

Schneller zum Wunschplatz - Dynamische Sitzplatzreservierung im Personenfernverkehr

Fahrgäste mit einer Reservierung sollen bereits auf dem Bahnsteig an der richtigen Stelle warten, um ihren Platz schnell und reibungslos zu erreichen. Falsch einzusteigen bedeutet, sich innerhalb des Zuges auf den Weg machen zu müssen. Das kann zu höherer Beanspruchung, Unsicherheit, negativen Emotionen etc. beim Reisenden und zu Verzögerung im System führen. Um das zu vermeiden, wird ein vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt entwickelter alternativer Ansatz vorgestellt.



1. Einleitung

Das Einsteigen in einen Zug ist eine selbstverständliche Tätigkeit, die Reisende tagtäglich millionenfach bewältigen. Jeder sogenannte Fahrgastwechsel, also das Aus- und Einsteigen an einer Station, beinhaltet das betriebliche Risiko einer verspäteten Abfahrt, wenn dieser Prozess anders als kalkuliert länger dauert. Sind alle Aussteigenden aus- und alle Einsteigenden eingestiegen, ist aus bahnbetrieblicher Sicht der Prozess erfolgreich abgeschlossen. [1]

Aus der Perspektive der Reisenden jedoch gestaltet sich diese vermeintlich einfache Aufgabe als Herausforderung, die nicht nur mit Blick auf die wahrgenommene Servicequalität mehr Aufmerksamkeit als gewohnt verdient.

Fahrgästen wird mit zahlreichen Hilfsmitteln bereits am Bahnsteig die Orientierung erleichtert. Diese dienen in der Regel dazu, denjenigen Bereich am Bahnsteig zu identifizieren, von dem aus der optimale Zustiegsort in den Zug gewährleistet sein soll. Üblich sind hier Bereichsmarkierungen mit fortlaufenden Großbuchstaben am Gleis, die eine hinreichend genaue Aufteilung anzeigen. Mithilfe von Wagenstandsanzeigern und einem Blick auf die eigene Sitzplatzbuchung können Fahrgäste ihren optimalen Wartebereich auf dem Bahnsteig abschätzen. Bei Halt des Zuges wird dann der reservierte Sitzplatz auf kürzestem Wege erreicht. [2] Diese Methode funktioniert, zumindest im Prinzip.

Oder eben auch nicht, denn es gibt eine Vielzahl individueller Gründe, beim Versuch, an der optimalen Stelle zu warten, gründlich zu scheitern. Umgekehrte Wagenreihung, fehlende Waggons, ein Ersatzzug mit abweichender Nummerierung und fehlenden Reservierungsanzeigen? Jede Vorbereitung der Fahrgäste ist dann nutzlos. Oder ein Anschlusszug, der nur noch auf Fahrgäste aus dem Zubringer wartet – wer hat in dieser Situation die Muße, auf dem Bahnsteig entlang nach der richtigen Tür zu suchen? Vielleicht möchten Reisende gar nicht an der ausgewiesenen Stelle warten? Auch dafür mag es zahlreiche Gründe geben, wie z. B. Serviceeinrichtungen auf dem Bahnsteig an anderer Stelle, Gedränge, ein fehlendes Bahnsteigdach am Ende des Bahnsteiges? Oder eine spontane Begegnung mit einem Bekannten, mit dem sich der Fahrgast noch kurz austauschen möchte. [3]

Wird beim Einfahren des Zuges klar, dass der momentane Wartebereich nicht direkt zum reservierten Sitzplatz führt, wird in vermuteter Richtung des Zielwaggons gelaufen. Gegenseitige Behinderung, Stress und körperliche Anstrengung schmälern dann das Reiseerlebnis und können sogar die Fahrgastwechseldauer verlängern und dadurch die pünktliche Weiterfahrt gefährden.

