

Intermodales Verkehrsmanagement am Flughafen – ökonomische Wirkungen auf die Eisenbahn

Die intermodale Verknüpfung verschiedener Verkehrsträger ist am Verkehrsknoten Flughafen besonders wichtig, da die Flugpassagiere mit Ausnahme von Umsteigepassagieren immer mit einem anderen Verkehrsträger zum bzw. vom Flughafen reisen. Das Verpassen eines Fluges hat zumeist große negative Auswirkungen für die Reisenden. Intermodales Verkehrsmanagement, insbesondere im Sinne der Anschlusssicherung, hat daher einen hohen Stellenwert und ist in dem Projekt Optimode.net Gegenstand der Forschung des Deutschen Zentrums für Luft und Raumfahrt e.V. (DLR).

DLR-PROJEKT OPTIMODE.NET

Flughäfen sind selten das eigentliche Ziel der Reise, stellen aber einen wichtigen intermodalen Verkehrsknoten dar, an dem unterschiedliche Verkehrsträger zusammenkommen. Sie sind damit die Schnittstelle zwischen bodengebundenen Verkehren und dem Luftverkehr. Wird die komplette „Door to Door“ – Reisekette einer Person betrachtet, so wird deutlich, dass die höchste Effizienz dieser Kette nicht erreicht werden kann, wenn der Fokus auf einzelnen Teilen der Reise liegt. Die Verlinkung zwischen den einzelnen Transportmodi in den verschiedenen Phasen hat ein hohes Maß an Bedeutung. In diesem Artikel werden nach einer Erläuterung der Methoden, Modelle und Ziele des DLR-Projekts Optimode.net insbesondere die ökonomischen Wirkungen des intermodalen Verkehrsmanagements auf die Eisenbahninfrastruktur- und -verkehrsunternehmen untersucht.

Im Forschungsprojekt Optimode.net wird vom DLR ein innovativer Ansatz erforscht um die Konzepte des A-CDM (Airport Collaborative Decision Making) [1] und TAM (Total Airport Management), die die Flughafen- und Terminalprozesse betrachten, zu erweitern, indem die bodengebundenen Zubringerverkehre mit in das Flughafenmanagement integriert werden [2]. Zur Abbildung der kompletten „Door to Door“ – Reisekette wurde eine integrierte Simulationsumgebung entwickelt, die aus einzelnen spezialisierten Simulationswerkzeugen kombiniert ist. Eine detaillierte Beschreibung der Simulationsumgebung ist unter [3] zu finden. Diese Umgebung deckt 24 Stunden eines Tages ab, um das typische Verkehrsaufkommen eines kompletten Tages abzubilden und erlaubt regulative Managementeingriffe während des gesamten Zeitraums. Für das Szenario werden drei Flughäfen unterschiedlicher Größe und deren Zubringerverkehre simu-



Benedikt Scheier M.Sc.
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Institut für Verkehrssystemtechnik,
Abteilung Bewertung des Verkehrs
Benedikt.Scheier@dlr.de



Dipl. Inform. Florian Rudolph
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Institut für Flughafenwesen und
Luftverkehr, Abteilung Flughafen-
forschung
Florian.Rudolph@dlr.de



Dr. rer. pol. Janina Scheelhaase
Leiterin der Forschungsgruppe
„Luftverkehrsökonomie“
Institut für Flughafenwesen und
Luftverkehr, Abteilung Luftver-
kehrsforschung
Janina.Scheelhaase@dlr.de

Alle: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) e.V.

