

---

---

## Kurzfassung

---

Name: Felix Roeper

Thema: Konzeption einer dezentralen Vernetzung im Schienenverkehr zur intermodalen Reisendenstromlenkung

Betreuer: Prof. Dr. Ing. Manfred Boltze  
M. Sc. Kim Gillich  
M. Sc. Danny Wauri

---

Aufgrund von Störfällen und Unregelmäßigkeiten im Betriebsablauf kommt es im Schienenverkehr oft zu Verspätungen. Um in diesen Situationen die Zufriedenheit der betroffenen Reisenden nicht zu gefährden, ist es nötig eine optimale Lenkung dieser zu gewährleisten.

Grundvoraussetzung optimaler Lenkung ist die möglichst optimale Vernetzung aller an der Reisendenstromlenkung im Schienenverkehr beteiligten Akteure incl. der die Vernetzung der Reisendenstromlenkung unterstützenden Systeme.

Zur Herstellung möglichst optimaler Lenkungsbedingungen gehört auch die umfassende Weitergabe von störfallrelevanten Informationen an die betroffenen Reisenden unter Einbeziehung aller dazu vorhandenen Medien - sei es während eines Störfalls mit dem Angebot alternativer Transportmöglichkeiten oder bereits vor Reiseantritt auf einer durch Störfälle beeinträchtigten Route.

Es gibt Störfälle, die einen Transport von Reisenden innerhalb des Verkehrssystems Bahn unmöglich machen. Eine intermodale Reisendenstromlenkung - also die Lenkung der Reisendenströme über mehrere Verkehrsträger hinweg - soll es den betroffenen Reisenden in diesen Fällen ermöglichen, trotz des Störfalls ihr gewünschtes Reiseziel zu erreichen. Dies bedingt nicht nur eine gute Vernetzung der Akteure innerhalb des Verkehrssystem Bahn, sondern gleichermaßen eine ebensolche mit Verkehrsunternehmen über unterschiedliche Verkehrsträger hinweg.

Um eine derartige Vernetzung konzipieren und herstellen zu können, muss in einem ersten Schritt untersucht werden, welche Akteure innerhalb des Verkehrssystems Bahn auftreten, wie diese vernetzt sind und schließlich die Reisendenstromlenkung im Bereich des Schienenverkehrs funktioniert.

Als die wichtigsten Akteure sind dabei die Eisenbahnverkehrsunternehmen und Eisenbahninfrastrukturunternehmen anzusehen - aber auch Mobilitäts- oder Vertriebsdienstleister spielen in Bezug auf die Bereitstellung von Informationsmedien bzw. des bahnhofsinternen Service eine wichtige Rolle.

Die Eisenbahnverkehrsunternehmen stellen durch ihr Verkehrsmittel den Reisenden eine Verkehrsdienstleistung zur Verfügung. Im Falle von Störungen im Regelbetrieb informieren sie die davon betroffenen Reisenden - im Bereich der DB AG über das sog. „Reisendeninformationssystem“- und disponieren ihre Züge in einem beschränkten Rahmen.

Mit diesem System können Reisende gezielt im Zug, am Bahnhof oder Internet über aktuelle Störfälle oder Verspätungen informiert werden - gleichzeitig bietet es dem Disponenten des Eisenbahnverkehrsunternehmens ein Werkzeug an, das für ihn gezielt Strategien zur Bewältigung des Störfalls aussucht. Sollte dabei der Störfall oder die gewählte Strategie Auswirkungen auf andere Züge haben, muss sich der Disponent des Eisenbahnverkehrsunternehmens mit den entsprechenden dafür zuständigen anderen Disponenten abstimmen, bevor die Strategie eingesetzt wird.

Als Strategie wird hierbei ein Bündel von Maßnahmen verstanden, das a) dazu dient, schnellst möglich den oder die betroffenen Züge zum Regelbetrieb zurückzuführen und b) die betroffenen Reisenden über den Störfall und dessen mögliche Auswirkungen zu informieren.

---

Eisenbahninfrastrukturunternehmen als weiterer zentraler Bestandteil der Vernetzung bieten als Verkehrsdienstleistung den Betrieb der Schieneninfrastruktur an und sind darüber hinaus für deren Wartung zuständig. Als Betrieb wird in diesem Zusammenhang die Steuerung der Anlagen innerhalb der Schieneninfrastruktur verstanden – das Einstellen der Fahrstraßen, Schalten von Signalen und die Disposition der Züge im Störfall.

Für die Disposition von Zügen ist es wichtig, sowohl die aktuelle Lage der Züge als auch den Verkehrsfluss innerhalb eines Bereichs zu kennen, denn nur dann kann eine geeignete Strategie eingesetzt werden, die die Störfallauswirkung auf den Betrieb abmildert und den Regelbetrieb schnellstmöglich wiederherstellt. Um dies zu gewährleisten, gibt es zum Beispiel im Bereich der DB Netz AG verschiedene Leitsysteme, die den Disponenten die aktuelle Betriebslage auf einem Bildschirm darstellen, Strategien vorschlagen und bei Einsatz einer Strategie dem Disponenten einen Dispositionsfahrplan erstellen.

