



Quality of Service von Demand-Responsive Transport

Wie kann die Dienstleistungsqualität individuell abrufbarer Mobilitätskonzepte im öffentlichen Personennahverkehr bewertet werden?

K. Viergutz (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. DLR)

Inhalt

1	Zur Charakteristik von DRT	134
2	Quality of Service im ÖPNV	135
3	Beschreibung von Ursachen-Wirkungs-Zusammenhängen	138
4	Fazit	139

1 Zur Charakteristik von DRT

Demand-Responsive Transportation (DRT), welche auf Ridepooling basieren, sind digitale Mobilitätskonzepte, bei denen Fahrtwünsche unterschiedlicher Fahrgäste in Echtzeit gebündelt werden. Aus der haltestellenunabhängigen Bedienung und die durch den Verzicht auf feste Fahrpläne entstehenden großen zeitlichen Flexibilität werden die Vorteile individueller und öffentlicher Verkehrssysteme vereint [1].

Die in diesem Beitrag betrachteten DRT zeichnen sich durch folgende Merkmale aus:

- Verzicht auf feste Haltestellen, Fahrpläne und Linienwege: Konventionelle öffentliche Verkehrssysteme besitzen Soll-Fahrpläne, die angeben, zu welcher Zeit die im Verkehrsnetz entlang definierter Linienwege verorteten Haltestellen bedient werden. Flexible Angebotsformen hingegen reagieren dynamisch auf aktuelle Fahrtwünsche [2], sodass bedarfsorientierte Verkehrsangebote entstehen [3] & [4].
- Pooling (Bündelung) von zeitlich und räumlich korrespondierenden Fahrtwünschen: DRT sehen die Bündelung von Fahrtwünschen vor. Die Taxi-Vermittlungsplattform MyTaxi bietet seit Ende 2017 ihren Nutzern in Hamburg die Möglichkeit, gegen einen Fahrpreinachlass ihre Fahrt mit anderen Fahrgästen zu teilen. In den ersten beiden Monaten wurde bei rund zehn Prozent der Bestellungen diese Möglichkeit wahrgenommen [5].
- Internetbasierte Buchungsmöglichkeit mithilfe von mobilen Apps und echtzeitbasierte Disposition: Digitalisierung und Vernetzung sowie Mobilitätskonzepte, die im Sinne einer Mobility on Demand eine stärkere Individualisierung der Mobilität ermöglichen, stellen laut Zukunftsforschern die großen Megatrends im Nahverkehr dar [6] & [7] & [8]. DRT unterscheiden sich von konventionellen Verkehrssystemen durch den Einsatz echtzeitbasierter Informations- und Kommunikationstechnologie [9]. Fahrgäste werden durch appbasierte Onlineplattformen in die Lage versetzt, Fahrtwünsche schnell und unmittelbar an das System zu übermitteln. Die Bündelung korrespondierender Fahrtwünsche geschieht ebenfalls dynamisch – mithilfe von Matchingalgorithmen und echtzeitbasierter Disposition.
- Geringe Vorbuchungszeit: In ländlichen Regionen, in denen aufgrund schwacher Nachfrage die Einrichtung eines regelmäßigen fahrplanbasierten Linienverkehrs nicht sinnvoll ist, sind konventionelle Rufbusse etabliert [4]. Meist erfolgt die Buchung eines Rufbusses telefonisch durch die Nutzer. Die notwendige Vorbuchungszeit, also der Zeitraum, der zwischen der Äußerung des Fahrtwunsches und dem Beginn der Fahrt liegt, kann dabei eine bis mehrere Stunden betragen [10]. Der Grund für diese notwendige Vorbuchungszeit liegt dabei häufig in der Tatsache, dass Fahrtwünsche manuell zu Routen gebündelt werden müssen. DRT unterscheiden sich von Rufbusssystemen dadurch, dass sie einen deutlich höheren Spontaneitätsgrad besitzen und im Idealfall ad hoc bereitgestellt werden. Durch die beschleunigte Übermittlung von Fahrtwünschen und Zusammenstellung von Fahrten zu Routen im Bediengebiet erleben Fahrgäste eine höhere Flexibilität.
- Geringe Zu- und Abwege: DRT besitzen keine festen Haltestellen. Ein Fahrgastwechsel ist an beliebigen Punkten im Bediengebiet möglich. DRT mit der größtmöglichen Flexibilität

erlauben eine Haustürbedienung beziehungsweise durch eine große Dichte virtueller Stops die Reduktion der Zu- und Abgangswege auf ein Minimum. Für die Realisierung dieser Bedienkonzepte und das Anfahren von Zielen ohne haltestellentypische bauliche Einrichtungen eignen sich Fahrzeugeinheiten mit kleiner bis mittelgroßer Kapazität und Dimensionierung, beispielsweise Kleinbusse oder Pkw.

- Fahrer¹ als Dienstleister: Im Gegensatz zu klassischen Fahrgemeinschaften zeichnen sich DRT dadurch aus, dass das Zustandekommen der Fahrt sowie Start und Ziel der Fahrt durch die Fahrgäste bestimmt werden. Bei Fahrgemeinschaften geht diese Initiative vom Fahrer aus, wohingegen bei DRT einer der Fahrzeuginsassen – der Fahrer – kein Fahrgast ist, sondern am Ziel im Fahrzeug verbleibt.

2 Quality of Service im ÖPNV

Dieser Abschnitt widmet sich der Analyse ausgewählter Standardwerke und Veröffentlichungen zur Beschreibung von Parametern, die zur Bewertung der fahrgastseitigen Quality of Service eines (öffentlichen) Verkehrssystems zum Tragen kommen können.

Zum Verständnis der Parameter, mit denen die Quality of Service von Verkehrssystemen bewertet werden kann, ist eine vorhergehende Auseinandersetzung mit dem allgemeinen Begriff der Qualität sinnvoll. Neumann, Dalaff & Niebel (2014) [11] liefern eine grundlegende Analyse von Begriffsdefinitionen aus der Literatur, die hier in Auszügen wiedergegeben werden soll.

Ausgewählte Definitionen zum Begriff der Qualität aus Neumann, Dalaff & Niebel (2014) [11]:

- „... die Gesamtheit von Merkmalen einer Einheit bezüglich ihrer Eignung, festgelegte und vorausgesetzte Erfordernisse zu erfüllen.“ – DIN EN ISO 8402 (1995)
- „...Grad, in dem ein Satz inhärenter Merkmale Anforderungen erfüllt.“ – DIN EN ISO 9000 (2015)
- „Beschaffenheit einer Einheit bezüglich ihrer Eignung, festgelegte und vorausgesetzte Erfordernisse zu erfüllen.“ – DIN 55350-11 (1995)
- „Conformance of requirements“ – Crosby (1979) [12]

Gemein ist diesen Definitionen das Verständnis von Qualität als Maß des Erfüllungsgrades von Anforderungen, respektive des Grades der Übereinstimmung des Ist- mit dem Sollzustand. Zur Anwendung des Qualitätsbegriffs auf das Verkehrswesen existieren ebenfalls Ansätze zur Begriffsdefinition. Die FGSV-Schrift Nr. 145 [13] beispielweise beschreibt Qualität im öffentlichen Personennahverkehr als „Eignung aller Merkmale des Produktes ÖPNV, die Anforderungen der Kunden zu erfüllen“.

