



Kurzfassung der Dissertation

Konzeption und Umsetzung eines Instrumentariums zur Ermittlung der spezifischen Kosten von integrierten Eisenbahnunternehmen in Abhängigkeit der Betriebsleistung

Verfasser: Sven Hietzschold

In der vorliegenden Dissertationsschrift wurde ein Instrumentarium zur Untersuchung der Zusammenhänge von Eisenbahnbetrieb, Infrastruktur und Kosten bei integrierten Eisenbahnunternehmen konzipiert und entwickelt.

Fragestellungen zu dieser Thematik wurden bereits in einigen Forschungsarbeiten behandelt. Die Auswertung dieser Arbeiten zeigte allerdings, dass Ergebnisse häufig nicht als absolute (Zahlen-) Werte angegeben wurden, angewendete Methoden und Eingangsdaten nicht veröffentlicht wurden und eingesetzte Softwarelösungen ungeeignet bzw. zu komplex für Grundsatzuntersuchungen unter Kosteneinbeziehung und vielfältiger Auswertungen sind.

In der vorliegenden Dissertation wird der Fokus auf die integrierte Untersuchung der Aspekte Eisenbahnbetrieb, Systemauslegung und Kostenermittlung gelegt. Diese gemeinsame und quantitative Betrachtung von sonst für sich betrachteten Aspekten des Eisenbahnsystems weist allerdings eine höhere Komplexität als bei abgegrenzten Untersuchungen auf. Besonders die Überlagerung von Einzeleffekten kann zu unerwarteten Ergebnissen führen.

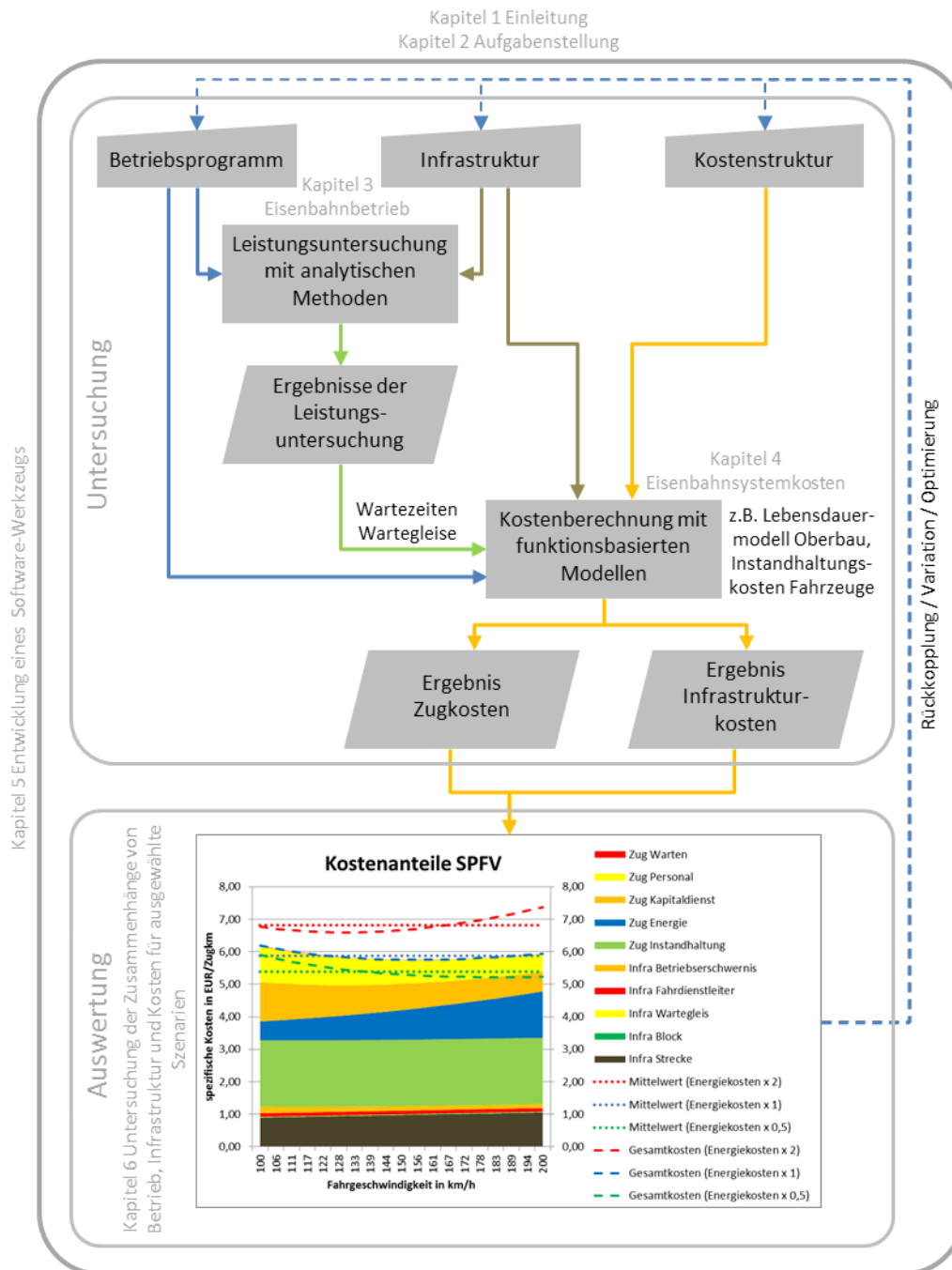
Aus dem Blickwinkel integrierter Unternehmen wird das Bahnsystem aus Sicht der Infrastruktur und aus Sicht der Erbringung der Betriebsleistung betrachtet. Durch die gesamthafte Modellierung ist es möglich, das Kostenminimum für das Eisenbahnsystem zu ermitteln, um am Verkehrsmarkt gegenüber den anderen Verkehrsträgern volkswirtschaftlich wettbewerbsfähig zu sein. Es besteht aber auch die Möglichkeit, die begrenzten Sichtweisen des Eisenbahninfrastrukturunternehmens (EIU) oder des Eisenbahnverkehrsunternehmens (EVU) einzunehmen.

