

01

PUBLIKATIONEN

Prix LITRA

LITRA

Informationsdienst für den öffentlichen Verkehr
Service d'information pour les transports publics
Servizio d'informazione per i trasporti pubblici
Survetsch d'informaziun per il traffic public

Bus Rapid Transitsysteme

An der Grenze zwischen Bus und Bahn



Prix LITRA – Publikationen

Die LITRA stiftet jährlich einen Preis für Bachelor- und Masterarbeiten, die sich dem Thema «öffentlicher Verkehr» widmen. Sie möchte damit die Forschung rund um den öffentlichen Verkehr fördern und die Studierenden zusätzlich motivieren, sich mit diesem Thema auseinanderzusetzen.

Eine Auswahl der Gewinnerarbeiten werden in der Serie Prix LITRA – Publikationen für das interessierte Fachpublikum aufgelegt.

Der Autor



David Sorg

David Sorg ist Absolvent des Studiengangs Raumentwicklung und Infrastruktursysteme der ETH Zürich. Ein einjähriges Praktikum in der technischen Entwicklungszusammenarbeit in Peru hat ihn 2007 mit dem Thema Bus Rapid Transitsysteme (BRT) in Berührung gebracht. Er hat seine Masterarbeit 2011 am Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT) der ETH Zürich eingereicht und am Kongress *Cities for Mobility* in Stuttgart vorgestellt. Die Arbeit wurde 2012 mit dem Prix LITRA ausgezeichnet. Seit April 2012 arbeitet der Autor bei den Stuttgarter Strassenbahnen AG.

Inhaltsverzeichnis

1.	Bus Rapid Transitsysteme (BRT): von der Nische zum Exportschlager	4
2.	Bus Rapid Transitsysteme in der Schweiz?	5
3.	Bus, BRT oder Schiene: Entscheidungskriterien	6
3.1.	Beförderungsqualität von BRT-Systemen	6
3.2.	Wirtschaftlichkeit	8
3.3.	Weitere Entscheidungskriterien	11
4.	Aus Fehlern lernen: Erfolgsfaktoren	14
5.	Fazit	16
6.	Literatur	17

1. Bus Rapid Transitsysteme (BRT): von der Nische zum Exportschlager

Die Herausforderungen, mit denen sich die brasilianische Metropole Curitiba in den 1970er-Jahren konfrontiert sah, sind noch heute vielerorts eine Realität: Bevölkerungswachstum, knappe öffentliche Finanzen, Energiekrise, Luftverschmutzung und eine unbefriedigende Verkehrssituation in der Stadt. Die verkehrspolitischen Antworten, die daraufhin in Curitiba entwickelt wurden, waren jedoch zu ihrer Zeit beispiellos. Unter Bürgermeister Jaime Lerner wurden 1974 die ersten 20 Kilometer eines neuartigen Busverkehrssystems mit einer hohen Kapazität und Beförderungqualität gebaut – zu einem Bruchteil der Kosten eines ursprünglich geplanten schienenbasierten Metrosystems. Komfortable und rundum geschlossene, röhrenförmige Haltestellen erlauben einen raschen und ebenerdigen Einstieg in die Fahrzeuge, Witterungsunabhängigkeit, Sicherheit und einen einfach zu handhabenden Billetverkauf bereits beim Betreten der Haltestellen. Exklusive und hindernisfreie Fahrwege, Doppelgelenkbusse und eine rasche Taktfolge verleihen dem System eine hohe Geschwindigkeit und Kapazität. Diese Art von Verkehrssystemen mit gummiereiften Fahrzeugen wird heute als Bus Rapid Transit (BRT) bezeichnet. In Curitiba wurde die Einführung des BRT-Systems von zahlreichen städtebaulichen Massnahmen wie Fußgängerzonen und Radwegnetzen flankiert. Die Stadt führt nicht zuletzt deshalb heute regelmässig die Ranglisten bezüglich der Lebensqualität in Südamerika an und ist zum Pilgerort von Verkehrsexperten aus aller Welt geworden. Das vorbildlich integrierte und konsequent umgesetzte BRT-System von Curitiba wurde zur Erfolgsgeschichte und zum Exportschlager. Inzwischen werden mehr als 120 Systeme des öffentlichen Personennahverkehrs auf sechs Kontinenten als BRT bezeichnet.

Abbildung 1 BRT in Curitiba (Brasilien)



Quelle: Bus Rapid Transit Policy Center, Zugriff: 12.12.2012

BRT-Systeme zeichnen sich typischerweise durch moderne Fahrzeuge, darauf abgestimmte Haltepunkte, exklusive Fahrwege, Fahrzeugbevorzugungsmassnahmen, Leitsysteme, zeitgemässe Betriebskonzepte, rasche Taktfolgen, moderne Bezahlungsmethoden, integrierte Tarifsysteme, hochstehende Fahrgastinformationsdienstleistungen sowie durch sichtbare und wiedererkennbare Identifikationsmerkmale aus. In vielen Städten erfüllt BRT heute verkehrstechnische Funktionen, die traditionell von Schienenverkehrssystemen abgedeckt wurden. Die weltweite Beliebtheit dieses Ansatzes zeigt, dass BRT vielerorts effiziente und bezahlbare Lösungen im städtischen öffentlichen Verkehr (öV) ermöglicht hat. Auf der anderen Seite sind schienenbasierte Stadtverkehrssysteme nach wie vor eine zweckmässige und leistungsfähige Alternative, deren Anzahl weltweit ebenfalls weiter zunimmt. Insbesondere in Fällen, in denen BRT-Systeme an ihre Grenzen stossen, kommen die Vorteile von Schienenverkehrssystemen zum Tragen. Der vorliegende Artikel befasst sich mit Charakteristika, Möglichkeiten und Grenzen von BRT. Entscheidungskriterien für die Systemwahl zwischen herkömmlichen Bussystemen, BRT und Schienenverkehrssystemen werden beleuchtet und Erfolgsfaktoren bei der Planung und Umsetzung von BRT präsentiert. Die Ergebnisse stammen aus einer Masterarbeit, die am Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT) der ETH Zürich in einer Kooperation mit dem Stuttgarter Netzwerk Cities for Mobility geschrieben wurde. Die Arbeit wurde 2012 in Bern mit dem Prix LITRA ausgezeichnet.

