



Technische  
Universität  
Braunschweig

Institut für Mathematische Optimierung

FORSCHUNGSVERBUND E-MOTION – ENERGIEEFFIZIENTE MOBILITÄT

# Energieeffiziente Güterzugfahrpläne

Prof. Dr. Uwe Zimmermann  
Dipl.-Math. Oec. Frederik Fiand

## Die Herausforderung in der Praxis

Mit einem jährlichen **Traktionsenergiebedarf von über 4 TWh** ist der Schienengüterverkehr einer der größten deutschen Energieverbraucher. Bereits eine geringe relative Reduktion dieses gigantischen Energiebedarfs, würde die ökologische und ökonomische Bilanz des Schienengüterverkehrs signifikant verbessern.

Unser Anwendungspartner, die **Deutsche Bahn AG**, bewegt jährlich rund **330 Millionen Tonnen Güter** auf der Schiene. Auf einem Schienennetz mit einer Gesamtlänge von ca. **34.000 km** verkehren dabei täglich im Schnitt **4.742 Güterzüge**.

Bei der Abwicklung des Güterverkehrs ergeben sich zwei hochkomplexe Planungsprobleme:

- **Die Fahrlagenplanung:**

Die Entscheidung auf welchen Strecken, zu welchen Zeiten und mit welcher Fahrtdauer Güterzüge eingesetzt werden.

- **Die Güterzugzusammenstellung:**

Eine zulässige Zuordnung von Sendungen zu Zügen, sodass jede Sendung innerhalb eines vorgegebenen Zeitfensters vom Ort ihres Aufkommens zum Zielort transportiert wird.

Die Zielsetzung des Projekts *Optimierung energieeffizienter Güterzugfahrpläne bei Eisenbahnverkehrsunternehmen* ist es, oben genannte Problemstellungen integriert statt isoliert zu betrachten und Einsparpotentiale zu identifizieren.

Das Projekt ist Teil des Forschungsverbundes *E-Motion – Energieeffiziente Mobilität*, der das Ziel verfolgt, die Mobilität in Deutschland energieeffizienter zu gestalten.

## Modellierung und Verfahren

Die im Rahmen des Projekts entwickelten **Optimierungsmethoden** wurden der DB in Form des prototypischen Softwarepakets TRACS (Train Composition & Scheduling) zur Verfügung gestellt.

TRACS erlaubt dem Anwender sowohl die Optimierung der isolierten Güterzugzusammenstellung als auch eine integrierte Optimierung von Güterzugzusammenstellung und Fahrlagenplanung.

Kern der Optimierung ist dabei die Lösung von einem (oder mehreren) kompakt formulierten, ganzzahligen Programm(en) mithilfe kommerzieller Solver.

Der betrachtete Planungszeitraum beträgt i.d.R. eine Woche und das entstehende Modell ist aufgrund seiner Dimension zunächst einmal unbeherrschbar. Eine Modellreduktion lässt sich über ein maßgeschneidertes, mehrstufiges Preprocessing auf Basis kürzester-Wege-Berechnungen in zeitexpandierten Netzwerken erreichen.

Des Weiteren besteht die Möglichkeit für große, schwierig zu lösende Instanzen mittels eines Rolling Horizon Ansatzes zulässige Lösungen über die Zerlegung in leichtere Teilprobleme zu bestimmen.

Alle Methoden sind hochgradig parametrisierbar und erlauben dem Anwender auf vielfältige Art und Weise Einfluss auf den Optimierungsprozess zu nehmen.

## Kooperationspartner

Deutsche Bahn Mobility Logistics AG,  
Abteilung "Verkehrsnetzentwicklung und  
Verkehrsmodelle (GSV)", Frankfurt am Main,  
Ansprechpartner: Dr. Boris Krostitz



Mobility  
Networks  
Logistics

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung