

Berichte aus der Verfahrenstechnik

**Heiko Lübke**

**Rechnergestütztes Planungssystem zur  
Konfigurierung und Bewertung von  
Aufbereitungsanlagen in der Lockergesteinsindustrie**

Shaker Verlag  
Aachen 2005

**Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek**

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

Zugl.: Hamburg-Harburg, Techn. Univ., Diss., 2005

Copyright Shaker Verlag 2005

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

Printed in Germany.

ISBN 3-8322-4217-1

ISSN 0945-1021

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

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

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • eMail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

# **Rechnergestütztes Planungssystem zur Konfigurierung und Bewertung von Aufbereitungsanlagen in der Lockergesteinsindustrie**

Dipl.-Ing. Heiko Lübke

Die Planung verfahrenstechnischer Aufbereitungsanlagen kann zunehmend durch Fortschritte der Prozessmodellierung und der rechnergestützten Simulation auf Variantenstudien gestützt werden. Obwohl die praktische Anwendung dieser Methoden in der Planung verfahrenstechnischer Feststoffprozesse in den vergangenen Jahren stark vorangetrieben werden konnte, bestehen noch immer große Unterschiede zwischen dem Stand der rechnergestützten Planung in der Fluid- und in der Feststoffverfahrenstechnik. Diese Unterschiede konnten auch für die Lockergesteinsaufbereitung festgestellt werden.

Generell werden die im Rahmen der Planung von Aufbereitungsanlagen zu untersuchenden Anlagenvarianten auf der Grundlage von Erfahrungen entworfen. Dabei sind die verfügbaren Rohstoffe und die angestrebten Produktionsziele als Eingangsdaten zu verarbeiten. Methoden zur rechnergestützten Erstellung und Bewertung von Prozess- und Anlagenvarianten für die Lockergesteinsaufbereitung sind jedoch bislang nicht in einem praktisch einsetzbaren System ausgeführt worden. Gründe dafür sind in einer zu geringen Abbildungstiefe derzeitiger verfügbarer Feststoffprozessmodelle, in der hohen Komplexität der Stoffstromcharakterisierung disperser Feststoffe und im Fehlen von Entscheidungskriterien zur wissensbasierten Erstellung von Anlagenentwürfen zu finden.

Vor diesem Hintergrund wurde in der Arbeit zunächst ein neues Konzept zur optimierenden Produktprogrammplanung für Lockergestein mit LP-Methoden entwickelt. Für die Erzeugung verfahrenstechnisch sinnvoller Anlagenkonzepte wurde eine kombinierte Methode zur Festlegung der Prozessstruktur durch die Anwendung heuristischer Regeln und Shortcut-Simulation erstellt. Basierend auf der Prozessstruktur und auf den Aufbereitungsanlagenvarianten werden die Anlagenvarianten modelliert und dargestellt. Mit diesen Modellen wird für jede Variante ein Optimierungsproblem zur Parameteranpassung formuliert, dessen Zielfunktion die zu minimierende Abweichung der erzielbaren Produktmengen vom zugrundegelegten optimalen Produktprogramm beschreibt und zu dessen Lösung ein NLP-Algorithmus eingesetzt wird. Das Ergebnis der Optimierung enthält für jede Prozessvariante die optimalen ausrüstungsspezifischen Prozessparameterwerte. Weiterhin liegen Zusammensetzung und Massenstrom der Prozessströme vor, auf deren Basis die Ausrüstungsdimensionierung vorgenommen wird. Für die Ausrüstungsdimensionierung wird eine Methode zur Berücksichtigung von Veränderungen der Aufgabegutzusammensetzung, z. B. aufgrund heterogener Lagerstätten, entworfen. Mit den Dimensionierungsgrößen der Ausrüstungen werden Investition und Betriebskosten für jede Prozessvariante basierend auf marktüblichen Werten ermittelt und den erwarteten Produkterlösen zur Bestimmung der Anlagenwirtschaftlichkeit gegenübergestellt.

Die entwickelte Methodik wurde in einer Anwendungssoftware realisiert, in der auch die verwendeten Optimierungsroutinen integriert worden sind. Damit wird ein leistungsfähiges Instrumentarium für die Prozess- und Anlagenplanung in der Lockergesteinsindustrie zur Verfügung gestellt.

Das Planungssystem wurde an praxisrelevanten Planungsfällen erprobt, in denen Anlagen zur Aufbereitung von Rohstoffen terrestrischer und mariner Herkunft zu marktgerechten Sand- und Kiesprodukten zu entwerfen waren. Trotz der vielfältigen Lösungsmöglichkeiten für Anlagenkonzepte konnten die technisch und wirtschaftlich vorteilhaftesten Anlagenkonzepte in kurzen Zeiträumen ermittelt werden. Folgendes konnte bei der Erprobung bisher festgestellt werden:

- Die prinzipielle Funktionstüchtigkeit der Methodik konnte im Vergleich von entworfenen Lösungen mit praktisch umgesetzten Projekten gezeigt werden.
- Der zeitliche Planungsaufwand wird im Verhältnis zu herkömmlicher Planung erheblich reduziert.
- Der anschließende detaillierende Planungsvorgang wird mit der Untersuchung einer relativ großen Anzahl von Lösungsvarianten auf eine breite Basis gestellt. Somit wird die Planungssicherheit hinsichtlich der Qualität des Anlagenkonzeptes erhöht.