

Bevorrangungsmaßnahmen im urbanen ÖPNV

Möglichkeiten und Auswirkungen
im städtischen Verkehrsraum

Diplomarbeit

Sommersemester 2015

Philipp Ruoff

Matrikelnummer: 1310694817

Fachliche Betreuung: Dipl.-Ing. Thomas Preslmayr

Formale Betreuung: FH-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Christian Fabian

Vorwort und Danksagungen

Mit dieser Arbeit beende ich fünf Jahre Studium in Erfurt und St. Pölten voller neuer Erfahrungen und interessanter Lehrinhalte. Ich möchte an dieser Stelle allen danken, die mich während dieser fünf Jahre begleitet haben. Insbesondere meiner Familie und meiner Freundin.

Vielen Dank an dieser Stelle auch allen Verkehrsunternehmen, die mich durch Teilnahme an der Umfrage zur Diplomarbeit unterstützt haben.

Nun ist es Zeit, nach vorne zu blicken - packen wir es an!

St. Pölten/Straubing, im Mai 2015

Erklärung zur Veröffentlichung

Der Autor erklärt sich damit einverstanden, dass die FH St. Pölten die vorliegende Arbeit in geeigneter Weise unter Nennung des Autors in der vorliegenden Originalform als .pdf-Datei oder in gedruckter Form veröffentlichen darf.

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbständig angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher weder in gleicher noch in ähnlicher Form einer andern Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

St. Pölten/Straubing, den 20. Mai 2015

Zusammenfassung

Aufgrund des immer weiter wachsenden Verkehrsbedürfnisses der Menschen, vor allem in Städten, dem aber nicht unbegrenzt zur Verfügung stehenden Verkehrsraums, müssen Maßnahmen getroffen werden, um die Menschen zum Umsteigen auf Bus und Bahn zu bewegen. Ein Baustein davon ist die Bevorrechtigung von Bussen und Straßenbahnen, welche im öffentlichen Straßenraum verkehren. Damit diese die Fahrgäste schnell von A nach B befördern können wenden viele Verkehrsunternehmen und Städte so genannte Bevorrangungsmaßnahmen an, richten also beispielsweise eigene Spuren für die Nahverkehrsfahrzeuge ein oder schalten diesen eine Grüne Welle an Ampeln. Dabei stehen nicht nur die Kosten für solche Maßnahmen im Fokus, sondern auch, welche Auswirkungen dadurch entstehen. Dies sind zum einen kürzere Fahrzeiten und höhere Pünktlichkeitswerte durch die Entkopplung vom Autoverkehr, aber auch daraus resultierend ein geringerer notwendiger Personal- und Fahrzeugeinsatz für das Verkehrsunternehmen und steigende Fahrgastzahlen. Aber auch andere Verkehrsteilnehmer, sowie Anwohner können beispielsweise durch einen gleichmäßigeren Verkehrsfluss davon profitieren.

Abstract

In many cities the use of private cars is increasing dramatically. This diploma thesis reviews some measures to make public transport more attractive than a private car without major invests. On the one hand, there are arrangements of installing reserved bus lanes or extra lines for tramways”) so the bus or the tram can easily pass a traffic jam. On the other hand, you can install technical equipment on the traffic lights to let the bus cross them without any stops. Although you have to have a look on all parties as all of them are affected through the measures the outcome overall is positive; the causes for delays can be reduced, the accuracy and satisfaction of the passengers can be increased. Besides, the transport company can save expenses by reducing the number of necessary busses and tramways.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort und Danksagungen.....	I
Erklärung zur Veröffentlichung.....	I
Eidesstattliche Erklärung.....	I
Zusammenfassung	II
Abstract	II
Inhaltsverzeichnis	III
1. Einleitung	1
1.1. Allgemeine Hinführung.....	1
1.2. Erläuterung der Problemstellung.....	2
2. Forschungsfrage	6
3. Methoden und Aufbau	7
4. Begriffsdefinitionen und Abgrenzungen	9
4.1. Öffentlicher Nahverkehr	9
4.2. Individualverkehr.....	10
4.3. Verkehrsweg.....	10
4.4. Lichtzeichenanlage bzw. Lichtsignalanlage.....	11
4.5. Grüne Welle.....	11
5. Grundsätze und Ziele von Bevorrangungsmaßnahmen.....	13
6. Beschreibung der Maßnahmen zur Bevorrangung	15
6.1. Allgemeines	15
6.1.1. Mögliche Einteilung der Maßnahmen	15
6.1.2. Technische Voraussetzungen	16
6.2. Zeitlich wirkende Maßnahmen	18
6.2.1. Sonderphasen für ÖPNV an Knotenpunkten	18

6.2.2. Dynamische Grünzeitenmodifikation	21
6.2.3. Lückenampel.....	23
6.2.4. Zeitinsel.....	25
6.2.5. ÖPNV-Konflikte	27
6.3. Räumlich wirkende Maßnahmen.....	30
6.3.1. Busspuren.....	30
6.3.2. Besonderer oder unabhängiger Bahnkörper für die Straßenbahn.....	41
6.3.3. Kombinierte Nahverkehrsspuren	43
6.3.4. Busaufstellspuren vor Knoten.....	45
6.3.5. Niveaufreie Kreuzung von Knoten	46
6.3.6. Haltebuchten und Haltekaps	48
6.3.7. Durchfahrt durch Fußgängerzonen und andere gesperrte Bereiche	51
6.4. Räumlich-zeitlich wirkende Maßnahmen.....	52
6.4.1. Vorsortierung auf freier Strecke.....	52
6.4.2. Busschleuse.....	53
6.4.3. Busüberholschleuse	55
6.4.1. Pfortneranlagen.....	57
6.4.2. Signalgeschützte Überschneidung von MIV und ÖPNV-Spur	58
6.5. Organisatorische und verkehrsrechtliche Maßnahmen	58
6.5.1. Verlängertes Halteverbot an Haltestellen	59
6.5.2. Freihalten von ÖPNV-Spuren.....	60
6.5.3. Einrichtung von Abbiege- und Wendeverböten.....	61
6.5.4. Anpassung der Vorfahrtsregelung	63
6.5.5. Schaffung von P+R-Anlagen	64
6.5.6. Anpassung des Linienweges und der Haltestellenabstände	65
6.5.7. Anpassung und Verlagerung des Fahrkartenverkaufs	66

6.5.8. Anpassung von Fahrzeugen.....	69
6.5.9. Barrierefreiheit.....	70
7. Auswirkungen und Nutzen.....	75
7.1. Für das Verkehrsunternehmen und die Gebietskörperschaften	75
7.1.1. Einsparung von Betriebskosten des ÖPNV	75
7.1.2. Einsparung von weiteren Kosten	77
7.1.3. Erhöhung der Pünktlichkeit und Betriebsstabilität	78
7.1.4. Erhöhung der Fahrgastzufriedenheit und Fahrgastzahlen	81
7.2. Für den Fahrgast	81
7.2.1. Erhöhung der Beförderungsqualität	81
7.2.2. Fahrgastinformation durch belastbare Prognose	83
7.3. Für Dritte.....	84
7.3.1. Auswirkungen auf den IV.....	84
7.3.2. Auswirkungen für Anliegerinnen und Anlieger	88
7.4. Weitere Auswirkungen	90
7.5. Mögliche Auswirkungen des Ausfalls von Bevorrangungsmaßnahmen.....	90
8. Vergleich verschiedener Unternehmen und angewandeter Maßnahmen.....	92
8.1. Maßnahmen der Stadtwerke München zur systematischen Bevorrangung des ÖPNV	92
8.2. Maßnahmen der Wiener Linien	96
8.3. Weitere Städte in Deutschland.....	98
8.3.1. Vorbemerkung.....	98
8.3.2. Bauliche Maßnahmen	98
8.3.3. Technische Maßnahmen	99
8.3.4. Organisatorische Maßnahmen	100
8.3.5. Auswahlkriterien und Kostenverteilung.....	101
8.3.6. Auswirkungen.....	103

9.	Bewertung der Maßnahmen	105
9.1.	Allgemeines	105
9.2.	Anpassung von LSA-Anlagen	105
9.3.	Bauliche Lösungen	107
9.4.	Administrative Lösungen und Planungskosten.....	108
9.5.	Zusammenfassung	109
10.	Conclusio und Ausblick	111
10.1.	Conclusio	111
10.2.	Ausblick.....	112
	Anlagen	VII
	Literatur- und Quellenverzeichnis.....	XLIII
	Abbildungsverzeichnis	XLVII
	Tabellenverzeichnis	XLIX
	Abkürzungsverzeichnis	L

1. Einleitung

1.1. Allgemeine Hinführung

Der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) bietet in Städten wie in der Fläche gleichermaßen den Vorteil, dass er schnell eine große Anzahl an Personen mit vergleichsweise geringem Platz- und Energieaufwand befördern kann. Abbildung 1¹ – bereits aus dem Jahr 1991 – zeigt den Platzbedarf, den die Beförderung von 72 Personen bei verschiedenen Verkehrsmitteln in Anspruch nimmt:

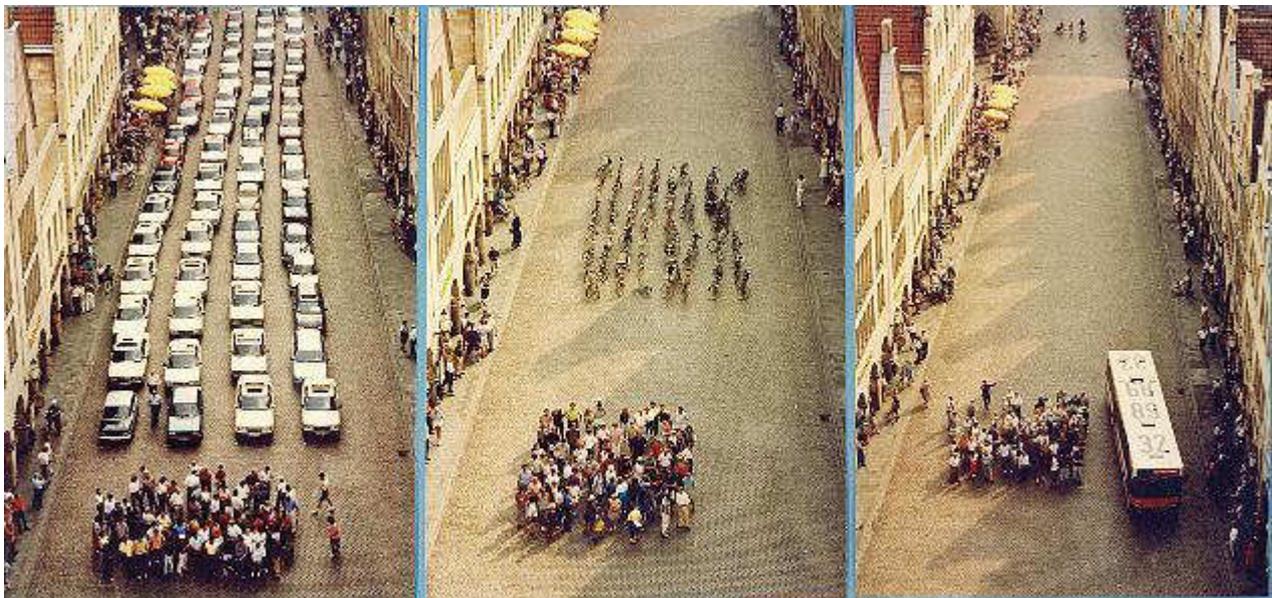


Abbildung 1: Platzbedarf verschiedener Verkehrsmittel (PKW, Fahrrad, Linienbus)

Während der motorisierte Individualverkehr (MIV) in Form von Autos bzw. Taxis einen Platzbedarf von ungefähr 1.000 Quadratmetern erfordert, sind dies bei einem vollbesetzten Linienbus lediglich 30 Quadratmeter. In Sachen Verkehrsraumverbrauch ist der Bus von den hier dargestellten Verkehrsträgern die effektivste Lösung.

¹ Abbildung: Presseamt der Stadt Münster, 1991.

Mit einer ähnlichen Darstellung wirbt die Münchner Verkehrsgesellschaft (MVG) unter anderem für den Bau der Straßenbahn-Westtangente: In Abbildung 2² wird dieser Punkt noch weiter verdeutlicht, indem dargestellt wird, dass die 218 Personen, die eine moderne Niederflurstraßenbahn von 36 Metern Länge befördern kann, im Schnitt (bei einer Besetzung von ca. 1,4 Personen) knapp 150 Personenkraftwagen (PKW) benötigen.



Abbildung 2: Transportkapazitäten im Vergleich

Der Schluss liegt nahe: um einen leistungsfähigen Verkehr vor allem in Ballungsräumen gewährleisten zu können ist die Allgemeinheit auf den ÖPNV angewiesen: nur seiner platzsparenden, schnellen Transportmöglichkeit ist es zu verdanken, dass die großen Ballungszentren noch nicht vollständig in Blechlawinen untergehen.

1.2. Erläuterung der Problemstellung

Der sinnvollste und leistungsfähigste Weg die Menschen in und aus Städten zu transportieren ist der Einsatz geschlossener Verkehrssysteme: hierzu zählen neben der Eisenbahn, die auf den Transport großer Güter- und Menschenmengen spezialisiert ist, auch U-Bahnen und ähnliche Systeme. Dadurch, dass diese Systeme in sich geschlossen sind und daher nicht durch andere Verkehrsträger beeinflusst werden (mal abgesehen von Bahnübergängen bei der Eisenbahn, bei denen die Bahn jedoch absoluten Vorrang genießt), sind hier entsprechende Bevorrangungsmaßnahmen, wie sie in dieser Arbeit vorgestellt werden, nicht notwendig. Sobald der öffentliche Verkehr jedoch im Straßenraum abgewickelt wird und er sich somit den Verkehrsraum mit dem Individualverkehr teilen muss, ergibt sich zwangsläufig ein gewisses Konfliktpotential zwischen dem ÖPNV und dem MIV: oftmals wird die Reisegeschwindigkeit des ÖPNV im straßenbündigen Nahverkehr durch den Individualverkehr beschränkt bzw. ist von diesem stark abhängig. Auch die von PKW stark unterschiedliche Fahrdynamik (Busse und Bahnen können aufgrund der Fahrgäste nicht so stark beschleunigen und

² Abbildung: Münchner Verkehrsgesellschaft mbH (MVG), 2014.

bremsen wie ein Auto) und die notwendigen Haltestellenaufenthalte benachteiligen den öffentlichen Verkehr zusätzlich³.

