



Prof. Dr. Paul Wittenbrink, Lörrach

## Systemkostenvergleich Straße und Schiene im Güterverkehrsbereich

Eine systematische Betrachtung der Kostenstrukturen

Angesichts steigender Verkehrs- und Umweltbelastungen wird der Ruf nach Verlagerungen von Transporten von der Straße auf die Schiene immer größer. Dabei ist die Verlagerung kein Selbstzweck, geht es doch letztendlich um den optimalen Einsatz der Verkehrsträger. Was hierbei jedoch *optimal* im Sinne eines volkswirtschaftlichen Ansatzes ist, ist nicht zuletzt von den Kostenstrukturen der Verkehrsträger abhängig.

Der folgende Beitrag setzt sich mit diesen Kostenstrukturen auseinander, um darauf aufbauend einen kostenbezogenen Systemvergleich durchzuführen. Dabei geht es weniger um die externen, nicht über den Marktmechanismus berücksichtigten Kosten. Der Schwerpunkt des Beitrages liegt vielmehr bei den rein betriebswirtschaftlichen Kosten, die sich aus Nutzersicht zeigen. Dabei kann der Autor auf die Erfahrungen bei verschiedenen Forschungsvorhaben und Beratungsprojekten zu Kostenanalysen zurückgreifen, die er gemeinsam mit der hwh Gesellschaft für Transport- und Unternehmensberatung ([www.hwh-transport.de](http://www.hwh-transport.de)) durchgeführt hat.

### Kostenstrukturen des Lkw

Die *Lkw-Fahrzeugkosten* lassen sich grundsätzlich in vier Hauptgruppen unterscheiden (Abb. 1). Während die variablen, kilometerabhängigen Kosten wesentlich von der Einsatzintensität abhängen, sind die Personalkosten

und die fixen Kosten weitgehend zeitabhängig. Hinzu kommen noch die Gemeinkosten für die Disposition, das Personalmanagement et cetera. Die Bedeutung dieser Kostengruppen ist sehr unterschiedlich. So machen die Personalkosten bei den Nahverkehren mehr als 50 Prozent der Kosten aus. Im Fernverkehr stellen hingegen die variablen Kosten den größten Kostenblock dar. Die jeweiligen Anteile sind jedoch wesentlich von dem Einsatzzweck und den tatsächlichen Kosten abhängig. Im Folgenden werden kurz die wesentlichen Positionen beschrieben [1].

Die *Beschaffungskosten* bilden die Grundlage für zwei wesentliche zeitabhängige Aufwandsarten, den Abschreibungen und den Zinsen. Neben dem Motorfahrzeug sind noch die Anhänger beziehungsweise die Auflieger bei der Kalkulation zu berücksichtigen. Während ein einfacher Sattelanhänger etwa 37 000 Euro kostet (Listenpreis), ist der Tiefkühlauflieger schon doppelt so teuer. Dieser ist hingegen nur halb so teuer wie ein Tankauflieger. Demnach beträgt das Verhältnis Sattel-Kühl-Tank ungefähr 1 zu 2 zu 4.

In der Summe kostet also sowohl ein Gliederzug mit Anhänger als auch als Sattelzug mit Auflieger ohne Spezialaufbauten rund 100 000 bis 110 000 Euro. Der tatsächliche Preis ist jedoch sehr von der tatsächlichen Ausstattung, der Abnahmemenge und der Marktlage abhängig und kann mit Zusatzausstattung auch über 120 000 Euro liegen.



DER AUTOR

Prof. Dr. Paul Wittenbrink (47) ist seit 2006 Professor für Transport und Logistik an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg in Lörrach und Gesellschafter der hwh Gesellschaft für Transport- und Unternehmensberatung mbH in Karlsruhe ([www.hwh-transport.de](http://www.hwh-transport.de)). Mit der hwh führt er Forschungsvorhaben durch, begleitet Verlagerer sowie Transport- und Logistikunternehmen bei ihrer Strategieentwicklung und entwickelt und implementiert Kostenrechnungs- und Controllingssysteme für Bahn-, Lkw und Busverkehre. Nach dem Studium der Volkswirtschaftslehre und der Promotion war Wittenbrink mehr als zwölf Jahre in verschiedenen Führungspositionen bei Güterbahnen tätig, zuletzt als Mitglied der Geschäftsleitung der SBB Cargo AG in Basel.

