



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie

transport logistic 2007

# Trassenbörse

Trassenbörse - Börsenorientierter Vertrieb von  
Fahrplantrassen des Schienenverkehrs

[www.bmwi.de](http://www.bmwi.de)

## Zielsetzung des Projekts Trassenbörse

- ▶ **Der Schlüssel zum Erfolg eines Transportsystems liegt in einer ökonomisch optimalen Nutzung der Infrastrukturkapazitäten**

Dieses Motto gilt nicht nur für Schiffe, Häfen und Lkw-Flotten, sondern insbesondere auch für die Eisenbahn.

Das Forschungsprojekt **Trassenbörse** entwickelt Prinzipien und Instrumente, um für die Nutzung des Schienennetzes

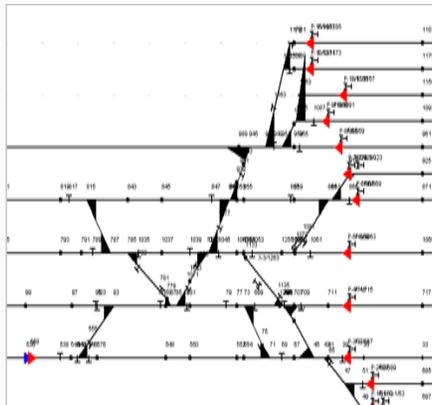
- ▶ mathematische Optimierungsverfahren
- ▶ und ökonomische Auktionsverfahren
- ▶ unter Beachtung bahnbetrieblicher Erfordernisse zum Einsatz zu bringen.



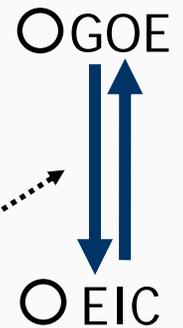
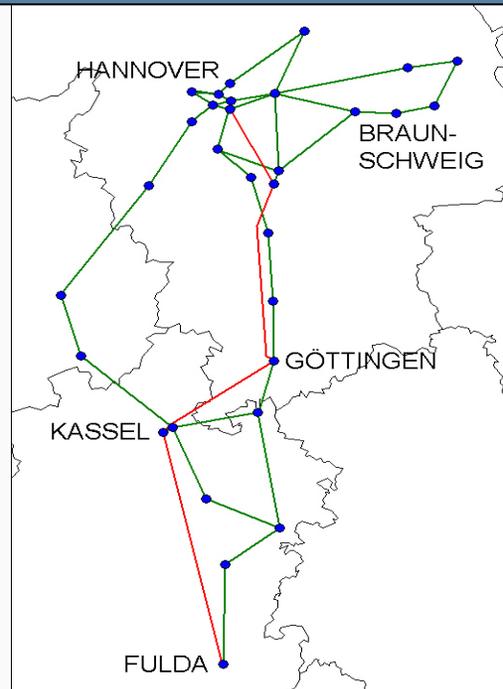
## Schritt 1: Bahnbetriebliche Realitäten adäquat abbilden

- ▶ Trassenmarkt und Optimierung finden statt auf einem vereinfachten, „makroskopischen“ Modell OPTRA für Schienennetz und Zugfahrweisen.