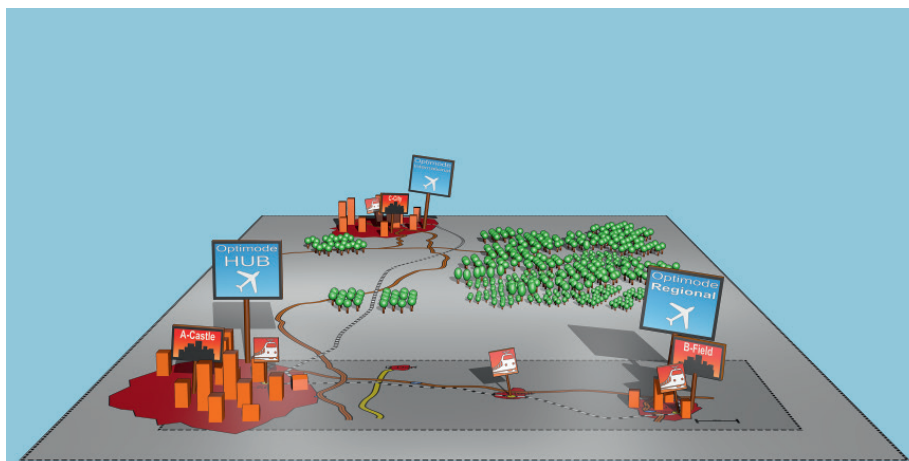


BILD 1: Darstellung der Städte und Verbindungen der „optimode.net Modellwelt“ (Quelle: DLR)

liert. Die Flughäfen liegen an den Städten „A-Stadt“, „B-Hausen“ und „C-Burg“, die über ein Straßennetz und Schienenverkehre miteinander verbunden sind (Bild 1). Die größte Stadt ist A-Stadt mit über einer Million Einwohnern und einem internationalen Drehkreuz, B-Hausen hat ca. 250 000 Einwohner und einen Regionalflughafen. C-Burg hat etwa 500 000 Einwohner und der Flughafen entspricht der Größe eines mittleren internationalen Flughafens. Das gesamte Szenario ist dabei an eine real existierende Region angelehnt.

Das Simulationsmodell für das internationale Drehkreuz der A-Stadt hat annahmegemäß ein Verkehrsaufkommen von 40

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für DLR /
 Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten

genehmigt von DVV Media Group, 2018

Millionen Passagieren pro Jahr, verteilt auf 400 000 Flüge, und verfügt über vier Terminals. Bei dem Flughafen in B-Hausen sind es 192 000 Passagiere und 35 000 Flüge pro Jahr. Den Flughafen in C-Burg nutzen etwa 16 Millionen Passagiere verteilt auf 160 000 Flugbewegungen. Für die Berücksichtigung der relevanten Aspekte des landseitigen Flughafenmanagements wurden verschiedene Abstraktionsstufen in der Simulationsumgebung implementiert. So sind für die luftseitige Betrachtung im Projekt die Ankunfts- und Abflugzeiten der Flugzeuge ausreichend. Zur Evaluierung der Flughafenprozesse werden jedoch die Charakteristika und das Verhalten einzelner Individuen simuliert, deren Integration in die Simulation in direkter Abhängigkeit zum Eintreffen der Flugzeuge beziehungsweise des Bodenverkehrs steht [4].

Der für das Szenario und für das Verkehrsmanagement relevante Bahnverkehr sowie der ÖPNV wird mit der mikroskopischen Verkehrsflusssimulation SUMO (Simulation of Urban Mobility) [5] abgebildet. Die Verkehrssimulation umfasst acht Buslinien, sechs Züge und zwei Straßenbahnverbindungen mit insgesamt 1035 Takten zur Verbindung der Flughäfen untereinander und mit den Bahnhöfen in den betrachteten 24 Stunden. Dabei werden ebenfalls an die Realität angelehnte Zeitpläne verwendet.

Es sind die Reisenden als Nutzer der Verkehrsangebote, die durch ihre Entscheidungen die verschiedenen Verkehrsmodi miteinander verknüpfen. Denn erst die Entscheidung des Einzelnen, bestimmte Verkehrsmittel nacheinander zu benutzen, bildet eine Reisekette, die über mehrere Betreiber hinweg existiert. Über solche Betreiber Grenzen hinaus findet eine Passagierorientierung jedoch kaum statt, zu groß sind technische Hürden beim Informationsaustausch und oftmals auch wettbewerbliche Hürden, die einen solchen Informationsfluss verhindern. Mit der Einführung der sogenannten „Passagiertrajektorie“ im Projekt Optimode.net wird das Konzept des digitalen Zwillings des Reisenden umgesetzt, bei dem sich der Einzelne über seine komplette Reisekette mit den beteiligten Reisedienstleistern digital austauschen kann. Hierbei

verbleibt die Datenhoheit beim Nutzer, der gegen Gewährung von Mehrwerten zur gezielten Informationsweitergabe animiert werden soll. Die Daten einer einzelnen Passagiertrajektorie bestehen aus den wesentlichen Etappen und Umstiegen der jeweiligen Reise, die aus verschiedenen Datenquellen aggregiert werden. Hierzu zählen insbesondere Buchungsdaten, aber auch Sensordaten, die das Erreichen wichtiger Meilensteine erfassen sowie betreiberseitig generierte Prognosen zum weiteren Reiseverlauf.