### Kraftstoffkosten machen ein Drittel der Gesamtkosten aus

Eine entscheidende Größe für die Fahrzeugkosten ist der durchschnittliche *Kraftstoffverbrauch* des Fahrzeugs, der bei einem Fernverkehrsfahrzeug im Durchschnitt bei rund 32 bis 34 Liter liegt und zirka ein Drittel der Gesamtkosten ausmacht. Der Kraftstoffverbrauch, und damit auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen, hängen neben der Fahrzeugkonfiguration erheblich von der Fahrweise, den Einsatzzwecken und der Routenstruktur ab. So verbraucht ein Nahverkehrsfahrzeug durch die ständigen Stoppes wesentlich mehr Treibstoff als ein Fernverkehrsfahrzeug mit gleicher Leistung, das im Wesentlichen die Autobahn nutzt. Zudem haben das Gesamtgewicht des Fahrzeugs (inklusive Ladung), die Durchschnittsgeschwindigkeit und die Topographie der Strecken (Gebirge, Flachland) erhebliche Auswirkungen auf den Treibstoffverbrauch.

### Ein weiteres Drittel machen die Fahrerkosten aus

Der zweite große Kostenblock sind die *Fahrerkosten*, die bei einem Fernverkehrsfahrzeug ein Viertel bis ein Drittel der Gesamtkosten ausmachen. Die Jahresbruttolöhne für Lkw-Fahrer liegen zwischen 25 000 und



Abb. 1: Hauptkostengruppen der Fahrzeugkostenrechnung [2].



30 000 Euro. In Ausnahmefällen können diese jedoch auch darüber liegen. Sofern es sich um ausländische Fahrer handelt, sind die Fahrerkosten zum Teil erheblich niedriger. Angesichts des wieder zunehmenden Lkw-Fahrermangels ist in Zukunft, zumindest für deutsche Fahrer, mit weiteren Steigerungen zu rechnen.

### Steigende Personalkosten

Zusätzlich ist ein so genannter Personalfaktor (zum Beispiel 12,5 Fahrer für 10 Fahrzeuge) zu berücksichtigen, weil die Fahrer durch Urlaub, Krankheit et cetera nicht jeden (Fahrzeug-)Tag zur Verfügung stehen. Auch dieser Wert wird in Zukunft angesichts zunehmender Stauzeiten und konsequenter Überwachung der Lenk- und Ruhezeiten eher ansteigen. Zusätzlich sind noch die Kosten für die Reifen, die Kfz-Steuer, die Versicherungen, die Reparaturkosten und die Kommunikationskosten (Handy et cetera) festzulegen. Die Reparaturkosten hängen erheblich von der Altersstruktur und der Beanspruchung der Fahrzeuge ab.

Abgerundet wird die Kalkulation durch Annahmen zum Verwaltungs- und Wagniszuschlag. Die Verwaltungskosten betragen je nach Struktur des Transportunternehmens 10 bis 20 Prozent der Gesamtkosten (ohne Maut). Zusätzlich sollte ein Wert für die Wagnisse berücksichtigt werden, was viele Transportunternehmen unterlassen.