Es kann sicherlich nicht jedem recht gemacht werden. Wenn sich jedoch die Gelegenheit bietet, dann sollte sie genutzt werden. Mit der dynamischen Sitz-



Dr.-Ing. Erik Grunewald
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
Institut für Verkehrssystemtechnik
erik.grunewald@dlr.de



Dipl.-Inform. Florian Rudolph
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
Institut für Verkehrssystemtechnik
florian.rudolph@dlr.de



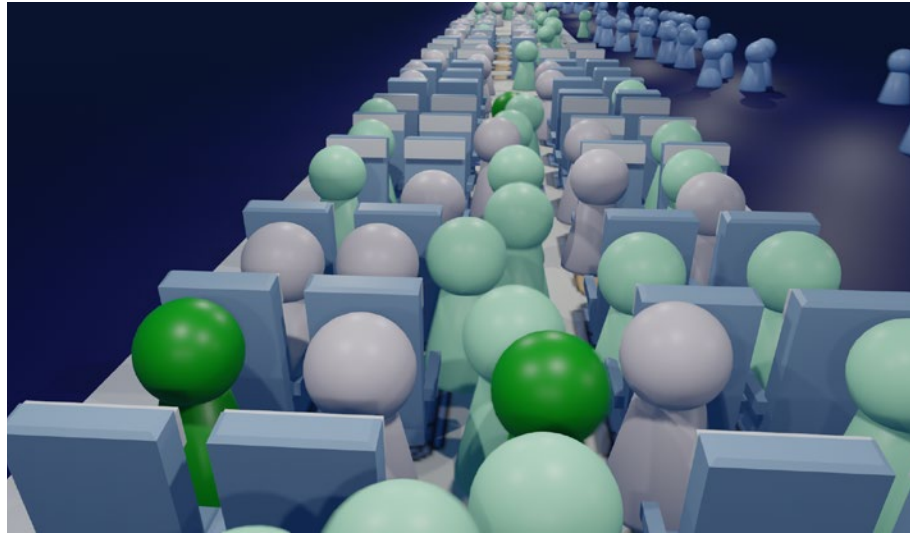
Daria Tremer, B. A.
Studentische Mitarbeiterin
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
Institut für Verkehrssystemtechnik
daria.tremer@dlr.de

platzallokation stellen die Autoren eine Erweiterung des Reservierungssystems für Fernverkehrszüge als Konzept vor, bei dem Fahrgäste auch in allen oben genannten Situationen einen optimalen Service geboten bekommen können.

2. Problembeschreibung

Fahrgäste finden sich üblicherweise unterschiedlich lange vor der Bereitstellung eines Zuges am Bahnsteig ein. Einige Fahrgäste haben entsprechende Pufferzeiten eingeplant, um dem Verpassen des Zuges durch etwaige Verzögerungen bei der Anreise entgegenzuwirken. Nicht benötigte Pufferzeiten verlängern dann die Wartezeit auf dem Bahnsteig. Unter solchen Umständen ist es dem Fahrgast zumindest theoretisch gut möglich, sich über die Gegebenheiten vor Ort zu informieren und anhand der bereitgestellten Informationen einen gut geeigneten Wartebereich zu finden, der nahe am erwarteten reservierten Sitzplatz liegen sollte. Doch nicht alle Reisenden haben solche Wartezeiten zur Verfügung, um sich optimal auf den Zustieg vorzubereiten. Erfolgt die Anreise mit einem Zubringerzug und es verbleiben nur wenige Minuten bis zur Weiterfahrt, so wählen umsteigende Fahrgäste oftmals den erstbesten infrage kommenden Zustieg, zumindest jedoch wird der Suche nach dem sitzplatzoptimalen Zustieg weniger Priorität eingeräumt. Dies ist absolut verständlich, wiegt doch das Risiko des Verpassens des Zuges schwerer als das bloße Verpassen des optimal gewählten Einstieges. Manchmal verbleibt gar keine planbare Zeit mehr zum Erreichen des Anschlusses, wenn dieser aufgrund einer Verspätung des Zubringers bereits seine geplante Abfahrtszeit überschritten hat und nur noch darauf wartet, dass alle umsteigewilligen Fahrgäste eingestiegen sind. Stehen sich die Züge beispielsweise gegenüber am Bahnsteig, so wird das Gros der Umsteiger den auf kürzestem Wege erreichbaren, mit großer Sicherheit aber nicht den jeweils sitzplatzoptimalen Zustieg wählen.

