Integration von Fahrzeugumlaufplanung und Verspätungsmanagement

von Rebecca Nahme

26.06.2012

Verspätungen bei Zügen gehören mittlerweile zum unangenehmen Alltag Bahnreisender. Als besonders kritisch bei Verzögerungen im Betriebsablauf stellen sich sogenannte Zugumläufe an (End-)Bahnhöfen heraus. Bei einem Zugumlauf bedient ein Fahrzeug nach Beendigung der ersten Strecke planmäßig eine neue Strecke. Im einfachsten Fall ist dies zunächst eine Strecke von A nach B gefolgt von der umgekehrten Strecke, B nach A. Dieses Szenario kann an einem Tag natürlich mehrfach wiederholt werden. Beendet ein Zug verspätet seine erste Tour, so besteht die Gefahr, dass sich diese Verspätung auf die Strecke fortpflanzt, die dieser Zug im Anschluss bedient. Dies gilt es bestmöglichst zu vermeiden. Eine naheliegende Lösung des Problems scheint das Aufbrechen und eine Neuordnung der Umläufe im Betriebsablauf entsprechend der aktuellen Gegenbenheiten zu sein.

Im Rahmen der Graphentheorie lässt sich diese Neuordnung der Umläufe innerhalb eines Bahnhofs als ein Matchingproblem in einem einfachen bipartiten Graphen $G = (V, E) = (A \dot{\cup} D, E)$ mit $|A| = |D|$ abbilden. Entsprechend kann man es als *Minimale-Kosten-Fluss-Problem* aufbereiten:

$$\min \sum_{e \in E} c(e), \ \textit{so dass}$$

$$\begin{array}{rcll} \sum_{e \in \delta^+(s)} f(e) & = & |A| & \\ f(e) & \leq & 1 & \forall e \in E \end{array}$$

Mit Hilfe der graphentheoretischen Möglichkeiten lässt sich nun ein Algorithmus finden, der eine Neuordnung der Umläufe realisiert, indem er im erschaffenen Graphen einen maximalen Fluss mit minimalen Kosten sucht. Dafür bietet sich der Successive-Shortest-Path-Algorithm an.