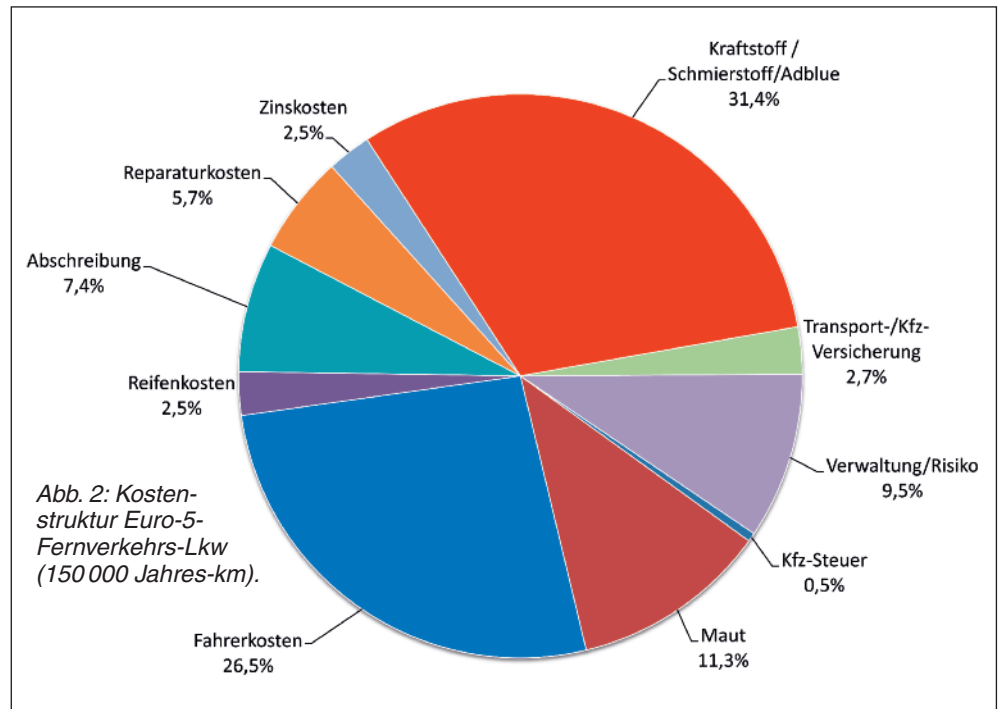
### Kostenstruktur Lkw

Abbildung 2 zeigt zusammenfassend die Kostenstruktur eines 40-t-Lkw der Emissionsklasse Euro 5 bei Annahme eines Kraftstoffpreises von 1,20 Euro (ohne MwSt.) je Liter Diesel dar. Die Struktur zeigt, dass jeweils rund dreißig Prozent der Kosten aus den Personal- und Kraftstoffkosten resultieren, während die Zins- und Abschreibungskosten weitere zehn Prozent und die Mautkosten etwa elf Prozent der Gesamtkosten ausmachen.

### Kostensensitivität

Tabelle 1 veranschaulicht zusammenfassend die Wirkung einer Veränderung einzelner Kostenpositionen auf die Gesamtkosten. So führt eine Erhöhung der Fahrerkosten um zehn Prozent zu einer Erhöhung der Gesamtkosten um 3,3 Prozent, eine entsprechende Kaufpreiserhöhung jedoch nur zu einer Kostenerhöhung von rund einem Prozent.

Als Folge der hohen Gesamtkostenanteile dieser Kosten ist der Effekt von Kostenveränderungen bei den Treibstoff- und Personalkosten am höchsten. Das sind jedoch auch die Kosten, die in den letzten Jahren am meisten gestiegen sind und bei denen auch für die Zukunft eine entsprechende Entwicklung erwartet wird. Eine mittlere Wirkung haben Mautsatzveränderungen und Variationen der Anschaffungskosten. Die Kfz-Steuer und die Zinskosten haben nur vergleichsweise geringe Wirkungen auf die Gesamtkosten.



### Kostenstrukturen der Schiene

Auch die Kosten im Schienengüterverkehr sind in den vergangenen Jahren erheblich gestiegen. So hat sich aufgrund erhöhter Anforderungen an das technische Management von Güterwagen die Vorhaltung von Güterwagen je nach Wagengattung deutlich verteuert. Weiterhin sind die Energiepreise auf einem Allzeithoch. Schließlich führen die derzeitige Lokführerknappheit und der allgemeine Mangel an Fachkräften zu einer weiteren Steigerung der Lohnkosten. Angesichts dieser Kostensteigerungen ist eine fundierte Kostenrechnung ein wesentlicher Erfolgsfaktor für Eisenbahnverkehrsunternehmen, liegt doch bekanntlich die Umsatzrendite bei Traktionsleistungen bei wenigen Prozentpunkten, so dass schon kleine Ungenauigkeiten bei der Kalkulation über den Erfolg des Transports entscheiden können. Aber auch für Verlader wird die Kostentransparenz immer wichtiger, sehen diese sich doch angesichts der Kostensteigerungen