BEWERTUNG DER MASSNAHMEN ANHAND DER OPTIMODE.NET SZENARIEN

Wie können unterschiedliche Maßnahmen im Rahmen eines intermodalen Verkehrsmanagements in ihren Wirkungen auf die verschiedenen Stakeholder an einem Verkehrsknoten bewertet und miteinander verglichen werden? Wichtige Stakeholder am Verkehrsknoten Flughafen sind die Reisenden, die Betreiber von Flughäfen, Airlines, Bahninfrastruktur und Bahnen sowie von Busunternehmen und -terminals. Um die Effekte von Verkehrsmanagementmaßnahmen auf diese Gruppen abschätzen zu können, wurden im Rahmen von Optimode zunächst empirisch fundierte Kosten- und Erlös- bzw. Nutzenfunktionen gebildet. Da hinter dem Entscheidungsverhalten von zu meist (teil-)privatisierten Unternehmen des Verkehrssektors in aller Regel ökonomische Beweggründe stehen, kann deren Verhalten auf diese Weise relativ realitätsnah abgebildet werden. Das Verhalten von Reisenden wird hingegen durch ihren (individuellen) Nutzen determiniert, wobei es an dieser Stelle wichtig ist, zwischen Privat- und Geschäftsreisenden zu unterscheiden.

Diese einzelnen Funktionen werden in einem nächsten Schritt mit Hilfe einer Gesamtbewertungsfunktion so miteinander verknüpft, dass Managemententscheidungen identifiziert werden können, die den Gesamtnutzen aller Stakeholder erhöhen. Hierbei muss berücksichtigt werden, dass teilweise auch gegensätzliche Kosten- und Nutzenfunktionen einzelner Stakeholder-

gruppen existieren, was eine Optimierung prinzipiell erschwert. Beispielsweise werden Eisenbahnbetreiber von einer zusätzlichen Nachfrage infolge von Flugausfällen in der Regel profitieren, während Reisende und Fluggesellschaften hiervon in Form von Erlösminderungen bzw. zusätzlichen Kosten sowie Nutzenverlusten negativ betroffen sein werden. Dies führt dazu, dass die meisten Verkehrsmanagementmaßnahmen in der kurzen Frist sowohl Gewinner als auch Verlierer produzieren werden. In der langen Frist sollten aber alle Stakeholdergruppen durch die jeweiligen Managementmaßnahmen insgesamt besser gestellt sein als vor ihrer Einführung.

Die folgenden Ausführungen stellen einen Teilbereich dieser ökonomiebasierten Arbeiten im Rahmen von Optimode vor, insbesondere werden die Ergebnisse für den Stakeholder Eisenbahninfrastrukturunternehmen detailliert betrachtet und diskutiert.

ZUSATZKOSTEN UND -NUTZEN VON EISENBAHNINFRASTRUKTURUNTERNEHMEN (EIU)

Im Folgenden gehen wir detailliert auf die Kurzfristkosten bzw. -nutzen der Eisenbahninfrastruktur- und Verkehrsunternehmen ein, die von Maßnahmen des intermodalen Verkehrsmanagements betroffen sein können. Hierzu werden für die modellierten und simulierten Zugläufe Zugprodukte definiert, um Zusatzkosten und -nutzen ermitteln zu können (siehe Tabelle 1).

INFRASTRUKTURABNUTZUNG

Durch zusätzliche Zugfahrten entstehen an der Infrastruktur durch direkte Abnutzung Grenzkosten für den Infrastrukturbetreiber. Diese Grenzkosten müssen für jedes in der optimode.net Modellwelt vorhandene Zugprodukt ermittelt werden. Es wurden drei mögliche Ansätze zur Ermittlung identifiziert:

- 1. Das aktuelle Trassenpreissystem 2018 der DB Netz AG sieht für unterschiedli- »

Optimode.net Zugprodukt	BVWP Modellfahrzeugtyp	Real-Beispiel	zul. Geschw. [km/h]	Länge [m]	Masse [t]	Anzahl Sitzplätze	Antriebssystem
S-Bahn	NV 240E SD	DB BR 424/434	140	74	135	240	elektrisch, Oberleitung
Regional-Express (RX)	FV light E	Coradia Continental	160	90	120	180	elektrisch, Oberleitung
Fernverkehr (ICE)	HGV B-12	ICE 1	249	345	710	900	elektrisch, Oberleitung

TABELLE 1: Technische Daten der betrachteten Zugprodukte/Fahrzeuge (Quelle: DLR nach BVWP [6] und eigener Recherche)

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für DLR /
Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten

genehmigt von DVV Media Group, 2018.