Mit dem Gedanken im Hintergrund, dass beim ÖPNV in einem Fahrzeug ein Vielfaches an Insassen transportiert wird als in einem gewöhnlichen PKW, vermag die sonst im Straßenraum geltende Regel „wer zuerst kommt, malt zuerst“ bzw. die Gleichbehandlung von ÖPNV und MIV auf der Straße ungerecht erscheinen. Aus diesem Grund wenden viele vor allem größere Verkehrsbetriebe und Verkehrsplaner der Städte und Gemeinden sowohl im deutschsprachigen Raum, als auch in anderen Städten seit den 1980er Jahren technische, bauliche und organisatorische Maßnahmen an, um den ÖPNV zu beschleunigen und vom MIV zu entkoppeln.

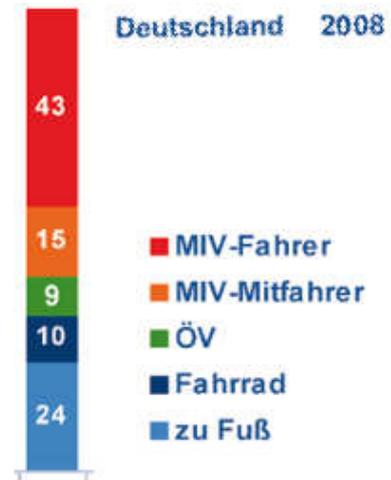


Abbildung 3: Modal Split (Verkehrsaufkommen) in Deutschland 2008

Der Fortschritt dieser Bevorrangung in den verschiedenen Städten hängt dabei von vielen Faktoren ab. Zu den wichtigsten Kriterien zählt dabei vor allem der politische Wille. In vielen Städten wird trotz knapper werdendem Verkehrsraum und unendlichen Staus die Politik zugunsten des Individualverkehrs betrieben. Dies liegt wohl vor allem daran, dass ein Großteil der Wähler mit dem Auto unterwegs ist (in Deutschland werden im Schnitt 58% der Wege mit dem MIV als Fahrer oder Mitfahrer zurückgelegt – siehe dazu auch den Modal Split in Abbildung 3⁴) und anstatt auf alternative Fortbewegungsformen zu setzen den Ausbau des Straßenverkehrs fordern.

Ein weiterer wichtiger Faktor in den Überlegungen, ob Maßnahmen zur Bevorrangung des öffentlichen Verkehrs umgesetzt oder überhaupt erst einmal geplant werden können, ist die klamme Finanzlage der Kommunen und damit auch die knappe Budgetierung ihrer Verkehrsunternehmen. Dabei kosten nicht nur die eigentlichen Umbau- oder Ausrüstungsarbeiten viel Geld, sondern auch die Planungen und Überlegungen zu solchen Maßnahmen müssen durch die städtischen Ämter und Behörden durchgeführt oder aber extern eingekauft werden. All diese Investitionskosten in die entsprechenden Maßnahmen amortisieren sich zumeist erst über viele Jahre durch die Einsparung zum Beispiel von Fahrzeugen und Personal.

³ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2010, S. 44f.

⁴ Abbildung nach: Reinhardt, 2012, S. 180.

Daher stellt sich für die Verkehrsunternehmen und politischen Entscheidungsträger die Frage, welche Maßnahmen inwiefern für die Umsetzung geeignet sind bzw. welche Rahmenbedingungen beachtet werden müssen.

In einer empirischen Untersuchung wurden beispielhaft die Fahrzeitanteile auf je einer Buslinie mit und ohne umgesetzten Bevorrangungsmaßnahmen ermittelt. Befahren wurden hierzu die Münchner Metrobuslinien 59 (mit Bevorrangungsmaßnahmen) und 50 (ohne Bevorrangungsmaßnahmen). Diese beiden Linien sind in ihrer Eigenschaft als langlaufende Tangentiallinie, sowie ihrer Länge von ungefähr 14 km einfache Fahrtrichtung recht ähnlich und daher vergleichbar.

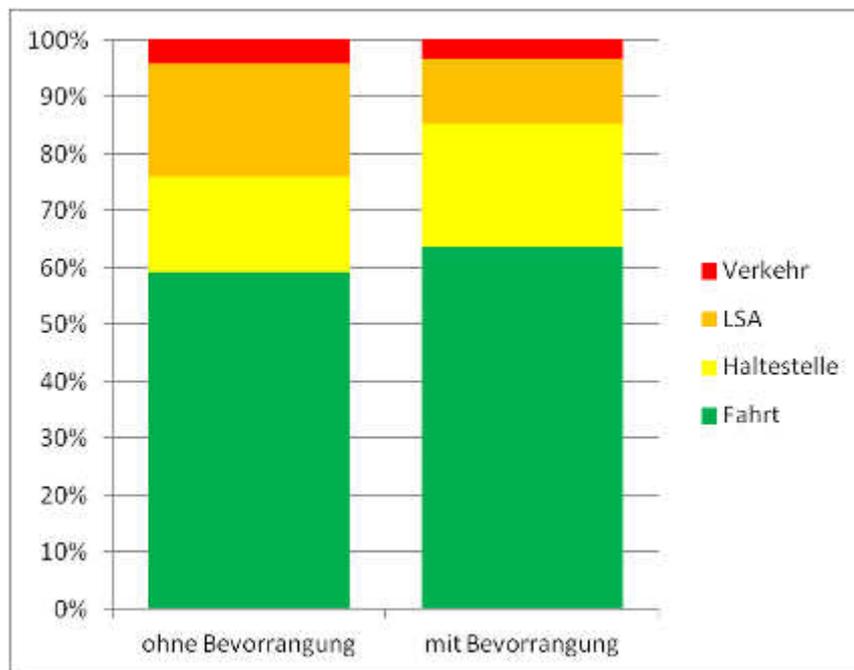


Abbildung 4: Fahrzeitanteile mit und ohne Bevorrangung

	Linie 50 (ohne Bevorrangung)	Linie 59 (mit Bevorrangung)
Reine Fahrzeit	01:00:06	00:59:10
Haltestelleaufenthalt	00:17:09	00:20:00
Aufenthalt an LSA	00:19:56	00:10:32
Behinderung durch Verkehr	00:04:20	00:03:04
Gesamtreisedauer	01:41:31	01:32:46

→ - 9 Minuten Einsparung →

Tabelle 1: Fahrzeitanteile

Der wesentliche Unterschied bei Betrachtung der Fahrzeitanteile (Abbildung 4 und Tabelle 1⁵) liegt jedoch darin, wie lange die Busse an LSA warten müssen oder durch den übrigen Verkehr behindert werden. Im Falle der Linie 50 liegen diese Fahrzeitverluste bei ungefähr 24 %, bei der beschleunigten Linie 59 hingegen nur bei 14 %. Die reine Fahrzeit der beiden Linien für einen kompletten Umlauf beträgt in absoluten Zahlen mit 59:10 bzw. 60:06 Minuten ziemlich genau gleich lange. Die effektive gemessene Reisezeit ist im Fall der Linie 50 jedoch um insgesamt 9 Minuten länger, als die der Linie 59. Dies sind zwar nur exemplarische Werte, die aufgrund ihrer einmaligen Messung auch wenig repräsentativ sind, jedoch zeigen sie qualitativ, was Bevorrangungsmaßnahmen im alltäglichen Betrieb bringen.

Im Vergleich der beiden Linien fällt deutlich auf, dass die Fahrzeitanteile, die Verzögerungen aufgrund von Aufhalten vor LSA oder durch Verkehrsbehinderungen entstehen (rote und orange Zeitanteile im Diagramm oben) deutlich reduziert wurden. Insbesondere die Behinderungen durch rote LSA fällt bei der Buslinie 59 in absoluten Zahlen nur halb so groß aus, wie bei der Vergleichslinie 50. Bei der Linie 59 (mit Bevorrangung) fällt die Haltestellenaufenthaltsdauer aufgrund der Umsteigeknoten mit Aufenthalt etwas länger aus, als bei der Buslinie 50.

⁵ Abbildung: eigene Darstellung nach empirischen Messdaten. Siehe auch Anlage.

2. Forschungsfrage

Wie im einleitenden Kapitel bereits erwähnt, ist es zentrale Aufgabe der Kommunen und Verkehrsplaner, den öffentlichen Verkehr zu fördern, um dem zunehmenden Verkehrsbedürfnis der Menschen Rechnung zu tragen und dennoch eine zu hohe Belastung der Verkehrswege durch den Individualverkehr zu verhindern. Zentraler Baustein der Förderung des öffentlichen Verkehrs ist die Verkürzung der Fahr- und Reisezeit, unter anderem realisiert durch Maßnahmen zur Bevorrangung der Busse und Straßenbahnen.

Im Wesentlichen sollen in dieser Arbeit folgenden Fragen nachgegangen werden:

Welche Bevorrangungsmaßnahmen gibt es? Welche spezifischen Vor- und Nachteile ergeben sich daraus? Wie sind die einzelnen Maßnahmen zu bewerten? Dabei soll ein grober, wenn auch sicher nicht vollständiger Überblick gegeben werden, welche Maßnahmen es zur Bevorrangung des ÖPNV gibt.

Wer ist von Bevorrangungsmaßnahmen betroffen, wer spürt also die Auswirkungen von umgesetzten Maßnahmen? Welche Auswirkungen sind dies überhaupt, was bringt es, wo gibt es Einschränkungen? Wen muss man also bei der Planung solcher Maßnahmen inwieweit berücksichtigen?

Mit welchem finanziellen und organisatorischen Aufwand müssen Kommunen und andere Gebietskörperschaften bei der Umsetzung der Maßnahmen rechnen?

3. Methoden und Aufbau

Die vorliegende Arbeit möchte sich dem Thema Bevorrangungsmaßnahmen auf verschiedenen Ebenen nähern. Nach der Definition und Abgrenzung für diese Arbeit wichtiger Begriffe (Kapitel 4), sollen in Kapitel 5 die Grundsätze und allgemeinen Ziele von Bevorrangungsmaßnahmen verdeutlicht werden. Die Fragen nach dem „Warum“ werden hier geklärt: warum lohnt es sich überhaupt, über Bevorrangungsmaßnahmen nachzudenken und welche Ziele werden mit solchen Maßnahmen grundsätzlich verfolgt. Auch die Abgrenzung von Bevorrangungsmaßnahmen zu anderen ähnlichen Thematiken soll hier erfolgen.

Kapitel 6 widmet sich voll und ganz den möglichen Maßnahmen zur Bevorrangung von ÖPNV-Verkehrsmitteln. Dabei liegt der Fokus nicht nur auf den baulichen und telematischen Möglichkeiten in ihren verschiedensten Ausprägungen und Ausführungen, die die Fahrt der öffentlichen Verkehrsmittel beschleunigen, sondern auch auf organisatorischen Mitteln, die zu einem schnelleren Vorankommen der Busse und Straßenbahnen führen. Für dieses Kapitel dient vor allem eine umfangreiche Literaturrecherche zur Ermittlung bisher bekannter Bevorrangungsmaßnahmen als Arbeitsgrundlage.

Anschließend werden in Kapitel 7 ausführlich die entstehenden Auswirkungen für die Stakeholder dargestellt: welchen Nutzen zieht das Verkehrsunternehmen oder seine Geldgeber aus diesen Maßnahmen, was hat der Endkunde (= Fahrgast) davon und welche Vor- und Nachteile entstehen Dritten, also Anwohnern und Nutzern des Individualverkehrs aus der Priorisierung des öffentlichen Nahverkehrs.

Konkreter sollen diese Darstellungen in Kapitel 8 anhand verschiedener Eindrücke aus der Praxis werden: hier sollen vor allem Praxiserfahrungen der Unternehmen dargestellt werden. Als Basis dient hier auf der einen Seite eine Online-Umfrage die an über 200 ÖPNV-Unternehmen in Deutschland versendet wurde und dort die Verbreitung der verschiedenen Arten von Bevorrangung, sowie die konkreten Erfahrungen der Betriebe mit eben jenen Maßnahmen abfragte. Hieran zeigt sich auch, wie verschieden die Unternehmen das Thema Bevorrangung des städtischen ÖPNV angehen und auch die Ergebnisse der Maßnahmen bewerten. Auf der anderen Seite wurden Fachgespräche mit den Verantwortlichen aus München und Wien geführt und entsprechende Veröffentlichungen sowie Unterlagen aus Sitzungen der kommunalen Entscheidungsgremien ausgewertet, um anhand dieser beiden Städte einen umfassenden Einblick in die konzeptionelle Umsetzung von Bevorrangungsmaßnahmen in Ballungszentren zu erhalten.

Zum Abschluss findet im Kapitel 9 eine Abwägung der verschiedenen Möglichkeiten anhand der zuvor aufgeführten Auswirkungen und möglichen Kosten statt, bevor im abschließenden Kapitel 10 eine Conclusio und ein Ausblick die Arbeit abrunden.

Die Arbeit befasst sich dabei im Wesentlichen mit der Situation in Deutschland; entsprechend wird auf die deutschen Rechtsnormen Bezug genommen. Zu Vergleichszwecken wird jedoch an verschiedenen Stellen auch ein Blick ins Ausland – insbesondere ins deutschsprachige – gewagt.

4. Begriffsdefinitionen und Abgrenzungen

Im Rahmen dieser Arbeit wird auf einige Begriffe der Verkehrsplanung und des öffentlichen Nahverkehrs zurückgegriffen. Zur besseren Verständlichkeit sollen diese hier kurz erläutert werden:

4.1. Öffentlicher Nahverkehr

Der öffentliche Personennahverkehr ist gemäß der Definition durch das Personenbeförderungsgesetz (PBefG) als „allgemein zugängliche Beförderung von Personen mit Verkehrsmitteln im Linienverkehr, die überwiegend dazu bestimmt sind, die Verkehrsnachfrage im Stadt-, Vorort- oder Regionalverkehr zu befriedigen.“⁶ Der Nahverkehr wird dabei begrenzt durch eine Reiseweite von bis zu 50 km oder einer Reisedauer von maximal 1 Stunde⁷. Alles darüber fällt unter den Begriff Fernverkehr. Unterteilt wird der ÖPNV zusätzlich in den „allgemeinen öffentlichen Personennahverkehr“ – bestehend aus Straßenbahnen, Hoch- und U-Bahnen, Bahnen besonderer Bauart⁸ und Omnibusse – und den Schienenpersonennahverkehr. In dieser Arbeit wird sich dabei nur auf den „allgemeinen öffentlichen Nahverkehr“, insbesondere auf Straßenbahnen und Omnibusse konzentriert.