1 Die in diesem Beitrag verwendete männliche Form von Begriffen bezieht die weibliche Form mit ein.

Name	DIN EN 13816 (2002) Öffentlicher Personenverkehr: Definition, Festlegung von Leistungszeilen und Messung der Servicequalität	FGSV 050 (2010) Empfehlungen für Planung und Betrieb des öffentlichen Personen- nahverkehrs	RIN (2008) Richtlinien für die integrierte Netzgestaltung	Boltze, Jentsch, Friedrich & Bastian (2008) OptiV – Erschließung von Entscheidungs- und Optimierungsmethoden für die Anwendung im Verkehr	
Adressiertes Verkehrssystem	ÖPNV	ÖPNV	Verkehrsmittel- übergreifend (Straße, Schiene)	Verkehrsmittel- übergreifend (Straße, Schiene)	
Anmerkungen		Qualitätsstufen von Verkehrsangeboten im ÖPNV und Angebotsstandards	Kriterien und Kenngrößen zur Bewertung der Angebotsqualität einer Relation		
Zielbereich	- Räumliche Verfügbarkeit	- Verfügbarkeit (Verkehrsmittel, Netz, Betrieb, Eignung, Zuverlässigkeit)	- Anbindung - Haltestellen- einzugsbereich - Erreichbarkeit	- Qualität (Erreichbarkeit, Wegelänge)	
	- Verbindung und Intermodalität		- Fahrtenangebot zwischen Gemeinden - Taktfolge innerhalb von Gemeinden	- Direktheit (Umfwegfaktor, Umsteigehäufigkeit) - Zeitliche Verfügbarkeit (Be- dienungshäufigkeit, Betriebszeit)	
	- Zeitliche Zuverlässigkeit	- Zeit (Einhaltung des Fahrplans)	- Anschluss- sicherheit - Pünktlichkeit	- Zuverlässigkeit (Abweichung von Soll-Reisedauer)	
	- Zeitaufwand	- Zeit (Reisezeit)	- Reisezeitverhältnis ÖPNV/MIV - Beförderungs- geschwindigkeit	- Zeitaufwand (Luftliniengeschwin- digkeit, Reisezeit, Reisezeitverhältnis ÖV/Pkw)	
	- Zugang und Barriere- freiheit	- Zugang (Externe Schnittstelle, interne Schnittstelle)			- Qualität (Zugänglichkeit)
	- Safety und Security	- Sicherheit (Ver- brechensvermeidung, Unfallvermeidung, Notfallmanagement)			- Sicherheit (Anzahl Unfälle, Unfallschwere, Personensicherheit, Vandalismus)
	- Information und Kundenservice	- Kundenbetreuung (Engagement, Schnittstelle zum Kunden, Personal, Unterstützung des Kunden, Fahrausweisoptionen) - Information (Allgemeine Infor- mation, Reise- information unter Normalbedingungen, Reiseinformation unter Sonder- bedingungen) - Zugänglichkeit (Ticketing/ Fahrausweise)			- Qualität (Infor- mationsqualität, Datenqualität)

- Komfort	- Komfort (Benutzbarkeit von Fahrgasteinrichtungen, Raumangebot, Fahrkomfort, das Umfeld betreffende Bedingungen, zusätzliche Einrichtungen, Ergonomie)	- Platzangebot - Beförderungsqualität in den Fahrzeugen	- Komfort (Sitzplatzverfügbarkeit, Ausstattung der Fahrzeuge)	- Qualität (Benutzbarkeit)
- Ökologische Aspekte und Nachhaltigkeit	- Umwelteinflüsse (Verschmutzung, Natürliche Ressourcen, Infrastruktur)			- Umfeldverträglichkeit (Flächeninanspruchnahme, energieverbrauch, Lärmemissionen, Schadstoffemissionen, Beeinträchtigung Stadt- und Landschaftsbild, Trennwirkung)
- Ökonomische Aspekte			- Reisekosten	- Wirtschaftlichkeit (Baukosten, Betriebskosten, Instandhaltungskosten, Einnahmen, Fahrzeuganzahl, Fahrzeuggröße, Zuladung, Auslastung, Besetzungsgrad, Personenanzahl)
Quantifizierte Angaben?	Teilweise	Teilweise	Teilweise	Nein

Abb. 1 Vergleich von Standardwerken und wissenschaftlichen Veröffentlichungen zur Bewertung der Quality of Service im ÖPNV aus Nutzersicht (Auswahl)

Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 1 vergleicht die beschriebenen Kenngrößen ausgewählter Standardwerke und wissenschaftlicher Veröffentlichungen zur Qualitätsmessung im ÖPNV aus Nutzersicht und klassifiziert diese in geclusterte Zielbereiche. Dabei kann die Auswahl der vorgestellten Werke lediglich eine geringe Bandbreite der existierenden Werke aufzeigen und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Boltze, Jentsch, Friedrich & Bastian (2008) [14] beschreiben dabei verkehrsmittelübergreifende Kriterien aus Nutzer-, Betreiber- und gesellschaftlicher Sicht relevant sind. Einer der Schwerpunkte dieser Qualitätskriterien liegt in der Wirtschaftlichkeit. Diese wird in den anderen drei betrachteten Werken nicht oder kaum einbezogen. In den RIN (2008) werden ebenfalls verkehrsmittelübergreifende Parameter aufgegriffen. Parameter, welche sich ausschließlich auf den motorisierten Individualverkehr beziehen, finden in der Tabelle keine Erwähnung. Die DIN EN 13816 enthält eine große Anzahl an Parametern zur Bewertung der Informationsqualität und des Kundenservice sowie des Komforts aus Nutzersicht.

Es fällt auf, dass zeitliche Faktoren sowie der Komfort in allen vier betrachteten Werken berücksichtigt werden. Aus Untersuchungen (beispielsweise [15]) ist bekannt, dass eine kurze Reisezeit ein wichtiges Qualitätsmerkmal für Fahrgäste darstellt. Ein Ansatz, um

die Qualität öffentlicher Nahverkehrsmittel aus Nutzersicht zu verbessern, besteht also darin, die Reisezeit zu verringern. DRT könnten dies bei optimierter algorithmenbasierter Bündelung leisten. Um die Auswirkungen dieses neuartigen Mobilitätskonzepts auf die Reisezeit und damit auf die Quality of Service zu untersuchen, bedarf es der Identifikation tiefergehender Parameter.

3 Beschreibung von Ursachen-Wirkungs-Zusammenhängen

Bedarfsorientierte Bedienformen können scheitern, wenn ein höheres Level of Service angeboten, als von den Nutzern gewünscht wird, da dies meist einen höheren finanziellen Aufwand für Betreiber zur Folge hat [16]. Die Qualität eines Verkehrssystems kann aus der Sicht unterschiedlicher Akteure unterschiedliche Ausprägungen besitzen. Fahrgäste bewerten die Qualität eines Verkehrssystems im Allgemeinen „vor allem subjektiv und erlebnisorientiert“ [13] und empfinden Parameter wie Fahrzeiten und Service als relevant, wohingegen Ersteller öffentlicher Verkehrsangebote Wert auf die Rentabilität des Angebots legen. Die FGSV-Schrift Nr. 145 [13] beschreibt die Kosten und den Nutzen von Qualität und stellt dabei fest, dass ein höheres Qualitätsniveau mit höheren Kosten einhergehen kann, es aber auch Fälle gibt, in denen eine höhere Qualität nicht mit höheren Kosten verbunden ist – oder höhere Kosten keine Steigerung der Qualität bewirken. Dieser Trade-off aus den Wechselwirkungen zwischen Kosten und Qualität beschreibt den Grundgedanken dieses Beitrags. In diesem Beitrag soll anhand einer Ursachen-Wirkungs-Kette aufgezeigt werden, welche Anforderungen an ein Modell bestehen, welches die Bewertung der Quality of Service aus Sicht mehrerer Stakeholder ermöglicht.

Basis für die Erarbeitung von Modellen zur Bewertung der Quality of Service von DRT ist die Auseinandersetzung mit Ursachen und Wirkungen von Parametern, die mit der Rentabilität eines Verkehrskonzeptes in Zusammenhang stehen. Abbildung 2 zeigt eine vereinfachte Kausalanalyse zur Beschreibung dieser Ursachen-Wirkungs-Zusammenhänge. Dabei werden Kosten zur Bereitstellung des DRT-Angebots und Einnahmen aus dem Fahrbetrieb gegenübergestellt. Aus der Differenz dieser beiden Parameter ergibt sich der erreichte Grad der Rentabilität. Die Einnahmen können beschrieben werden als eine Funktion der Anzahl und Art der durchgeführten Fahrten sowie des Preismodells, hängen also mit der Nachfrage zusammen. In dieser Kausalanalyse wird davon ausgegangen, dass die Nachfrage steigt, wenn der Erfüllungsgrad der Nutzeranforderungen steigt. Die vorangegangene Analyse von Standardwerken zur Bewertung der Quality of Service im ÖPNV sowie weitere Untersuchungen zeigen, dass eine kurze Reisezeit ein wichtiges Kriterium zur Bewertung der Quality of Service aus Fahrgastsicht ist. Wenn die Reisezeit sich verringert, könnte die Zufriedenheit von Fahrgästen steigen.