### Mikroskopisch (ein Knoten)



### Makroskopisch (Knoten und Kanten)



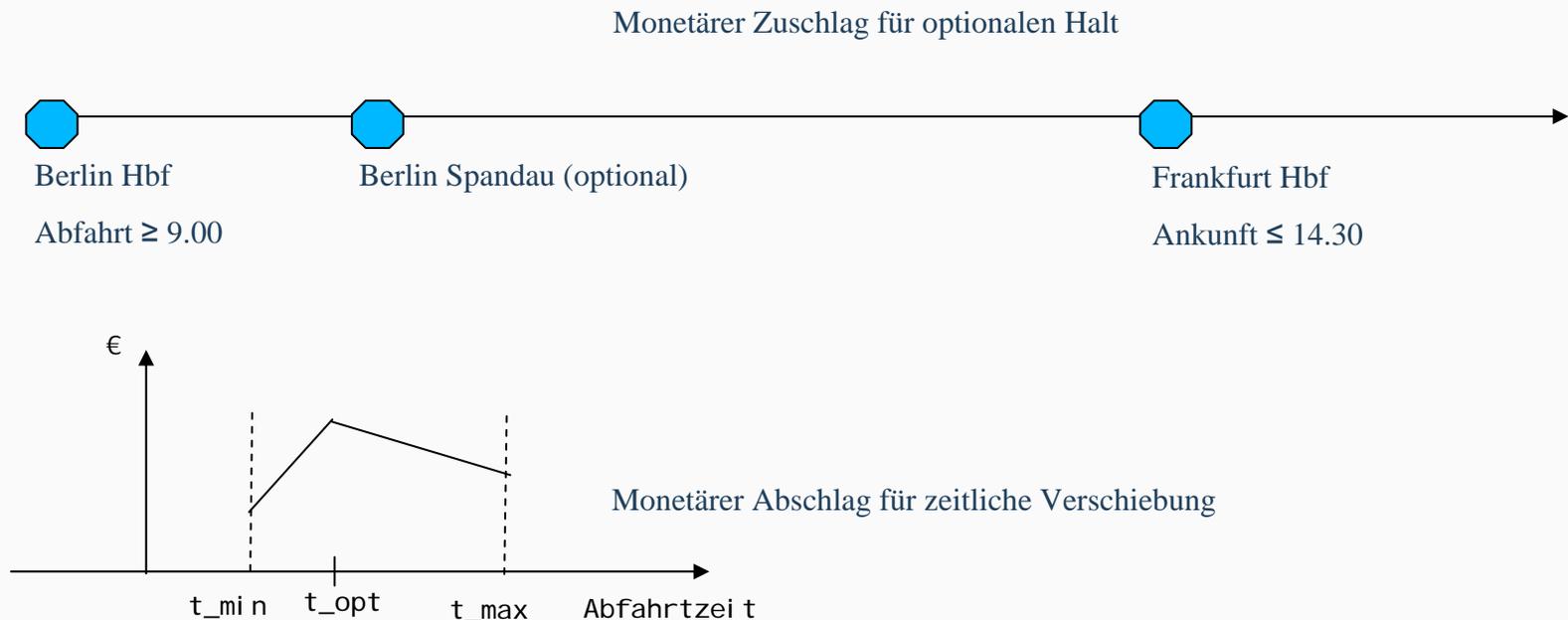
|     | ICE | RB | ICG |
|-----|-----|----|-----|
| ICE | 4   | 4  | 4   |
| RB  | 7   | 4  | 3   |
| ICG | 13  | 9  | 5   |

Mindestzugfolgezeiten plus Pufferzeiten zwischen unterschiedlichen Zügen (Sicherung der Konfliktfreiheit)

Ähnlich: Tabelle der Fahrtzeiten

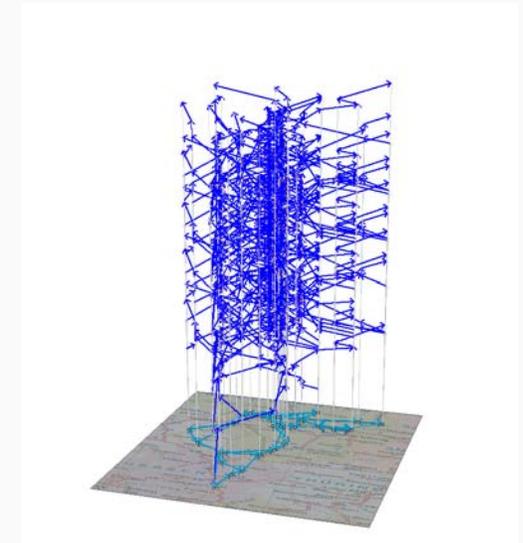
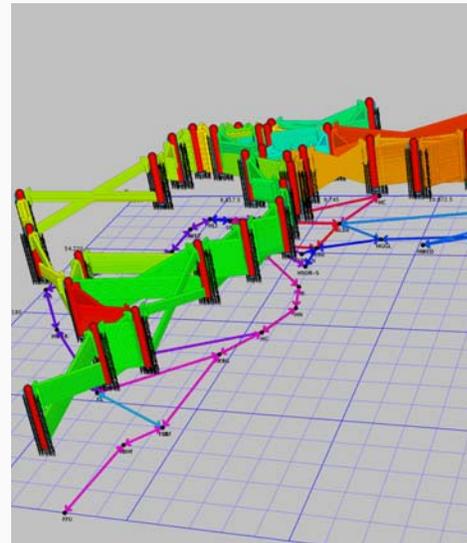
## Schritt 2: Trassenbestellungen (Gebote)

- ▶ Die Eisenbahnverkehrsunternehmen bestellen Trassen (= das Recht, mit Zug Z von A nach B zu einer bestimmten Zeit  $t$  zu fahren) – wie heute auch.
- ▶ Dazu gehört ein monetäres Gebot – mindestens der reguläre Trassenpreis.



## Schritt 3: Optimierung

- ▶ Das Programm TS-Opt sucht die **optimale Trassenallokation**: Diejenige konfliktfreie Kombination von Geboten (Trassen), die den Erlös des Netzes maximiert.
- ▶ Bestellungen, die zu dieser Kombination gehören, werden (vorläufig) zugeteilt.



Zeitliche und räumliche Flexibilitäten erlauben hohe Kapazitätsgewinne.

Die Menge der Möglichkeiten ist enorm – spezialisierte Mathematik kann sie dennoch stemmen.