2. Bus Rapid Transitsysteme in der Schweiz?

Nicht in allen Städten wurde BRT mit der gleichen Entschlossenheit und Gründlichkeit umgesetzt wie in Curitiba. Eine eindeutige Definition oder gar ein Schutz der «Marke BRT» existiert nicht. Entsprechend unterschiedlich sind die Verkehrssysteme, die sich weltweit als BRT verstehen und gemeinhin als solche bezeichnet werden. Eine klare Abgrenzung zu herkömmlichen Bussystemen ist nicht immer möglich. Grundsätzlich unterscheidet sich ein BRT-System von einem herkömmlichen Bussystem durch eine höhere Kapazität und Beförderungsqualität, sowie in der Regel durch eine bessere Wirtschaftlichkeit und eine positivere öffentliche Wahrnehmung. In vielen Städten wurden jedoch auch bei herkömmlichen Bussystemen Verbesserungsmassnahmen – wie etwa Busspuren – umgesetzt, ohne dass die Systeme deswegen als BRT bezeichnet worden wären.

Für Bussysteme in der Schweiz wird der Ausdruck BRT bisher nicht verwendet. Zweifellos unterscheiden sich die Busnetze in Schweizer Städten markant von voll ausgebauten BRT-Systemen, wie sie beispielsweise in Bogotá (Kolumbien), Goiânia (Brasilien) oder Jakarta (Indonesien) existieren. Die besonders stark frequentierten städtischen Buslinien in der Schweiz weisen mit Signalbevorrechtigung, Busspuren, grossen Fahrzeugen oder dichten Taktfolgen trotzdem zahlreiche Merkmale von BRT auf. In anderen Ländern, wie den USA, England oder Frankreich, wird die Bezeichnung BRT, oder auch BHLS (Buses with a High Level of Service), grosszügiger verwendet. Teilweise wurden solche Bezeichnungen bereits

nach geringfügigen Veränderungen an herkömmlichen Bussystemen eingeführt, in Extremfällen gar schon bei der Beschaffung von neuen Fahrzeugen.

Es wäre nicht sinnvoll, Schweizer Bussysteme als BRT zu bezeichnen, auch wenn der Begriff andernorts schon für Systeme verwendet worden ist, die noch weniger mit einem voll ausgebauten BRT-System gemeinsam haben als Stadtbussysteme in der Schweiz. Das bisherige Fehlen des Begriffs BRT in der Schweiz soll jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass massiv und konsequent aufgewertete und integrierte Bussysteme angesichts der knapper werdenden öffentlichen Mittel und der stark steigenden Nachfrage im städtischen ÖV auch hierzulande über kurz oder lang eine grössere Rolle spielen könnten. Dabei geht es vielmehr um eine Ergänzung statt um eine Ablösung bereits existierender städtischer Schienenverkehrssysteme.

3. Bus, BRT oder Schiene: Entscheidungskriterien

Fragen der Systemwahl zwischen Bus und Schiene stellen sich heute insbesondere, wenn die Kapazität von Bussystemen in einem Korridor erschöpft ist und eine weitere Angebotsverdichtung mit Bussen wirtschaftlich oder betrieblich nicht mehr realistisch erscheint. Trotz völlig anderer Rahmenbedingungen steht die Verkehrsplanung in Quito (Ecuador) heute Fragestellungen gegenüber, wie sie auch bei der Planung des «Tram Bern West» oder der Glattalbahn in Zürich zur Debatte standen. Der zentrale BRT-Korridor «El Trole» in Quito hat seine Kapazitätsgrenze längst überschritten, und es wird über einen Ersatz durch ein leistungsfähigeres Schienenverkehrssystem diskutiert.

Der Wunsch nach allgemeingültigen Entscheidungskriterien zur Frage, welches Transportsystem unter welchen Bedingungen das geeignetste sei, ist angesichts dieser wiederkehrenden Entscheidungssituationen naheliegend. Ein universeller Kriterienkatalog kann jedoch nicht aufgestellt werden, da neben technischen Fragen der Kapazität und den damit verbundenen Wirtschaftlichkeitsüberlegungen auch die gewünschte Beförderungsqualität, städtebauliche Restriktionen, politische und demographische Rahmenbedingungen sowie nicht zuletzt die zur Verfügung stehenden finanziellen und zeitlichen Ressourcen im individuellen Fall immer eine entscheidende Rolle für den Systementscheid und dessen Umsetzungserfolg spielen. Die nachfolgende Betrachtung von Entscheidungskriterien soll eine Orientierungshilfe zur Systemwahl darstellen, sie kann jedoch den Blick auf lokale Gegebenheiten niemals ersetzen.

3.1. Beförderungsqualität von BRT-Systemen

Die Beförderungsqualität von Verkehrssystemen wird üblicherweise durch die Hauptkriterien Verfügbarkeit, Zugänglichkeit, Reisegeschwindigkeit, Zuverlässigkeit, Fahrpreis, Komfort, Image und Umweltfreundlichkeit ausgedrückt.¹ Da sich BRT-Systeme je nach

¹ *Qualitätskriterien basierend auf Kittelson & Associates Inc. (2003) und EN 13816 (CEN, 2002).*

verfolgter Zielsetzung stark voneinander unterscheiden, kann keine generelle Aussage darüber getroffen werden, welche Beförderungsqualität der Verkehrsmodus BRT insgesamt erreichen kann. Die Bildung von unterschiedlichen Klassen innerhalb dieses Verkehrsmodus ermöglicht aber Aussagen zur durchschnittlichen Qualität von BRT-Systemen, die sich durch ähnliche Systemausprägungen auszeichnen.