Es liegt am Reisenden, sein Ziel im Zug zu suchen. Immerhin 15 Minuten Zeit haben Fahrgäste bei der Deutschen Bahn, um ihren reservierten Sitzplatz in Anspruch zu nehmen [4]. Kommen sie erst später am Platz an, ist ihr Anspruch verfallen und ein bereits dort sitzender Fahrgast braucht den Sitz nicht frei zu machen. Selbst wenn die Zeit reichen sollte, so gehört der Weg durch mehrere Waggons hindurch, vorbei an an-



1: Gedränge im Waggon (Simulationsvisualisierung)

Quelle: DLR

deren Fahrgästen in ähnlicher Absicht unterwegs, nur in Gegenrichtung, sicherlich nicht zu den komfortsteigernden Erfahrungen bei einer Bahnreise.

3. Wirksamkeit der dynamischen Sitzplatzallokation in der Simulation

Die angedachte Lösung der flexiblen Sitzplatzfindung erlaubt es, dass der Fahrgast an beliebiger Stelle den Zug betreten kann. Der Eintritt wird digital über sein Smartphone erfasst, so dass ebenfalls der Einstiegsort bekannt ist. Wird dabei festgestellt, dass ein vergleichbarer freier Sitzplatz in näherer Umgebung als zu seinem ursprünglich reservierten Sitzplatz zur Verfügung steht, wird ihm dieser über die App seines Smartphones angeboten. Der Fahrgast hat jetzt die Möglichkeit, diesen neuen Sitzplatz anzunehmen, um seine Wegstrecke innerhalb des Zuges zu verkürzen. Er kann aber auch seinen bereits reservierten Sitzplatz behalten, wenn er das Angebot nicht annehmen möchte.

Für die simulative Abbildung des Fahrgastwechsels wurde ein mikroskopisches Modell unter Verwendung des 'Social Force Algorithmus' verwendet. Dieses Modell beschreibt das Verhalten von Personen durch Gleichungen der Newtonschen Mechanik [5]. So werden sowohl die individuelle Richtung und Geschwindigkeit der Person vom eigentlichen Ziel sowie Anziehungs- und Abstoßungskräfte durch Hindernisse und andere Personen beeinflusst. Gleichzeitig stellt diese Person wiederum eine Kraft dar, die auch auf andere Personen wirken kann. Diese Art der Modellierung eignet sich be-

sonders gut, um die Interaktion von ein- und aussteigenden Fahrgästen am Bahnhof beim Betreten und Verlassen des Zuges abzubilden. Für den zu simulierenden Zug wurde auf den deutschen Triebzug der Baureihe 401, auch bekannt als ICE 1, zurückgegriffen. Insgesamt hat dieser Zug eine Länge von etwa 360 Metern. Ziel der simulativen Abbildung ist die Untersuchung, welche Auswirkungen beim Fahrgastwechsel mit der flexiblen Sitzplatzreservierung zum Vergleich mit der klassischen festen Reservierung festgestellt werden können. Wie verändern sich die Wegezeiten der Fahrgäste, die dieses System nutzen im Verhältnis zu den Fahrgästen, die es nicht nutzen? Wie wirkt sich die Dauer der Fahrgastwechselzeiten aller Fahrgäste insgesamt aus, wenn ein bestimmter Prozentsatz der Fahrgäste die Möglichkeit der flexiblen Sitzplatzreservierung nutzt?

Bild 1 zeigt eine Visualisierung der Simulation. Es zeigt die Passagiere beim Betreten des Zuges. Personen, die bereits vorher im Zug waren, sind grau dargestellt. Grün dargestellte Figuren repräsentieren zugestiegene Fahrgäste; unter ihnen befinden sich auch die Personen, die das System der Dynamischen Sitzplatzreservierung nutzen (in dunklerem grün). Personen, die den Zug verlassen, werden durch blaue Figuren repräsentiert.

4. Resultate

Es wurden verschiedene Szenarien untersucht, bei denen verschiedene Fahrgastwechsel durch einsteigende und aussteigende Fahrgäste simuliert wurden.

