

Schriftenreihe des Lehrstuhls für Anlagensteuerungstechnik
der Technischen Universität Dortmund
(Prof.-Dr. Sebastian Engell)

Band 1/2008

Andreas Liefeldt

**Eine Softwareumgebung zur Modellierung,
Simulation und Produktionsplanung
von Pipeless Plants**

D 290 (Diss. Technische Universität Dortmund)

Shaker Verlag
Aachen 2008

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zagl.: Dortmund, Techn. Univ., Diss., 2007

Copyright Shaker Verlag 2008

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-7008-7

ISSN 0948-7018

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Eine Softwareumgebung zur Modellierung, Simulation und Produktionsplanung von Pipeless Plants (ISBN 978-3-8322-7008-7)

Zusammenfassung

Bei der Herstellung von Feinchemikalien, Klebstoffen, Farben, etc. ist ein Trend erkennbar hin zu kleineren Produktionsvolumina bei gleichzeitig hohen Anforderungen an die Qualität. Häufig werden diese Produkte durch Chargenprozesse in rezepturgesteuerten Mehrproduktanlagen hergestellt. Allerdings stößt selbst dieser Anlagentyp an seine technischen Flexibilitätsgrenzen.

Rohrlose Anlagen oder Pipeless Plants sind eine modularere Alternative zu traditionellen Mehrproduktanlagen. Die Besonderheit besteht darin, dass der Transport der Stoffe nicht in Rohrleitungen, sondern mittels fahrbarer Behälter erfolgt. Die Prozessschritte werden nacheinander an fest in der Anlage installierten Stationen durchgeführt. Sowohl während der Anlagenplanung als auch des Betriebs resultiert aus der erhöhten Modularität eine große Zahl diskreter Entscheidungsvariablen, die den unterstützenden Einsatz von Simulationssoftware sinnvoll machen.

Das in dieser Arbeit entwickelte Programmpaket PPSiM - Pipeless Plant Simulation - ist eine Modellierungs- und Simulationsumgebung, die auf die spezifischen Charakteristika von Pipeless Plants zugeschnitten ist. PPSiM ermöglicht eine komfortable graphische Modellierung gemäß dem im Standard IEC 61512-1 definierten Modellierungskonzept für Chargenprozesse. Die ereignisdiskrete Simulation berücksichtigt nicht nur die verfahrenstechnischen Prozessschritte, sondern auch auf detaillierter Ebene das Routing der mobilen Behälter. Konfliktfreie Fahrtrouten werden automatisch durch einen Ansatz aus der Graphentheorie berechnet. Die notwendige Zuteilung der Ressourcen bei der Produktionsplanung kann manuell oder automatisch erfolgen. Der simulationsgestützte automatische Zuteilungsalgorithmus berechnet zulässige Apparatekombinationen für die einzuplanenden Prozessschritte und evaluiert die Kombinationen anhand der Ergebnisse der Prozess und Routingsimulation.

In Zusammenarbeit mit *HENKEL* wurde ein rezepturgesteuerter Chargenprozess mit PPSiM modelliert und simuliert. Das Ziel der Simulationsstudien war ein Vergleich der Wirtschaftlichkeit und der Flexibilität einer existierenden Standard-Mehrproduktanlage mit denkbaren Pipeless Plant-Szenarien. Die Studie zeigt, dass das Pipeless Plant-Konzept im Bereich der betrachteten Chargengrößen zu bis zu 20% kürzeren Produktionszeiten führt, was die Herstellungskosten der Produkte deutlich reduziert. Ergänzend zur Studie wurde eine ausführliche Skalierungs- und Routing-Analyse durchgeführt, um die Leistungsfähigkeit der in PPSiM integrierten Algorithmen zu untersuchen und Potenziale für Weiterentwicklungen zu identifizieren.

Summary

In the production of fine chemicals, adhesives, colors, etc. the trend towards small production volumes of application-specific high value products continues, and the time to and in market of these products decrease. Therefore in the production of these chemicals flexibility and cost efficient and timely production are key factors for economic success.

Pipeless plants are an alternative to the traditional recipe-driven multipurpose batch plants. In this production concept, the batches are moved around in mobile vessels between stationary processing stations, where the processing steps are performed. During the plant layout as well as during the operation of pipeless plants a large number of discrete decision variables arise from the increased modularity, motivating the use of appropriate simulation tools.

This work presents the modelling and simulation environment PPSiM - Pipeless Plant Simulation - taking into account the specific characteristics of this plant type. The models can be built entirely in a graphical manner following the guidelines of the standard IEC 61512-1. PPSiM enables the user to specify a detailed representation of the plant layout, and performs a dynamic simulation including the routing of the mobile vessels, and the dynamics of the processing steps. Conflict free paths are generated automatically by a routing approach from graph theory. The resource allocations can be performed manually or automatically by a scheduling algorithm during a simulation run.

In co-operation with *HENKEL*, a recipe-driven batch process was modelled and simulated using PPSiM. The objective was a comparison of the profitability and flexibility between an existing multipurpose plant and different conceivable pipeless plant scenarios. It is shown that the pipeless plant concept leads to up to 20% smaller processing times. In addition a detailed scaling- and routing-analysis was carried out to investigate the capabilities and limits of the algorithms used and to identify potentials for further developments.