BRT light

Eine Klasse von BRT-Systemen sind die oft als «BRT light» bezeichneten Systeme, die in weiten Teilen konventionellen Bussystemen gleichen. Sie verfolgen meist das Ziel, mit möglichst geringen Investitionen eine Verbesserung der Verkehrssituation und/oder eine Erhöhung der Kapazität zu erreichen. Da diese Systeme nur selten exklusive Fahrspuren oder Bevorrechtigungsmassnahmen umfassen, liegt ihre Beförderungsqualität kaum über dem Niveau von gut funktionierenden herkömmlichen Bussystemen. Die Bezeichnung solcher Systeme als BRT kann durchaus auch kritisch hinterfragt werden.

Infrastruktur-BRT

Am anderen Ende der Skala stehen BRT-Systeme, die sich insbesondere durch massive Infrastrukturbauten wie exklusive Buskorridore und aufwändige Haltestellen, dichte Taktfolgen und grosse Fahrzeuge auszeichnen. Erstaunlicherweise ist der Technologiestandard bei diesen Systemen oft relativ niedrig, da die Bevorrechtigung v.a. durch bauliche Massnahmen und weniger über Lichtsignalbeeinflussung oder Betriebsleitsysteme erfolgt. Dieser Lösungsansatz ist insbesondere in Städten in Entwicklungs- und Schwellenländern beliebt, in denen oft sehr starke Verkehrsströme bewältigt werden müssen, die öffentlichen Mittel aber den Bau oder Ausbau von Metrosystemen nicht zulassen. Zu dieser Klasse gehören beispielsweise die Systeme von Curitiba, Jakarta oder Bogotá. Hauptsächliches Ziel ist eine möglichst hohe Kapazität, um die zahlreichen Passagiere bewältigen zu können.

Aus Sicht der Fahrgäste ermöglichen solche BRT-Systeme gegenüber herkömmlichen Bussystemen vor allem Verbesserungen hinsichtlich Zugänglichkeit (auch Barrierefreiheit durch verbesserte Haltestellen), Komfort und Sicherheit. In Städten der dritten Welt haben solche BRT-Systeme oft informelle und nur schlecht funktionierende Verkehrssysteme abgelöst und daher auch enorme Verbesserungen hinsichtlich Zuverlässigkeit, Reisegeschwindigkeit, Umweltauswirkungen und Image des öV ermöglicht. Vergleicht man diese infrastrukturbasierten BRT-Systeme jedoch mit gut funktionierenden städtischen Bussystemen, wie sie etwa in der Schweiz existieren, so liegen ihre Leistungen im Hinblick auf Reisegeschwindigkeit, Zuverlässigkeit und Umweltauswirkungen jedoch meist auf einem ähnlichen oder sogar auf einem tieferen Niveau.

Technologie-BRT

Eine weitere Klasse sind BRT-Systeme, die insbesondere auf Qualitätsverbesserungen durch technologische Massnahmen abzielen. Ähnlich wie beim bereits erwähnten Konzept BHLS (Buses With a High Level of Service) werden in dieser BRT-Klasse meist sehr moderne und komfortable Fahrzeuge eingesetzt, teilweise mit optischer oder mechanischer Spurführung und elektrischem Antrieb. Signalbeeinflussung und Verkehrsleitsysteme ermöglichen oft

eine hohe Reisegeschwindigkeit und Zuverlässigkeit trotz nur weniger Infrastrukturbauten. Meist sind solche Systeme nicht auf eine maximale Kapazität ausgelegt, da die Nachfrage dies nicht erfordert. Vielmehr zielen sie auf eine hohe Beförderungsqualität und auf ein modernes Image ab. Beispielsweise in nordamerikanischen Städten wird mit solchen hochqualitativen und vergleichsweise teuren Lösungen oft das Ziel verfolgt, den Modal Split aktiv in Richtung des öV zu verlagern und auch Fahrgäste anzuziehen, die mit herkömmlichen Bussystemen nicht anzulocken gewesen wären. Diese BRT-Systeme kommen der Beförderungsqualität eines Schienenverkehrsmittels am nächsten, was sich jedoch in einigen Fällen, wie etwa in der französischen Stadt Caen (siehe Abbildung 2), auch in einer vergleichsweise geringen Kostendifferenz zu diesen niederschlägt.

Abbildung 2 Ein spurgeführtes Bussystem in Caen (Frankreich)



Quelle: Alain Caraco (2004), Zugriff: 12.12.2012

3.2. Wirtschaftlichkeit

Zahlreiche verkehrswirtschaftliche Studien vergleichen die Wirtschaftlichkeit verschiedener Verkehrsmodi wie Bus, BRT und Stadtbahn ausschliesslich aufgrund der laufenden Betriebskosten. Dabei besteht die methodische Gefahr einer blinden Bevorzugung von scheinbar kostengünstigeren Modi, ohne dass der wichtige Aspekt der Beförderungsqualität ausreichend berücksichtigt worden wäre. Die Beförderungskosten pro Passagierkilometer erlauben alleine noch keinen sinnvollen Vergleich zwischen Verkehrsmodi, da eine höhere Zuverlässigkeit oder ein höherer Komfort die scheinbaren Mehrkosten eines teureren Verkehrsmodus im Einzelfall durchaus aufwiegen kann, auch wenn solche Faktoren schwierig monetär zu bewerten sind. Ausserdem beziehen solche Wirtschaftlichkeitsvergleiche nur selten die Möglichkeit mit ein, dass sich Rahmenbedingungen wie Lohnkosten, Energiepreise oder die Nachfrage verändern können. Der oft angeführte finanzielle Break-Even-

Point zwischen Verkehrsmodi bei unterschiedlichen Nachfragestärken vernachlässigt die Tatsache, dass deren Kostenkurven eigentlich auf unterschiedlichen Qualitätsniveaus liegen und sich diese daher in einem Koordinatensystem gar nicht überschneiden würden. Unter diesen Vorbemerkungen durchgeführte und vorsichtig interpretierte Wirtschaftlichkeitsvergleiche geben dennoch erste grobe Anhaltspunkte für geeignete Einsatzbereiche verschiedener Verkehrsmodi.²