In vielen Städten haben sich Systeme etabliert, die als „Stadtbahn“ bezeichnet werden. Für den Begriff „Stadtbahn“ gibt es aber keine offizielle Definition, sondern diese sind eine Sonderform von Straßenbahnen, die vom übrigen Verkehr weitgehend getrennt verkehren und zumeist über eine moderne Leit- und Sicherungstechnik verfügen. Stadtbahnen sind insoweit Bestandteil dieser Arbeit, soweit sie im öffentlichen Straßenraum verkehren und nicht z.B. in Tunneln (U-Bahn-ähnlich) oder auf einer komplett eigenen Trasse (Eisenbahnähnlich) geführt werden.

U-Bahnen und Eisenbahnen sind deshalb kein Bestandteil dieser Ausarbeitung, weil sie „in sich geschlossene Systeme“ sind. Mit Ausnahme von Bahnübergängen bei der Eisenbahn gibt es bei U- und Eisenbahnen keine direkte Schnittstelle mit anderen Verkehrssystemen. Verspätungen entstehen dabei in den allermeisten Fällen aus einem der folgenden Gründe:

⁶ Personenbeförderungsgesetz (PBefG), § 8, Absatz 1.

⁷ Vgl. PBefG, § 8, Absatz 1.

⁸ Bahnen besonderer Bauart sind beispielsweise Schwebbahnen

- Systemintern (z.B. Weichenstörung)
- Externe Kräfte (z.B. Unwetter)
- Unberechtigte Zutritte bzw. Vandalismus

Daher sind die in dieser Arbeit beschriebenen Maßnahmen nicht auf U-Bahnen (bzw. U-Bahnähnliche Systeme) oder Eisenbahnen anwendbar.

4.2. Individualverkehr

Für den Begriff „Individualverkehr“ gibt es keine rechtliche Definition. Er ist jedoch grundsätzlich als Abgrenzung zum öffentlichen Verkehr zu verstehen. Die beiden Systeme „Individualverkehr“ und „öffentlicher Verkehr“ stehen im Wettbewerb zueinander. Beim Individualverkehr benutzt der Verkehrsteilnehmer bzw. die Verkehrsteilnehmerin ein ihm/ihr zur Verfügung stehendes Verkehrsmittel (Auto, Fahrrad, Motorrad, Boot, Schneemobil, Flugzeug, Reitpferd usw.) oder Sportgerät (Rollschuhe, Inlineskates, Segelboot, Segelflugzeug usw.) bzw. er/sie geht zu Fuß, wobei er/sie im Wesentlichen frei über Zeiten *und* Wege entscheiden kann. Es wird dabei noch zwischen „motorisiertem Individualverkehr“ (Auto, Motorrad etc.) und „nichtmotorisiertem Individualverkehr“ (Fahrrad, zu Fuß, Pferd etc.) unterschieden.⁹

In dieser Arbeit sind natürlich nur die auf Straßen bzw. Wegen innerhalb der Stadt üblichen Verkehrsmittel, also im Wesentlichen Auto, Motorrad, Fahrrad und Fußgänger, von Belang.

4.3. Verkehrsweg

Als Verkehrsweg wird der Raum definiert, auf dem die Verkehrsprozesse stattfinden. Es ist also die Voraussetzung für die Benutzung durch bewegliche Fahrzeuge, wie Autos oder die Eisenbahn. Daher wird der Verkehrsweg auch als technisch notwendiges Gegenstück zu den darauf verkehrenden Fahrzeugen betrachtet. Ein Eisenbahnfahrzeug kann sich ohne eine gesicherte Gleistrasse mit Schienen und Querverstrebungen (Schwellen) nicht sinnvoll fortbewegen. Auch für einen PKW ist die Fortbewegung neben gesicherten Wegen eher beschwerlich. Verkehrswege werden daher auch als Raumsegmente angesehen, auf denen Verkehrsprozesse zur effektiven und effizienten Ortsveränderung (= Fortbewegung von A nach B) gebündelt werden.¹⁰

⁹ Vgl. Ammoser & Hoppe, 2006, S. 5.

¹⁰ Vgl. Ammoser & Hoppe, 2006, S. 40.

4.4. Lichtzeichenanlage bzw. Lichtsignalanlage

Die Lichtzeichenanlage (LZA) ist die offizielle Bezeichnung gemäß § 43, Absatz 1 der deutschen Straßenverkehrsordnung (StVO) für die umgangssprachliche „Ampel“¹¹. In der österreichischen Straßenverkehrsordnung¹² und in der Signalisationsverordnung zum Schweizer Strassenverkehrsgesetz¹³ (sic!) wird die Bezeichnung Lichtsignalanlage (LSA) verwendet.

Der Begriff Lichtsignalanlage findet – trotz fehlender rechtlicher Definition – auch in Deutschland Verwendung: In den technischen Regelwerken „Richtlinien für Lichtsignalanlagen“ (RiISA) der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen ist der Begriff Lichtsignalanlage gebräuchlich¹⁴. Auch unter deutschen Fachleuten ist dies der übliche Begriff und wird auch in dieser Arbeit so verwendet.

4.5. Grüne Welle

Unter dem Begriff „Grüne Welle“ wird in der Verkehrsplanung eine linienhafte Koordinierung mehrerer LSA eines Straßenzuges verstanden. Mehrere Ampeln, die an einer Straße hintereinander angeordnet sind, werden so geschaltet, dass Fahrzeuge, die bei der ersten koordinierten Ampel bei „grün“ ab- oder durchfahren ohne Zwischenstopp über alle folgenden Ampeln fahren können. Dies ist die wirksamste Möglichkeit, um den Verkehrsablauf in Straßenzügen flüssig zu gestalten.¹⁵ Zielsetzung ist die Bündelung von Fahrzeugströmen auf Hauptverkehrsstraßen und die Entlastung nachgeordneter Straßen. Für die Umsetzung einer Grünen Welle gibt es verschiedene Rahmenbedingungen, die hier nicht weiter behandelt werden sollen. Eine wesentliche Grundbedingung ist jedoch auch für die vorliegende Arbeit relevant: es wird immer von einer gewissen Durchschnittsfahrgeschwindigkeit der Fahrzeuge ausgegangen, die gemäß der RiISA 2010 in der Regel zwischen 90 und 100% der zulässigen Geschwindigkeit liegt, also in der Stadt zumeist bei ca. 45 km/h. Der Fahrtverlauf von Fahrzeugen des ÖPNV weicht jedoch systembedingt von dem des Individualverkehrs ab: Busse und Bahnen halten fahrplanmäßig und können zudem aus Rücksicht auf stehende Fahrgäste ÖPNV-Fahrzeuge nicht so stark beschleunigen und bremsen wie ein PKW. Die Beschleunigung einer Straßenbahn oder eines Busses liegt dabei im Bereich von ungefähr 0,7 bis 1,5

¹¹ Vgl. Straßenverkehrsordnung (StVO) (Deutschland), § 43, Absatz 1.

¹² Vgl. Straßenverkehrsordnung (StVO) (Österreich), § 39, Absatz 2.

¹³ Vgl. Signalisationsverordnung (SSV) (Schweiz), Artikel 14.

¹⁴ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2010, S. 9.

¹⁵ Schnabel & Lohse, 2011, Band 1, S. 280.

m/s^2 ¹⁶. Dies sind für Fahrgäste angenehme Werte, ohne zu stark beschleunigt zu werden. PKW dagegen haben Beschleunigungswerte bei der Anfahrt an der Ampel von ungefähr $1,8$ bis $2,8 \text{ m/s}^2$ ¹⁷.

Aus diesem Grund benötigen die Fahrzeuge des ÖPNV sowohl mehr Zeit, als auch mehr Strecke zur Beschleunigung auf die jeweilige Streckengeschwindigkeit und müssen auch früher abbremsen, um rechtzeitig zum Halten zu kommen. Falls bei der Konzeption der Grünen Welle der ÖPNV nicht berücksichtigt wurde, fällt dieser daher nach jedem Stationshalt aus der Systematik der Welle, muss an den folgenden Ampeln zusätzlich halten und erreicht somit stark verringerte Reisegeschwindigkeiten.¹⁸ In Abbildung 5¹⁹ ist eine solche Situation dargestellt. Hier fällt das ÖPNV-Fahrzeug an der Haltestelle nach LSA 3 aus dem so genannten Grünband des MIV heraus und kommt nach der eigentlichen Grünphase an die LSA 2. Nur durch die verlängerte Grünphase (grün-gepunktet dargestellt) schafft es das Fahrzeug ohne Anhalten an LSA 2 über diese zu fahren.

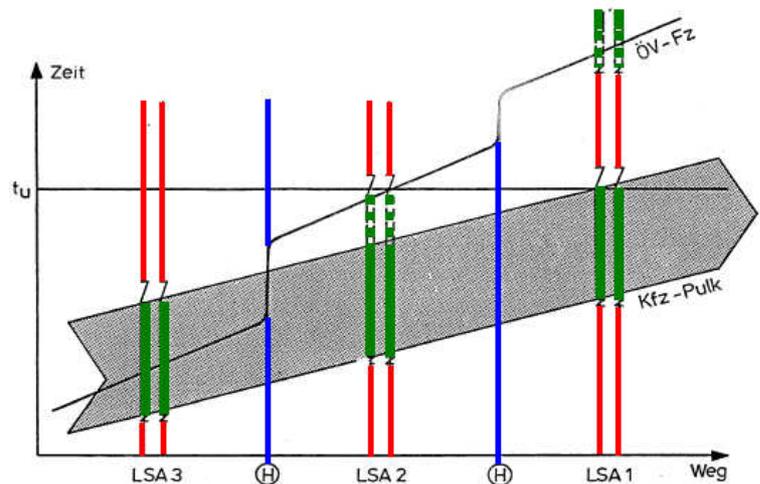


Abbildung 5: ÖPNV-Fahrzeug in einer Grünen Welle

Abbildung 5¹⁹ ist eine solche Situation dargestellt. Hier fällt das ÖPNV-Fahrzeug an der Haltestelle nach LSA 3 aus dem so genannten Grünband des MIV heraus und kommt nach der eigentlichen Grünphase an die LSA 2. Nur durch die verlängerte Grünphase (grün-gepunktet dargestellt) schafft es das Fahrzeug ohne Anhalten an LSA 2 über diese zu fahren.

¹⁶ Vgl. Schnabel & Lohse, 2011, Band 1, S. 216f.

¹⁷ Vgl. Schnabel & Lohse, 2011, Band 1, S. 214.

¹⁸ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2010, S. 44f.

¹⁹ Abbildung aus: Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, 2007, Kapitel 6.1, S. 8.

5. Grundsätze und Ziele von Bevorrangungsmaßnahmen

Als primäre Ziele von Bevorrangungsmaßnahmen nannte das Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen in einem Rundschreiben an die Verkehrsunternehmen des Landes im Jahr 1990 „erkannte Störquellen auf der Strecke soweit wie möglich abzubauen und damit für die Zuverlässigkeit und Fahrplantreue der Schienenverkehrsmittel zu sorgen sowie dazu beizutragen die Anschlüsse zwischen den öffentlichen Verkehrssystemen sicherer zu gestalten“²⁰. Diese Ziele gelten bis heute unverändert: es geht darum, das bestehende Angebot im urbanen ÖPNV durch verschiedene Maßnahmen zu stabilisieren und verlässlich zu gestalten, so dass Fahrpläne gehalten und Anschlüsse gewährt werden können. Erst im Weiteren erklärt das Ministerium, dass zu den Zielen auch eine Verkürzung der Fahrzeiten für einzelne Linien und somit zu einer Straffung der Fahrpläne zählt. Dies wiederum hat zur Folge, dass auf der einen Seite durch die kürzeren Reisezeiten der ÖPNV für den Fahrgast attraktiver erscheint, aber auch, dass das Verkehrsunternehmen durch eine optimierte Fahrzeug- und Personalplanung wirtschaftlich einen Vorteil daraus erzielt, was über verringerte Fahrpreise und/oder ein verbessertes Angebot wiederum einer Attraktivierung des Nahverkehrs für potentielle Fahrgäste entspricht.²¹

Neben dieser relativ einfach greifbaren Kosten- und Nutzenbetrachtung gibt es auch eine ökologische Komponente in der Umsetzung von Maßnahmen, die dem ÖPNV zuträglich sind: möglichst umweltschonend den notwendigen Verkehr abzuwickeln. Zur Betrachtungskomponente „ökologisch“ zählen neben Abgasen, die durch den Individualverkehr (und zugegebenermaßen auch durch den ÖPNV) entstehen, auch die Faktoren Lärm und Raumbedarf. Durch die Vielzahl an PKW, die in den Ballungsräumen bewegt werden, entsteht auch ein beträchtlicher Lärm. Laut Erhebungen des deutschen Umweltbundesamtes ist etwa die Hälfte der deutschen Haushalte einem Mittelspannungsspiegel durch Straßenverkehrslärm von mindestens 55 dB(A) tagsüber beziehungsweise 45 dB(A) nachts ausgesetzt²². Der Schalldruckpegel von 55 dB(A) entspricht der Grenze hin zum Lärm, alles was darüber liegt wird durch das menschliche Ohr als Lärmbelästigung empfunden. Als Gegenmaßnahmen werden dabei lärmindernde Straßenbeläge, Geschwindigkeitsbegrenzungen und verschiedene andere Möglichkeiten vorgeschlagen, die den bestehenden Verkehr leiser machen sol-

²⁰ Minister für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr (MSWV), 1990, S. 3.

²¹ Vgl. Minister für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr (MSWV), 1990, S. 3.

²² Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), 2014.

len²³. Als sinnvolles Ziel sollte jedoch gesetzt werden, erst gar nicht so viel Verkehr zu generieren, dies kann durch eine großflächige und eben auch attraktiv schnelle Anbindung mit öffentlichen Verkehrsmitteln erwirkt werden.

