
DISS ETH NO. 21473

Prognose der Dauer von Störungen des Bahnbetriebs

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER WISSENSCHAFTEN

der

ETH ZÜRICH

vorgelegt von

STEFFEN SCHRANIL

Diplom-Ingenieur, TU Dresden
geboren am 30. Dezember 1984
in Deutschland

Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. Ulrich Weidmann

Prof. Dr.-Ing. Arnd Stephan

2013

Zusammenfassung

Die Spurgebundenheit der Bahnsysteme führt zu einer komplexen Betriebsführung, die sich insbesondere im Störfall offenbart. Diese Arbeit soll gemäss der übergeordneten Forschungsfrage zum besseren Umgang mit prinzipiell unvermeidbaren Bahnstörungen beitragen. Besonders in hoch belasteten Bahnnetzen kommt der Bahnbetriebsführung eine Schlüsselrolle zu. Daher war es ein erstes Teilergebnis, einen generischen Störungsbegriff zu entwickeln, auf dessen Grundlage das Störungsgeschehen in den verschiedenartigen Bahnsystemen konsistent beschrieben werden kann.

Eine jede Störungsprognose setzt eine Ereignisdiagnose voraus und muss mit verbleibenden Unsicherheiten adäquat umgehen. Der Informationsstand wird im Ereignisverlauf fortlaufend nachgeführt. Je zuverlässiger Prognosen im Störfall erfolgen, umso grösser wird die Beherrschbarkeit etwaiger Ereignisse und umso geringer fallen ihre betrieblichen Folgewirkungen aus. Gleichzeitig lassen sich die Unannehmlichkeiten für die Endkunden minimieren. Dies trägt zur weiteren Attraktivitätssteigerung von Bahnsystemen bei.

Diese Dissertation entwickelt ein generisches Verständnis von betrieblichen wie technischen Störereignissen, unabhängig von der jeweiligen technischen und betrieblichen Ausgestaltung des Bahnsystems. Der Einsatz von ungeplanten Ressourcen ist zentraler Gegenstand des Störungsverständnisses: Störungen werden daher als unerwartete Änderung des Ressourceneinsatzes aufgefasst.

Abstrahiert man die Bahnproduktion, so treten starke Ähnlichkeiten in Bezug auf die Industrieproduktion zu Tage. Es lassen sich in dieser Betrachtung Analogien zu anderen Wissenschaftsdisziplinen aufzeigen und für die Methodenwahl synergiestiftend nutzen. Diese Abstraktion unterstützt die Störungsanalyse ebenso wie die Evaluation möglicher Entstörungsvarianten. Die vorliegende wissenschaftliche Arbeit trifft an vielen Stellen bewusst konzeptionelle Aussagen zur Ableitung der geeigneten Aspekte für die Störungsprognose. Umfangreiche Fallstudien verifizieren die Aussagen der einzelnen Kapitel mit empirischem Datenmaterial diverser Bahnsysteme. Hinter dem realen Störungsgeschehen werden stochastische wie prozessuale Muster herausgearbeitet.

Die Kombination aus statistischen Analysen und prozessualen Aspekten ermöglicht die Einbindung konkreter Einzelinformationen in die Störungsprognose. Eine ständige Kalibrierung der Prognoseergebnisse mit zusätzlich gewonnenem Wissen bleibt bis zur erfolgreichen Rückführung in den Regelbetrieb erforderlich. Als Folgeprozesse der Prognose werden die betriebliche Disposition, die technische Intervention und die Ereigniskommunikation sowohl innerbetrieblich als auch gegenüber dem Endkunden herausgearbeitet sowie im Prognosekontext vertieft. Das Aufstellen eines generischen Prognoseprozesses nebst dem Aufzeigen dazu erforderlicher Inputparameter rundet diese Dissertation ab.

Abstract

The guiding device of railway systems leads to a complex operational management, particularly shown in cases of disturbances. According to the overarching research question this work aims to contribute to better deal with in general unavoidable rail operation disturbances. Especially in highly loaded rail networks, railway operations management gets a key importance. Therefore, it was a first research result to develop a generic understanding of disturbance term that can be used to consistently describe various disturbances in different railway systems.

Each disturbance forecast assumes a diagnostic event and has to deal adequately with remaining uncertainties. The information level becomes continuously increased during the event history. The more reliable disturbance forecasts occur, the greater the incident controllability and the less their operational consequences. In getting this, inconvenience of the end users can be minimized. This contributes to further increasing the attractiveness of rail systems.

This thesis develops a generic understanding of operational and technical fault events regardless of the technical and operational development of the rail system. The unplanned use of resources is the central purpose of disturbance understanding: disturbances are considered as an unexpected change in the use of resources.

The abstraction of rail operation management offers strong similarities concerning the industrial production. This approach shows analogies with other scientific disciplines and allows using synergies for the choice of methods in this analysis. Therefore the abstraction supports fault analysis as well as the evaluation of possible interference suppression variations. The present research work gives many conceptual statements to derive the appropriate aspects of the disturbance forecast. Larger case studies verify the statements of each chapter with empirical data material of various rail systems. Behind the real disturbance events stochastic and procedural patterns are worked out.

The combination of statistical analyzes and procedural aspects allows the integration of specific information items in the disturbance forecast. A permanent calibration of the forecast results with additional acquired knowledge is required to successfully return to scheduled operation. Operational dispatching, technical intervention as well as the internal and customer event communication are identified as the central outcome processes and deepened in forecasting context. The conception of a generic forecasting process in addition to demonstrating the required input parameters concludes this thesis.