Investitionskosten

Die Investitionskosten für schienenbasierte Tram- oder Light Rail Transit (LRT)-Systeme, d.h. Stadtbahnen, betragen je nach Ausstattung und lokalem Kostenniveau typischerweise rund 10 bis 40 Millionen US\$ pro km. Dagegen haben die Baukosten der meisten heute existierenden BRT-Systeme weniger als fünf Millionen US\$ pro km betragen. In besonders aufwändigen Einzelfällen, etwa bei unterirdischen BRT-Strecken wie in Boston (USA), sind jedoch auch deutlich höhere Baukosten von bis zu rund 50 Millionen US\$ pro km bekannt.³ Einige Autoren sind der Ansicht, dass die Infrastrukturkosten weniger von der Wahl zwischen Gummi- oder Eisenrädern abhängen, sondern vielmehr vom Anteil und der Qualität der exklusiven Fahrwege und Bevorrechtigungsmassnahmen.⁴

Die Kosten von BRT-Fahrzeugen, meist Gelenkbusse, werden durchschnittlich mit rund 0,5 Millionen US\$ angegeben. In Ausnahmefällen, wie etwa bei den mechanisch spurgeführten Doppelgelenkfahrzeugen des BRT-Systems «TVR» in Caen (siehe Abbildung 2), sind jedoch auch Fahrzeugkosten von bis zu rund zwei Millionen US\$ bekannt. LRT-Fahrzeuge kosten je nach Ausstattung und Fahrzeuglänge üblicherweise mehr als zwei Millionen US\$, dafür weisen sie meist ein deutlich höheres Fassungsvermögen auf als BRT-Fahrzeuge. Bezüglich der Lebenszykluskosten liegen BRT- und LRT-Fahrzeuge insgesamt ungefähr gleichauf, da Schienenfahrzeuge in der Regel auf eine bedeutend längere Einsatzdauer ausgelegt sind als Busse.⁵

Betriebskosten

Unter Berücksichtigung der eingangs erwähnten Qualitätsunterschiede können die Betriebskosten verschiedener Verkehrsmodi bei unterschiedlichen Nachfragestärken mit parametrischen Kostenmodellen verglichen werden. Berechnungen mit einem Kostenmodell von Bruun (2005) zeigen, dass die finanziellen Vorteile von BRT vornehmlich bei Nachfragestärken zwischen ca. 250 und 2000 benötigten Plätzen pro Stunde und Richtung zum Tragen kommen. Unterhalb dieses Bereichs kann die Nachfrage mit konventionellen Bussystemen meist ökonomischer bewältigt werden. Schienenbasierte Verkehrssysteme weisen hingegen bei mehr als 2000 benötigten Plätzen pro Stunde und Richtung oft günstigere Betriebskosten auf.

Diese Schwellenwerte verschieben sich bei unterschiedlichen Rahmenbedingungen jedoch deutlich. Abbildung 3 zeigt, dass insbesondere das Lohnkostenniveau wirtschaftlich stark

² Abschnitt basierend auf Vuchic, 2005, S. 522–525

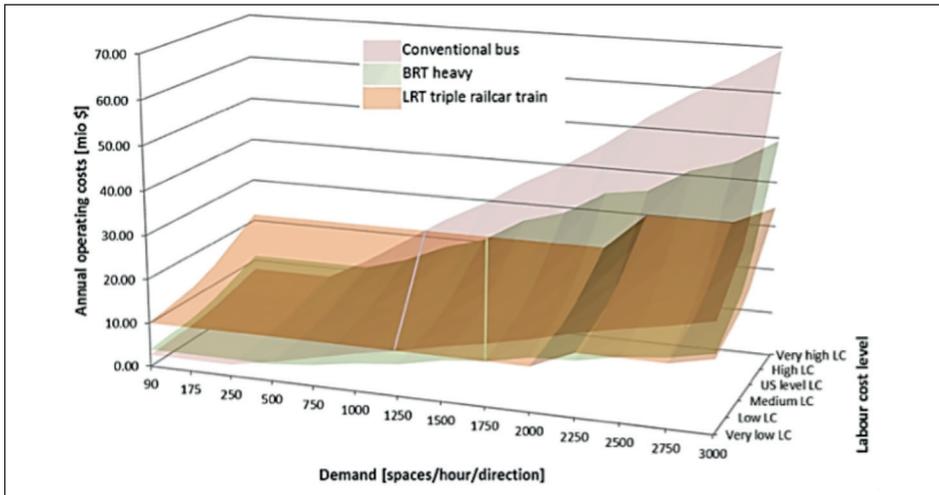
³ Wright et al., 2007, S. 54–55

⁴ Z.B. Vuchic, 2005, S. 525

⁵ Bruun, 2005, S. 20–21

ins Gewicht fällt. Das größere Fassungsvermögen von Schienenfahrzeugen zahlt sich bei hohen Lohnkosten besonders aus, da gegenüber Bussen weniger Fahrpersonal zur Bewältigung derselben Nachfrage notwendig ist. Selbst BRT-Systeme mit Doppelgelenkbussen, die auf eine besonders hohe Kapazität ausgelegt sind, können bei Nachfragestärken von über 2000 benötigten Plätzen pro Stunde und Richtung hinsichtlich der Betriebskosten nur mit Schienenverkehrssystemen mithalten, wenn die Lohnkosten tief sind. Allerdings bedeutet dies auch, dass bei einem Schienenverkehrssystem ein dünnerer Takt zur Bewältigung derselben Nachfrage ausreicht, was sich aus Sicht der Fahrgäste negativ auf die Attraktivität auswirkt. Um diesen Effekt in den Berechnungen abzumindern, wurden im dargestellten Modell eine minimale Taktfolge von 15 Minuten und eine maximale Zuglänge von rund 80 Metern vorgegeben. Die aus Kapazitätsgründen erforderliche minimale Bedienungshäufigkeit beträgt beispielsweise bei 2000 benötigten Plätzen pro Stunde und Richtung beim betrachteten Stadtbahnsystem weiterhin 15 Minuten, während ein BRT-System mit Doppelgelenkbussen bereits rund alle 4,5 Minuten verkehren müsste, ein konventionelles Standardbussystem sogar alle 2,5 Minuten.