**Auswirkung der Veränderung einzelner Kostenpositionen auf die Gesamtkosten Lkw.** Tabelle 1

Kostenposition	Gesamtkostensteigerung bei Erhöhung der Kostenposition um +10 % bei
Anschaffungskosten Lkw	1,00 %
Maut	1,40 %
Kfz-Steuer	0,10 %
Kraftstoffkosten	3,90 %
Personalkosten	3,30 %

zunehmend mit Preiserhöhungen der EVU konfrontiert.

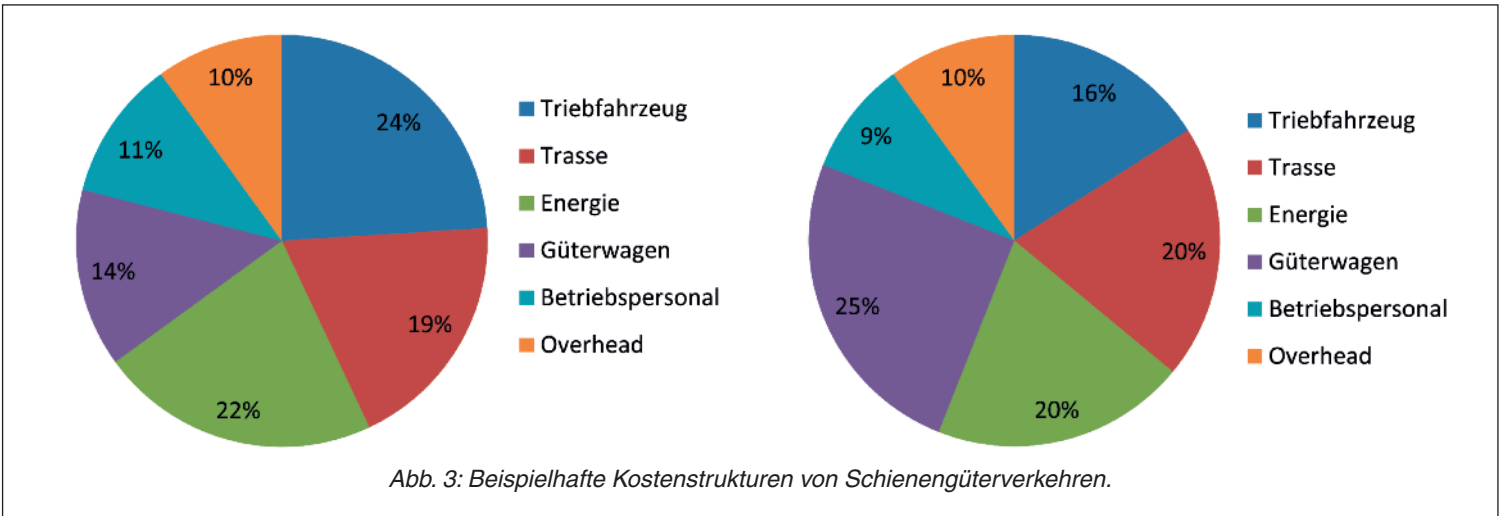
Die hwh Gesellschaft für Transport- und Unternehmensberatung [3], Karlsruhe, hat sowohl für den Schienenverkehr als auch für Lkw-Transporte umfassende Kostenkalkulationstools auf Excel- und Access-Basis entwickelt und begleitet EVU und Verlader bei der Implementierung dieser Systeme. Im Folgenden wird am Beispiel eines Transports mit Standardwagen die Kalkulation eines Schienentransports vorgestellt. Dabei besteht das Ziel dieser Ausführungen weniger darin, die konkreten Zahlen vorzustellen, vielmehr steht die Kostenrechnungsmethodik im Mittelpunkt, da es bei der tatsächlichen Kalkulation immer auf die transport- und unternehmensspezifischen Werte ankommt.