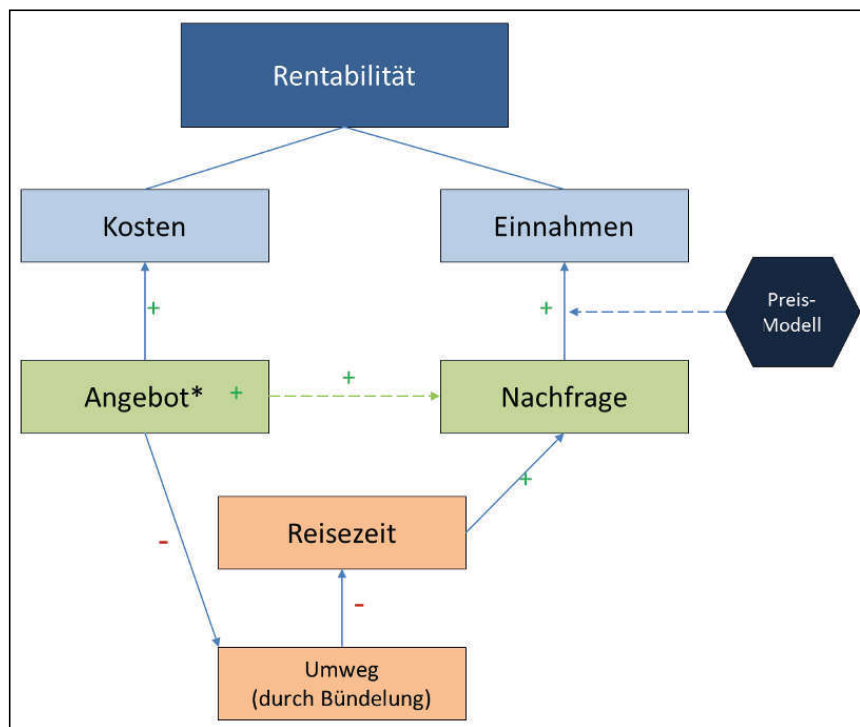


Abb. 2 Ursachen-Wirkungs-Kette der Rentabilität von DRT (vereinfacht)

Quelle: Eigene Darstellung

DRT zeichnen sich durch Pooling von Fahrtwünschen aus, die zeitlich und räumlich korrespondieren. Für einzelne Fahrgäste kann durch diese Bündelung und die damit verbundene Anpassung der gefahrenen Route ein Umweg entstehen, der die Reisezeit gegenüber einer Direktfahrt erhöht. Um die Quality of Service von DRT zu bewerten ist also eine tiefgehende Auseinandersetzung mit Fahrgastanforderungen an die Reisezeit notwendig. Die geringste Fahrzeit entsteht, wenn ein Fahrgast exklusiv mit einem Fahrzeug befördert wird, ohne dass weitere Fahrgäste zusteigen. Je mehr Fahrzeuge eingesetzt werden (Angebot), desto geringer könnte der Umweg durch Pooling sein. Gleichzeitig erhöht eine höhere Anzahl eingesetzter Fahrzeuge die Kosten. Rentabel kann ein solches Angebotskonzept nur dann sein, wenn der Erfüllungsgrad der Fahrgastanforderungen mit einer Balance der Kosten und Einnahmen einhergeht.

4 Fazit

Im vorliegenden Beitrag wurde aufgezeigt, dass DRT eine neue Form von Mobilitätskonzepten darstellen, die einige grundlegende Eigenschaften konventioneller öffentlicher und individueller Verkehrsmittel vereinen. Aus diesem Grund sind bisherige Modelle zur Bewertung der Quality of Service von DRT unzureichend. In diesem Beitrag wurden

anhand einer Kausalanalyse die Ursachen-Wirkungs-Zusammenhänge der Quality of Service von DRT beschrieben.