Abbildung 3
Betriebskosten von Bus, BRT und LRT für verschiedene Lohnkostenniveaus



Quelle: Eigene Darstellung nach dem Kostenmodell von Bruun (2005)

Diese Resultate sowie die mehrheitlich tieferen Investitionskosten und kürzeren Bauzeiten im Vergleich zu Schienenverkehrssystemen sprechen aus wirtschaftlicher Sicht dafür, BRT-Systeme vor allem als Massenverkehrsmittel in Entwicklungs- und Schwellenländern mit einem niedrigen Lohnkostenniveau einzusetzen. In Ländern mit einem hohen Lohnkostenniveau kann BRT aus wirtschaftlicher Sicht lediglich eine schmale Nische zwischen konventionellen Bussystemen und Schienenverkehrssystemen einnehmen.

3.3. Weitere Entscheidungskriterien

Kapazität

Vor allem Infrastruktur-BRT-Systeme in Lateinamerika und Asien sind auf die Bewältigung sehr starker Verkehrsströme ausgerichtet. Beispielsweise in Istanbul (Türkei) werden während der Stosszeiten bis zu 30'000 Passagiere pro Stunde und Richtung transportiert. Eine derart hohe Kapazität kann nur mit komplett unabhängigen Fahrwegen, äusserst kurzen Taktfolgen (teilweise unter 20 Sekunden), Mehrfachhaltestellen mit Überholmöglichkeiten, sehr grossen Fahrzeugen mit vielen Stehplätzen, grossen Haltestellenabständen und unter Inkaufnahme von überfüllten Fahrzeugen und entsprechenden Wartezeiten für die Fahrgäste erreicht werden. Weiter ist ein rascher Fahrgastwechsel an Haltestellen entscheidend für eine hohe Kapazität. Dieser kann insbesondere durch einen Billettverkauf ausserhalb der Fahrzeuge, ebenerdige Einstiege sowie durch möglichst viele und grosse Fahrzeugtüren beschleunigt werden. Bei einigen BRT-Systemen sorgen automatische Türen an den Haltestellen für ein rasches und gefahrloses Ein- und Ausfahren der Fahrzeuge, während Fahrerassistenzsysteme ein punktgenaues Anhalten erlauben.

Solche kurzen Taktfolgen führen jedoch zwangsläufig zu Behinderungen durch vorausfahrende Fahrzeuge und zu Pulkbildung mit unregelmässigen Fahrzeugfolgezeiten. Dies beeinträchtigt wiederum die Kapazität und die Beförderungsqualität durch ein Absinken der durchschnittlichen Reisegeschwindigkeit und der Zuverlässigkeit.⁶ Erfahrungswerte haben gezeigt, dass das Beibehalten von regelmässigen Abständen zwischen den Fahrzeugen unterhalb einer minimalen Taktfolge von etwa 3,5 Minuten bei üblichen Bedingungen kaum mehr möglich ist.⁷ Sieht man zunächst von Wirtschaftlichkeitsüberlegungen ab, so liegt eine obere Kapazitätsgrenze von BRT-Systemen, bis zu der eine befriedigende Beförderungsqualität ermöglicht werden kann, demzufolge ungefähr bei 3000 Plätzen pro Stunde und Richtung. Wie im Beispiel von Istanbul befördern einige BRT-Systeme in der Praxis bedeutend höhere Passagierzahlen. Die Beförderungsqualität und die Wirtschaftlichkeit sind jedoch bei einem derart hohen Passagieraufkommen grundsätzlich als kritisch zu beurteilen.⁸

Umsetzungsdauer

Grundsätzlich lassen sich BRT-Systeme meist rascher umsetzen als Schienenverkehrssysteme. Beispiele aus Santiago (Chile) oder Lima (Peru) zeigen jedoch, dass die Planung und Umsetzung von BRT-Systemen unter Umständen ebenfalls Jahre bis Jahrzehnte dauern können. In vielen Fällen ist die Umsetzungsdauer nicht nur technisch bedingt, sondern ergibt sich zu einem grossen Teil aus politischen Prozessen.⁹ Eine rasche Umsetzung ist aufgrund der dynamischen demographischen Situation und wegen der kurzlebigen politischen Verhältnisse insbesondere in Entwicklungs- und Schwellenländern ein entscheidender Erfolgsfaktor. Nicht selten besteht dort ausserdem ein hoher Veränderungsdruck durch eine schlechte städtische Verkehrs- und Umweltsituation.

⁶ Grava, 2003

⁷ Bruun, 2005, S. 20

⁸ Grava, 2003, S. 416

⁹ Hidalgo et al., 2010, S. 21

Raumwirkung und Städtebau

Der Platzbedarf von Verkehrssystemen hängt u.a. von der Beförderungsgeschwindigkeit und von den Fahrzeugmassen ab. Stadtbahnssysteme setzen entsprechend der Fahrzeuglänge und der Fahrdynamik gewisse Mindestmasse der Haltestellen und Kurvenradien voraus, die einen oberirdischen Einsatz solcher Systeme bei besonders beengten Platzverhältnissen erschweren. Aber auch die Fahrwege, Haltestellen und Terminals von BRT-Systemen erfordern Platz, der in dicht bebauten Stadtzentren meist fehlt oder durch andere Verkehrsträger belegt ist. Das in Abbildung 4 dargestellte Beispiel von Quito macht jedoch deutlich, dass selbst massive BRT-Systeme mit einer hohen Kapazität bei einer sorgfältigen Planung in engen Stadtzentren realisiert und städtebaulich gut eingefügt werden können, wenn auch mit einer niedrigen Beförderungsgeschwindigkeit. Durch die Verdrängung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) aus Teilen der Innenstadt und durch den Einsatz elektrisch angetriebener Trolleybusse als Massenverkehrsmittel konnte die Luftqualität in der Altstadt Quitos deutlich verbessert werden, und die Beschädigung der wertvollen historischen Gebäude durch Luftschadstoffe hat sich stark verringert. Die Akzeptanz einer Verkehrsbefreiung der historischen Innenstadt wäre ohne die Erreichbarkeit durch das neu erstellte BRT-System wohl bedeutend geringer gewesen.