Optimode.net Verkehrsprodukt	Masse [t]	Grenzkosten in [€/100 tkm] nach [11]	Grenzkosten in [€/Zugkm] nach [11]	Grenzkosten in [€/Zugkm] nach [8]
S-Bahn	135	0,458	0,62	0,66
Regional-Express (RX)	120	0,458	0,55	0,66
Fernverkehr (ICE)	710	0,172	1,22	1,15

TABELLE 2: Grenzkosten der Infrastrukturnutzung durch Eisenbahnverkehrsprodukte der optimode.net Modellwelt (Quelle: DLR nach [8, 11])

che Zugprodukte einen Entgeltanteil je Trassenkilometer vor, der die unmittelbaren Kosten pro Zugfahrt abdeckt. Im Fernverkehr sind dies 1,145 € und im Nahverkehr 0,666 € je Trassenkilometer [8]. Da die Ermittlung der angegebenen unmittelbaren Kosten nicht transparent ist, werden weitere Ansätze hinsichtlich Eignung untersucht.

2. Der Internationale Eisenbahnverband UIC hat Merkblätter zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit der Infrastruktur erstellt [9, 10]. Diese ermitteln anhand empirischer Daten bezogen auf die jeweilige Betriebsbelastung des zu betrachtenden Streckenabschnitts direkte Kosten durch Infrastrukturabnutzung für Oberbau, Weichen und Oberleitung. Da derzeit in der Optimode.net Welt nur die Verkehrsmittel der intermodalen Reiseketten modelliert und simuliert werden, ist die absolute Höhe der Betriebsbelastung unbekannt. Daher müssten erst eine Reihe von Annahmen zu der Betriebsbelastung je Streckenabschnitt getroffen werden, um die Grenzkosten für einzel-

ne zusätzliche Zugfahrten bestimmen zu können.

3. Gaudry und Quinet [11] haben umfangreiche empirische Daten zu den Grenzkosten der Infrastrukturinstandhaltung bezogen auf unterschiedliche Zugprodukte ausgewertet. Die Daten sind auf das französische Streckennetz bezogen und betragen für den Fernverkehr 0,172 € und für den Nahverkehr 0,458 € je 100 Tonnenkilometer. Um diese Werte zu dem ersten Ansatz vergleichbar zu gestalten, werden die betrachteten Zugprodukte von Tonnenkilometern in Trassenkilometer umgerechnet. Die Zusatzkosten durch Abnutzung der Infrastruktur für jedes Zugprodukt werden in Tabelle 2 gezeigt. Es wird der dritte Ansatz zur Bestimmung der Zusatzkosten verwendet.

TRASSENENTGELTE

Das EIU erhebt für die Nutzung der Infrastruktur durch Zugfahrten (so genannte Zugtrassen) Entgelte nach einem Trassen-

preissystem (TPS). Beispielsweise sehen Einzelmaßnahmen der optimode.net Disposition vor, Sonderzüge einzusetzen. Diese Züge werden durch das Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) betrieben und es müssen für die Zugfahrten Trassenentgelte durch das EVU an das EIU entrichtet werden, so dass hierdurch ein – unter der Prämisse ausreichender Streckenkapazität – Zusatznutzen bei dem EIU entsteht. Zur Bestimmung der Entgelte wird das TPS des EIU DB Netz AG herangezogen [7]. Für die drei Zugprodukte der optimode.net Welt gibt die folgende Tabelle an, welche Trassenentgelte das EIU erheben kann, wenn zusätzliche Zugfahrten durch die Disposition vorgesehen sind, bzw. welche Entgelt Differenz erhoben werden kann, wenn Züge umgeleitet werden. Der technische und administrative Aufwand für das Verarbeiten und Buchen der Trassenanmeldung muss als Zusatzkosten von dem Zusatznutzen abgezogen werden, da ausschließlich der Grenznutzen betrachtet wird. Daher wurden von den Entgelten in Tabelle 3 die so genannten Fahrplankosten in Höhe von 0,01 bis 0,03 €/Trassenkilometer abgezogen [8]. Um den Zusatznutzen des EIU durch Zugfahrten bestimmen zu können, müssen von diesem Wert noch die durch die Zugfahrt entstandenen Kosten durch Infrastrukturnutzung subtrahiert werden. Die Werte für den SPNV werden durch die Deutsche Bahn für die 16 Bundesländer spezifisch ermittelt. Da die optimode.net Modellwelt nicht in einem spezifischen Bundesland angesiedelt ist, wurden die Werte arithmetisch über die Bundesländer gemittelt.