Die Identifikation des optimalen Level of Service und damit die Identifikation des optimalen Fahrzeugeinsatzes unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen unterschiedlich ausgeprägter Angebotskonzepte für DRT stellt eine der Herausforderungen der Verkehrs- und Mobilitätsforschung dar. Zur Sicherstellung einer Zukunftsfähigkeit DRT forscht das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) an unterschiedlichen Angebotsformen in Zusammenhang mit entsprechenden Geschäftsmodellen.

Literatur

- [1] Laws R. (2009): Evaluating publicly funded DRT schemes in England and Wales, PhD Thesis, Loughborough University, Loughborough
- [2] Mulley, C.; Nelson, J. (2009): Flexible transport services: A new market opportunity for public transport. *Research in Transportation Economics*, 25. Aufl., S. 39-45.
- [3] Atasoy, B.; Ikeda, T.; Ben-Akiva, M. (2014): The Concept and Impact Analysis of a Flexible Mobility on Demand System
- [4] Sommer, C.; Schäfer, F.; Löcker, G. (2016): ÖPNV strukturiert planen. Leitfaden zur ÖPNV-Planung in ländlichen Räumen liegt vor. *Der Nahverkehr* 10/2016
- [5] NGIN Mobility (2018): Wie sich Mytaxi auf dem Shuttle-Markt behaupten will. Abrufbar unter: <https://ngin-mobility.com/artikel/interview-johannes-mewes-mytaxi-match/>, abgerufen am 24.03.2018.
- [6] Frisch, R. (2017): Drei Megatrends prägen den Nahverkehr. Interview mit Dipl.-Ing. Ralf Frisch, Solution Director MaaS – Mobility as a Service bei der PTV-Group in Karlsruhe. *DER NAHVERKEHR* 11/2017. S. 18-19.
- [7] Wittmer, A.; Linden, E. (2017): Zukunft Mobilität: Gigatrend Digitalisierung. Universität St. Gallen. Abrufbar unter: <https://www.alexandria.unisg.ch/253291/>, abgerufen am 05.04.2018.
- [8] Heß, A.; Polst, S. (2017): Mobilität und Digitalisierung: Vier Zukunftsszenarien. Bertelsmann Stiftung. Abrufbar unter: https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/Studie_LK_Mobilitaet-und-Digitalisierung__Vier-Zukunftsszenarien_2017.pdf, abgerufen am 05.04.2018.
- [9] Rayle, L.; Dai, D.; Chan, N.; Cervero, R.; Shaheen, S. (2016): Just a better taxi? A survey-based comparison of taxis, transit, and ridesourcing services in San Francisco. *Transport Policy* 45 (2016), S. 168–178
- [10] Reinhardt, W. (2012): Öffentlicher Personennahverkehr, Technik. Rechtliche und betriebswirtschaftliche Grundlagen. Wiesbaden. S. 584ff.
- [11] Neumann, T.; Dalaff, C.; Niebel, W. (2014): Was ist eigentlich Qualität? – Versuch einer begrifflichen Konsolidierung und Systematik im Verkehrsmanagement. *Straßenverkehrstechnik* 9.2014, S. 601-606.
- [12] Crosby, P. B. (1979): *Quality is free: the art of making quality certain*. McGrawHill, New York.
- [13] FGSV (2006): Hinweise für die Qualitätssicherung im ÖPNV. FGSV-Schrift Nr. 145.
- [14] Boltze, M.; Jentsch, H.; Friedrich, B.; Bastian, M. (2008): OptiV – Erschließung von Entscheidungs- und Optimierungs-methoden für die Anwendung im Verkehr. Tagungsband HEUREKA '08, 5./6. März 2008. Hrsg. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln.

-
- [15] Viergutz, K.; Brinkmann, F. (2018): Demand Analysis and Willingness to Use of Passengers of Flexible Mobility Concepts. European Transport Conference, 4.-6. Oktober 2017, Barcelona.
 - [16] Enoch, M.; Potter, S.; Parkhurst, G.; Smith, M. (2006): Why do demand responsive transport systems fail? Paper für 85th Annual Meeting of the TRB 2006. Abrufbar unter: <http://oro.open.ac.uk/19345/>, abgerufen am: 05.04.2018