Tabelle 1: Parameter und Ergebnisse der Simulation

Szenario ID	1	2	3	4	5	6
Parameter der Simulationen						
Anzahl Einsteigende (2. Klasse)	497	497	249	249	497	497
Anzahl der im Zug bleibenden Fahrgäste (2. Klasse)	0	0	248	248	0	0
zusätzliche Einsteigende Wagen 9 (1. Klasse)	35	35	18	18	35	35
Anzahl der im Zug bleibenden Fahrgäste (1. Klasse, Wagen 9)	0	0	17	17	0	0
Anzahl Einsteigende (1. Klasse, Wagen 11-14)	168	168	84	84	168	168
Anzahl der im Zug bleibenden Fahrgäste (1. Klasse, Wagen 11-14)	0	0	84	84	0	0
Anzahl Aussteigende (2. Klasse)	0	497	0	249	0	497
Anzahl Aussteigende (1. Klasse)	0	203	0	102	0	203
Reservierungsquote (Anteil Fahrgäste mit Reservierung ggü. allen Fahrgästen)	30%	30%	30%	30%	70%	70%
Anteil der Fahrgäste mit Reservierung, die einem Sitzplatztauschangebot zustimmen	90%	90%	90%	90%	90%	90%
Anteil der Fahrgäste mit Reservierung, die nahe des Zielwaggonen warten	75%	75%	75%	75%	75%	75%
Belegung des Zuges durch Einsteigende und im Zug gebliebene Fahrgäste am Ende der Simulation	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Ergebnisse der Simulationen						
Mittelwert der Platzfindedauern [s] (alle Einsteigenden)	83,5	75,3	71,9	67,0	86,9	88,2
Mittelwert der Platzfindedauern [s] (Einsteigende mit Sitzplatzreservierung)	67,4	59,7	54,1	58,9	65,1	64,1
Mittelwert der Platzfindedauern [s] (Einsteigende ohne Sitzplatzreservierung)	91,0	81,1	79,3	71,2	142,2	139,8
Mittelwert der erforderlichen Waggonwechsel für Einsteigende mit Reservierung [1] (Einstieg vs. reservierter Sitzplatz)	1,1	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1
Mittelwert der tatsächlichen Waggonwechsel für Einsteigende mit Reservierung [1] (Einstieg vs. tatsächlich eingenommener Sitzplatz)	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5
Mittelwert der erforderlichen Waggonwechsel für alle Einsteigenden [1] (mit und ohne Reservierung)	0,7	0,6	0,8	0,7	0,6	0,6
90. Perzentil aller Platzfindedauern [s] (alle Einsteiger)	197,2	168,0	186,0	152,9	207,4	207,7
90. Perzentil aller Platzfindedauern [s] (Einsteigende mit Reservierung)	134,2	118,8	101,9	117,4	121,4	120,9
90. Perzentil aller Platzfindedauern [s] (Einsteigende ohne Reservierung)	211,8	185,4	201,3	161,5	419,5	431,9
"Median der Platzfindedauern [s] (alle Einsteigenden)"	48,0	41,4	33,6	32,4	46,5	43,5
Median der Platzfindedauern [s] (Einsteigende mit Sitzplatzreservierung)	43,2	37,2	32,0	31,2	40,1	37,8
Median der Platzfindedauern [s] (Einsteigende ohne Sitzplatzreservierung)	51,0	43,8	34,8	33,0	74,6	70,8

Die Szenarien 1.25...5.75 stellen Variationen der Szenarien 1 bzw. 5 dar, mit reduzierten Fahrgastzahlen und ganzzahlig gerundeten von 25%, 50% bzw. 75% der gegenüber dem Grundscenario

Hierbei wurden vor allem solche Szenarien gewählt, die eine Vollbelegung aller verfügbaren Sitzplätze beinhaltete, aber es wurden auch Szenarien mit geringerer Auslastung untersucht. Ebenso wurde die Reservierungsquote variiert, also der Anteil der Fahrgäste mit Reservierung bezogen auf die Gesamtzahl der Fahrgäste. Um niedrigere und höhere Quoten exemplarisch abzubilden, wurden 30% und 70% Reservierungsquote in ansonsten vergleichbaren Szenarien gewählt. Auch bei der Vorsortierung am Bahnsteig fand eine Parameterauswahl statt, wodurch die zusteigenden Fahrgäste mit Reservierung zum überwiegenden Teil (> 75%) nahe der optimalen Einstiegsstelle warteten.