Untersuchungsgegenstand ist die Durchführung eines (variierbaren) generischen Betriebsprogramms auf einer (variierbaren) generischen Eisenbahnstrecke. Reale Eisenbahnstrecken und Fahrpläne wurden bewusst ausgeschlossen, weil die im Fokus stehenden grundsätzlichen Zusammenhänge häufig durch lokale und betriebliche Besonderheiten überdeckt oder zumindest beeinflusst werden.

Um die wesentlichen Wirkungszusammenhänge von Infrastruktur, Zugbetrieb und Kosten quantitativ ermitteln zu können und klare Aussagen zu erzielen, wurden nur die wesentlichen eisenbahnbetrieblichen Zusammenhänge modelliert sowie nur die wesentlichen Kosten einbezogen. Für die Abbildung einzelner Komponenten wurde teilweise auf fachliche Ansätze anderer Arbeiten zurückgegriffen (z.B. Betriebserschwerungskosten), teilweise wurden Zusammenhänge selbst funktionalisiert und handhabbar gemacht (z.B. Lebensdauer des Oberbaues).

Konzeption und Umsetzung eines Instrumentariums zur Ermittlung der spezifischen Kosten von integrierten Eisenbahnunternehmen in Abhängigkeit der Betriebsleistung

Die nachfolgende Abbildung zeigt das Vorgehen bei der Untersuchung und Auswertung von Fragestellungen sowie die Struktur der Arbeit.



Der gegenwärtige Entwicklungsstand erlaubt die Untersuchung von artreinem Verkehr sowie Mischverkehr mit zwei Zuggattungen auf einer generischen Eisenbahninfrastruktur. Die Zugfahrten werden auf einem, im Ein-Richtungsbetrieb befahrenen, Richtungsgleis einer zweigleisigen Eisenbahnstrecke durchgeführt. Derzeit sind drei Zuggattungen modelliert (Schienenpersonennahverkehr, Schienenpersonenfernverkehr und Schienengüterverkehr). Diese unterscheiden sich durch Zugmasse, Zuglänge, Geschwindigkeit und die Kostensätze. Die wesentlichen Infrastrukturparameter sind Blocklänge, Überholbahnhofabstand und die Kostensätze für alle Infrastrukturkomponenten.

Es wurden nur diejenigen Infrastrukturkomponenten modelliert, die für die Durchführung des Betriebsprogramms direkt benötigt werden und insofern in direkter Beziehung dazu ste-

hen. Kostenkomponenten, die hauptsächlich von der Topografie und Besiedlung abhängen (Erd- und Ingenieurbauwerke) sowie Verkehrsbauten wurden, um den Umfang der Arbeit nicht zu sprengen, nicht modelliert. Das gilt es bei der Interpretation der absoluten Infrastrukturkosten zu berücksichtigen, so dass im gegenwärtigen Entwicklungsstadium eine Eignung vornehmlich für vergleichende Untersuchungen unter denselben Topografie-Bedingungen gegeben ist.