Optimode.net Zugprodukt	BVWP Modellfahrzeugtyp	A-Stadt – C-Burg [€/Trkm]	A-Stadt – B-Hausen [€/Trkm]	innerhalb A-Stadt und B-Hausen [€/Trkm]
S-Bahn	NV 240E SD	–	5,19 Lastfahrt 3,21 Leerfahrt	–
Regional-Express (RX)	FV light E	–		
Fernverkehr (ICE)	HGV B-12	5,06 ¹⁾ Lastfahrt 2,02 Leerfahrt	4,50 Lastfahrt 2,02 Leerfahrt	–

TABELLE 3: Trassenentgelte der optimode.net Zugprodukte auf bestimmten Relationen (Quelle: DLR nach [8])

1) Für den Fernverkehr zwischen Metropolbahnhöfen werden die Entgelte in Abhängigkeit der erzielten Durchschnittsgeschwindigkeit zwischen diesen Bahnhöfen festgelegt. An dieser Stelle wird das Entgelt für eine Durchschnittsgeschwindigkeit <100 kmh festgelegt (5,07 €/Trkm abzüglich der 0,01 €/Trkm für die Fahrplankosten) [8].

Optimode.net Verkehrsprodukt	Spez. Kapitaldienst [€/Fz-Std]	Spez. Personalkosten [€/Fz-Std]	Spezifische Energiekosten Traktion [kWh/Fz-km]/ [€/Fz-km] ²⁾	Spezifische Energiekosten Nebenverbraucher [kWh/Fz-Std]/ [€/Fz-Std] ²⁾	Spezifische Unterhaltskosten [€/Fz-km]
S-Bahn	62,50	56,2 ³⁾	3,7/0,578	70/10,92	0,80
Regional-Express (RX)	55,30	96	3/0,468	55/8,58	1,30
Fernverkehr (ICE)	328	184	17,8 ⁴⁾ /2,777	330/51,48	5,70

TABELLE 4: Spezifische Kosten je Fahrzeugtyp (Quelle: DLR nach BVWP [6])

2) Die Umrechnung von kWh in Euro erfolgt auf Basis des Energiekostenpreis von 0,156 €/kWh (vgl. [6] S. 181)
3) Ein Triebfahrzeugführer (50 €/Stunde) + 0,2 Zugbetreuer (31 €/Stunde)
4) Der Wert entspricht dem Wert für Fahrten auf Ausbaustrecken (ABS).

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für DLR /
Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten

genehmigt von DVV Media Group, 2018

ZUSATZKOSTEN UND -NUTZEN VON EISENBAHNVERKEHRSUNTERNEHMEN (EVU)

Die Eisenbahnverkehrsunternehmen sind die Besitzer und Betreiber der Schienenfahrzeuge. Dem Methodenhandbuch des Bundesverkehrswegeplans (BVWP) können spezifische Kosten für folgende Kostenarten entnommen werden [6]:

- Kapitaldienst
- Personal (Triebfahrzeugführer und Zugbegleiter)
- Energie (bezogen auf Fahrzeugkilometer und Fahrzeugeinsatzzeit)
- Unterhalt.

Die im BVWP verwendeten Kostenangaben sind auf der Basis von Durchschnittskosten ermittelt worden. Diese Kosten werden an dieser Stelle als Grenzkosten übernommen, da die Szenarien in Optimode.net derzeit keine Aussagen darüber zulassen, ob z.B. vorhandene Reserven im Dienstplanwirkungsgrad genutzt werden können.