Die Potenziale des hier vorgestellten Systems zeigten sich über alle untersuchten Szenarien hinweg als unerwartet groß. Die Evaluation erfolgte mithilfe zweier

Kenngößen. Mit der Dauer zum Einnehmen des finalen Platzes wird ein individuelles Maß verwendet, wie es der einzelne Reisende in der Situation gleichfalls erleben würde. Mit der Anzahl der erforderlichen Wagenwechsel soll eine Abschätzung der eingesparten Wegstrecken ermöglicht werden. Mit einer dritten Kenngröße, der Fahrgastwechseldauer, wurde überprüft, ob die Parametrisierung des verwendeten Simulationsmodells insoweit mit der Realität übereinstimmt, dass aus der Literatur bekannte Fahrgastwechseldauern zumindest in derselben Größenordnung liegen [7] [8] [9] [10] [11]. Mit ca. 160 Sekunden, die der reine Fahrgastwechsel im Mittel der Szenarien dauerte, befindet sich dieses Resultat im erwarteten Bereich von etwa ein bis zu drei Minuten für Fernverkehrssysteme. Da vor allem nachfragerstarke Szenarien betrachtet wurden, liegt dieses Ergebnis

zurecht näher am oberen Rand des Erwartungswertes. Im Ergebnis konnte über alle untersuchten Szenarien eine mittlere Zeiteinsparung für den Weg vom Moment des Betretens eines Waggons bis zum endgültigen Auffinden des finalen (Sitz- oder Steh-) Platzes von 32% festgestellt werden, wenn der Sitzplatztausch angeboten wurde. Bei dieser Betrachtung wurde das 90. Perzentil als Referenz genommen, um die seltenen langen Suchdauern herauszunehmen, da diese das statistische Lagemaß Mittelwert trotz seltenen Vorkommens sehr stark beeinflussen. In den Simulationen fanden demnach die schnellsten 90% aller einsteigenden Fahrgäste innerhalb von 223 Sekunden ihren Platz im Zug, wenn der Sitzplatztausch angeboten wurde, gegenüber 327 Sekunden, wenn den Fahrgästen kein Wechselangebot bezüglich bestehender Reservierungen gemacht wurde. Um auch

Quelle: DLR

	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	1.25	1.50	1.75	5.25	5.50	5.75
	249	249	497	497	249	249	497	497	249	249	125	249	373	125	249	373
	248	248	0	0	248	248	0	0	248	248	0	0	0	0	0	0
	18	18	35	35	18	18	35	35	18	18	9	18	27	9	18	27
	17	17	0	0	17	17	0	0	17	17	0	0	0	0	0	0
	84	84	168	168	84	84	168	168	84	84	42	84	126	42	84	126
	84	84	0	0	84	84	0	0	84	84	0	0	0	0	0	0
	0	249	0	497	0	249	0	497	0	249	0	0	0	0	0	0
	0	102	0	203	0	102	0	203	0	102	0	0	0	0	0	0
	70%	70%	70%	70%	70%	70%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	70%	70%	70%
	90%	90%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	90%	90%	90%	90%	90%	90%
	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	25%	50%	75%	25%	50%	75%
	62,8	63,7	122,0	120,1	91,7	94,2	96,5	93,2	89,2	70,1	49,4	57,9	71,2	57,7	67,5	72,6
	54,5	53,6	100,0	98,7	81,8	85,3	101,1	106,0	98,0	76,6	52,2	53,9	63,6	52,9	60,0	60,4
	82,0	89,1	177,7	166,0	114,3	116,7	94,3	88,5	85,5	66,7	47,9	59,6	74,4	69,2	84,1	99,5
	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1	1,3	1,3	1,0	1,2	1,1	1,3	1,3	1,2	1,1
	0,5	0,5	1,1	1,1	1,1	1,2	1,1	1,3	1,3	1,0	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5
	0,6	0,6	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,9	0,7	0,4	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
	131,1	170,0	379,6	362,8	317,9	331,2	249,1	239,9	275,6	192,0	114,9	164,1	180,4	151,2	168,9	163,8
	105,5	111,2	306,3	291,2	278,7	304,8	279,9	354,8	319,5	223,8	87,4	95,2	131,3	119,7	119,3	109,6
	240,1	241,4	479,6	479,5	358,8	395,9	238,2	217,4	256,4	183,8	123,9	180,1	194,1	218,9	261,2	282,3
	33,0	32,7	48,9	47,4	35,7	33,0	47,4	42,3	34,5	31,2	21,3	29,1	41,3	27,0	34,8	42,9
	32,1	30,6	42,6	41,4	33,6	32,7	48,9	42,9	34,8	31,2	27,0	32,3	38,7	29,7	34,4	39,6
	39,9	43,5	79,9	77,4	43,9	34,2	46,2	42,0	34,5	31,2	18,2	27,3	42,3	18,5	37,5	56,1