Ein wesentlicher Aspekt der Arbeit war die Schaffung des Instrumentariums, weil in der Phase der Konzeption der Arbeit deutlich wurde, dass existierende Fachsoftware zu viele Restriktionen aufweist, als dass die Untersuchungen in der gewünschten Form hätten durchgeführt werden können. Das entwickelte Softwaretool erlaubt es, Berechnungen elegant durchzuführen (z.B. Variation einer oder mehrerer Eingangsgrößen in beliebigen Wertebereichen in einem einzigem Rechendurchgang), Berechnungsmethoden beliebigen Detaillierungsgrades einzusetzen sowie das System zu verfeinern und zu erweitern. Durch die Implementierung des Softwaretools als MS Excel-Applikation können alle Möglichkeiten, die Excel zur Weiterverarbeitung und Darstellung von Daten bietet, ohne Zusatzaufwand eingesetzt werden.

Zur Verifikation der Modellierung des Eisenbahnbetriebs wurde das Softwaretool zum Nachweis der Einsatztauglichkeit der etablierten eisenbahnbetriebswissenschaftlichen Software Strele gegenübergestellt. Die Vergleichsrechnungen zeigen, dass das entwickelte Tool für die vorgesehenen Zwecke der Kostenabschätzungen und Sensitivitätsuntersuchungen mit dem vorliegenden Modellierungsniveau der eisenbahnbetriebswissenschaftlichen Zusammenhänge gut eingesetzt werden kann. Eine Plausibilisierung der Kostenergebnisse des Tools zeigt, dass der vorliegende Modellierungszustand geeignet ist, die angestrebten grundlegenden Untersuchungen der komplexen Zusammenhänge von Eisenbahnbetrieb, Systemauslegung und Kosten durchzuführen.

Die Anwendung des Tools auf verschiedene Fallbeispiele kommt zu dem Ergebnis, dass für praxisnah konfigurierte Strecken und Betriebsprogramme etwa ein Kostenverhältnis von 30 % Infrastrukturkosten zu 70 % Zugkosten vorliegt, wobei sich hier die reduzierte Infrastrukturmodellierung natürlich bemerkbar macht. Infrastrukturell bedeutsam sind Streckenkosten und Betriebserschwerungskosten. Bei den Zugkosten bilden Instandhaltungskosten, Energiekosten und der Kapitaldienst den Hauptanteil, Personalkosten fallen dahinter zurück. Wartekosten weisen nur bei starker Streckenauslastung eine gewisse Bedeutung auf.

Die durchgeführte Sensitivitätsanalyse lässt erkennen, dass sich der Einfluss einzelner Eingangsgrößen für verschiedene Systemzustände bzw. Einstellungen quantitativ grundsätzlich unterscheiden kann. Je komplexer das System, desto schwieriger ist es, Wirkungszusammenhänge „vorherzusehen“. Das Tool unterstützt und vereinfacht entsprechende Untersuchungen. Ein komplexer Verlauf eines Kostengraphen kann etwa durch eine Aufschlüsselung der Untersuchung auf die einzelnen Kostenkomponenten nachvollziehbar werden.

Durch die integrierte Betrachtung wird implizit ein Verständnis für die Strukturen des gesamten Bahnsystems geschaffen. Das im Tool abgebildete System wird besonders bezüglich der innewohnenden kostenrelevanten Wirkungsmechanismen untersucht, wodurch Kostentreiber identifiziert werden können. Es wird ermittelt, wie diese Komponenten auf Veränderungen von Eingangsgrößen reagieren.

Mit dem geschaffenen Instrumentarium können dann zum Beispiel nachfolgende Fragestellungen vergleichsweise aufwandsarm untersucht werden:

- Welche gemeinsame Kostenstruktur weisen ein konkret konfigurierter Eisenbahnstreckenabschnitt und ein darauf durchgeführtes Betriebsprogramm auf? Wie entwickeln sich die Kosten bei veränderter Streckenbelastung?
- Welche Kostenstrukturen und -unterschiede weisen Personenverkehr und Güterverkehr auf?
- Wie werden die Fahrwegkosten durch die Betriebsbelastung beeinflusst?
- Welche Zusammenhänge bestehen zwischen der Qualität des Betriebsablaufs und den Kosten?
- Wie beeinflusst die Zugmischung die spezifischen Kosten?
- Welche Einflüsse können Baukostenkostenzuschüsse oder veränderte Energie- bzw. Personalkosten auf die Gesamtkosten ausüben?