Wie in der Einleitung bereits verdeutlicht wird, hat die Beförderung mit dem eigenen PKW einen ungeheuren Platzbedarf, während der Transport im ÖPNV um einiges platzsparender erfolgen kann. Aus diesem Grund sollte es Ziel jeder verkehrlichen Maßnahme sein, den Autoverkehr weiter zu reduzieren und die Bevölkerung zur Nutzung der öffentlichen Verkehrsmittel zu bewegen, um einer weiteren Versiegelung von Fläche entgegenzutreten.

²³ Vgl. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), 2014.

6. Beschreibung der Maßnahmen zur Bevorrangung

6.1. Allgemeines

6.1.1. Mögliche Einteilung der Maßnahmen

Die Maßnahmen zur Bevorrangung von Verkehrsmitteln des öffentlichen Verkehrs lassen sich anhand verschiedener Kriterien unterteilen. Betrachtet nach der örtlichen Ausdehnung einer Bevorrangungsmaßnahme kann man sie folgendermaßen unterscheiden:²⁴

- Punktuelle Maßnahmen: Beeinflussung einzelner Knotenpunkte
- Linienbezogene Maßnahmen: koordinierte Steuerung eines Streckenabschnitts
- Netzweite Maßnahmen: Steuerung unter Beachtung netzweiter Zusammenhänge.

Um spürbare Effekte aus der Beschleunigungsmaßnahme zu erzielen, rät es sich immer, mindestens einen längeren zusammenhängenden Abschnitt einer ÖV-Linie zu beschleunigen. Nur in Ausnahmefällen, um z.B. die negativen Wirkungen eines einzelnen Knotens auf den ÖV auszumerzen sollten Maßnahmen auf einen einzelnen Punkt konzentriert werden.

Eine weitere Möglichkeit zur Einteilung wäre nach der Dauer der Wirksamkeit der Maßnahmen:²⁵

- Permanente Maßnahmen
- Temporäre Maßnahmen

Schließlich lassen sich die Maßnahmen noch nach der Art ihrer Wirkungsweise unterscheiden:²⁶

- Räumlich wirkende Maßnahmen
- Zeitlich wirkende Maßnahmen
- Räumlich-zeitlich wirkende Maßnahmen
- Sonstige Maßnahmen organisatorischer oder verkehrsrechtlicher Art

Nach der zuletzt genannten Unterscheidungsmöglichkeit sollen die Maßnahmen im Folgenden gegliedert werden.

²⁴ Vgl. Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, 2007, Kapitel 6.1, S. 4.

²⁵ Vgl. Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, 2007, Kapitel 6.1, S. 5.

²⁶ Klein, Stork, & Theis, 1985, S. 3.

6.1.2. Technische Voraussetzungen

Vor allem die im Weiteren vorgestellten Maßnahmen, die zeitlich oder räumlich-zeitlich wirken sind oftmals auf ein technisches Konzept angewiesen, mit Hilfe dessen die ÖPNV-Fahrzeuge eine Annäherung an den Knotenpunkt oder die Engstelle ankündigt, um eine entsprechende Beeinflussung an der Signalanlage auszulösen und somit von dieser bevorzugt behandelt zu werden.

Dabei gibt es mehrere Möglichkeiten, über die das ÖPNV-Fahrzeug seine Annäherung der Ampelanlage mitteilen kann:

Auf der einen Seite gibt es die Möglichkeit, dies über Kontakte in der Infrastruktur zu tun. Je nach Verkehrsträger kommen dabei entweder Induktionsschleifen (insbesondere bei Bussen), Kontakte in der Fahrleitung oder Elemente der Sicherungsanlage bei Straßenbahnen zum Einsatz. Vor allem bei Induktionsschleifen besteht jedoch das Problem, dass diese auf alle entsprechend schweren Fahrzeuge reagiert, also beispielsweise auch auf LKW. Daher können alle diese Kontaktmöglichkeiten nur dort sinnvoll zum Einsatz kommen, wo der ÖPNV eine eigene Infrastruktur nutzt.²⁷

Dieses Problem besteht nicht beim Einsatz des Datenfunks als Beeinflussungsmedium. Dabei ermittelt das Bordgerät die aktuelle Position im Streckenverlauf und übermittelt somit rechtzeitig die Anmeldung an die Signalanlage. Die aktuelle Position kann dabei aus verschiedenen Quellen ermittelt werden: moderne Geräte können sich selbst via GPS orten und wissen somit genau, an welcher Stelle sie sich befinden. Ansonsten erfolgt die Messung über den Wegimpuls der Fahrachse. Da es insbesondere beim Bus zu Unterschieden der Wegstrecke zwischen zwei Punkten kommen kann (Ausweichmanöver, weites oder enges Ausfahren einer Kurve etc.) wird der Wegzähler in regelmäßigen Abständen zurückgesetzt, sodass wieder eine eindeutige Positionsbestimmung möglich ist. Bisher kam dabei zumeist das Baken-System zum Einsatz. Die ortsfeste Bake am Straßenrand sendet dabei feste Daten an das Fahrzeug, welche die Position beinhaltet. Damit erfolgt dann die Rückstellung des Wegzählers. Bei moderneren Systemen erfolgt die Rückstellung des Wegzählers auch über die Haltestellen. Da diese im Linienverlauf festgelegt sind, kann über diese die Rückstellung erfolgen.²⁸

Aus der aktuellen Position ist dem Fahrzeug bekannt, welche Signalanlagen im weiteren Streckenverlauf passiert werden. An festgelegten Meldepunkten im Streckenverlauf löst das Fahrzeug über das Funkmodul die entsprechende Voranmeldung (mehrere hundert Meter vor der Signalanlage), die Anmeldung (ca. 200 bis 400 m vorher) sowie nach dem Passieren der Anlage letztendlich die

²⁷ Vgl. Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV), 2001, S. 110f.

²⁸ Vgl. Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV), 2001, S. 114f.

Abmeldung an dieser aus, welcher über den Funkempfänger und die dazugehörige Auswerteeinheit letztlich an die Ampelsteuerung weitergegeben wird, welche die eigentliche Ansteuerung der Ampelschirme übernimmt.²⁹

Nur in Ausnahmefällen, beispielsweise an Starthaltstellen oder Verknüpfungspunkten, wo noch vor Abfahrt eine Anmeldung an der folgenden Ampelanlage notwendig ist, sollte die Beeinflussung der Signalanlagen manuell durch Zutun des Fahrpersonals erfolgen müssen. Ansonsten sollte die Anforderung der Freigabe automatisch durch das Fahrzeug erfolgen, damit der Fahrer bzw. die Fahrerin sich auf seine/ihre eigentliche Aufgabe, das sichere Führen des Fahrzeugs durch den Verkehr, konzentrieren kann³⁰.

Wie die Kommunikations- und Übertragungswege innerhalb und außerhalb des Fahrzeuges bei der Beeinflussung einer LSA aussehen, wird anhand der nachfolgenden Abbildung 6³¹ von der MVG deutlich:

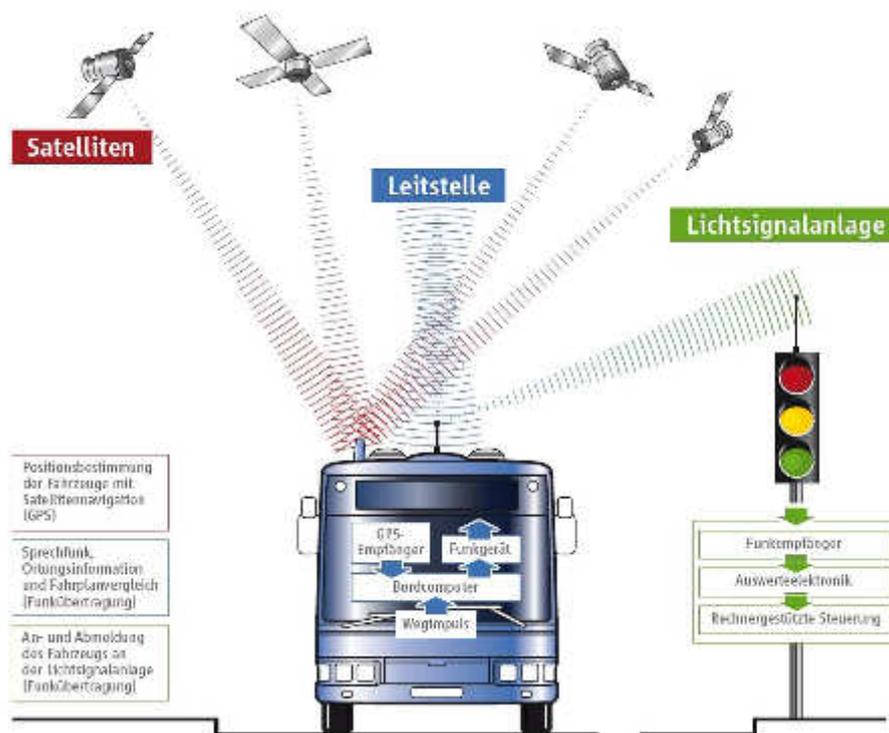


Abbildung 6: Übertragungstechniken bei der LSA-Beeinflussung

²⁹ Vgl. Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV), 2001, S. 108f.

³⁰ Vgl. Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV), 2001, S. 108.

³¹ Abbildung: Münchner Verkehrsgesellschaft mbH (MVG), 2014a.

6.2. Zeitlich wirkende Maßnahmen

6.2.1. Sonderphasen für ÖPNV an Knotenpunkten

Insbesondere dort, wo der ÖPNV auf einer eigenen Busspur oder einer besonderen Trasse an den Knotenpunkt herangeführt wird oder vor dem Kreuzungsbereich eine eigene Aufstellspur hat, können Sonderphasen für die ÖPNV-Fahrzeuge umgesetzt werden. Dies bedeutet, dass der Bus oder die Straßenbahn über eine eigene Signalisierung (in der Regel als Balkensignal gemäß § 51, Absatz 6 der Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung (BOStrab) ausgeführt) eine Freigabe für die Kreuzung bekommt, die nicht der des parallel fahrenden Individualverkehrs entsprechen muss. In der Regel wird dabei der querende oder (beispielsweise wenn der Bus oder die Bahn abbiegt) der Gegenverkehr durch eine Rotphase entsprechend zurückgehalten.

Die technische Ausführung und die Art der Einsteuerung solcher Sonderphasen ist dabei höchst unterschiedlich und auch von der technischen Ausstattung und Umsetzung der Strecke und auch der dort verkehrenden Fahrzeuge abhängig.³²

Feste Sonderphase ohne Anforderung

Die technisch einfachste Umsetzung ist eine feste Sonderphase: in jedem Ampelumlauf kommt an einer bestimmten Stelle im Phasenumlauf eine Sonderphase für den ÖPNV, ganz egal, ob ein ÖPNV-Fahrzeug an der Kreuzung ist bzw. sich ihr nähert oder nicht. Der Vorteil an einer solchen festen Phase liegt darin, dass weder auf der Strecke noch am Fahrzeug eine technische Komponente notwendig ist, die die Annäherung eines Busses oder einer Straßenbahn erfasst und eine entsprechende Einsteuerung der Sonderphase vornimmt. Dem entgegen steht, dass der Individualverkehr in jedem Ampelumlauf einmal unnötig aufgehalten wird, um eine Sonderphase einzulegen, obwohl gar kein ÖPNV-Fahrzeug in der Annäherung ist das diese Phase nutzen kann. Aufgrund der recht kurzen Grünzeit der ÖPNV-Sonderphase im Vergleich zur gesamten Umlaufdauer besteht zudem eine recht hohe Wahrscheinlichkeit, dass das ÖPNV-Fahrzeug beim Erreichen der Kreuzung gerade keine Freigabe hat und abbremsen muss um die Sonderphase abzuwarten und das unter Umständen obwohl kein konkurrierender Verkehr die Kreuzung passiert. Insgesamt ist dies also keine befriedigende Lösung, da sowohl der MIV, als auch der ÖPNV unnötig und unverhältnismäßig aufgehalten werden. Von daher sind solche festen Sonderphasen allenfalls als Vorlauf zu einer Phase des MIV sinnvoll, um dem Bus oder der Bahn gegenüber dem Individualverkehr einen Vorsprung bei der Ausfahrt aus der Busspur oder dem eigenen Gleiskörper zu gewähren. Ein weiteres

³² Vgl. Klein, Stork, & Theis, 1985, S. 13ff.

Problem ergibt sich in diesem Zusammenhang, sobald der Knoten von mehreren Linien aus einer Richtung befahren wird: wenn nun mehrere Busse hintereinander vor dem Knoten warten, wird es dazu kommen, dass die Sonderphase zu kurz ist und nicht alle Busse bei der ersten Phase den Knoten passieren können und daher einen kompletten Umlauf bis zur nächsten Sonderphase abwarten müssen, was eine erhebliche Wartezeit für den ÖPNV bedeutet.³³

Feste Sonderphase auf Anforderung

Einen geringeren Eingriff in den Verkehrsfluss am Knoten bedeutet eine feste Sonderphase, die auf Anforderung eines ÖPNV-Fahrzeuges eingesteuert wird. In diesem Fall ist jedoch eine technische Ausrüstung notwendig – mindestens an der Strecke mit Detektoren –, die die Straßenbahn oder den Bus bei der Annäherung an den Knotenpunkt erkennt und die Sonderphase an der Steuerungstechnik der Ampel anfordert. Die Sonderphase ist weiterhin fest im Ampelumlauf verplant, jedoch wird sie nur dann geschaltet, wenn sich tatsächlich ein ÖPNV-Fahrzeug der Kreuzung nähert. In allen anderen Fällen wird die Sonderphase übersprungen. Im Wesentlichen liegt der Vorteil darin, dass die Sonderphase nur dann eingesteuert und der MIV auch nur dann angehalten wird, wenn tatsächlich ein ÖPNV-Fahrzeug am Knoten wartet oder sich diesem direkt nähert und die Phase nutzen kann. Der Individualverkehr erfährt also eine deutlich geringere Einschränkung. Der Nachteil für den ÖPNV besteht ebenso wie bei einer festen Sonderphase: kommt die Straßenbahn oder der Bus gerade an den Knoten, wenn die ÖPNV-Phase durchgelaufen ist bzw. der Zeitpunkt abgelaufen ist an dem die Sonderphase eingesteuert werden könnte, so muss er einen kompletten Ampelumlauf warten bis die nächste Sonderphase geschaltet werden kann. Die Wahrscheinlichkeit, dass das Fahrzeug an der Ampel abbremsen und warten muss, ist unverändert.³⁴

Variable Sonderphase

Diesen Nachteil, dass das ÖPNV-Fahrzeug unverhältnismäßig lange am Knotenpunkt aufgehalten wird, da es auf die Freigabe warten muss, lässt sich dadurch verhindern, dass die Sonderphase für den ÖPNV variabel in den Ampelumlauf eingesteuert werden kann. Es gibt also keinen festen Punkt im Phasenablauf an dem diese Sonderphase geschaltet werden kann, sondern es gibt eine Vielzahl von Punkten im Ablauf, an denen die ÖPNV-Phase eingesteuert werden kann – idealerweise an jedem Phasenübergang der Regelphasen. Eine solche Umsetzung ist natürlich nur dort möglich, wo das ÖPNV-Fahrzeug in irgendeiner Weise bei der Annäherung an den Knotenpunkt detektiert werden und somit eine rechtzeitige Einsteuerung der Sonderphase veranlasst werden kann. Von dieser

³³ Vgl. Klein, Stork, & Theis, 1985, S. 14f.