hierbei nicht zu optimistisch zu sein, haben die Autoren 10% der simulierten Fahrgäste ein Tauschangebot ablehnen lassen. Erwartungsgemäß profitieren vor allem Fahrgäste mit einer Reservierung von der Tauschoption, da gerade diese Fahrgäste unmittelbar bei der Sitzplatzfindung entlastet werden. Für diese Fahrgastgruppe vergehen nur 116 Sekunden anstelle von 295 Sekunden, was einer Einsparung von 60% entspricht. Umso erstaunlicher ist es, dass das System eben auch den Fahrgästen ohne Reservierung entgegenkommt, wenn auch weniger stark. Alle Fahrgastgruppen profitieren davon, wenn weniger Suchverkehr innerhalb des Zuges stattfindet. Analog dazu verhält sich der Gewinn bei der zurückzulegenden Wegstrecke, gemessen in der Anzahl der erforderlichen Wagenwechsel bis zum Einnehmen des finalen Platzes. Im Mittel über alle Fahrgäste waren

nur noch 0,65 Wagenwechsel pro Fahrgast nötig gegenüber 0,90 Wagenwechseln ohne Sitzplatztauschangebot. Wieder profitieren Fahrgäste mit Reservierung stärker. Mit 0,53 erforderlichen Wagenwechseln pro Fahrgast mit und 1,09 Wagenwechseln ohne Sitzplatztauschangebot konnte die Wegstrecke glatt halbiert werden. [3]

5. Fazit & Ausblick

Mit dem flexiblen Sitzplatzreservierungssystem fokussiert die Forschung ein bislang eindeutig zu wenig betrachtetes Thema im Schienenfernverkehr. Diese Innovation wurde in 2022 patentiert [12] und zeigt großes Potenzial zur Produktivitäts- und Effizienzsteigerung, sowohl für Betreiber als auch für Anwender auf. Betreiberseitig ist dies von Interesse, da für die Tauschoption nicht reservierte Sitzplätze spontan last minute (auch

für Teilstrecken) reserviert werden können. Dies dient als Anreizsteigerung zur Tötigung einer Reservierung und kann einerseits rein kommerziell zur Erlössteigerung genutzt werden, andererseits auch zur Nachfragesteuerung dienen. Auf Kundenseite stellt es einen großen Komfortvorteil dar, eine freie Einstiegswahl zu haben und dennoch vom Reservierungssystem maximal unterstützt zu werden, einstiegsnah einen geeigneten Sitzplatz zu finden. Die Ausstattung mit einem flexiblen Reservierungsverfahren bietet die Möglichkeit, reservierte Sitzplätze neu zuzuweisen, um den Weg eines Fahrgastes innerhalb des Zuges zu seinem Sitzplatz zu minimieren. Weniger Fahrgastbewegungen im Zug erhöhen den Fahrgastkomfort und verringern den Platzbedarf für diese Bewegung. Am Bahnsteig bedeutet diese Neuerung, dass die Fahrgäste nicht mehr an dem Ort auf die Ankunft des Zuges warten

müssen, der dem zugewiesenen Sitzplatz am nächsten gelegen ist. Vielmehr können die Fahrgäste ihren Wartebereich am Bahnsteig frei wählen und stressfrei reisen, ohne die Systemleistung zu beeinträchtigen.

In dieser Forschungsarbeit wurde das System in einer Momentaufnahme, zum Zeitpunkt eines Halts, betrachtet, indem für die flexible Sitzplatzzuweisung lediglich die Verfügbarkeit eines nahegelegenen Sitzplatzes zum Zeitpunkt des Einstiegs geprüft wurde. In zukünftigen Untersuchungen sollte ein gesamter Zugumlauf erforscht werden, um Potenzialgrenzen des Systems zu identifizieren. Es soll ermittelt und berücksichtigt werden, ob der flexibel zugeteilte Platz für den gesamten Reiseaufenthalt des jeweiligen Fahrgastes verfügbar ist oder nur auf einer Teilstrecke.

