

Wege aus dem Kapazitätsengpass

Entscheidungshilfen vor Erweiterungsinvestitionen mit batchprozessorientierter Materialfluss-Simulation

Ein um 75 Prozent reduzierter Stickstoffverbrauch für die Inertisierung, der Verzicht auf eine Erweiterung der Stickstofftanks trotz Ausbau um zwei weitere Produktionslinien und eine um ein Viertel kostengünstigere, weil kleiner dimensionierte Anlage zur Reinwasserproduktion – dies sind einige der Resultate aus einer batchprozessorientierten Materialfluss-Simulation. Der französische Pharma-Hersteller Oril Industrie sicherte so seine Investitionsentscheidungen vor Erweiterung einer Mono- und einer Mehrzweckanlage objektiv ab.

PHILIPPE SOLOT



Durch logistische Analyse der Materialflüsse lassen sich Fehlinvestitionen vor Erweiterungen der Wirkstoff-Produktion in Mono- oder Mehrproduktanlagen vermeiden. Bild: Bayer Healthcare



Dr. PHILIPPE SOLOT ist Geschäftsführer bei Aicos Technologies in Basel

KONTAKT
T +41-61-686 98 76
psolot@aicos.com

In allen Sparten der Prozessindustrie sind die Unternehmen mit einem immer größer werdenden Kosten- und Termindruck konfrontiert. Für Produktionsbetriebe bedeutet es, dass sie in der Lage sein müssen, den Kunden günstige Produkte innerhalb immer kürzerer Fristen zu liefern. Um die Einhaltung der Termine zu ermöglichen, muss die Produktionskapazität selbstverständlich ausreichend sein. Da eine vernünftige Rentabilität trotz reduzierter Margen aber verlangt wird, muss die Kapazität zudem optimal ausgenutzt werden. Dafür ist eine effiziente Produktionslogistik unentbehrlich.

In einer bestehenden Produktionsanlage mit knapper, aber genügender Kapazität muss die

Zuordnung der Aufträge an die vorhandenen Ressourcen einfach stimmen. Dies ist die Aufgabe der wöchentlich oder monatlich durchgeführten Produktionsplanung, welche in Mehrzweck-Batchbetrieben darauf ausgerichtet ist, sowohl die vereinbarten Termine als auch die Minimierung des Reinigungsaufwandes zu berücksichtigen. Dafür bietet eine Reihe von Softwarelösungen den Planern eine willkommene Unterstützung.

Realistische Produktionsszenarien

Wenn hingegen die Kapazität nicht genügt oder wenn es klar zu sein scheint, dass sie bald nicht

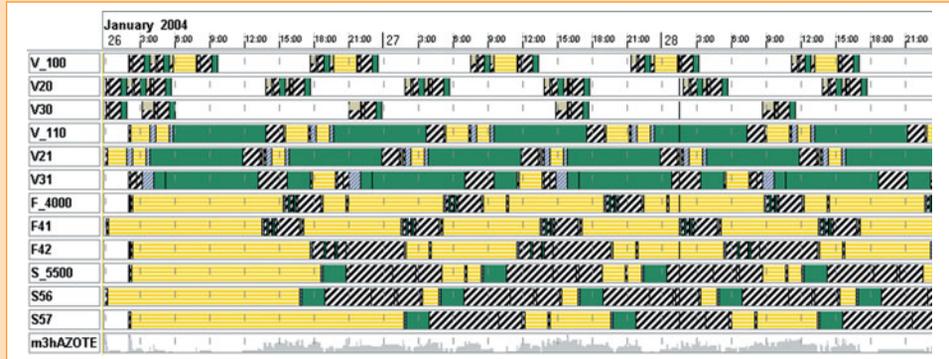
mehr ausreichen wird, wie es bei einer steigenden Nachfrage, bei einer Veränderung des Produkte-Mix oder bei der Einführung neuer Produkte oft der Fall ist, muss objektiv und sicher abgeklärt werden, welche Investitionen in zusätzliches Equipment absolut notwendig sind. Das geeignete Hilfsmittel zur Vermeidung der Verschwendung von Millionen in überflüssigen Ressourcen heißt „Batchprozess-orientierte Materialflusssimulation“. Dieses Werkzeug ermöglicht dem Ingenieur, realistische Produktionsszenarien auf verschiedenen Anlagenkonfigurationen einfach durchzuspielen, um ein besseres Verständnis der produktionslogistischen Abläufe zu erhalten. Mit anderen Worten werden die unerwünschten Kapazitätsverluste, die auf Grund der vorhandenen Ressourcen bei der gleichzeitigen Bearbeitung gewisser Produktionsvorgänge entstehen, entdeckt, die entsprechenden Engpässe identifiziert und infolgedessen die Investitionen an den richtigen Stellen betätigt.