### Kostenstruktur des Schienentransports

Abbildung 3 zeigt die *Kostenstruktur eines Schienentransports*, wie sie für viele Ferntransporte zutrifft. Dabei werden die direkten Betriebskosten insbesondere durch die Trassen- und Energiekosten sowie die Kosten für die Ressourcen Triebfahrzeuge, Güterwagen und Betriebspersonale beeinflusst. Zur Steuerung der Verkehre und des Unternehmens fallen zusätzliche Kosten im Bereich des Overheads für Disposition, Vertrieb sowie die allgemeine Verwaltung an.

### Triebfahrzeugkosten größter Kostenblock

Der größte Kostenblock sind mit meist über 20 Prozent in der Regel die *Triebfahrzeugkosten*, die vom Lokomotivtyp, der Motorisierung und vom Alter abhängen. Weiterhin ist es entscheidend, ob die Lokomotive im Eigenbesitz (Abschreibung, Finanzierung) ist oder ange-



mietet wurde. Schließlich müssen bei der Kostenanalyse Wartungs- und Instandhaltungs- sowie Revisionskosten berücksichtigt werden. Einen entscheidenden Einfluss auf die Triebfahrzeugkosten hat die Produktivität, also der zeitliche Anteil, den die Lokomotive in einem Auftrag eingesetzt wird oder stillsteht und somit nicht produktiv genutzt wird. Die Erfahrung zeigt, dass viele ehemalige Staatsbahnen zwar Größenvorteile beim Triebfahrzeugeinkauf realisieren können. Gleichzeitig erreichen diese jedoch zum Teil eine im Vergleich zu Privatbahnen geringere Produktivität, wodurch die Einkaufsvorteile nicht selten mehr als kompensiert werden.

### 20 Prozent sind Trassenkosten

Die *Trassenkosten* für die Infrastrukturnutzung der staatlichen Schieneninfrastruktur machen rund 20 Prozent der direkten Betriebskosten aus und können über die jeweiligen Leistungskataloge der Infrastrukturanbieter in der Regel einfach berechnet werden. Auch die Infrastrukturkosten beispielsweise für das Befahren von Hafenanlagen sind über die jeweiligen Nutzungsbedingungen einfach zu identifizieren.

### Energiekosten machen ebenfalls 20 Prozent aus

Ein weiterer wesentlicher Kostenblock sind die *Energiekosten*, deren Anteil ebenfalls bei rund 20 Prozent der direkten Betriebskosten liegt. Die Berechnung der Energiekosten erfolgt in der Regel über die Bildung von durchschnittlichen Energieverbrauchswerten je Triebfahrzeugbauart sowie über Zuggewichtsklassen und Streckenkategorien (hügelig, flach).

In Abhängigkeit von den gefahrenen Verkehren (Langstrecken vs. Kurzstrecken, Spezialwagen vs. Standardwagen etc.) ergibt sich jeweils eine andere Kostenstruktur für die Verkehre. Ist die Kostenstruktur ermittelt und in einem Kalkulationsmodell dargestellt, können Sensitivitätsanalysen durchgeführt werden (Tabelle 2).

Bei der vorgestellten Kalkulation handelt es sich um eine Vollkostenrechnung. In der Praxis sind darüber hinaus auch *Deckungsbeitragsrechnungen* notwendig, insbesondere dann, wenn freie (Rest)-Kapazitäten genutzt werden können. Dabei bieten sich auch stufenweise Deckungsbeitragsrechnungen an, aus denen ersichtlich wird, mit welchen Verkehren und auf welcher Deckungsbeitragebene das Eisenbahnverkehrsunternehmen positive beziehungsweise negative Deckungsbeiträge erzielt. Verfügt das Unternehmen über die entsprechenden Informationen, ist eine wesentliche Grundlage für professionelle Preisverhandlungen geschaffen, sei es auf Seiten des EVU oder des Verladere.