³⁴ Vgl. Klein, Stork, & Theis, 1985, S. 15f.

Variante der Sonderphasen profitieren ÖPNV und MIV gleichermaßen: der ÖPNV kommt ohne große Verzögerung über den Knotenpunkt, da er beim nächsten Phasenübergang eine (kurze) Freigabe erhält. Der MIV hingegen wird nur dann kurz aufgehalten, wenn ein Bus oder eine Straßenbahn die Kreuzung queren möchte, anschließend läuft die normale Phasenfolge weiter.³⁵

Nicht konfliktfreie Freigabe

Während in der Regel die Freigabe konfliktfrei erfolgt, kann es vorkommen, dass eine konfliktfreie Freigabe am Knoten für ÖPNV-Fahrzeuge nicht möglich oder aus verkehrsplanerischer Sicht nicht sinnvoll ist. Dann erfolgt die Signalisierung in Verbindung mit einem Permissivsignal („Vorsichtssignal“), der abbiegende Bus oder die kreuzende Straßenbahn müssen also entsprechend den allgemein gültigen Vorfahrtsregeln den gegenläufigen oder kreuzenden Verkehr beachten. Als Konfliktverkehr kommen dabei sowohl Verkehrsströme des Individualverkehrs, als auch andere ÖPNV-Fahrzeuge in Betracht. Der Lenker bzw. die Lenkerin des Busses oder der Straßenbahn kann sich in solchen Fällen also nicht auf „freie Bahn“ am Knotenpunkt verlassen, sondern muss mit entsprechender Vorsicht in die Kreuzung einfahren, um die Vorfahrtsregeln einhalten zu können. So auch im Beispiel in Abbildung 7³⁶ an der Haltestelle Winfriedstraße in München. Der Bus erhält hier parallel zur Freigabe des MIV einen Fahrtbegriff am Knoten (die Busspur endet hier), da jedoch keine eigene Phase für ihn vorgesehen ist, bekommt er nur das Permissivsignal und muss sich entsprechend in den fließenden Verkehr einordnen.



Abbildung 7: Zum Einordnen am Ende der Busspur im Knotenbereich erhält der Bus das Permissivsignal (München)

Als zusätzliches Anwendungsfeld von nicht konfliktfreier Freigabe und dem Permissivsignal kann auch die Ergänzung regulärer Freigabezeiten erfolgen. Wenn der ÖPNV an einem Knotenpunkt eine Sonderphase bekommt, um Vorsprung dem MIV gegenüber zu bekommen, um sich hinter der Kreuzung in den Verkehr einzufädeln zu können, bietet dies dem Bus oder der Straßenbahn zwar die Möglichkeit, sich konfliktfrei einzufädeln. Auf der anderen Seite kann das Warten auf die konfliktfreie Grünphase aufgrund der Wartezeit ein Nachteil sein. Es bietet sich daher an, während der Freigabe

³⁵ Vgl. Klein, Stork, & Theis, 1985, S. 15f.

³⁶ Abbildung: eigene Darstellung.

bezeit des parallel verlaufenden Individualverkehrs dem ÖPNV durch ein Permissivsignal eine eingeschränkte Freigabe zu erteilen, sodass sich der Bus oder die Bahn bei entsprechendem Verkehr in den parallel fließenden Verkehr einfädeln kann. Das ÖPNV-Fahrzeug muss also nicht zwingend auf die nächste Sonderphase warten, sondern kann bei schwachem bis mäßigem Verkehr die Grünzeit des MIV mit nutzen und sich gemäß der allgemein gültigen Verkehrsregeln in den fließenden Verkehr einordnen. Auf der anderen Seite hat der Bus/ die Bahn noch die Möglichkeit, die nächste Sonderphase abzuwarten, um konfliktfrei die Spur wechseln zu können.³⁷

Insbesondere bei stärkerem Individualverkehr wird aber der Vorteil einer solchen Permissiv-Freigabe eher gering ausfallen, da es dem Bus oder der Bahn nur schwer möglich sein wird, sich in den Verkehr einzufädeln.

6.2.2. Dynamische Grünzeitenmodifikation

Während Sonderphasen insbesondere dort sinnvoll sind wo der ÖPNV im Kreuzungsbereich den parallel fahrenden oder entgegenkommenden Individualverkehr kreuzt oder in diesen einmündet, sind dynamische Grünzeitenmodifikationen dort einzusetzen, wo der ÖPNV mit dem übrigen Verkehr „mitschwimmt“, also die gleiche Spur wie der MIV nutzt oder auf unabhängiger Spur verkehrt, aber ausschließlich parallel zum übrigen Verkehr die Kreuzung quert.

Unter Grünzeitenmodifikation sind Abwandlungen des Phasenumlaufs an lichtsignalgeregelten Knotenpunkten zu verstehen, die der Bevorrechtigung des ÖPNV dienen. Dadurch profitiert aber auch der parallel verlaufende MIV von der Modifikation der Phase.

Beim Zulauf auf einen Knotenpunkt kann es zu folgenden drei Szenarien kommen:

- Das ÖPNV-Fahrzeug erreicht den Knoten während der regulären Grünphase – hier ist kein Eingriff seitens der Beschleunigung notwendig
- Das ÖPNV-Fahrzeug erreicht den Knoten kurz nach Ende der regulären Freigabezeit – hier erfolgt der Eingriff über Grünzeitverlängerungen
- Das ÖPNV-Fahrzeug erreicht den Knoten, während eine andere, feindliche Phase geschaltet ist – hier kommt eine Sperrzeitverkürzung bzw. Grünzeitanforderung zum Einsatz

Die Grünzeit- oder auch Freigabezeitverlängerung kommt insbesondere dann zur Anwendung, wenn die voraussichtliche Ankunft des Fahrzeugs in einem Bereich kurz nach Ende der regulären Freigabezeit liegt. Um einen Stopp des ÖPNV-Fahrzeugs zu vermeiden wird die Grünphase daher verlä-

³⁷ Vgl. Klein, Stork, & Theis, 1985, S. 14.

gert und die Phase erst dann beendet, wenn das ÖPNV-Fahrzeug die LSA passiert hat. Insbesondere an Knotenpunkten mit einem recht hohen Freiheitsgrad, also dort, wo nicht allzu viele Ansprüche an die Phasenregelung gestellt werden und die Abhängigkeit zu anderen Signalanlagen sehr gering ist, kann eine solche Grünzeitverlängerung in sehr großem Umfang ausgeführt werden. Auch dort, wo verkehrsabhängige Signalprogramme ausgeführt werden oder die Freigabedauer auf die aktuelle Verkehrsbelastung abgestimmt wird, ist eine solche Modifikation leicht möglich. Natürlich muss hierbei die Umlaufzeit bzw. die Mindestfreigabezeit beachtet werden, damit jede Fahrtrichtung entsprechend regelmäßig eine Freigabe erhält.

Um die Gesamtumlaufdauer nicht zu überschreiten und somit mit der Anlage in Zusammenhang stehende Grüne Wellen dauerhaft zu zerstören, werden nachlaufende Phasen des Knotens entsprechend verkürzt.

Entsprechend umgekehrt erfolgt das Verfahren bei der sogenannten Mindestfreigabeschaltung, einer Art der Sperrzeitverkürzung. Hierbei werden die vor der zu priorisierenden Phase laufenden feindlichen Phasen auf ihre Mindestfreigabedauer verkürzt, sodass baldmöglichst die Phase die durch das ÖPNV-Fahrzeug angefordert wurde, geschaltet werden kann und somit das Fahrzeug möglichst ohne Stutz weiterfahren kann.

Damit die Freigabe für die Richtung aus der sich das ÖPNV-Fahrzeug nähert rechtzeitig erreicht werden kann, kann es auch notwendig sein, dass dieselbe Phase im vorherigen Umlauf verkürzt wird, damit alle anderen Phasen ihre Mindestfreigabedauer erreichen können und dennoch der Bus oder die Straßenbahn bei Grün an den Knoten heranfahren.

In begrenztem Maße kann als weitere Art der Sperrzeitverkürzung das Auslassen einer Phase oder das Tauschen von Phasen zur Anwendung kommen. Beim Auslassen bekommt eine Verkehrsrichtung in einem Umlauf keine Freigabe, die Phase fällt also komplett aus. Dies sollte nur dort angewendet werden wo aus dieser Richtung nur geringe Verkehrsströme zu erwarten sind. Außerdem muss sichergestellt sein, dass im folgenden Phasenumlauf die zuvor ausgelassene Richtung wieder eine Freigabe erhält. Beim Phasentausch hingegen wird eine zuvor ablaufende Phase mit der durch den ÖPNV angeforderten Phase getauscht. Es wird also kein Verkehrsstrom direkt benachteiligt, sondern nur seine Freigabezeit verschoben. Dies ist somit die verträglichste Möglichkeit. Hierbei müssen aber auch die Mindestfreigabezeiten beachtet werden.

Letztlich kann es auch zu Sonderphasen kommen, die den gesamten Verkehr betreffen und nicht etwa über ÖPNV-Signale angezeigt werden. Dabei wird für die Fahrtrichtung des Busses oder der Straßenbahn eine kurze Freigabephase eingesteuert, sodass das ÖPNV-Fahrzeug beim Eintreffen am Knoten Grün hat, obwohl an dieser Stelle im Phasenumlauf keine Freigabe vorgesehen wäre.

Die davor und danach liegenden Phasen werden hierfür leicht verkürzt. Da dadurch ein weiterer Phasenübergang notwendig ist, kann diese Sonderphase mitunter sehr kurz ausfallen.

Die hier dargestellten Verfahren sind ein grober Abriss der technisch möglichen Modifikationen der Freigabezeiten. Wie stark die einzelnen Maßnahmen in der Praxis umgesetzt werden können und welche überhaupt möglich sind, hängt sehr stark von den Rahmenbedingungen ab und wieweit aufgrund der Umgebung Änderungen im Phasenumlauf möglich sind. Bei allen Verfahren ist anzustreben, dass die Anmeldung des ÖPNV-Fahrzeugs möglichst frühzeitig erfolgt, sodass entsprechend früh eine Modifikation der Phasensteuerung vorgenommen werden kann, damit das Fahrzeug entsprechend stutzfrei über den Knotenpunkt fahren kann und dennoch für den übrigen Verkehr die Beeinträchtigungen möglichst gering sind. Bei Mott, 1982 wird eine Mindestumschaltzeit von ca. 18 bis 20 Sekunden für eine einfache Kreuzung genannt, sodass bei einer Geschwindigkeit von 50 km/h (= 14 m/s) eine Distanz von mindestens 250 Metern zwischen dem Anmeldepunkt und der Halteinie des Knotens liegen sollten. Um auch vor dem ÖPNV-Fahrzeug verkehrende Fahrzeuge abfließen zu lassen werden nochmals ca. 5 Sekunden angesetzt, sodass sich eine Anmeldestrecke (zwischen Anmeldepunkt und Knoten) von ungefähr 400 Metern ergibt. Dies ist insbesondere in der Stadt, wo die Haltestellenabstände bzw. die Abstände zwischen den einzelnen Knoten oftmals deutlich geringer sind, kaum praktikabel. Daher kann eine unbeschränkte Grünzeitforderung für ÖPNV-Fahrzeuge, also eine uneingeschränkte Grüne Welle für den ÖPNV im Stadtgebiet nicht umgesetzt werden.³⁸

6.2.3. Lückenampel

Eine Lückenampel unterstützt den ÖPNV – oder vom Prinzip her jegliche Art von Verkehrsströmen – an stark belasteten nicht-signalgestützten Knotenpunkten beim Abbiegen. Im Falle von Lückenampeln für den ÖPNV hält der Bus oder die Straßenbahn den bevorrechtigten Verkehr mit Hilfe einer Ampel an und schafft sich somit eine Lücke im Verkehrsstrom um abbiegen zu können. Als bevorrechtigter Verkehr kann dabei sowohl der Gegenverkehr angesehen werden, der das ÖPNV-Fahrzeug beim links abbiegen hindert, als auch der Verkehrsstrom auf der Hauptstraße, in den sich der Bus oder die Bahn einordnen möchte. Die Lückenampel ist zumeist als Ampel mit zwei Optiken (gelb und rot) ausgeführt, da sie nur den Zweck hat, bei Annäherung des ÖPNV den MIV anzuhalten. Zu den übrigen Zeiten, also wenn sich kein ÖPNV nähert, ist die Kreuzung ohne LSA-Steuerung und wird nach den üblichen Vorfahrtsregeln befahren.

³⁸ Vgl. Mott, 1982, S. 29ff.

Der wesentliche Vorteil in einer solchen begrenzt signalisierten Kreuzung ist, dass auf der Hauptachse im Normalfall (also ohne ÖPNV-Annäherung) keine Behinderung entsteht: der Verkehr auf der Vorfahrtsstraße läuft ohne Behinderung und Fahrzeuge aus der Querstraße biegen gemäß den geltenden Vorfahrtsregeln ab.