Vor kurzem stand auch die französische Firma Oril Industrie, ein namhafter Hersteller von pharmazeutischen Wirkstoffen, vor der Frage, inwieweit eine Monoanlage sowie eine Mehrzweckanlage mit künftig drei Produktionslinien die erwartete positive Entwicklung der Nachfrage über die nächsten zehn Jahre verkraften könnten. Man entschied sich für eine detaillierte Analyse dieser Utilities, die sich bereits heute teilweise als kritisch erweisen.

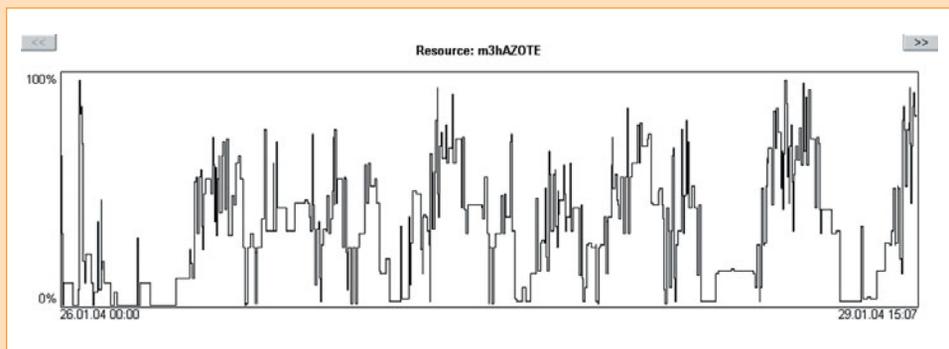
Inertisierung als Engpass

Unter die Lupe wurde insbesondere der Verbrauch an Stickstoff für die Inertisierung der Apparate genommen, da er in der Monoanlage zu einer Engpasssituation führte. Wegen des in beiden Anlagen verwendeten manuellen Inertisierungsverfahrens und des daraus resultierenden möglichen Einflusses des Betriebsmitarbeiters auf den Prozess, erfolgte die Inertisierung aus Sicherheitsgründen vor jedem Batch. Um die Engpasssituation zu entschärfen, beabsichtigten die Ingenieure die Automatisierung des Stickstoffzuflusses. Dennoch war es nicht klar, wie der gesamte Stickstoffverbrauch sowie die entsprechenden Verbrauchsspitzen sich mit bzw. ohne Zunahme der Wirkstoffnachfrage entwickeln würden.

Schon mit einem einzigen mehrstufigen Produktionsprozess, bei dem je nach der Dauer der verschiedenen Operationen und der daraus entstehenden Wartezeiten viele Apparate gleichzeitig inertisiert werden müssen, wäre eine manuelle Untersuchung der Verbrauchsspitzen kaum denkbar. Im vorliegenden Fall wurden die Monoanlage und die daneben liegende Mehrzweckanlage von separaten Tanks mit Stickstoff versorgt. Deshalb wurde entschieden, die Situation mit Hilfe von Materialflusssimulation zu analysieren.



Mit dem Gantt-Diagramm können Zeitverluste, die durch Konflikte zwischen Produkten verursacht werden, einfach identifiziert werden.



Für Utilities wie Stickstoff stellt die Verbrauchskurve klar heraus, wie hoch die höchsten Verbrauchsspitzen sind.

Für die Prozessingenieure war es sehr wichtig, über ein Softwaretool zu verfügen, mit dem die Problemstellung sowohl genau als auch einfach abgebildet werden konnte. Aus diesen Gründen wurde die Studie mit dem Materialflusssimulation-Softwarepaket Simbax von Aicos Technologies durchgeführt, das speziell auf die Bedürfnisse der Prozessindustrie zugeschnitten wurde und somit die mühelose Modellierung und Analyse selbst komplexerer Situationen ermöglicht.