### Systemkostenvergleich Straße/Schiene

Nachdem nun die grundsätzlichen Kostenstrukturen der beiden Verkehrsträger vorgestellt wurden, werden in Abbildung 4 in einer vereinfachten schematischen Darstellung die grundsätzlichen Kosten Straße/Schiene in Abhängigkeit von der Transportentfernung dargestellt. Dabei zeigt der Schnittpunkt mit der Vertikalachse die jeweiligen Fixkosten und die Steigung der Kostenfunktionen die Grenzkosten beziehungsweise die variablen Kosten an.

### Auswirkung der Veränderung einzelner Kostenpositionen auf die Gesamtkosten Ferntraktion

	Gesamtkostensteigerung bei Erhöhung der Kostenposition um +10% bei
Triebfahrzeugkosten	2,60 %
Trassenkosten	1,92 %
Güterwagenkosten	1,56 %
Energiekosten	2,51 %
Personalkosten	1,20 %

### Schiene mit hohen Fixkosten und geringen Grenzkosten

So sind die Fixkosten des Lkw ( $K_f$  Lkw) geringer als die Fixkosten des Systems Schiene ( $K_f$  Bahn). Entscheidend sind beim Lkw die variablen Kosten, die sich insbesondere durch Kraftstoffkosten und – soweit flexibel einsetzbar – die Personalkosten ergeben. Die Schiene ist mit weitaus höheren Fixkosten konfrontiert, insbesondere durch die hohen Lok- und Güterwagenkosten. Hat der Zug sich jedoch in Bewegung gesetzt, sind die Grenzkosten beziehungsweise variablen Kosten für die weiteren Kilometer geringer als beim Lkw, maßgeblich beeinflusst durch die im Vergleich zum Lkw geringeren Energie- und Personalkosten.

### Kostendegressionseffekte der Schiene

Ab einer bestimmten Entfernung kann die Schiene so große Kostendegressionseffekte realisieren, dass der Kostennachteil höherer Fixkosten durch die geringeren variablen Kosten kompensiert wird und sich die Schiene kostengünstiger darstellt als der Lkw (Modal Split 1). Wo dieser Punkt genau erreicht ist, lässt sich nicht genau sagen, hängt dies doch neben der Distanz auch von dem Aufkommen und der Regelmäßigkeit der Transporte ab.

So kann die Schiene im Einzelfall auch schon auf kurzen Distanzen wettbewerbsfähig sein und zwar dann, wenn eine hohe Massenleistungsfähigkeit (Aufkommen) gefordert wird oder es sich um sehr regelmäßige Transporte handelt (zum Beispiel mehrmals täglich). Diese Fälle stellen jedoch im Transportsystem eher eine Ausnahme dar, so dass die Distanz in den meisten Fällen den entscheidenden Faktor darstellt. Im Allgemeinen kann davon ausgegangen werden, dass die Transportentfernung im Gleisanschlussverkehr mindestens 200 bis 300 km betragen muss, damit sich der Einsatz der Schiene lohnt. Handelt es sich um Kombinierten Verkehr, bei dem noch hohe Kosten für den Vor- und Nachlauf per Lkw anfallen, erhöht sich diese Mindestdistanz schnell auf 400 km und mehr.





## Inter- und intramodaler Wettbewerb

Betrachtet man nun den Schnittpunkt *Modal-Split 1*, so muss die Schiene bis zu diesem Entfernungsbereich mit dem Lkw konkurrieren und steht im *intermodalen Wettbewerb*. Dies trifft für weite Teile des Einzelwagenverkehrs zu. Ab dieser Entfernung (und auch einem höheren Aufkommen) ist nicht mehr der Lkw der Hauptkonkurrent, da die Systemvorteile der Schiene überwiegen. In diesem Fall lohnt es sich jedoch für weitere Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) in den Markt einzutreten, so dass sich der maßgebliche Wettbewerb nicht mehr zum Lkw sondern *intramodal*, also zwischen den EVU, abspielt.