Bei Störfällen, die das Steuern der Schieneninfrastruktur notwendig machen, muss also die einzusetzende Strategie zwischen den Eisenbahnverkehrsunternehmen und dem Eisenbahninfrastrukturunternehmen abgestimmt werden – zu diesem Zweck sind die Leitstellen der beteiligten Unternehmen polyzentrisch miteinander vernetzt.

Dies gilt auch für die Leitstellen von einzelnen Eisenbahnverkehrsunternehmen untereinander, denn, wenn z.B. ein Abbringerzug auf verspätete Reisenden in einem Zubringerzug warten muss, ist die Abstimmung der jeweils verantwortlichen Disponenten untereinander unabdingbar.

Der in diesem Kontext gebrauchte Begriff der „polyzentrischen Vernetzung“ bedeutet die Vernetzung von zwei oder mehreren Strategie- und Steuerzentralen miteinander, um so im Störfall den Einsatz einer geeigneten Strategie abzustimmen, wenn diese Auswirkungen auf zwei oder mehrere Bereiche hat. Neben der polyzentrischen Vernetzung können noch „monozentrische“ und „lokale“ Vernetzungen zum Einsatz kommen, sowie aus den drei bislang erwähnten Grundformen der Vernetzung gebildete Mischformen.

Um also im Störfall gezielt Strategien einzusetzen, sind die Verkehrsunternehmen im Verkehrssystem Bahn untereinander polyzentrisch vernetzt. Die Steuerungsabstimmung erfolgt hierbei auf Grundlage von annähernd gleichen Daten durch eine eigenständige Steuerung mit Abgleich. Die dann nötige Information der betroffenen Reisenden erfolgt über und während des Störfalls bzw. des Einsatzes einer Strategie durch das Reisendeninformationssystem.

Um im nächsten Schritt eine polyzentrische Vernetzung zur intermodalen Reisendenstromlenkung zu konzipieren, werden die wichtigsten Akteure für eine solche Beteiligung analysiert. Nach deren Abschluss wird zwischen den Leitstellen der Eisenbahnverkehrsunternehmen und den Leitstellen der einzelnen anderen Verkehrsunternehmen eine polyzentrische Vernetzung konzipiert.

Für die so konzipierte Vernetzung wird im Anschluss daran eine geeignete Form der Steuerungsabstimmung diskutiert und in die Grundform integriert. Nachdem die Grundform der Vernetzung festgelegt und eine Steuerungsabstimmung integriert ist, ist der Großteil der organisatorisch-institutionelle Anforderungen an eine Vernetzung erfüllt.

Zur noch präziseren Ausgestaltung der Vernetzung werden im Anschluss zusätzlich weitere organisatorisch-institutionelle Anforderungen an die polyzentrische Vernetzung definiert und beschrieben. So werden a) Anforderungen für die Zusammenarbeit der einzelnen Verkehrsunternehmen zur Einrichtung einer polyzentrischen Vernetzung definiert und b) Anforderungen für die Zusammenarbeit der Verkehrsunternehmen beschrieben, die sich auf die Entwicklung von Strategien und die Reihenfolge der Einrichtung von Arbeitsgruppen zur Strategieentwicklung beziehen.

---

Weiter werden noch konzeptionell-funktionale und technisch-physische Anforderungen definiert, wobei erstere vor allem für die konzeptionell-funktionalen Abläufe gelten. Diese Definition umfasst Anforderungen und Kriterien für Teilprozesse innerhalb der konzeptionell-funktionalen Abläufe, die den erfolgreichen und schnellen Einsatz einer Strategie im Rahmen eines konzeptionell-funktionalen Ablaufs messbar machen sollen.

Auf technisch-physischen Ebene werden vor allem Anforderungen für die Datenverarbeitung, -aufbereitung und -verteilung definiert. Die Anforderungen resultieren hierbei direkt aus den konzeptionell-funktionalen Anforderungen und den Anforderungen, die die Reisenden an eine intermodale Reisendenstromlenkung stellen.

Zum Schluss wird die konzipierte Vernetzung anhand ausgewählter Störfälle getestet und dabei untersucht, inwieweit die für die Reisenden im Vorhinein definierten Anforderungen an eine intermodale Reisendenstromlenkung und eine Reisendenstromlenkung innerhalb des Verkehrssystem Bahn erfüllt werden können.

Generell betrachtet ist die polyzentrische Vernetzung von Verkehrsunternehmen zur intermodalen Reisendenstromlenkung eine Verbesserung des Service für die Reisenden und kann es Verkehrsunternehmen wie z.B. der Deutschen Bahn ermöglichen, in Störfall- bzw. Streiksituationen die Reisenden mittels alternativer Verkehrsmittel ihr gewünschtes Reiseziel erreichen zu lassen. Die dazu erforderliche Ausgestaltung der benötigten Vernetzung lässt sich dabei je nach Erfolg intensivieren oder zurückschrauben. Letztendlich ist der Kostenfaktor die entscheidende Größe.