Logische Modellstruktur

Nach einer spezifischen, problemorientierten dreitägigen Schulung waren die Ingenieure problemlos in der Lage, ein angebrachtes Simulationsmodell zu entwickeln. Dafür sind sie nach dem Modularitätsprinzip von Simbax vorgegangen, das der Realität entsprechend folgende drei Modellkomponenten vorsieht:

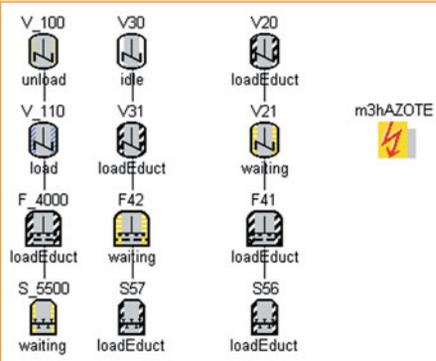
- ▶ das Layout als Modell der vorhandenen Ressourcen;
- ▶ die Rezepte als Modelle der Prozesse;
- ▶ die Auftragsliste als Modell des Produktionsplans.

In zwei getrennten Layouts wurden zuerst die verschiedenen Reaktoren, Filter und Trockner beider betrachteter Anlagen sowie verschiedene Tanks abgebildet. Außerdem musste die Utility Stickstoff als zusätzliche Ressource modelliert werden. In der Praxis benötigt die Eingabe des Layouts, in dem im Allgemeinen auch Lagerplät-

ze für Zwischen- bzw. Endprodukte sowie Arbeitskräfte mit ihrem Schichtmodell berücksichtigt werden können, wenig Zeit. Denn letztlich wird mit Hilfe der in Simbax vorhandenen Symbole lediglich die Darstellung eines üblichen Anlagenplans am Bildschirm gezeichnet.

Die Prozesse wurden mit ihren verschiedenen Stufen – etwa Reaktion 1, Reaktion 2, Filtration, Trocknung – und deren jeweiligen Einzelbearbeitungsschritten im Modell definiert. Für jeden Schritt wurden mindestens sein Typ und seine Dauer, meistens auch die durchschnittlich gebrauchte Stickstoffleistung (in m^3/h) oder der durchschnittliche Abluftanfall über die Schrittdauer, spezifiziert. Bei Schritten, die den Transfer von Batches zwischen Stufen betreffen, wird in der Regel auch die transferierte Menge eingegeben. Für die einfache Definition des Prozesses steht dem Benutzer ein Menü in der Simulationssoftware zur Verfügung, in dem mehr als 25 übliche Schritttypen wie Laden, Bearbeiten, Trennen, Ausladen, Reinigen, usw. vordefiniert sind. Oft weisen die abgebildeten Rezepte eine einfache Struktur auf, da auf jeden Fall nach dem Prinzip vorgegangen werden sollte, das Modell nur so detailliert wie nötig zu gestalten und es so einfach wie möglich zu halten. Erweist sich trotzdem ein sehr detailliertes Modell als notwendig, können sogar logische Bedingungen bzw. Synchronisationsschritte direkt ins Rezept eingegeben werden. Schließlich ist es möglich, die Rezeptdaten über eine Excel-Schnittstelle zu importieren.

Was die Aufträge betrifft, wurden einige Varianten entsprechend einer Liste von Szenarien ▶



Das animierte Anlagenmodell ermöglicht es, die Produktionsabläufe während der Simulation realitätsnah zu verfolgen.

modelliert. Für jeden Auftrag sollen das Produkt, die zu produzierende Menge, das dafür zu verwendende Rezept sowie selbstverständlich der früheste Anfangstermin und der späteste Produktionsabschlussstermin eingegeben werden.

Modellvalidierung mit einzelnen Produkten

Aus offensichtlichen Modellvalidierungsgründen ist es sehr empfehlenswert, selbst bei Problemstellungen mit unterschiedlichen Produkten die Simulation zuerst mit jedem einzelnen Produkt laufen zu lassen, bevor eine Mehrprodukt- bzw. Mehrzweckanlage untersucht wird. In beiden Fällen bildet das so genannte Gantt-Diagramm das Kernergebnis des Simulationslaufs. Dieses zeigt, welche „Einzeloperationen“ jeder Apparat zu jedem Zeitpunkt durchführt. Als Operationen sollen hier nicht nur die im Rezept definierten Schritte verstanden werden, sondern auch die Wartezeiten, die die Engpässe auf Apparate- oder Ressourcenebene verursachen und die je nachdem im Gantt-Diagramm mit unterschiedlichen, eher gelben oder lilafarbenen Farbmustern automatisch erscheinen. Zur statistischen Auswertung solcher Diagramme bietet die Software die Möglichkeit, Kuchen- und Gantt-Diagramme zu generieren, die den Zeitanteil,