VERSÄTUNG EINES ZUGES

Im Falle einer Verspätung werden die zeitabhängigen Zusatzkosten betrachtet. Da die Szenarien in Optimode.net vorerst nur allgemein definiert sind, können die in den Durchschnittskosten berücksichtigten Reserven nicht herausgerechnet werden. Dies müsste jeweils nach den spezifischen Parametern der Szenarien erfolgen. Um eine Grenzkostenfunktion über Verspätungsminuten eines Zuges aufzustellen, müssten der Fahrzeugumlauf und die Dienstpläne bekannt sein, um Aussagen über von Reserven gedeckte Verspätungen oder sprung-fixe Kosten machen zu können. Daher werden bei Verspätungen auch keine zusätzlichen Kosten für den Kapitaldienst angenommen. Es werden nur die Zusatzkosten für Personal und die zeitabhängigen Energiekosten zur Betrachtung herangezogen (siehe Tabelle 4). Zeitabhängige Energiekosten müssen je Verspätungsminute betrachtet werden, da der Zug hier insbesondere weg- bzw. geschwindigkeitsunabhängige Energiekosten verursacht (Klimaanlage, Motorlüftung, Druckluftkompressor, Licht).

ZUSÄTZLICHE ZUGFAHRT

Wird im Sinne einer dispositiven Einzelmaßnahme spontan eine zusätzliche Zugfahrt durchgeführt, müssen folgende Zusatzkosten betrachtet werden:

- Spezifischer Kapitaldienst [€/Fz-Std]
- Spezifische Personalkosten [€/Fz-Std]
- Spezifische Energiekosten für Traktion [€/Fz-km]
- Spezifische Energiekosten für Nebenverbraucher [€/Fz-Std]
- Spezifische Unterhaltskosten [€/Fz-km].

Der Wert zu dem Kapitaldienst stammt aus dem BVWP-Methodenhandbuch [6] und ist ein Durchschnittswert für weitgehend ausgelastete Züge (Brutto-Einsatzzeit 4380 Stunden im Jahr). Über die zeitliche Nutzungsauslastung eines spontan eingesetzten Zuges in der Optimode.net Modellwelt lassen sich gegenwärtig keine quantitativen Aussagen treffen. Hierzu müsste die Fahrzeugumlaufplanung und die Fahrzeugvorhaltung des EVU betrachtet werden. Da vorgehaltene Züge für einen spontanen Einsatz im Sinne einer Dispositionsmaßnahme eine geringere zeitliche Auslastung haben, wird der Wert daher aktuell als zu gering eingeschätzt, jedoch vorerst verwendet, bis ein geeigneterer Wert ermittelt werden kann.

TRASSENGEBÜHREN UND ENERGIEBEZUG

Die Trassengebühren werden durch das EVU an das EIU für jeden bestellten Trassenkilometer auf dem Schienennetz des EIU entrichtet. Die Zusatzgebühren sind gleich der in Tabelle 3 dargestellten Entgelte für jedes Zugprodukt.

Zusätzliche Energiekosten fallen für das EVU bei der Verspätung eines Zuges, der Einrichtung einer zusätzlichen Zugfahrt und bei der Umleitung einer Zugfahrt an. Die Energiekosten je Zugprodukt können Tabelle 4 entnommen werden.

STATIONSHALT

Bei der Einrichtung einer zusätzlichen Zugfahrt oder bei Einrichtung eines ungeplanten Zughalts an einem Haltepunkt oder Bahnhof hat das EVU je Halt eines Zuges Stationsgebühren an den Stationsbetreiber zu zahlen. Der Stationsbetreiber der Deutschen Bahn AG, DB Station&Service AG, hat zur Ermittlung des Preises je Zughalt alle Stati- »



DRRS / EFD

Güterwagen Drehgestell



Erhältlich in Spurweiten 1000, 1435, 1520 und 1676mm
Schnellwechsellvorrichtung für den Europa-China Verkehr
Ausführung "low" für Doppeltaschenwagen T3000
Radsatzdurchmesser von 730mm bis 920mm
Zulässige Radsatzlast von 16t bis 25t
Vmax bis zu 160km/h, mit Scheibenbremse
alternative Ausführung mit Klotz- und Kompaktbremse

Innovatives Lenkachs-Drehgestell mit Doppel-Gummi-Rollfeder
Nutzen Sie die wirtschaftlichen Vorteile dieses Drehgestells im Güterverkehr:

- + leise, gleisschonend und energiesparend
- + niedrige Spurführungskräfte
- + geringer Verschleiß an Spurkranz und Schiene
- + internationale Zulassung (TSI)

KOMBIBAHN EUROPE

T

B

T

GMBH

Bussardstr. 4 • 52134 Herzogenrath • Germany • Tel: +49 (0)2407 - 90820 54 • info@kombibahn.de

www.kombibahn.de

Homepageveröffentlichung unbefristet genehmigt für DLR /
Rechte für einzelne Downloads und Ausdrücke für Besucher der Seiten

genehmigt von DVV Media Group, 2018.

