

# Echtzeit-Störungsmanagement im Eisenbahn-Personenverkehr

## Beheben von Störungen im Personal-Einsatzplan durch den Einsatz von Heuristiken

Diplomand



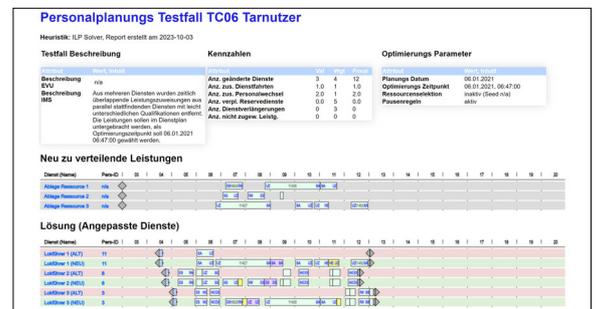
Ricardo Tarnutzer

**Problemstellung:** Im Eisenbahn-Personenverkehr treten täglich aus verschiedenen Gründen Störungen auf, deren schnelle Behebung von hoher Bedeutung ist. Angesichts der zunehmenden Komplexität im Eisenbahnwesen ist eine software-basierte Unterstützung für die Disponent\*innen der Eisenbahnverkehrsunternehmen unerlässlich. Ein weitverbreiteter Lösungsansatz in der Langzeitplanung (Fahrplanerstellung) ist die Entwicklung sehr grosser mathematischer Programmierungsmodelle mit Hunderttausenden von binären Entscheidungsvariablen, einer Zielfunktion und Tausenden von Nebenbedingungen. Diese Modelle werden dann mit einem (kommerziellen) Solver gelöst. Grundsätzlich ist dieser Ansatz auch für die Echtzeit-Ressourcendisposition im Störfall anwendbar. Das Problem mit diesem Ansatz ist allerdings, dass die Rechenzeiten bei grösseren Störungen sehr stark zunehmen können und somit nicht mehr praktikabel sind.

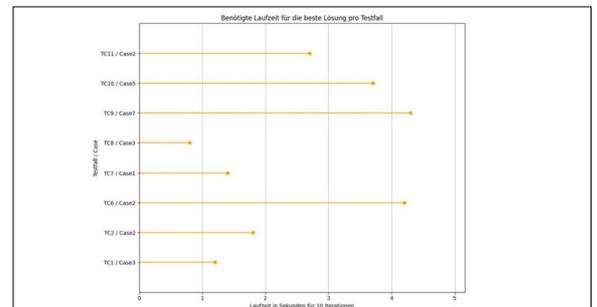
**Ziel der Arbeit:** Das Ziel dieser Arbeit besteht darin, Heuristiken zu entwickeln, die Störungen in Echtzeit und mit kurzer Laufzeit bearbeiten. Dabei werden mehrere Heuristiken ausgearbeitet und untereinander, sowie gegen den Solver getestet. Bei einem Störfall werden die Heuristiken und Kombinationen von Heuristiken aufgerufen, um mehrere Lösungen zu konstruieren. Die jeweils beste Lösung wird dann zurückgespielt. Die erzeugten Lösungen der Heuristiken zielen auf Schnelligkeit und akzeptable Qualität, müssen jedoch nicht optimal sein. Die Heuristiken werden anhand von Testfällen mit unterschiedlich komplexen Störungsszenarien getestet. Dabei sollen die Heuristiken auch grosse Testinstanzen lösen können, welche der Solver durch die mit der Problemgrösse immer schneller ansteigende Rechenzeit nicht mehr lösen kann.

**Ergebnis:** Die Ergebnisse zeigen, dass die entwickelten Heuristiken kleinere Testinstanzen in einer guten Qualität lösen. Auch bei grösseren Testinstanzen erweisen sie sich als sehr effektiv, wobei die Laufzeiten der Heuristiken überzeugen. Somit stellen die Heuristiken eine adäquate und besser skalierbare Alternative zum Solver dar und demonstrieren ihre Relevanz im Echtzeit-Störungsmanagement.

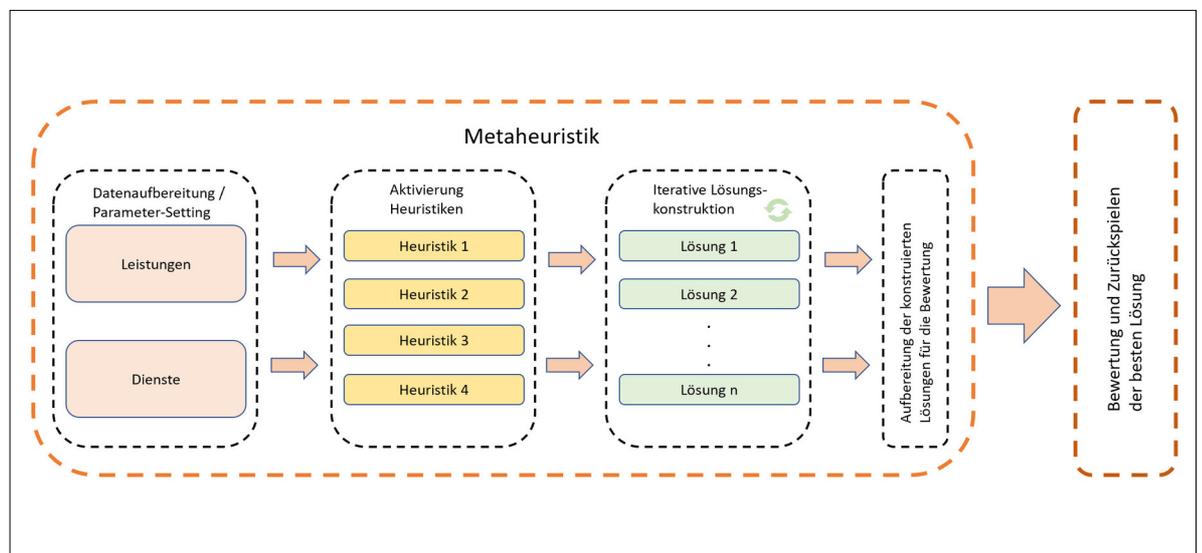
**Lösung von Testfall TC06, welcher vom Solver und von den Heuristiken gleichzeitig und global optimal gelöst wird**  
Institut für Modellbildung und Simulation OST



**Auswertung der Laufzeiten für das Finden der jeweils besten Heuristik-Lösung für die Validierungs-Testfälle**  
Eigene Darstellung



**Prozess der Lösungskonstruktion für das Finden der jeweils besten Heuristik-Lösungen**  
Eigene Darstellung



Referent  
Prof. Dr. Harold  
Tiemessen

Korreferent  
Fabian Leuthold

Themengebiet  
Organisation und  
Prozesse

Projektpartner  
Qnamic AG, Hägendorf,  
SO

