

# Ein Entscheidungsunterstützungssystem zur Verschnittoptimierung von Rollenstahl

Ingmar Steinzen

Decision Support & Operations Research Lab, Universität Paderborn,  
Warburger Str. 100, 33098 Paderborn, Email: [steinzen@uni-paderborn.de](mailto:steinzen@uni-paderborn.de)

**Abstract.** Im Rahmen einer Zusammenarbeit mit der Firma Stahlwerk Ergste-Westig GmbH, einem Unternehmen der ZAPP AG, wurde ein Verfahren zur Lösung eines 1.5-dimensionalen Verschnittproblems entwickelt und prototypisch implementiert. Das Problem zeichnet sich durch einen begrenzten Lagerbestand mit sehr heterogenem Sortiment und zusätzlichen Nebenbedingungen zur Materialverwendung aus. Es wird durch ein lineares ganzzahliges Modell abgebildet und mittels einer Branch-and-Cut Strategie unter Einsatz der MIP-Solver MOPS und CPLEX gelöst. Dabei wird durch ein um die Berücksichtigung von Range-Bedingungen erweitertes MOPS IP-Preprocessing eine entscheidende Verbesserung der Lösungsqualität und Verkürzung der Rechenzeit erreicht. Das implementierte Entscheidungsunterstützungssystem konnte die realen Probleminstanzen effizient und im Sinne des Unternehmens lösen und erzielte in den durchgeführten Vergleichsrechnungen ein Reduzierungspotential für den Verschnitt von etwa 30% zum bisherigen Vorgehen. Unter Verwendung des Systems ist neben der Ersparnis durch die Verschnittreduzierung auch ein deutliches Einsparpotential an personellen Ressourcen durch den im Vergleich zur manuellen Disposition geringen Zeitbedarf vorhanden.

## 1 Einführung und Problemstellung

Das Service-Center (SC) der Stahlwerk Ergste-Westig GmbH vertreibt hochwertigen rostfreien Federbandstahl. Federbandstahl ist auf Rollen gewickeltes Präzisband und wird dem Service-Center als Halbfabrikat geliefert. Aufgabe des Service-Centers ist es, Kundenaufträge durch Zuschneiden der gewünschten Breite zu bedienen. Im Lager des Service-Centers sind begrenzte Mengen verschiedener Ausgangsbreiten (Chargen) vorrätig. Beim Zuschchnitt werden jährlich mehrere hundert Tonnen Material in kleinere Breiten (längs) zerschnitten, wobei das eingesetzte Material oft nicht komplett verbraucht wird, so dass nicht weiter verwertbare Reststücke entstehen können. Ziel der Verschnittoptimierung war es, Schnittmuster zu finden, die die Kundenaufträge erfüllen und den Verschnitt unter Berücksichtigung der Herstellkosten minimieren. Weitere Ziele aus Sicht des Unternehmens waren eine reproduzierbare Dispositionsstrategie und eine (halb)automatische Materialsuche für Aufträge über alle Lagerorte und Bestandsstufen.

Das Service-Center fertigt und liefert ausschließlich nach Kundenbestellungen, die im Wesentlichen die Materialanforderungen, die Auftragsmengen in Kilogramm und die Breite der Streifen definieren. In der Logistik werden

für die Kundenaufträge zunächst alle zulässigen Chargen im Lager gesucht und daraufhin Schnittmuster (siehe Abbildung 1) bestimmt, die möglichst wenig Verschnitt erzeugen. Zur Zeit wird eine manuelle Verschnittoptimierung durch Bündelung von Aufträgen durchgeführt.

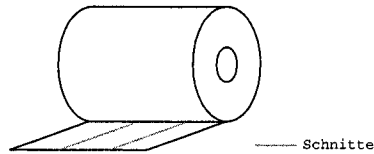


Fig. 1. Schematische Darstellung eines Schnittmusters

Ein Kundenauftrag legt eine Reihe von Materialmerkmalen fest, anhand derer alle Chargen aus dem Lager ausgewählt werden können, die ein zulässiges Einsatzmaterial für den Auftrag darstellen. Die Merkmale sind entweder durch das Material eindeutig festgelegt oder können durch den Fertigungsprozess verändert werden.

Sind alle gültigen Einsatzmaterialien für eine Menge von Aufträgen gefunden, so können daraus Schnittmuster aufgezählt werden. Ein Schnittmuster ist eine Schneidanweisung einer Charge auf einer Maschine, die die Anzahl und die Breite der zu schneidenden Streifen festlegt. Jeder Streifen wird genau einem Kundenauftrag zugeordnet. Ein Schnittmuster kann prinzipiell aus vielen Streifen verschiedener Breiten bestehen, wobei alle fertigungstechnischen Beschränkungen der ausgewählten Maschine zu beachten sind. Eine Charge kann quer zur normalen Schneidrichtung geteilt werden. Eine Querteilung kann nur über die gesamte Breite eines Coils erfolgen (Guillotinschnitt).

Nach der Generierung der zulässigen Schnittmuster sind Restriktionen und Ziele zu definieren, unter denen die Optimierung durchgeführt werden soll, um aus der Gesamtmenge der Schnittmuster die optimalen auswählen zu können:

**Anforderung 1 (Auftragsmengenrestriktion)** *Jeder durch den Lagerbestand erfüllbare Kundenauftrag muss durch die ausgewählten Schnittmuster in ausreichender Menge beliefert werden. Eine begrenzte, anteilige Unter- oder Überlieferung eines Auftrags ist zulässig. Die Unter- und Überlieferquoten sind grundsätzlich als konstant anzusehen.*

**Anforderung 2 (Lagerbestandsrestriktion)** *Für eine Menge von Schnittmustern dürfen nur die tatsächlich im Lager befindlichen Chargen eingesetzt werden.*

Jede Charge entstammt genau einer Schmelze. Mehrere Chargen können aus derselben Schmelze vorgefertigt worden sein.