## Quersubventionierung notwendig?

Dieser Fall kann insbesondere bei Gruppenverkehren, das heißt einem gebündelten Transport von Einzelwagen sowohl auf Versand- als auch auf Empfangsseite, insbesondere aber auch im Ganzzugverkehr auftreten. Zuweilen wird von ehemaligen Staatsbahnen, die große Einzelwagensysteme betreiben, argumentiert, dass durch den infolge der Liberalisierung verstärkten Wettbewerb im intramodalen Bereich die Gewinne gesunken sind mit der Folge, dass eine Quersubventionierung des intermodalen Verkehrs, zum Beispiel der Einzelwagensysteme, nicht mehr möglich ist.

Ohne an dieser Stelle auf die Argumentation im Einzelnen einzugehen, sei dazu jedoch

angemerkt, dass eine *Quersubventionierung* in einem regulierten Marktumfeld vielleicht eine mögliche Strategie ist. In einem liberalisierten Marktumfeld kann dies jedoch keine nachhaltige Strategie sein, da diese zwangsläufig durch ein Cherry-Picking (Rosinen-Picken) von Wettbewerbern unterhöhlt wird, indem sich diese lukrative und durch die Quersubventionierung überbeuerte Verkehre herausuchen und der „Rest“ bei den bisherigen Anbietern „hängenbleibt“.

Wird das Marktergebnis, das ist konkret in diesem Fall der Modal-Split, der den Anteil der Verkehrsträger charakterisiert, aus volkswirtschaftlicher oder politischer Sicht nicht akzeptiert, weil zum Beispiel durch den Transport mit der Schiene im Vergleich zum Lkw geringere negative externe Effekte gesehen werden, kann die Verkehrspolitik die Kostenstrukturen der Schiene beeinflussen, indem beispielsweise die Trassenpreise gesenkt, Terminalbauten oder Gleisanschlüsse subventioniert oder – wie im großen Stil in der Schweiz für den alpenquerenden kombinierten Verkehr praktiziert – Betriebsabgeltungen bezahlt werden. In diesem Fall reduzieren sich die Kosten entsprechend, was sich in Abbildung 4 durch eine Verschiebung der Kostenfunktion nach unten zeigt [5]. Im Ergebnis resultiert ein neuer Schnittpunkt der Kostenfunktionen Lkw und Schiene (Modal-Split 2), bei dem die Schiene im Vergleich zur Situation mit den Systemkosten 1 schon bei geringeren Distanzen wettbewerbsfähig wird.

## Subventionierung oder Besteuerung?

Dabei stellt sich jedoch immer die Frage, ob es besser ist, die Verkehrsträger, die geringere negative externe Effekte verursachen, zu subventionieren, oder ob es nicht vielmehr sinnvoll ist, jeden Verkehrsträger mit den gesamten volkswirtschaftlichen Kosten, also sowohl den internen als auch den externen, zu belasten, was eine vollständige Internalisierung negativer externer Effekte impliziert. Geht man davon aus, dass der Transport per Lkw mit weitaus höheren negativen externen Effekten verbunden ist als der Bahntransport, würden sich die Lkw-Kosten entsprechend verteuern, was in Abbildung 4 zu einer Verschiebung der Lkw-Kostenfunktion nach oben führen würde, und ein neuer Modal-Split mit einem höheren Schienenanteil resultieren würde.

## Literatur/Anmerkungen

- [1] Zu den Details vgl. Wittenbrink, Paul (2010), Transportkostenmanagement im Straßengüterverkehr, Wiesbaden
- [2] Darstellung des Autoren in Anlehnung an Fiedler, Jörg (2007): Fahrzeugkostenrechnung und Kalkulation, in: Lohre, Dirk (2007), Praxis des Controllings in Speditionen, Frankfurt, S. 74.
- [3] Vgl. [www.hwh-transport.de](http://www.hwh-transport.de).
- [4] Darstellung des Autoren auf Basis eines Gespräches mit der SBB Cargo AG.
- [5] Streng genommen sind verschiedene Arten von Verschiebungen möglich. So wird es, je nachdem, ob die Subventionierung zu einer Reduzierung der Fixkosten oder der variablen Kosten führt, zu einer Parallelverschiebung der Kurve bzw. zu einer veränderten Steigung kommen.