Optimode.net Verkehrsprodukt	A-Stadt (Kat 1) [€/Halt]	A-Stadt Flughafen (Kat 4) [€/Halt]	A-Stadt Nordbahnhof (Kat 3) [€/Halt]	B-Hausen (Kat 2) [€/Halt]	B-Hausen Flughafen (Kat 6) [€/Halt]	C-Burg (Kat 1) [€/Halt]	C-Burg Flughafen (Kat 4) [€/Halt]
S-Bahn	20,86	4,49	7,99	18,28	3,74	20,86	4,49
Regional-Express (RX)	20,86	4,49	7,99	18,28	3,74	20,86	4,49
Fernverkehr (ICE)	50,64	44,36	18,86	10,62	8,59	9,05	7,16

TABELLE 5: Stationspreise pro Zughalt je Verkehrsprodukt und optimode-Station

(Quelle: DLR nach [13])

onen in sieben Kategorien eingeteilt [12]. Unterschieden in SPNV und SPFV hat die DB je Station einen Preis ermittelt [13]. Anhand dieser Preise wurden über alle sieben Kategorien arithmetische Mittelwertpreise gebildet. Die in Optimode.net vorhandenen Bahnhöfe wurden einer geeigneten Bahnhofskategorie zugeordnet, um so die Zusatzkosten je Zugprodukt und Bahnhof bestimmen zu können (siehe Tabelle 5).

FAHRGELDEINNAHMEN

Da die Charakteristika der Passagiere in der Optimode-Modellwelt modelliert und ihre Bewegungen simuliert werden, lassen sich Aussagen über zusätzliche Passagiere in den Zügen treffen. Durch Einzelmaßnahmen induzierte Änderungen der Passagierströme können für das EVU einen Zusatznutzen durch Fahrgeldeinnahmen ergeben. Anhand der Umsatzerlöse durch Fahrgeldeinnahmen und der erbrachten Personenverkehrsleistung im selben Geschäftsjahr wurden potentielle Fahrgelderlöse je Personenkilometer angenommen (SPFV 0,098 € und SPNV 0,083 € je Personenkilometer) [14, 15].

BEISPIELRECHNUNG UND AUSBLICK

Die Betrachtung von Zusatzkosten und -nutzen macht insofern Sinn, als dass dann eine ökonomische Bewertung der Maßnahmen des ad-hoc-Verkehrsmanagements möglich wird. Wenn beispielsweise durch schlechte Wetterbedingungen ein Flug mit 240 Passagieren nach A-Stadt nach B-Hausen umgeleitet werden muss, werden 200 Passagiere mit der Eisenbahn von B-Hausen nach A-Stadt zusätzlich reisen. Die Eisenbahnunternehmen werden in diesem Fall ca. 1000 € Zusatzerlöse erzielen können, die die ca. 150 € Grenzkosten übersteigen.

Da dies nur die Wirkungsermittlung für einen Stakeholder ist, werden die Zusatzkosten im Projekt auch für die weiteren Stakeholder bestimmt, z.B. für die Airlines, die Flughafenbetreiber sowie ÖPNV-Verkehrsunternehmen. Diese Wertegerüste

werden in der Simulation berücksichtigt, um für jede mögliche Maßnahme (z. B. einen Dispositionsentscheid) eine Gesamtbewertung dieser Maßnahme über alle Stakeholder zu ermöglichen. Projektabschluss ist zum Jahresende 2018. Ein Folgeprojekt ist aktuell in Planung mit Beginn zum Jahresanfang 2019. ◀

Literatur

[1] Eurocontrol. (2012, March). Airport CDM Implementation – The Manual. Brussels.