Abbildung 4 BRT in der historischen Altstadt von Quito (Ecuador)



Quelle: P. Haseldine (2007), Zugriff: 13.6.2011

Ähnlich wie Schienenverkehrssysteme führen auch BRT-Systeme zu Veränderungen der Immobilienwerte und der Raumnutzung entlang ihres Verlaufs. In Brisbane (Australien) wurden entlang eines neuen BRT-Korridors Wertsteigerungen der Grundstücke von bis zu 20 Prozent gegenüber einem Referenzszenario beobachtet.¹⁰ Die Beispiele von Curitiba oder Bogotá zeigen ausserdem, dass gerade die Impulse durch die Einführung eines neuen

¹⁰ Levinson et al., 2003

Verkehrssysteme als Chance genutzt werden können, um die Einrichtung von Fußgängerzonen, Radwegnetzen und städtebaulichen Aufwertungen gezielt voranzutreiben.

Fahrgast-Anziehung

Einige europäische und nordamerikanische BRT-Systeme in Städten mit einem hohen MIV-Anteil verfolgen das explizite Ziel, durch eine Qualitätssteigerung in Komfort, Geschwindigkeit und Zuverlässigkeit zusätzliche Fahrgäste gegenüber herkömmlichen Bussystemen anzuziehen und so den Modal Split zugunsten eines attraktiveren ÖV zu verlagern.¹¹ Es stellt sich also die Frage, ob BRT-Systeme von einem sogenannten «Schienenbonus» profitieren können. Dieser Schienenbonus bezeichnet die empirische Beobachtung, dass Schienenverkehrssysteme meist deutlich mehr Fahrgäste anziehen vermögen als herkömmliche Bussysteme mit ähnlichen Bedienungshäufigkeiten. Nach aktuellen Untersuchungen des Nutzerverhaltens ergibt sich der Schienenbonus weitgehend aus der konsequenteren Bevorrechtigung, der als besser wahrgenommenen Umweltfreundlichkeit und damit der höheren Beförderungsqualität von Schienenverkehrssystemen gegenüber Bussen.¹² Wenn bei BRT-Systemen konsequent Bevorrechtigungsmassnahmen umgesetzt werden und eine hohe Beförderungsqualität und Umweltfreundlichkeit erreicht wird, so kann dieser Verkehrsmodus deshalb eine ähnliche Anziehungswirkung entfalten wie Tram- oder Stadtbahnsysteme. Dabei ist zu berücksichtigen, dass für die Fahrgäste eine tatsächliche Verbesserung der Beförderungsqualität spürbar sein muss. Wenn sich die Verbesserung lediglich auf neue Fahrzeuge und die marketingtechnische Bezeichnung als «BRT» beschränkt, werden sich in den seltensten Fällen Nachfragesteigerungen ergeben.

Netzbildung und Ausbaumöglichkeiten

Oft entstehen neue Verkehrssysteme aus bereits existierenden Systemen heraus oder in derer unmittelbaren Nachbarschaft. Ist in einer Stadt bereits ein Schienenverkehrssystem vorhanden, so kann die Möglichkeit zur Nutzung von Skaleneffekten für eine Erweiterung desselben und gegen die Einführung eines zusätzlichen Systems sprechen. BRT-Korridore können auch als Vorleistung für ein späteres Schienenverkehrssystem gebaut werden, wenn dabei die nötigen Trassierungsparameter eingehalten werden. Insbesondere in Schwellenländern sollte dies ausdrücklich berücksichtigt werden, da sich ein wahrscheinlicher Anstieg des Lohnkostenniveaus, wie bereits gezeigt, mittelfristig negativ auf eine wirtschaftliche Betriebsführung von BRT-Systemen auswirken kann. Ausserdem sind in solchen rasch wachsenden Städten oft dramatische Nachfragesteigerungen zu beobachten, die ein neu eingeführtes BRT-System manchmal schon nach wenigen Jahren an seine Kapazitätsgrenze bringen und eine Umstellung auf ein Schienenverkehrsmittel mit einer höheren Kapazität nötig machen können.

Ein Vorteil von «BRT light»-Systemen ohne aufwändige Infrastrukturen, wie auch von herkömmlichen Bussystemen, ist die Flexibilität, Linienvorläufe bedarfsgerecht und mit wenig Aufwand zu verändern, oder die Fahrzeuge bei Bedarf auch auf zulaufenden Buslinien

¹¹ Diaz et al., 2009, S. E-6 und Kittelson & Associates Inc. et al., 2003, S. 1–17

¹² Scherer, 2011

¹³ Bruun, 2005, S. 20

einzusetzen.¹³ Im Gegensatz dazu können spezialisierte Infrastruktur-BRT-Systeme mit erhöhten Haltekannten und darauf abgestimmten Fahrzeugen, wie in Quito oder Curitiba, nicht ohne weiteres auf zusätzliche Korridore ohne entsprechende Infrastruktur ausgeweitet werden. Diese Systeme sind grundsätzlich auf starr fixierte und entsprechend ausgebaute Korridore beschränkt und verfügen über eine ähnlich eingeschränkte Flexibilität zur Netzanpassung wie Schienenverkehrssysteme.

4. Aus Fehlern lernen: Erfolgsfaktoren

Zur Beurteilung, ob ein Verkehrssystem erfolgreich ist oder nicht, müssen die unterschiedlichen und teilweise gegenläufigen Interessen der Fahrgäste, der Verkehrsunternehmen und der öffentlichen Hand berücksichtigt werden. Ein erfolgreiches Verkehrssystem befriedigt nicht nur bezüglich der Beförderungsqualität, sondern auch im Hinblick auf Kapazität, Wirtschaftlichkeit und externe Effekte.¹⁴ Erfahrungen der Vergangenheit haben Erfolgsfaktoren aufgezeigt, die für eine erfolgreiche Planung und Umsetzung von BRT-Systemen berücksichtigt werden müssen.