Nur wenn ein ÖPNV-Fahrzeug in Annäherung ist, wird die Ampel für wenige Sekunden aktiv geschaltet. Dadurch, dass hierbei keinerlei Ampelumläufe zu beachten sind, kann die Aktivierung der Schutzampel jederzeit erfolgen. Eine aufwändige Steuer-technik, die notwendigenfalls Phasen tauscht ist nicht notwendig und die Anmeldung des ÖPNV kann recht kurz vor dem Knotenpunkt erfolgen. Im Weiteren ergibt sich der Vorteil, dass der ÖPNV nicht die Freigabe durch die Ampel abwarten muss: wenn kein konkurrierender Verkehr kommt kann der Bus auch schon vor Scharfschaltung der Ampel abbiegen und spart somit Zeit.³⁹

Ebenso kann die Aktivierung der Ampel auch einfach auf hochbelastete Zeiten beschränkt werden: da die Ampel keinerlei verkehrsordnende Aufgabe übernimmt, sondern ausschließlich den Bus bzw. die Bahn beim Abbiegen unterstützt kann auf ihren Einsatz während schwächerer Zeiten ohne Weiteres verzichtet werden, ohne die Verkehrssicherheit am Knotenpunkt signifikant zu verringern. Durch die überschaubare Ausstattung einer solchen Anlage und



Abbildung 8: Lückenampel am Romanplatz in München
oben: Grundstellung: alle Signale sind aus
unten: Bus in Annäherung: MIV hat Rot,
Bus erhält Freigabe (schräger Balken)

³⁹ Vgl. Reinhardt, 2012, S. 434.

das nur zeitweise Leuchten der Signallampen an der Ampel ist eine Lückenampel in Errichtung und Unterhalt im Vergleich zu einer vollwertigen signalgestützten Kreuzung kostengünstig. Nach diesem Prinzip funktioniert auch der Spurwechsel des Busses von der Straßenbahntrasse in den fließenden Verkehr am Romanplatz in München (vgl. Abbildung 8⁴⁰). Aus Richtung Norden kommend gibt es kurz vor dem Rondell am Romanplatz für den MIV eine Ampel mit zwei Optiken (gelb und rot), für den Bus ebenfalls eine Ampel mit den Anzeigern „K“ für Kontakt (der Anforderungsimpuls ist an der Ampelanlage angekommen) und „/“, („schräger Balken“, Freigabe nach rechts). In Grundstellung sind beide Ampeln – die des MIV und die des Busses – aus. Sollte ein Bus ohne Beeinflussung also hieran fahren, so hat er gemäß den Verkehrsregeln einen Spurwechsel nach rechts durchzuführen und dabei auf den nachfolgenden fließenden Verkehr zu achten. Ein Bus mit aktiver Beeinflussung jedoch aktiviert einige Meter zuvor die Ampelanlage, sodass die Ampel für den MIV über gelb auf rot springt, und anschließend die Freigabe für den Bus anzeigt, sodass dieser ohne Behinderung die Spur wechseln kann. Bei Annäherung einer Straßenbahn bleibt die Anlage in Grundstellung, da die Straßenbahn hier keinen Spurwechsel vornimmt, sondern auf eigenem Gleiskörper bleibt.

6.2.4. Zeitinsel

Die Einrichtung einer Zeitinsel kommt nicht nur dem ÖPNV-Fahrzeug selbst zugute, sondern ist auch eine Maßnahme zur Erhöhung der Sicherheit der Fahrgäste. Eine Zeitinsel wird vor allem dort angebracht, wo die Fahrgäste zum Ein- und Aussteigen in bzw. aus dem Fahrzeug die Fahrbahn des MIV überqueren müssen, also dort, wo die Straßenbahn oder ÖPNV-Spur in Mittellage führt und entweder ein reger Verkehr von und zur Haltestelleninsel zu erwarten ist oder aber die Fahrgäste an der Haltestelle am Straßenrand warten, während das ÖPNV-Fahrzeug in Mittellage hält. Vor allem in Kombination mit so genannten Fahrbahnaufdopplungen im



Abbildung 9: Zeitinsel mit Fahrbahnaufdopplung an der Haltestelle Boyneburgufer in Erfurt: während des Fahrgastwechsels werden Autos und Rad fahrende an der Ampel zurückgehalten

⁴⁰ Abbildung: eigene Darstellung.

Haltestellenbereich kommt eine solche Lösung häufiger vor. Bei einer Fahrbahnaufdopplung wird die Fahrbahn des MIV, die zwischen dem Gehweg, an dem das Haltestellenschild aufgestellt ist, und der ÖPNV-Trasse liegt, angehoben, sodass die Straße zugleich als Bahnsteig für den ebenerdigen Ein- und Ausstieg der Fahrgäste dient.⁴¹

Die Zeitinsel gewährt also den Fahrgästen zeitlich beschränkt die Sicherheit zum Erreichen und Verlassen des Busses oder der Straßenbahn während sie die Fahrbahn des MIV queren. Umgesetzt wird dies durch Ampeln, zumeist mit nur zwei Lichtern (gelb und rot), die durch das ÖPNV-Fahrzeug vor dem Eintreffen an der Haltestelle entsprechend auf rot geschaltet wird. Dadurch, dass diese Ampel über ein eigenes ÖPNV-Signal verfügt oder durch ein entsprechendes Schild nicht für den ÖPNV gilt, kann der Bus oder die Straßenbahn an den wartenden Fahrzeugen des MIV und der Ampel vorbeifahren und den Fahrgastwechsel an der Haltestelle durchführen. Sobald der Haltestellenaufenthalt abgeschlossen ist, das ÖPNV-Fahrzeug weiterfährt und alle Fahrgäste die Fahrbahn verlassen haben, wird die Ampel wieder auf grün bzw. im Falle einer Ampel mit zwei Optiken auf den Zustand „aus“ geschaltet und der MIV kann weiterfahren⁴². Bei der in Abbildung 9⁴³ dargestellten Anlage am Boyneburgufer in Erfurt gibt es die Besonderheit, dass nach Abfahrt der Straßenbahn zwar das rote Licht an der Signalanlage für Autos und Rad fahrende erlischt, einige Sekunden jedoch noch zwei gelbe Wechsellichter auf möglicherweise noch auf der Fahrbahn befindliche Fahrgäste hinweisen, weshalb die Ampel drei Optiken hat: oben rot und darunter zweimal gelb.

Durch den Umstand, dass das ÖPNV-Fahrzeug zum Zeitpunkt der Freigabe für den MIV bereits vor dem ersten Fahrzeug steht, ergibt sich der zusätzliche Vorteil, dass der Bus bzw. die Straßenbahn nun den Pulk anführt und somit als erster an den nächsten Knoten kommt, sich ohne Behinderung aufstellen bzw. einordnen kann und folglich auch bei Grünschaltung am Knoten diesen als Erstes passieren kann. Auch im Fall, dass die folgende Strecke für den ÖPNV straßenbündig bzw. auf dem gleichen Fahrstreifen wie der MIV geführt wird, werden somit die übrigen Fahrzeuge hinter dem Bus oder der Straßenbahn gehalten und eine Behinderung des ÖPNV-Fahrzeuges durch vorausfahrende Verkehrsteilnehmer ist wesentlich reduziert.

⁴¹ Vgl. Reinhardt, 2012, S. 406.

⁴² Vgl. Reinhardt, 2012, S. 434f.

⁴³ Abbildung: eigene Darstellung.

Gut eignen sich Zeitinseln auch unmittelbar vor einer Kreuzung, sodass die Fahrgastwechselzeit im Wesentlichen der Zeit entspricht, in der diese Fahrtrichtung am Knoten Rot hat. Zum Abschluss des Fahrgastwechsels fordert das ÖPNV-Fahrzeug eine Freigabe der Kreuzung an, überquert die Kreuzung und gibt dann die Fahrt des nachfolgenden Verkehrs an der Haltestelle und anschließend über die Kreuzung frei. Denkbar wäre auch eine Positionierung der Haltestelle hinter einer signalgesteuerten Kreuzung, sodass die Deckung durch die Kreuzung selbst gewährleistet wird, indem in der Zeit des Fahrgastwechsels nur von der Haltestelle abweisende Verkehrsströme am Knoten Fahrt erhalten oder nur geringe Verkehrsströme aus kleineren Nebenstraßen zugelassen werden, die gegebenenfalls durch eine Deckungssampel vor der Haltestelle zurückgehalten werden bis der Fahrgastwechsel abgeschlossen ist.⁴⁴

Eine weitere Möglichkeit einer Zeitinsel besteht darin, durch den geschützten Raum hinter einem Deckungssignal nicht die Fahrbahn als Bahnsteig zu nutzen, sondern in diesem Bereich durch eine Verschwenkung der Straßenbahngleise auf die MIV-Fahrbahn am Bürgersteig zu halten (siehe Skizze in Abbildung 10⁴⁵). Hierbei könnte man die Haltestelle selbst wie üblich am Straßenrand ausführen, man spart sich damit die zusätzliche Anhebung der Fahrbahn. Jedoch besteht hier der Nachteil, dass auch durchfahrende Straßenbahnzüge (z.B. Betriebsfahrten) diese Verschwenkung ausfahren müssen und dabei jeweils den Straßenverkehr anhalten, obwohl sie gar nicht an der Haltestelle anhalten.⁴⁶

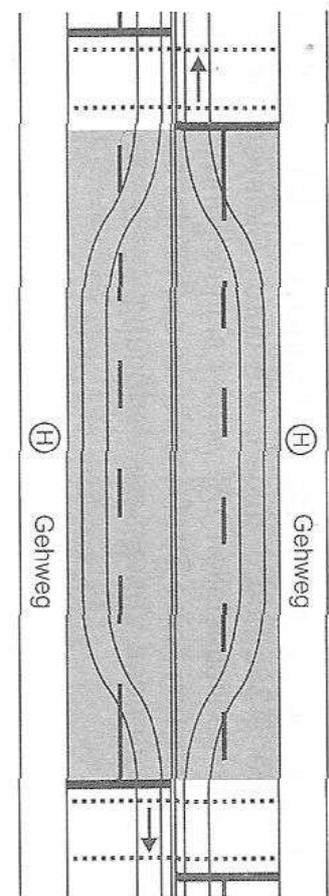


Abbildung 10: Behindertengerechte Haltestelle mit Zeitinsel und Gleisverschwenkung

6.2.5. ÖPNV-Konflikte

Bei der Bevorrangung von ÖPNV-Fahrzeugen im Verkehrsraum wird den Fahrzeugen des öffentlichen Verkehrs in der Regel ein Vorrang eingeräumt, da diese eine größere Anzahl an Personen transportieren als dies der Individualverkehr tun kann. Jedoch kann es bei Bevorrangungsmaßnahmen

⁴⁴ Vgl. Klein, Stork, & Theis, 1985, S. 16.

⁴⁵ Abbildung aus: Schnabel & Lohse, 2011, Band 1, S. 484.

⁴⁶ Vgl. Schnabel & Lohse, 2011, S. 483.

men, die durch die zeitliche Freihaltung von Straßenabschnitten oder Knotenpunkten wirken, auch zu Konflikten zwischen verschiedenen beschleunigten ÖPNV-Verkehrsströmen kommen. Ein Bus auf der einen Straße kann an einem Knotenpunkt mit einer Straßenbahn in der Querstraße um die Bevorrechtigung durch die Ampelanlage konkurrieren. Hierbei gibt es verschiedene Möglichkeiten solche Konflikte durch die Ampelsteuerung zu behandeln. Die folgenden Ansätze sind am weitesten verbreitet:

Fahrzeugpriorität

Die Fahrzeugpriorität ist eigentlich die einfachste Möglichkeit zur Abarbeitung verschiedener Anmeldungen am Knoten. Nach dem Prinzip „First In – First Out“ werden die Anmeldungen der verschiedenen Fahrzeuge abgearbeitet. Das Fahrzeug welches sich zuerst am Knoten anmeldet, dessen Fahrtwunsch wird als erstes abgearbeitet. Kreuzende Fahrzeuge, die sich später angemeldet haben, werden entsprechend danach bearbeitet, soweit das im weiteren Phasenablauf möglich ist. Insbesondere, da laut RiLSA die maximale Umlaufzeit am Knoten auf 90 Sekunden festgelegt ist und nur in Ausnahmefällen auf 120 Sekunden ausgedehnt werden darf, ergeben sich gewisse Beschränkungen, wenn mehrere Busse oder Bahnen an einem komplexeren Knoten abgewickelt werden müssen. Da entsprechend spätestens 120 Sekunden nach Umschalten auf Rot für einen Verkehrsstrom wieder eine Freigabezeit vorgelegen haben muss, kann es passieren, dass ein Fahrzeug des ÖPNV am Knotenpunkt diese Phase abwarten muss⁴⁷.

Schon durch die Festlegung der Anmeldepunkte aus den verschiedenen Richtungen, also wann das ÖPNV-Fahrzeug die Freigabe am Knotenpunkt anfordert, kann eine leichte Richtungspriorität geschaffen werden: wenn der Anmeldepunkt für eine bestimmte Zufahrtsrichtung etwas weiter früher liegt, so wird diese Richtung prinzipbedingt eher als erstes am Knoten durchgelassen werden.