## Auktion und andere Zuteilungsregeln, derzeitige Leistungsfähigkeit

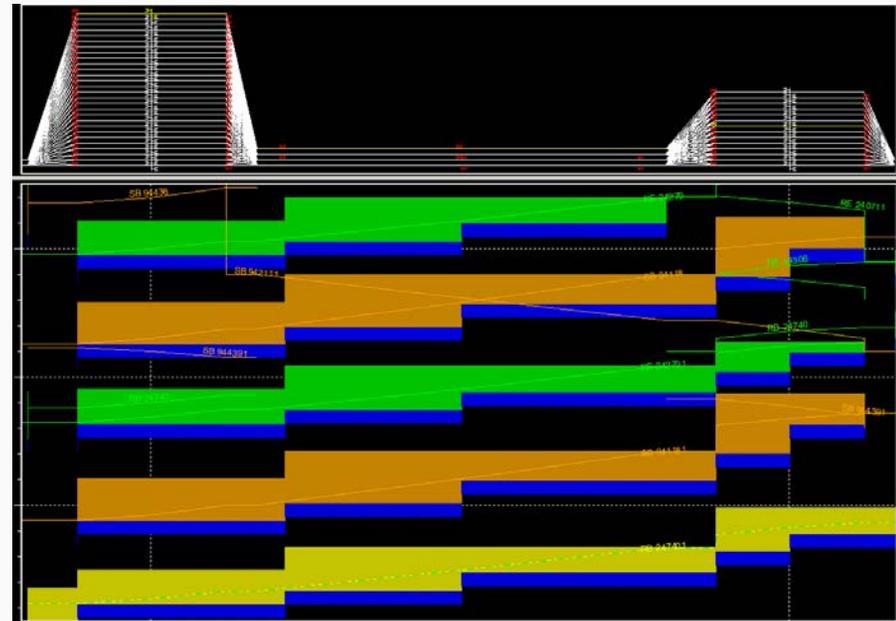
- ▶ In einer **Runden-Auktion** sind die Trassen-Zuteilungen zunächst vorläufig. Abgelehnte Besteller haben die Möglichkeit, ihre Gebote zu erhöhen. Erst wenn sie dies nicht mehr wollen, endet die Auktion und die Trassen-Zuteilungen werden endgültig.
- ▶ Abhängig von den gesetzlichen Vorgaben können auch **andere Zuteilungsregeln** verfolgt werden: Die Summe der Regelentgelte kann maximiert werden (§9 Abs.5 EIBV) oder die Zahl der Zugkilometer oder die Zahl der Züge auf dem Netz. Auch Prioritäten können berücksichtigt werden.



- ▶ **Leistungsfähigkeit** (Beispiel): Auf einem Teilnetz wurden von 1100 Geboten 700 Züge zugeteilt (4 Stunden Rechenzeit).
- ▶ Deutliche Steigerung der Leistungsfähigkeit durch algorithmische Fortschritte möglich.

## Schritt 4: Umsetzung in bahnbetrieblichen Fahrplan

- ▶ Die endgültig zugeteilten Züge bilden zusammen den „Netzfahrlagenplan“. Er muss mit Hilfe einer detaillierten „mikroskopischen“ Simulationssoftware in einen bahnbetrieblich ausführbaren Netzfahrplan umgesetzt werden.
- ▶ Dies geschieht im Projekt Trassenbörse mit Hilfe des Programms RailSys®, entwickelt von IVE und RMCon.
- ▶ Aus dem Zusammenspiel der makro- und mikroskopischen Modelle können wichtige Erkenntnisse für die Fortentwicklung der Verfahren gewonnen werden.



Hannover Hainholz

Hannover Hbf

Streckenfahrplan mit mikroskopischer Streckendarstellung (oben) und Zeit-Weg-Diagramm sowie Sperrzeitentreppen für geplante Züge (unten).

## Ausführende



FG Wirtschafts- und Infrastrukturpolitik (WIP), TU Berlin: Prof. Kay Mitusch, Dr. Andreas Brenck, Dr. Andreas Tanner, Benedikt Peter  
km@wip.tu-berlin.de  
www.wip.tu-berlin.de



FG Schienenfahrwege und Bahnbetrieb (SFWBB), TU Berlin: Prof. Jürgen Siegmann, Sören Schultz  
jsiegmann@railways.tu-berlin.de  
www.railways.tu-berlin.de



Zuse Institut Berlin (ZIB): Prof. Martin Grötschel, Dr. Ralf Borndörfer, Thomas Schlechte  
groetschel@zib.de, borndoefer@zib.de  
www.zib.de



Institut für Verkehrswesen, Eisenbahnbau und -betrieb (IVE), Leibniz Universität Hannover: Prof. Thomas Siefer, Marc Klemenz, Andreas Gille  
siefer@ive.uni-hannover.de  
www.ive.uni-hannover.de



Ilgmann, Miethner, Partner (IMP): Dr. Gottfried Ilgmann, Klemens Polatschek  
g.ilgmann@gmx.de  
www.g-ilgmann.de



Rail Management Consultants GmbH (RMCon): Andreas Henkel, Dr. Dirk Hauptmann, Steffen Pockrandt  
Andreas.Henkel@rmcon.de  
www.rmcon.de