Tatsächliche Verbesserung und Engagement der Behörden

Verkehrssysteme werden nicht im luftleeren Raum geplant und gebaut. Daher bestimmen die Erfahrungen, die die Nutzer mit vorherigen Systemen gemacht haben, und die Erwartungen, die vorgängig an ein neues Verkehrssystem gerichtet wurden, ob dieses nach seiner Umsetzung als erfolgreich angesehen wird oder nicht. Wenn beispielsweise in einer Stadt, die vorher lediglich über ein informelles öffentliches Verkehrssystem mit einer sehr schlechten Beförderungsqualität verfügt hat, ein (nach europäischem Standard) «konventionelles» Bussystem eingeführt wird (sei es unter der Bezeichnung BRT oder nicht), so wird dieses von den Fahrgästen als Quantensprung wahrgenommen, obwohl es andernorts nicht als aussergewöhnlich gegolten hätte. Entscheidend ist in jedem Fall, dass für die Fahrgäste eine tatsächliche und spürbare Verbesserung erfolgt. Fehlt das Engagement der Behörden, auch umstrittene Massnahmen wie Signalbevorzugung für den öffentlichen Verkehr oder die Bezeichnung exklusiver Fahrspuren zulasten des motorisierten Individualverkehrs durchzusetzen, so kann die Bezeichnung BRT meist als reine Marketingmassnahme entlarvt werden. Insbesondere in den USA ist es mehrfach vorgekommen, dass die Bezeichnung BRT bereits bei der Beschaffung moderner Fahrzeuge eingeführt wurde, ohne dass eine gleichzeitige Verbesserung der Zuverlässigkeit oder der Reisegeschwindigkeit erfolgt wäre.¹⁵ In solchen Fällen musste nicht selten erkannt werden, dass die Fahrgäste der Einführung des vermeintlich neuen Systems wenig abgewinnen konnten, und dieses trotz teilweise sehr hoher Fahrzeugkosten als Misserfolg ansahen, da es ihren Erwartungen nicht gerecht wurde.

¹⁴ Vuchic, 2005, S. 528 und EN 13816, CEN, 2002, S. 7

¹⁵ Wright et al., 2007, S. 20

Als beispielsweise in der englischen Grafschaft Yorkshire ein Bussystem mit futuristischen violetten Fahrzeugen eingeführt und von seinen Promotoren als BRT bezeichnet wurde, ohne dass die öV-Bevorrechtigung spürbar verbessert worden wäre, kommentierte eine lokale Zeitung¹⁶ bissig, dass das angeblich neue System «nicht mehr als eine Flottenverjüngung mit einer violetten Perücke» sei. Mit einigem englischem Humor fügte die Zeitung hinzu: «the operator's claim about providing the comfort, style and convenience of a tram without the rails can be translated for greater brevity as: 'it's a bus'». Vielmehr wurde das neue BRT-System in der Anfangsphase von Fahrgästen als zu teuer, zu kompliziert, überdimensioniert und wegen technischer Probleme an den neuen Fahrzeugen gar als unzuverlässiger als das vorherige konventionelle Bussystem wahrgenommen.

Gut vorbereitete Einführungsphase

Im Jahr 2007 startete in der Stadt Santiago (Chile) das BRT-System Transantiago. Die Einführung dieses Systems wurde durch massive technische Probleme, nicht fertiggestellte Infrastrukturen, zu wenige Fahrzeuge, eine mangelhafte Kommunikation, Managementfehler der Verkehrsunternehmen und Blockaden durch vorherige, oft privat organisierte Verkehrsunternehmer überschattet und brachte das gesamte städtische Verkehrssystem zeitweise zum Kollaps. Gewaltsame Bürgerproteste und ein notwendig gewordenes Eingreifen der nationalen Regierung führten schliesslich zu politischen Konsequenzen, einem entschlosseneren Handeln der Behörden und zu massiven Nachbesserungen am System. Erst nach drei Jahren attestierten die Benutzer dem BRT-System Transantiago eine bessere Beförderungsqualität als dem vorherigen Bussystem.¹⁷ Dieses Beispiel zeigt, dass eine gut vorbereitete Einführungsphase mit einer gründlichen technischen Erprobung und Nachrüstung, sowie intensive Kommunikations- und Informationsmassnahmen zum Systemstart und nicht zuletzt der Einbezug der vorherigen Verkehrsunternehmer für den Erfolg eines neuen Systems entscheidend sind.

Realistische Zeitpläne und gesunde Finanzen

Politisch motivierte und unrealistische Zeitpläne haben in einigen Fällen in der Vergangenheit zu einer überhasteten Eröffnung von BRT-Systemen geführt. Die Konsequenzen waren nicht selten Baumängel wie ungenügend tragfähige Strassenbeläge auf den Busspuren (z.B. in Mexico City) oder Qualitätsprobleme durch fehlende Systemelemente, unausgereifte Bezahlsysteme oder untaugliche Betriebsleitsysteme. Nicht selten wurden Tarife aus politischen Überlegungen ausserdem zu niedrig festgesetzt, um das System bei den Nutzern kurzfristig zu legitimieren. Unter solchen Voraussetzungen ist ein BRT-System mittelfristig nicht wirtschaftlich zu betreiben. Daher ist die finanzielle Basis einiger BRT-Systeme heute äusserst kritisch und der angestrebte Qualitätsstandard kann nicht immer gehalten werden. Dies hat in einigen Fällen zu Qualitätseinbussen wie häufigen Fahrzeugausfällen durch eine ungenügende Wartung oder zu hohen Subventionen zur Deckung des Betriebsdefizits durch die öffentlichen Finanzen geführt.¹⁸

¹⁶ *Bateman, 2007*

¹⁷ *Muñoz et al., 2008*

¹⁸ *Hidalgo et al., 2010*

5. Fazit

BRT hat als vergleichsweise kostengünstig zu erstellendes städtisches Massenverkehrsmittel und als Alternative zu Schienenverkehrssystemen in den letzten Jahrzehnten weltweit zunehmende Verbreitung gefunden. Die Investitionskosten und die benötigte Bauzeit hängen sowohl bei BRT als auch bei Stadtbahnssystemen stark vom Einsatz baulicher und technischer Bevorrechtigungsmassnahmen und dem Grad der Trennung von anderen Verkehrsträgern ab. Im Vergleich zu Schienenverkehrssystemen können BRT-Systeme meist schneller und kostengünstiger erstellt werden, wobei ein hoher Grad an Bevorrechtigung und Eigentrassierung für eine befriedigende Kapazität, Wirtschaftlichkeit und Beförderungsqualität unumgänglich ist.