den jeder Apparat im jeweiligen Zustand verbringt, klar darstellen. Dabei wird der Engpass automatisch identifiziert. Er kann somit einfach beseitigt werden, indem Anlagenvarianten mit mehr Kapazität an der betroffenen Stelle erarbeitet und mittels Simulation bewertet werden. Entsteht dabei ein neuer Engpass, muss dieser wiederum beseitigt. Dies wird solange fortgeführt, wie in Bezug auf die erwünschte Produktionskapazität störende Engpässe bestehen. Für jede Ressource (z.B. Utilities) ermittelt die Simulation eine detaillierte Verbrauchskurve über die Zeit. In der hier vorgestellten praktischen Anwendung konnten die Stickstoffverbrauchsspitzen für mehrere berücksichtigte Produktionsszenarien identifiziert werden. Die Ingenieure konnten begründen, dass die Einführung eines automatischen, druckregulierten Stickstoffzufluss-Systems für die Inertisierung keine Zunahme des durchschnittlichen Stickstoffverbrauchs verursachen würde. Eine entsprechende Dichtheit der Apparate vorausgesetzt, könnte die automatisierte Inertisierung sogar nur einmal pro Woche – anstatt vor jedem Batch – erfolgen, wodurch der Stickstoffverbrauch um ca. 75 Prozent reduziert werden könnte.

Stickstoff-Kapazitäten dem Bedarf angepasst

Für die Monoanlage, deren Stickstofftank von 7 m³ einen Engpass bildete, wurde bewiesen, dass die optimale Größe eines Ersatztanks 25 m³ betrug. Die Analyse der Mehrzweckanlage führte zur Schlussfolgerung, dass der bestehende Stickstofftank von 50 m³ selbst nach der Inbetriebnahme der zwei vorgesehenen zusätzlichen Produktionslinien ausreichen würde. Inzwischen wurde der Stickstoffzufluss beider Anlagen automatisiert und der Tank der Monoanlage ersetzt.

Im Rahmen des Baus einer neuen Anlage für die Reinwasserproduktion wurde der Verbrauch an dieser weiteren Ressource auf ähnliche Weise untersucht. Hier zeigte die Simulationsanalyse, dass im Vergleich zur ursprünglich geplanten

Anlage eine drei- bis viermal weniger leistungsfähige Anlage genügende Kapazität anbieten würde. Dies bedeutete eine Reduktion der entsprechenden Investitionskosten in der Höhe von ca. 25 Prozent.

Fazit

Dank der durchgeführten Simulationsstudie konnte einerseits objektiv gezeigt werden, dass die vorgesehene Automatisierung nur Vorteile mit sich brachte. Andererseits konnten der Tank der Monoanlage sowie die Reinwasseranlage unter Berücksichtigung der künftigen Nachfrage optimal dimensioniert werden. Zudem kann das entwickelte Modell weiter verwendet werden können, um weitere Problemstellungen in den betroffenen Anlagen einfach zu untersuchen. Zum Beispiel wird zur Zeit der gesamte Anfall an flüchtigen organischen Verbindungen aus den verschiedenen Produktionsapparaten analysiert, nachdem das Modell um entsprechende Informationen erweitert wurde.

Somit bildet benutzerfreundliche Software für die logistische Analyse der Materialflüsse in der Prozessindustrie ein Mittel, um schwierige Entscheidungen auf begründete Art zu treffen. Die Konsequenz sind klar: bessere Entscheidungen, kaum mehr Fehlinvestitionen und eine effizientere Produktion. Wer möchte heutzutage darauf verzichten? ■

Breite Anwendung

Auf dem Gebiet der Simulation hat Aicos Technologies bereits viele Unternehmen der Prozessindustrie flexibel unterstützt. Je nach Kundenwunsch werden Modellentwicklung bzw. Simulationsanalyse entweder vom Betreiber – nach einer praxisbezogenen Schulung – oder von den Aicos-Spezialisten durchgeführt. Im Folgenden sind einige Anlagen aufgeführt, die mit Simbax optimiert wurden:

- ▶ Mehrzweckanlage zur Synthese und Formulierung von Farbstoffen;
- ▶ Formulierungs- und Abpackbetrieb für Chemikalien;
- ▶ Misch- und Mahlbetriebe (Pharma, Pigmente,...);
- ▶ Syntheseanlagen für Pharmawirkstoffe;
- ▶ biotechnologische Anlage für die Arzneimittelproduktion;
- ▶ Anlage zur Herstellung von Milchprodukten.

Dieser Beitrag als PDF und weiterführende Informationen (ähnliche Beiträge, technische Daten, Direktlinks zum Hersteller ect.) sind online verfügbar auf www.aud24.net

more @ click PA124403 >