Fahrgastpriorität

Die Reihenfolge der Freigabe wird über den Besetzungsgrad bzw. die absolute Anzahl der Passagiere im Bus oder in der Straßenbahn geregelt. Ziel ist es, das Fahrzeug mit den meisten Fahrgästen schnellstmöglich über den Knoten zu führen, da somit die maximale Anzahl an Personen in den Genuss der Vorrangschaltung kommt und auch die größte Zahl von Fahrgästen beispielsweise einen sicheren Anschluss an dahinterliegenden Haltestellen genießen. Problem dabei ist, dass die Besetzungszahlen der sich nähernden Fahrzeuge dem Steuerungssystem bekannt sein müssen, damit dieses die Priorität der einzelnen Fahrzeuge ermitteln kann. An diesem Punkt scheitert es in den meisten Fällen, da diese Daten nicht flächendeckend durch die Fahrzeuge erhoben werden und

⁴⁷ Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2010, S. 27 f.

in der Regel nicht über das Funktelegramm an die Ampelsteuerung weitergegeben werden. Zwar gibt es die Möglichkeit, diese Daten über das rechnergestützte Betriebsleitsystem (RBL) und entsprechende Schnittstellen an die LSA-Steuerung zu übergeben, die technischen Aufwendungen hierfür sind jedoch vergleichsweise hoch.⁴⁸

(Un-)Pünktlichkeitspriorität

In dieser Variation der Prioritätsbestimmung wird die Pünktlichkeit der Fahrzeuge als Kriterium herangezogen. Durch moderne Bordcomputer ist den ÖPNV-Fahrzeugen heute bekannt, in welcher relativen Fahrlage sie sich befinden, also wie pünktlich sie unterwegs sind. Wenn diese Daten über das Funktelegramm an den Ampel-Steuerrechner weiter gegeben werden, kann dieser die entsprechende Freigabe einräumen. Jedoch stellt sich hier die Frage, wem man nun eher die Beschleunigung einräumt: gibt man dem verspäteten (bzw. höher verspäteten) Fahrzeug den Vorrang, um möglichst schnell die Verspätung aufzuholen, mit dem Risiko, dass das konkurrierende Fahrzeug dadurch selbst Verspätung erhält? Oder versucht man lieber das pünktliche Fahrzeug in seiner Fahrlage zu halten, mit dem Effekt, dass das verspätete Fahrzeug vermutlich noch weitere Verspätung zusetzt? Diese Fragen sind nicht nur an jedem Knotenpunkt, an dem solche Konflikte auftreten können zu beantworten, sondern grundsätzlich müssten diese Fragen unter Berücksichtigung der aktuellen Verkehrslage und anderer Faktoren bei jedem einzelnen Konflikt gestellt werden. Dies kann eine einfache Ampelsteuerung nicht leisten bzw. fehlen ihr in jedem Fall die notwendigen Daten, um diesen „Weitblick“ zu haben. Von daher ist es sehr schwierig eine allgemeingültige Antwort auf diese Fragen zu geben, die fix in der Ampelsteuerung verankert und bei jedem Konfliktfall angewendet wird. Aber auch hier könnte man durch das Zusammenspiel verschiedener Systeme (RBL, Verkehrsüberwachung,...) eine Lösung finden, die wiederum technisch sehr komplex ausfallen dürfte.⁴⁹

Richtungspriorität

Die Priorisierung nach der Richtung ist die einzige Methode, die auch mit einfachen technischen Mitteln realisiert werden kann, da hier – im Gegensatz zu den anderen Varianten – die Entscheidung auch bei einer Anmeldung über einen Boden- oder Oberleitungskontakt erfolgen kann. Hierbei wird die Entscheidung der Freigabepriorität aufgrund der Richtung getroffen, aus der sich das Fahrzeug dem Knotenpunkt nähert. Hierzu sind keine weiteren Informationen für die Ampelsteuerung notwendig, weshalb hier kein Datenfunk oder andere Übertragungstechnik notwendig ist. Ein Kriterium für

⁴⁸ Vgl. Klein, Stork, & Theis, 1985, S. 13f.

⁴⁹ Vgl. Klein, Stork, & Theis, 1985, S. 13f.

die Priorisierung einer Richtung könnte zum Beispiel der Zulauf zu einem Umsteigeknoten (z.B. Bahnhof oder Busbahnhof) sein, der eine erhöhte Pünktlichkeit erfordert und eine nachgereichte Behandlung des querenden ÖPNV begründen lässt.⁵⁰

Linien- bzw. Verkehrsmittelpriorität

Wenn an einer Kreuzung verschiedene Verkehrsmittel (also Bus *und* Straßenbahn) oder verschiedenen Linienarten (z.B. Metrobusse, Expressbusse, „normale“ Stadtbusse) verkehren, bietet es sich an diese verschieden zu priorisieren.

Eine Straßenbahn wird aufgrund ihrer größeren Transportkapazität in den meisten Fällen eine höhere absolute Besetzung haben, als ein Bus. Von daher bietet es sich an, ohne großen technischen Aufwand, der einen Besetztgrad im Fahrzeug ermittelt und weitergibt (wie oben bei „Fahrgastpriorität“), dem stärker besetzten Fahrzeug den Vorrang einzuräumen. Auch wird bei der Straßenbahn in der Regel vom Fahrgast eine höhere Beförderungsqualität und damit -geschwindigkeit erwartet, weshalb sich eine solche Bevorrechtigung der Straßenbahn vermitteln lässt. Auch wenn in einer Stadt verkehrlich übergeordnete oder schneller verkehrende Linien, wie Metrobusse oder Expressbusse, eingesetzt werden ist es unter anderem als Betonung der Schnelligkeit oder Besonderheit dieser Linien zweckmäßig, diese Linien entsprechend bei Konflikten an Knotenpunkten den regulären Buslinien gegenüber zu bevorrangen. Ein weiterer Ansatz wäre die Bevorzugung von einzelnen Buslinien. Dies können zum Beispiel Linien sein, die viele planerische Zwangspunkte, wie Übergänge zu anderen Linien oder S- und U-Bahnen haben, bei denen also eine hohe Pünktlichkeit und Zuverlässigkeit unabdingbar ist.⁵¹

6.3. Räumlich wirkende Maßnahmen

6.3.1. Busspuren

Die wohl bekannteste und wie die Umfrage zu Kapitel 8.3 zeigt, auch die in Deutschland am weitesten verbreitete Maßnahme zur räumlichen Reservierung von Straßenraum für den ÖPNV ist die so genannte Busspur. Die in Deutschland durch das Schild 245 (weißer Bus auf blauem Grund) definierten Bussonderstreifen sind eine Erfindung die es noch gar nicht so lange gibt: erst im Jahr 1968 wurde die erste unabhängige Busspur in Wiesbaden eingerichtet. Damals war so ein Sonderstreifen noch gar nicht in der deutschen StVO enthalten. Erst nachdem 1970 auch in Berlin die ersten Bus-

⁵⁰ Vgl. Klein, Stork, & Theis, 1985, S. 13f.

⁵¹ Vgl. Klein, Stork, & Theis, 1985, S. 13f.

fahrsstreifen eingerichtet wurden, wurde die Busspur mit der Novellierung der StVO zum 01. März 1971 legalisiert.⁵²

Inzwischen sind die deutschen Bussonderspuren Vorbild für Verkehrsplaner und Experten aus aller Welt. So kamen und kommen regelmäßig Delegationen aus vielen Ländern (unter den ersten war Japan) nach Deutschland, um die Vorteile einer Busspur zu studieren und später im eigenen Land solche Sonderstreifen einzurichten.

Die Möglichkeiten, wo im Straßenraum die Busspur angeordnet wird, sind sehr vielfältig. Als gängigste Anordnungen von Busstreifen können wohl folgende genannt werden:⁵³

- In Randlage rechts
- In Einbahnstraßen rechts oder links
- In Mittellagen alleine oder für beide Richtungen
- Im Gleisraum von Straßenbahnen
- Auf baulich abgesetzten Straßenteilen auch entgegen der Fahrtrichtung

Grundsätzlich sollen Busspuren immer an Kreuzungen oder unmittelbar davor oder dahinter enden, um mit Hilfe der in Abschnitt 6.2 beschriebenen technischen Möglichkeiten das Einfädeln des Busses in den fließenden MIV ohne Zeitverluste – die unter Umständen die Zeitvorteile durch die Busspur wieder teilweise verzehren würden – zu ermöglichen.

Busspur in Randlage rechts

Für den Betrieb und die Einrichtung von Haltestellen die einfachste Möglichkeit zur Ausweisung eines Sonderstreifens für den Bus ist es, die Busspur am rechten Fahrbahnrand einzurichten. Somit können alle Haltestellen, die bisher am Fahrbahnrand existieren weiterhin genutzt werden. Es ist also weder ein Umbau noch eine Versetzung der Haltestellen notwendig. Auch bei später einzurichtenden Haltepositionen ist kein größerer Eingriff in den Straßenraum notwendig. Dem entgegen stellt sich die Frage nach dem Anlieger- und Anlieferverkehr, sowie nach rechts abzweigenden Verkehren an kleineren Kreuzungen ohne Signalregelung. Beim Anlieger- und Anlieferverkehr besteht insbesondere die Gefahr, dass es hier für kurze oder auch längere Halte zum Ein- und Aussteigen und auch zum Be- und Entladen von Transportfahrzeugen der lokalen Geschäfte zu Behinderungen des Busverkehrs kommen kann.

⁵² Stadt Wiesbaden

⁵³ Reinhardt, 2012, S. 395

Zu dieser Problematik gibt es wiederum verschiedene Ansätze, um dem wilden Liefer- und Anliegerparken auf den Busspuren Einhalt zu gebieten. Die Vorschläge reichen dabei von eigens einzurichtenden Haltespuren für den Anliegerverkehr oder baulich abgesetzten Anliegerstraßen über die definierte Freigabe des Fußgängerbereichs für den Lieferverkehr bis hin zum geregelten Öffnen des Busstreifens für die Be- und Entladung. Diese letztgenannte Möglichkeit wird unter anderem in Wiesbaden so praktiziert: dort werden einzelne Busspuren außerhalb der Hauptlastzeit in definierten Zeitbereichen für den Ladeverkehr freigegeben. Da außerhalb der Spitzenstunden die Belastung der Straßen nicht so hoch ist und deshalb die Busspur nicht zwingend für den Bus benötigt wird, kann in diesen Zeiten der Busstreifen für den Ladungsverkehr geöffnet werden, ohne allzu große Nachteile für den ÖPNV daraus zu erlangen. Voraussetzung hierzu ist insbesondere, dass die Verkehrsbelastung des MIV auf den verbleibenden Fahrspuren nicht allzu hoch ist, sodass sich der Busverkehr einfach in den übrigen Verkehr einordnen kann, sowie dass die Einhaltung der Freigabezeiten für die Lieferanten strikt eingehalten und überwacht wird, es also keinerlei Toleranz außerhalb der freigegebenen Zeiten gibt, sodass zu den verkehrlich stark belasteten Tageszeiten die Busspur ihrem eigentlichen Zweck dienen kann.

An kleineren Kreuzungen oder Einmündungen, die ohne Signalregelung auskommen, bei denen der Abbiegerverkehr aber die Busspur kreuzen muss, gibt es insbesondere Bedenken bezüglich der Sicherheit des Verkehrs und der Fahrgäste. Ein Fahrzeug, das aus seiner rechten Fahrspur nach rechts abbiegt, übersieht womöglich den rechts neben sich auf der Busspur fahrenden Bus. Hierbei besteht die Gefahr, dass es zu einem Unfall kommt, also ein Sachschaden an Bus und PKW entsteht, oder aber, dass der Buslenker oder die Buslenkerin eine Vollbremsung einleitet um eine Kollision zu verhindern und dabei stehende Fahrgäste (was im Stadtverkehr durchaus nicht ungewöhnlich ist) durch die abrupte Bremsung zu Fall gebracht werden.

Busspur in Mittellage

Eine Busspur in Mittellage, also zwischen den beiden Richtungsfahrbahnen des MIV, bietet den wesentlichen Vorteil darin, dass hier kein Konflikt mit am rechten Fahrbahnrand haltenden oder parkenden Fahrzeugen besteht. Da in der Mitte der Straße zum einen die Gelegenheit zum kurzzeitigen Anhalten für den MIV bei Weitem nicht so groß ist, wird die Busspur in Mittellage besser respektiert und freigehalten. Der wesentliche Nachteil besteht hierin jedoch in der Einrichtung von Haltestellen. Das grundsätzliche Problem liegt darin, dass bei Bussen in jedem Fall eine Haltestelleninsel vorzusehen ist, denn – im Gegensatz zur Straßenbahn – wird von den Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmern nicht erwartet, dass sie bei einem links von ihnen haltenden Bus auf ein- und aussteigende Fahrgäste achten. Für den Fahrgast muss also beim Bus ein gesicherter Bereich für den Zu- bzw. Ausstieg geschaffen werden. Zusätzlich kommt erschwerend hinzu, dass Haltestellen oft-

mals vor oder hinter Kreuzungspunkten positioniert sind. Gerade in diesen Bereichen ist der mögliche Straßenraum bereits durch die notwendigen Aufstellspuren vor dem Knoten ausgereizt, sodass kaum Platz für eine zusätzliche Haltestelleninsel bleibt. Als Abhilfe hiergegen ließe sich – insbesondere bei der Anordnung der Haltestelle vor dem Knoten – über die Einrichtung einer Zeitinsel nachdenken, sodass der MIV vor der Haltestelle zurückgehalten wird und die Fahrgäste ohne Behinderung ein- und aussteigen können (siehe hierzu den Punkt „Zeitinsel“). Jedoch bringt auch diese Lösung verschiedene Probleme mit sich: gerade bei mehrspurigen Straßen muss eine entsprechend lange Räumzeit für die ausgestiegenen Fahrgäste eingerechnet werden, damit diese sicher die Fahrbahn verlassen können, bevor die Freigabe für den Individualverkehr erfolgt. Zudem setzt die Zeitinsel möglicherweise durch die notwendige Zurückhaltung des Verkehrs die Leistungsfähigkeit des Knotens herab.

Die Anlage von Busspuren in Mittellage empfiehlt sich grundsätzlich in größeren Straßen, mit einem ausreichend großen Straßenquerschnitt. Insbesondere dort, wo der Bus ehemalige oder noch aktive Straßenbahntrassen mit nutzen kann, die oftmals in der Straßenmitte angeordnet sind, kann eine solche Anordnung sinnvoll sein (vgl. auch Kapitel 6.3.3 „Nahverkehrsspuren“)⁵⁴.