Untersuchungen der laufenden Betriebskosten verschiedener Verkehrsmodi haben ergeben, dass die Vorteile von BRT insbesondere bei Nachfragestärken zwischen 250 und 2000 Passagieren pro Stunde und Richtung und bei tiefen Lohnkosten zum Tragen kommen. Bei stärkeren Verkehrsströmen und höheren Lohnkostenniveaus liegen die Betriebskosten von BRT-Systemen jedoch oft über denjenigen von Stadtbahnssystemen, da die Bereitstellung derselben Kapazität mit Bussen mehr Personal gegenüber Schienenfahrzeugen benötigt. Bei sehr grossen Nachfragestärken und dichten Taktfolgen, wie sie bei einigen BRT-Systemen zu beobachten sind, nehmen ausserdem die Zuverlässigkeit und die Reisegeschwindigkeit infolge von Fahrzeugstaus und instabilen Betriebsabläufen stark ab.

Eine erfolgreiche Einführung von BRT-Systemen hängt in jedem Fall wesentlich vom Engagement und dem politischen Willen der Behörden, einer gut vorbereiteten Einführungsphase, realistischen Zeitplänen und einer gesunden finanziellen Basis für den Betrieb ab. Nur mit einer wahrnehmbar höheren Beförderungsqualität gegenüber konventionellen Bussystemen werden die Fahrgäste den Zusatznutzen eines BRT-Systems erkennen und die Investitionen der öffentlichen Hand in dieses Verkehrssystem als gerechtfertigt empfinden.

6. Literatur

Bateman, R. (2007) Ftr: it's (still) a bus, <http://www.nouse.co.uk/2007/01/23/ftr-its-still-a-bus/>, University of York's student website. Zugriff: 04. April 2011.

CEN (2002) EN 13816, European Committee for Standardization CEN, Brussels.

Diaz, R.B., D. Hinebaugh (2009) *Characteristics of Bus Rapid Transit for Decision-Making (CBRT)*. U.S. Department of Transportation, Federal Transit Administration, Washington, DC.

Grava, S. (2003) *Urban transportation systems: Choices for communities*. McGraw-Hill, New York.

Hidalgo, D., A. Carrigan (2010) Modernizing public transportation – Lessons learned from major bus improvements in Latin America and Asia, EMBARQ The WRI Center for Sustainable Transport, Washington, D.C.

Kittelson & Associates Inc., KFH Group Inc., Parsons Brinckerhoff Quade & Douglass Inc., K. Hunter-Zaworski (2003) Transit Capacity and Quality of Service Manual, *TCRP Report 100*, US TCRP (US Transit Cooperative Research Program), Washington, D.C.

Levinson, H.S., S. Zimmerman, J. Clinger, S. Rutherford, R.L. Smith, J. Cracknell, R. Soberman (2003) Bus rapid transit, volume 1: Case Studies in Bus Rapid Transit, *TCRP Report 90*, US TCRP (US Transit Cooperative Research Program), Washington, D.C.

Muñoz, J.C., J.d.D. Ortuzar, A. Gschwender (2008) Transantiago: the fall and rise of a radical public transport intervention, in W. Saaleh, G. Sammer (eds) *Travel Demand Management and Road User Pricing: Success, Failure and Feasibility*, chapter 9, 151-172, Ashgate, Aldershot.

Scherer, M. (2011) The image of bus and tram: first results, *11th Swiss Transport Research Conference STRC*, Institute for Transport Planning and Systems IVT, ETH Zürich, Monte Verità, Ascona.

Vuchic, V.R. (2005) *Urban transit operations, planning and economics*. Wiley, Hoboken.

Wright, L., W. Hook (2007) *Bus Rapid Transit Planning Guide*, 3rd ed. Institute for Transportation & Development Policy, New York.

Zusatzinformationen

Autor

David Sorg
Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme (IVT), ETH Zürich

Publikation

<http://www.ivt.ethz.ch/docs/students/sa295.pdf>

Zitiervorschlag

Sorg, D. (2011) Bus rapid transit systems and beyond, Masterarbeit, IVT, ETH Zürich, Zürich.

Mit Unterstützung von



Sicher. Unabhängig. Leistungsstark.

Tradition

Wir blicken zurück auf eine über 110-jährige Geschichte. 1898 gründeten 23 Sekundärbahnen ihre eigene Haftpflichtversicherung. Anfang des 20. Jahrhunderts schlossen sich fast alle schweizerischen Sekundärbahnen dieser Versicherung an.

Solidarität

Heute immer noch als Genossenschaft organisiert, ist VVST ein Sinnbild der Solidarität unter den öffentlichen Transportunternehmen in der Schweiz. Über 85% der grössten öV-Unternehmen der Schweiz sind Mitglied bei VVST.

Unabhängigkeit

VVST gehört ausschliesslich ihren Mitgliedern. Keine der Partnerversicherungen ist finanziell an VVST beteiligt. Dadurch können wir unsere Mitglieder ganz zu ihrem Vorteil beraten.

Branchenwissen

Wir gehören zur öV-Branche, und unsere Mitarbeitenden haben die Fachkenntnisse, um Unternehmen des öffentlichen Verkehrs in allen Versicherungsfragen zu beraten und zu betreuen.