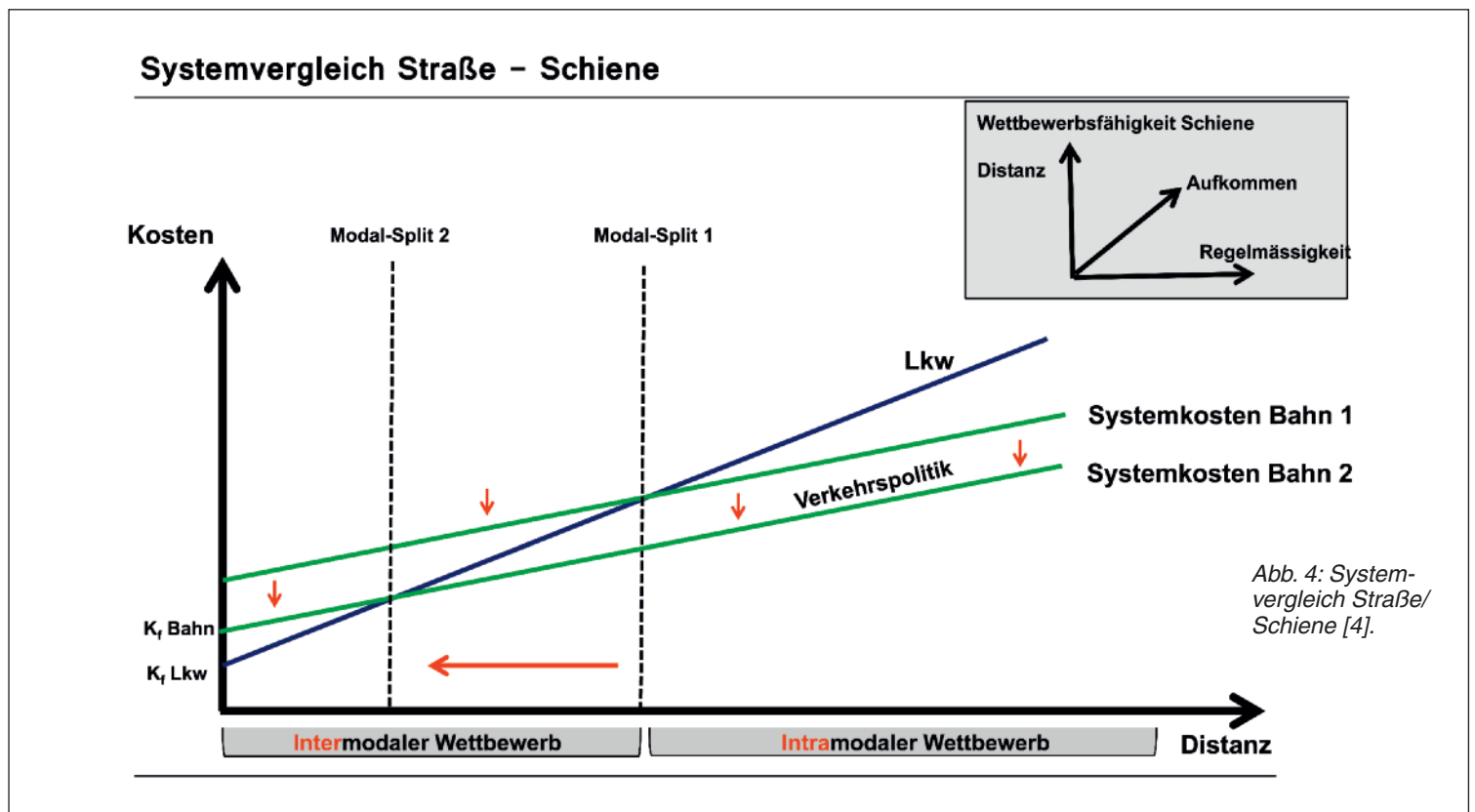


Abb. 4: Systemvergleich Straße/Schiene [4].