Darüber hinaus sollen zukünftig auch unterschiedliche Möglichkeiten und Ausformungen in der Anwendung des Systems betrachtet werden. Eine Option stellt ein komplett freies Anwendungssystem dar, welches den gesamten Zug bzw. jeden einzelnen Sitzplatz des Zuges für die flexible Zuweisung berücksichtigt. Dies bedeutet, dass es gar keine fest reservierten Sitzplätze mehr gibt, die vom Reisenden selbst ausgewählt werden, sondern die Reservierung bzw. Zuweisung für alle Plätze wirklich erst im Moment des Einstiegs in den Zug erfolgt. ●

Literatur

[1] Weidmann, U. (1995): Grundlagen zur Berechnung der Fahrgastwechselzeit. IVT Schriftenreihe Nr. 106. Zürich: Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau. ETH Zürich.

[2] DB Vertrieb GmbH (o.J.): Wagenreihung: vorher online sehen, wo der Zug am Gleis hält. URL: <https://www.bahn.de/service/fahrplaene/wagenreihung>. Abruf am: 10.03.2023 um 12:24 Uhr.

[3] Grunewald, E. & Rudolph, F. & Tremer, D. (2022): Approach method for flexible reallocation of reserved seats on long-distance trains. In: Transport Problems 2022 Volume 17 Issue 1. S. 87-100. Gleiwitz.

[4] DB Vertrieb GmbH (o.J.): Sitzplatzreservierung - Fragen & Antworten: Ab wann verfällt die Sitzplatzreservierung? URL: <https://www.bahn.de/faq/pk/angebot/sitzplatzreservierung>. Abruf am: 10.03.2023 um 12:26 Uhr.

[5] Helbing, D. & Molnar, P. (1998): „Social Force Model for Pedestrian Dynamics“. In: Physical Review E 51. DOI: 10.1103/PhysRevE.51.4282.

[6] DB Vertrieb, GmbH (o.J.): ICE 1: Die erste Generation. URL: https://www.bahn.de/service/ueber-uns/zugtypen/ice_1. Abruf am: 10.03.2023 um 12:28 Uhr.

[7] Rüger, B. (2007): Beförderungs- und Betriebsqualität im Personenfernverkehr - Optimierungspotentiale beim Reisezugwagenbau. Wien: Institut für Eisenbahnwesen, Verkehrswirtschaft und Seilbahnen, Technische Universität Wien.

[8] Weidmann, U. (1994): Der Fahrgastwechsel im öffentlichen Personenverkehr. Dissertation. Zürich: Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau. ETH Zürich.

[9] Weidmann, U. & Buchmüller, S. & Rieder, M. & Erath, A. & Nash, A. & Carrel, A. (2006): Europäische Marktstudie für das System Swissmetro: Phase I. IVT Schriftenreihe Nr. 134. Zürich: Institut für Verkehrsplanung, Transporttechnik, Strassen- und Eisenbahnbau. ETH Zürich.

[10] Schweizerische Vereinigung der Verkehringenieure (SVI) (2015): Längere Umsteigezeiten und Haltestellenaufenthaltszeiten – Auswirkungen und Massnahmen. SVI-Forschungsprojekt 2011/034.

[11] Fruin, J.J. (1987): Pedestrian Planning and Design. Revised Edition. Elevator World.

[12] Grunewald, E. & Rudolph, F. & Jung, M. (2022): Verfahren und System zum Reservieren von Sitzplätzen in einem Massenverkehrsmittel (DE 10 2019 131 232 B4 2022.09.01). Deutsches Patent- und Markenamt. <https://register.dpma.de/DPMAregister/pat/PatSchrifteneinsicht?docId=DE102019131232B4&page=1&dpi=300&lang=de> (zuletzt abgerufen am 30.03.2023).

Summary

Faster to your preferred seat – dynamic seat reservation in the passenger long distance transport

To find reserved seats on the train, passengers orientate themselves on the platforms in the direction of the expected boarding point otherwise they have to walk the corresponding distance on the train. For this reason, different information is prepared on the platform and at the wagon to find the optimum boarding point. In the article, a system is being presented that on the other hand leaves passengers free to enter the train wherever they want and offering them a place near the entry.



Bleiben Sie in der Spur!

Mit dem Newsletter von

Eurail press

Jetzt anmelden!

www.eurailpress.de/anmeldung