

Flowshop-Scheduling in der Stahlindustrie

Wiebke Höhn

Technische Universität Berlin, Institut für Mathematik, Straße des 17. Juni 136, 10623 Berlin

`hoehn@math.tu-berlin.de`

Wir untersuchen ein Scheduling-Problem, das durch ein Problem aus der Stahlproduktion motiviert ist. Bei der Herstellung von Stahl durchläuft flüssige Schmelze in Pfannen ohne Pausen nacheinander mehrere Maschinen. Abhängig von der gewünschten Stahlqualität ergeben sich dabei unterschiedliche Bearbeitungszeiten auf den einzelnen Maschinen. Abstrakt kann dieses Szenario als *No-Wait Flowshop* beschrieben werden: Unterschiedliche Jobs durchlaufen in gleicher Reihenfolge eine Folge von Maschinenleveln. In jedem solchen Maschinenlevel, bestehend aus einer Menge identischer Maschinen, benötigt jeder Job eine Maschine zur Bearbeitung. Zwischen aufeinanderfolgenden Maschinenleveln dürfen bei diesem Prozess keine Wartezeiten auftreten.

Das No-Wait Flowshop-Modell ist ein klassisches Scheduling-Modell. Die Zielfunktion, die wir in diesem Zusammenhang betrachten, ist jedoch neu. Sie resultiert aus einer speziellen Eigenschaft der letzten Maschine in unserem Herstellungsprozess, der sogenannten Stranggussanlage. Diese kühlt den flüssigen Stahl zu festen Barren ab. Leerlaufzeiten führen jedoch zu einem Verkleben der Maschine, was eine zeitaufwendige Reinigung vor einer erneuten Benutzung erfordert. Daher soll in dem vorliegenden Problem die Anzahl solcher Leerlaufzeiten, sogenannter Strangabrisse, minimiert werden.

Wir zeigen, dass für No-Wait Flowshop-Probleme bzgl. dieser Zielfunktion keine Approximationsalgorithmen mit einer Güte von $f(n)$ existieren, wobei $f : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{R}^+$ eine beliebige positive Funktion und n die Anzahl der Jobs ist. Der Beweis der Nicht-Approximierbarkeit basiert auf einer Reduktion von PARTITION. Dabei wird insbesondere ausgenutzt, dass unsere Zielfunktion im Fall strangabrissefreier Schedules den Wert Null annimmt.

Da wir somit für unser Problem keine Approximationsalgorithmen finden können, betrachten wir ein weiteres verwandtes Problem. Anstatt die Anzahl der Strangabrisse zu minimieren, maximieren wir nun die Anzahl der Nicht-Strangabrisse. Mit einem Nicht-Strangabrisse bezeichnen wir dabei die Situation, dass zwei Jobs auf einer Stranggussanlage aufeinanderfolgen, ohne dass zwischen ihnen ein Strangabrisse auftritt. Für den Spezialfall, dass jedes Maschinenlevel nur eine Maschine enthält, können wir für diese Zielfunktion mit Hilfe einer geeigneten Graphenmodellierung einen 2-Approximationsalgorithmus konstruieren. Im Algorithmus wird aus einem kardinalitätsmaximalen Matching in diesem Graphen ein Schedule mit entsprechender Güte erstellt.

In diesem neuen Gebiet des Flowshop-Scheduling gibt es noch viele offene Probleme. Insbesondere wäre es interessant zu klären, ob es mit einer anderen Definition der Güte von Algorithmen möglich ist, auch für unser Ausgangsproblem gewisse Garantien über die Qualität der von Algorithmen erstellten Lösungen zu zeigen.