[2] Milbredt, O., Rudolph, F., & Grunewald, E. (2016). Passenger-centric Intermodal Traffic Management involving Airports and Railways. Canadian Transportation Research Forum CTRF 51st Annual Conference. Toronto, Canada.

[3] Jung, M., Rudolph, F., Claßen, A. B., Pick, A., & Noyer, U. (2017). Simulating a multi-airport region to foster individual door-to-door travel. Winter Simulation Conference Proceedings (pp. 2518 – 2529). Las Vegas: Omnipress.

[4] Noyer, Ulf und Rudolph, Florian und Jung, Martin (2018) Simulating a multi-airport region on different abstraction levels by coupling several simulations. SUMO User Conference 2018, 14.-16. Mai 2018, Berlin

[5] Krajzewicz, D., Erdmann, J., Behrisch, M., & Bieker, L. (2012). Recent Development and Applications of SUMO – Simulation of Urban MObility. International Journal On Advances in Systems and Measurements, pp. 128 – 138.

[6] Methodenhandbuch zum Bundesverkehrswegeplan 2030, FE-Projekt-Nr.: 97.358/2015, für das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Karlsruhe, Berlin, Waldkirch, München, 07. Oktober 2016.

[7] DB Netz AG: Das Trassenpreissystem 2018 der DB Netz AG, Mai 2017, Internet: http://fahrweg.dbnetze.com/file/fahrweg-de/14035122/_VHiqMgTAcL7u2sbc3am-48rPjEl/14145146/data/tpsbrochuere2018.pdf, abgerufen am 25.01.2018.

[8] DB Netz AG: Anlage 6.2 zu den Schienennetz-Benutzungsbedingungen der DB Netz AG 2018, Liste der Entgelte, Internet: http://fahrweg.dbnetze.com/file/fahrweg-de/14035122/-uRVNRYu1tRVl56ABQJFWqu-D1a0/13634444/data/snb_2018_anlage_6.2.pdf, abgerufen am 25.01.2018.

[9] Internationaler Eisenbahnverband (UIC): „UIC-Kodex 715 – Faktoren, die die Unterhaltungskosten des Oberbaus beeinflussen und ihre relative Bedeutung“, 1992.

[10] Internationaler Eisenbahnverband (UIC): „UIC-Kodex 714 – Klasseneinteilung der Streckengleise vom Gesichtspunkt der Gleisstandhaltung“, 2009.

[11] Marc Gaudry, Emile Quinet. Track wear-and-tear cost by traffic class: Functional form, zero output levels and marginal cost pricing recovery on the French rail network. PSE Working Papers n°2009-32.2009. <halshs-00574977>.

[12] DB Netze, DB Station&Service AG: Infrastrukturnutzungsbedingungen – Personenbahnhöfe, gültig ab 01.01.2018, Internet: https://www.deutschebahn.com/resource/blob/264884/c031fa5f9042fe-71a63be6d9c73d97fc/INBP_queltig_ab_01-01-2018-data.pdf, abgerufen am 27.02.2018.

[13] DB Netze, DB Station&Service AG: Stationspreisliste 2018, gültig ab 01.01.2018, Internet: <https://www.deutschebahn.com/file/de/11878072/aWicRrLrLFSfT->

jQvCEHFkpeMLkW4/15493520/data/stationspreisliste_2018.pdf, abgerufen am 27.02.2018.

[14] DB Fernverkehr AG, Geschäftsbericht 2016, Internet: https://www1.deutschebahn.com/file/ecm2-dbd-e/12205942/zWdqGkknIMf1993BEhUFW-IEWIOQ/14337076/data/2016_gb_dbfv.pdf, abgerufen am 28.02.2018.

[15] DB Regio AG, Geschäftsbericht 2016, Internet: https://www1.deutschebahn.com/file/ecm2-dbd-de/12205942/cRNVkYrFqBgLO1QzI5VIElbu-Uvc/14337100/data/2016_gb_dbregio.pdf, abgerufen am 28.02.2018.

SUMMARY

Intermodal traffic management at the airport – economic effects on the railway business

The intermodal linkage of different transport modes is particularly important at the transport hub airport as the passenger –except transit passengers – always travel to and from the airport by different transport modes. Missing the flight has often enormous negative effects on users. Hence, connection protection is of high importance. That’s why at the German Aerospace Center a virtual world will be created to implement and value the intermodal ad-hoc transport management. The main focus of this article is on the economic effects concerning the railway business.