---

---

## Abstract

---

Name: Felix Roeper

Topic: Design of a Decentralised Interconnection in Rail Transport  
for Intermodal Traveller Guidance

Advisor: Prof. Dr. Ing. Manfred Boltze  
M. Sc. Kim Gillich  
M. Sc. Danny Wauri

---

In case of disturbances and irregularities in the operation it often comes to delays in the rail transport. Not to jeopardize the satisfaction of the affected travelers in these situations it is urgently necessary to ensure the optimal guidance.

Basic requirement of ideal guidance is the optimal networking all of the involved actors in traveler's guidance of the rail transport including the supporting systems.

To produce the as much as possible optimal steering conditions also belongs the full transfer of disturbing information to the affected travelers in consideration of all available media. Such as with the offer of alternative transport facilities during a disturbance or already before start of travelling on a by disturbances affected route.

There are disturbances which make a transport of passengers impossible within the traffic system which uses the railroad. The intermodal traveler guidance, the steering of traveler flows over several transport carriers, should make it possible to reach the passengers destination despite of any disturbance. This not only causes a good networking of all the involved actors in the traffic system which the railroad use but equally the same with traffic companies over different transport carriers.

To conceive and produce such a networking, in the first step it has to be examined which actors occur within the transport system "Bahn", as they are crosslinked and the traveler guidance ultimately works.

At this point the most important actors are the railway companies as well as the railway infrastructure companies, but also the mobility and the sales service providers play an important role. In relation to the provision of the information media respectively of the train station services. The railway companies provide a transport service by their transport means to the travelers.

In case of disturbances in regular operation they inform the affected passengers about the passenger's information system, in the area of the "DB AG" and they dispose their trains in a limited frame. With this system, the passengers can be specifically informed about the actual disturbances or delays in the train, at the train station or via internet. At the same time, it provides the expeditor of the railway company a tool, which specifically searches a strategy to cope the disturbance. Should the disturbance or the chosen strategy have impacts on other trains, the expeditor has to coordinate with the other responsible expeditors, before the strategy is used.

As a strategy, here we understand a bundle of measures which a) serve to lead back the affected trains to the control operation and b) inform the affected passengers about the possible effects of the disturbance. As a further central component, the railway infrastructure companies serve the operation the rail infrastructure as a transport service and are additionally responsible for their maintenance.

In this context, the operator is the control of the systems within the rail infrastructure, the setting of the driveway, the switch of signals and the disposition of the trains in disturbances. For the disposition of trains, it is important to know the actual location of the trains as well as the traffic flow within the area, because only then it can be used a suitable strategy which alleviate interference to the operation

---

and restore the control mode as soon as possible. To ensure this, there are for example in area of the “DB Netz AG” different control systems, which represent the actual operating situation on a screen, suggest strategies and create a schedule for the expeditor.

In case of any disturbances who make the control of the railway infrastructure necessary, the to be used strategy has to be voted between the railway company and the railway infrastructure company. To this end the control centers of the involved companies are polycentric crosslinked with each other.

This also applies for the control centers of single railway companies among themselves, because if par example one train is waiting for the delayed passengers of the other train, the adjustment of each responsible expeditors is indispensable.

The in this context used term of the „polycentric networking“ means the networking between two or several strategy and control centrals, to vote about a suitable strategy in case of disturbances, if these have effects of two or several areas. Next to the polycentric networking there are also used monocentric and local networkings, as well as mixing molds of the already mentioned basic forms.

In order to insert strategies in case of disturbances, the railway companies are polycentric crosslinked with each other. The agreement happens on basis of nearly same data by independent control with adjustment. Necessary information of the affected passengers happens by and during the disturbance, respectively using a strategy, by the traveler’s information system.

To conceive a polycentric networking to an intermodal travel guidance in the next step, the most important actors should be studied for such an involvement. Afterwards between the control centers of the railway companies and the control centers of the traffic companies has to be conceived a polycentric networking.

Following this for such a conceived networking it has to be discussed a suitable form of control regulation and it has to be integrated into the basic form. After the basic form of the networking got established and the control regulation got integrated, most of the organizationally and institutional requirements are made.

To clarify design of the networking, additionally more organizationally and institutional requirements are defined and will be described. Further there will be conceptual-functional and technical-physical requirements defined. This definition encompasses requirements and criteria for subprocesses within the conceptual-functional sequences, which are intended to make the successful and rapid use of a strategy measurable in the context of a conceptual-functional sequence.

At the technical-physical level, requirements for data processing, preparation and distribution are defined. The requirements result directly from the conceptual-functional requirements. Finally, the designed network is tested based on selected malfunctions. It is investigated whether the requirements for the traveler are met for an intermodal traveler guidance.