Christ
Gefriertrocknungsanlagen GmbH
D-37507 Osterode am Harz
Tel. +49 (0) 55 22/50 07- 0
Fax +49 (0) 55 22/50 07-12
www.martinchrist.de
info@martinchrist.de

Innovative Technik für hervorragende Ergebnisse
Profitieren Sie von unserer langjährigen Erfahrung!
Alles aus einer Hand - von Anlagen zur Prozessoptimierung bis hin zur komplexen Systemintegration für die Fertigung Ihrer hochwertigen Pharma-Wirkstoffe.



SAFEMASTER® STS

Verdrahtungslos Schutztüren absichern

Schutz vor Gefahren hat oberste Priorität. Dennoch führen störanfällige Sicherheitssysteme oft zu unnötigen Stillständen. Das Sicherheitsschalter- und Schlüsseltransfersystem SAFEMASTER® STS aus Edelstahl funktioniert auch rein mechanisch - also verdrahtungslos.

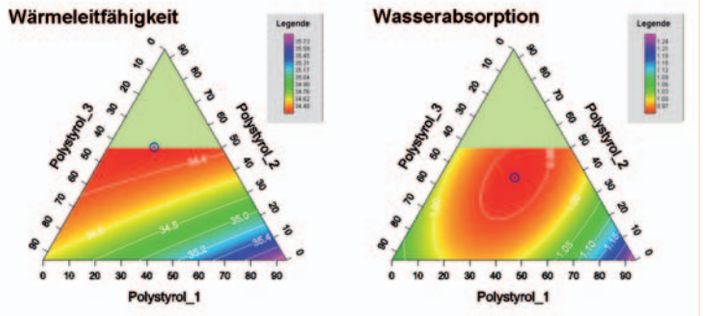
Es lässt sich auch unter rauhesten Umgebungsbedingungen einsetzen und ist unempfindlich gegen Staub, Wasser, Öl, Hitze und Reinigungsmittel.

Das modulare System entspricht den neuesten Sicherheitsvorschriften und beinhaltet sowohl elektrische als auch mechanische Module. Aus diesen lassen sich maßgeschneiderte Lösungen aufbauen, die auch nachträglich noch modifizierbar sind.

Nennen Sie uns Ihre Aufgabenstellung.

DOLD

E. DOLD & SÖHNE KG
Postfach 1251 • D-78114 Furtwangen
Telefon 07723 6540 • Fax 07723 654356
dold-relays@dold.com • www.dold.com



Die grafische Analyse zeigt das Verhalten von Wärmeleitfähigkeit und Wasserabsorption bei festgelegter Einstellung weiterer Faktoren.

Komplexität der Problemstellung, das heißt nach Anzahl und Art der Einflussfaktoren, mehr oder weniger detaillierte Pläne vorgeschlagen werden. Sind viele Einflussfaktoren zu untersuchen (Screening-Phase), liegt der Schwerpunkt in der Identifikation der wichtigen Faktoren. Je weniger Faktoren vorhanden sind, desto detaillierter kann die Analyse durchgeführt werden (Modellierungs-/Optimierungsphase). Im Allgemeinen führt dieses Vorgehen auf einem sehr effizienten Pfad in mehreren Zyklen von der Problemdefinition zur endgültigen optimalen Parametereinstellung. Die Anwender haben jedoch hier wie auch sonst die Möglichkeit, aufgrund eigener Erwägungen andere Wege zu gehen. Da hier die Aushärtungsdauer eine große zeitliche Einschränkung darstellt, wurde beschlossen, gleich im ersten Schritt eine Optimierung durchzuführen. Dies bedeutete, dass auf der Produktionsanlage 33 Versuche mit verschiedenen Mischungs- und Gaszusammensetzungen gefahren werden mussten.

Die statistische Analyse der Versuchsergebnisse zeigt, wo die besten Einstellungen für die einzelnen Zielgrößen liegen und welcher Wert dort erwartet werden kann (inklusive Konfidenzintervall). Nun liegt eine Schwierigkeit darin, einen praktikablen Kompromiss zu finden. Hier sind die reichhaltigen Grafikmöglichkeiten von Stavex eine große Hilfe. Zudem könnte über eine so genannte Wünschbarkeitsfunktion („Desirability“) die Suche nach einer guten Kompromiss-Einstellung automatisch durchgeführt werden. Wasserabsorption und Wärmeleitfähigkeit verhalten sich ähnlich. Die besten Einstellungen für die Kompressionsstärke, die möglichst hoch sein soll, sind gegenläufig zu denen für die Wärmeleitfähigkeit, die minimiert werden soll. Dies ist nicht überraschend, da die Menge an eingeschlossenem Gas sowohl die Wärmeleitfähigkeit als auch die Kompressionsstärke erniedrigt. In der Abbildung rechts oben ist dargestellt, wie sich Wärmeleitfähigkeit und Wasserabsorption in der Nähe der besten Einstellungen für Kompressionsstärke verhalten.

Fazit: Substanzielle Verbesserungen trotz weniger Versuchsläufe

Versuchsplanung ist in der nachträglichen Prozessoptimierung ein hilfreiches Werkzeug. Obwohl auf einer Produktionsanlage normalerweise die Zahl der möglichen Versuchsdurchläufe sehr eingeschränkt ist, können substanzielle Verbesserungen erzielt und ein tieferes Verständnis der Zusammenhänge erhalten werden. Eine gute, benutzerfreundliche Software, wie das verwendete Expertensystem Stavex, ist dabei unabdingbar. ■

Achema
Halle 5.1 Stand B13

Weiterführende Infos auf PuA24.net:
more @ click **PA069402**