Nicht richtungskonforme Busspuren

Unter nicht richtungskonformen Busspuren (auch englisch „contra-flow“ - „gegen den Strom“ genannt) werden im Allgemeinen Sonderspuren verstanden, die entgegengesetzt der Fahrtrichtung des übrigen Verkehrs angeordnet werden. Dabei kommen insbesondere folgende Anordnungen in Frage:

- Busspur entgegen der freigegebenen Fahrtrichtung in Einbahnstraßen (im Rechts- oder Linksbetrieb)
- Busspuren in Mittellage im Linksbetrieb
- Busspur in Randlage entgegen der Fahrtrichtung

Einbahnstraßen haben durch ihre Eigenschaft, nur in einer Richtung befahren werden zu können den entscheidenden Nachteil, dass der Linienweg einer durch die Straße führenden Buslinie in der Gegenrichtung durch eine Parallelstraße verlaufen muss. Insbesondere dort, wo eine Einbahnstraße durch Geschäftsbereiche führt, also die Anlieger wirtschaftlich vom Busverkehr abhängig sind oder zumindest stark profitieren, lohnt sich die Betrachtung zur Einrichtung einer entgegen der freigegebenen Fahrtrichtung verlaufenden Busspur zur besseren Erschließung der Geschäftsbereiche. Auch

⁵⁴ Vgl. Klein, Stork, & Theis, 1985, S. 7

dort, wo für den ÖPNV aufgrund der Einbahnstraße Umwege und somit längere Fahrzeiten auf dem Linienweg notwendig werden, kann das Freigeben der Straße für den ÖPNV entgegen der Fahrrichtung als Abkürzung sinnvoll sein.

Hierbei besteht jedoch ein Sicherheitsproblem. Zum einen, dass für den MIV erkennbar ist, dass auf der zweiten Spur Fahrzeuge des ÖPNV *entgegenkommen* können, ein Überholen beispielsweise nicht risikofrei ist, zum anderen muss für Fußgänger erkennbar sein, dass hier mit Bus- oder Straßenbahnverkehr aus beiden Richtungen zu rechnen ist. Besonders das erste Problem lässt sich durch eine bauliche Abgrenzung in Form von Verkehrsinseln, Mittelstreifen oder Hochborden lösen. Hier wiederum besteht die Gefahr einer zu starken Isolierung der Anlieger auf der Straßenseite der Busspur. Der Anlieferverkehr kann nicht ohne Weiteres abgewickelt werden, da die direkt vor der Ladentüre verlaufende Spur für den ÖPNV reserviert ist und ein Transport von der anderen Straßenseite – insbesondere wenn ein Mittelstreifen angelegt ist – recht umständlich ist. Dieses ließe sich durch extra breite Busspuren lösen, die auch für den Ladungsverkehr freigegeben sind.

Zur Wahrung der Sicherheit der Fußgänger sollte hingegen auch durch bauliche Maßnahmen dafür gesorgt werden, dass diese nur in Kreuzungsbereichen die Straße queren, wo gegebenenfalls LSA für eine geregelte Querung der Straße sorgen oder zumindest gesonderte Schilder auf den in beiden Richtung verkehrenden ÖPNV hinweisen.

Bei Straßen im Zweirichtungsbetrieb hingegen dient die nicht richtungskonforme Anordnung von Bussonderspuren vor allem der Platzersparnis bei der Einrichtung von Haltestellen und Haltestelleninseln. Im Falle von Sonderspuren in Mittellage, die entgegen der Fahrrichtung des übrigen Verkehrs angeordnet werden, ist es möglich, für beide Richtungen in der Mitte eine gemeinsame Haltestelleninsel einzurichten, entsprechend wie es bei vielen Stadtbahnen der Fall ist. Man benötigt also nur eine gemeinsame, anstatt zwei einzelner Haltestelleninseln, was dazu führt, dass im Haltestellenbereich ein geringerer Straßenquerschnitt notwendig ist. Auch kann man so die doppelte Ausführung von Haltestellenhäuschen, Informationssystemen und ähnlichen Einrichtungen einsparen. Wie bei Haltestelleninseln von Busspuren im Rechtsbetrieb, muss natürlich auch hier gewährleistet sein, dass die Fahrgäste sicher von und zur Haltestelleninsel gelangen können, beispielsweise durch Ampelanlagen gesichert.

Ein Beispiel zu einer komplett entgegen der regulären Fahrtrichtung betriebenen Strecke ist der „Metrobüs“ (sic!) in Istanbul, welches in Abbildung 11⁵⁵ zu sehen ist. Das dortige Schnellbussystem ist vollständig in Mittellage der lokalen Stadtautobahn angelegt. Um den Zugang zu den Bussen zu ermöglichen, sind Brücken über die Autobahn errichtet worden, welche einen Abgang zu den in der Mitte befindlichen Haltestelleninseln haben. Aus diesem Grund fahren



Abbildung 11: Metrobüssystem in Istanbul

die Busse dort im Linksbetrieb.

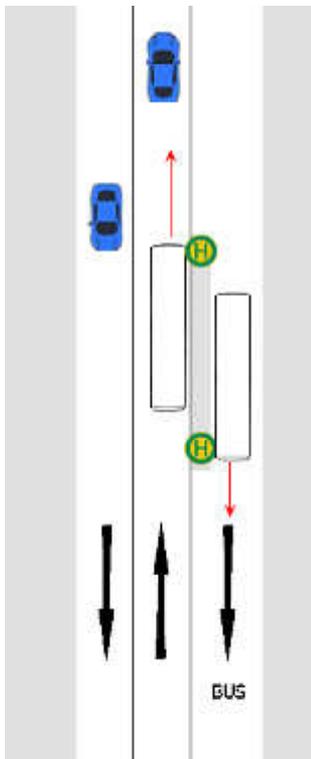


Abbildung 12: Prinzipdarstellung: nicht richtungskonforme Busspur in Seitenlage

Auch bei seitlich angelegten Busspuren käme eine nicht richtungskonforme Spur in Betracht, sodass der Bus quasi wie ein „Geisterfahrer“ rechts neben der Richtungsspur des MIV entgegenkommt. In diesem Fall kann man wiederum eine gemeinsame Haltestelleninsel für beide Fahrrichtungen anlegen: die eine Richtung hält richtungskonform auf der Spur des MIV, die Gegenrichtung fährt auf der rechts daneben angeordneten Busspur entgegen (vgl. Abbildung 12⁵⁶). Jedoch wird bereits im Jahr 1977 in einem Bericht der Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) auf die Problematiken einer solchen Lösung hingewiesen: zum einen müsste die entgegenkommende Richtungsfahrbahn beim Einfahren in die Busspur bzw. beim Ausfahren aus der Busspur gekreuzt werden, zum anderen ist aus Aspekten der Verkehrssicherheit die Tatsache kritisch zu bewerten, dass Verkehrsteilnehmer und Verkehrsteilnehmerinnen des MIV durch den rechts von ihnen entgegenkommenden Bus irritiert werden. Somit müssten hierzu weitere Maßnahmen angewendet werden (wie z.B. Sichtblenden um eine Irritation zu vermeiden)⁵⁷. Gemäß der aktu-

⁵⁵ Grafik: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/38/Mecidiyek%C3%B6y_Metrob%C3%BCs_Dura%C4%9F%C4%B1_cropped.jpg (abgerufen: 2015-04-11).

⁵⁶ Grafik: eigene Darstellung.

⁵⁷ Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), 1977, S. 14f.

ell gültigen Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrsordnung (VwV-StVO; Deutschland) ist eine solche Busspur entgegen der Fahrtrichtung auch nur auf baulich abgetrennten Straßenteilen zulässig⁵⁸. Bisher ist keine Realisierung einer solchen nicht richtungskonformen Busspur in Seitenlage bekannt⁵⁹.

Richtungsversible Busspuren

Für Straßenräume, in denen zeitlich beschränkt für beide Fahrtrichtungen eine Busspur benötigt wird, der Platz jedoch nicht für zwei Spuren ausreicht, bietet sich die Einrichtung einer richtungsversiblen Busspur an. Dies bedeutet, dass die Spur in beiden Richtungen benutzt werden kann. Entsprechend der gerade vorherrschenden Lastrichtung des Individualverkehrs wird die nutzbare Richtung der Spur festgelegt und angezeigt. Somit kann die Spur beispielsweise während der morgendlichen Lastspitze in der stadteinwärtigen Fahrtrichtung für den Busverkehr freigegeben werden, während nachmittags zum Feierabendverkehr die Spur für die stadtauswärts fahrenden Busse geöffnet wird.

Der Vorteil liegt im Wesentlichen darin, dass nur eine Spur für den ÖPNV vorgehalten werden muss, welche entsprechend der Lastrichtung genutzt wird und nicht etwa zwei Spuren, wie bei einer Ausführung mit richtungsbezogenen Spuren. Jedoch gibt es auch verschiedene Probleme, auf die bei der Einrichtung einer solchen Spur geachtet werden muss: um nicht gegen den Individualverkehr zu fahren, wird eine solche Spur sinnvollerweise in Mittellage angelegt. Da jedoch die Busse einer Richtung nicht ganztägig auf dieser Mittelspur verkehren können (während die Spur für die Gegenrichtung freigegeben ist, muss der Bus im allgemeinen Straßenraum fahren) wird es schwierig in diesem Bereich sinnvoll Haltestellen zu positionieren. Wenn der Bus auf der Spur in der Mitte fährt wäre eine Haltestelleninsel neben der Busspur sinnvoll, während zu den übrigen Zeiten eine Haltestelle am Straßenrand anzufahren wäre. Entweder man richtet also zwei Haltestellen pro Richtung (eine am Fahrbahnrand und eine auf der Insel) mit entsprechender Beschilderung zur Fahrgastinformation ein oder man lässt zum Beispiel den Bus an der Haltestelle signalgeschützt von der Spur in Mittellage auf die rechte Spur wechseln, was jedoch eine erhebliche Behinderung des MIV nach sich zieht. Zudem ist es zwingend erforderlich, dass die Freigabe der jeweiligen Richtung eindeutig per Signal oder Wechselzeichen angezeigt wird, sodass es nicht aufgrund von Missverständnissen zu Kollisionen auf der Spur mit entgegenkommenden Bussen gibt.

⁵⁸ Vgl. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrs-Ordnung (VwV-StVO), zu Zeichen 245, Absatz 5.

⁵⁹ Vgl. Klein, Stork, & Theis, 1985, S. 8f.

Aus den genannten Gründen erscheint die Einrichtung einer richtungsversiblen Busspur nur auf kürzeren Abschnitten sinnvoll, an denen keinerlei Haltestellen des Busverkehrs zu bedienen sind, um keine der oben beschriebenen Lösungen anwenden zu müssen. Als erweiterte Lösung käme die Möglichkeit einer dynamisch freizugebenden Mittelspur für den MIV in Betracht: die mittlere Spur wird jeweils für die stärker belastete Richtung freigegeben, sodass der jeweils rechte Streifen für den Busverkehr reserviert werden kann. Somit kann der Bus jederzeit die rechte Spur nutzen, entweder exklusiv oder im Mischverkehr mit dem MIV (ähnlich wie bei der unten beschriebenen zeitlich beschränkten Reservierung des Busstreifens). Hier ist jedoch eine umfangreichere Signalisierung durch Wechselzeichen notwendig, um den Verkehrsteilnehmern und Verkehrsteilnehmerinnen unzweifelhaft darzustellen, wer wann die Spur benutzen darf. Zudem ist darauf zu achten, dass die Aufstellspuren und Abbiegeregelungen an Knotenpunkten auf der Strecke in beiden Szenarien (mit und ohne Mittelspur) klar erkennbar und sinnvoll nutzbar sind. Dies dürfte diese Lösung zu einer sehr komplexen machen, weshalb sich diese Lösung nur in den seltensten Fällen als umsetzbar darstellen dürfte.

Zeitliche Begrenzung der Spurreservierung

Neben der zuvor schon beschriebenen zeitlichen Freigabe von Busspuren für den Lieferverkehr gibt es auch die Möglichkeit, die Busspur nur zeitweise auszuweisen. Diese Zeit, in der die Spur dann dem Bus vorbehalten ist, wird in den allermeisten Fällen die Hauptlastzeit sein, wenn es darum geht, den Bus vom übrigen Verkehr zu entkoppeln und dem MIV gegenüber zu bevorrangen. In der übrigen Zeit ist der Verkehr auf der entsprechenden Strecke nicht so dicht, sodass der Bus ohne Weiteres im MIV „mitschwimmen“ kann. Die Freigabe der Spur kann dabei über statische Verkehrszeichen geregelt werden, indem an das Zeichen 245 (Bussonderstreifen) eine entsprechende zeitliche Beschränkung angefügt wird („von 16 bis 18 Uhr“) oder über eine dynamische Wechselbeschilderung. Bei dem Einsatz einer technischen Lösung ist man natürlich um einiges flexibler, wann die Spur für den MIV geöffnet wird und wann sie wieder geschlossen und für den Bus reserviert ist. So kann einfach auf die tages- oder stundenaktuelle Belastung der Strecke reagiert und bei Überschreitung bestimmter Grenzwerte automatisch oder manuell die Spur für den Busverkehr reserviert wer-



Abbildung 13: Beschilderung einer zeitlich begrenzten Reservierung der Busspur nur zur Hauptverkehrszeit. Zu anderen Zeiten darf hier gehalten werden. (München, Fürstenrieder Straße)

den.

Neben der zeitweisen Reservierung von Fahrspuren gibt es auch die Möglichkeit einer kombinierten Park- und Busspur, wie in Abbildung 13⁶⁰ dargestellt. Vor allem in Gebieten mit einem hohen Anteil an Wohnhäusern ist der Parkraum nachts knapp. Sowohl Busverkehr als auch der Individualverkehr dagegen sind nachts eher gering. So würde es sich anbieten eine Spur tagsüber für den ÖPNV als Busspur zu verwenden, eben dann wenn die Belastung der Strecke durch den MIV höher ist und der Bus somit eine Sonderspur benötigt. Ab dem Abend, sobald die Verkehrsstärke nachlässt, fährt der Bus auf den Spuren des MIV mit und die bisherige Busspur wird für Anlieger zum Parken freigegeben.

Ein grundsätzliches Problem von zeitlich befristeten Busstreifen ist der fehlende Gewöhnungseffekt. Für Verkehrsteilnehmer und -teilnehmerinnen die tagtäglich eine Straße entlangfahren ist bei einer dauerhaften Spur klar, dass diese jederzeit für den Bus reserviert ist. Bei einer zeitlich begrenzten Freigabe für den MIV reicht es schon, dass die Autofahrerin oder der Autofahrer einmal einige Minuten später unterwegs ist, als gewöhnlich und somit aus Gewohnheit auf der zeitweisen Busspur fährt, obwohl er oder sie in diesem Zeitfenster die Spur nicht mehr benutzen darf, da sie nun für den Bus vorbehalten ist. Schon kann eine Behinderung für den Bus auftreten.

Auch kann es für ortsunkundige Autofahrende nicht sofort ersichtlich sein, wann die Spur durch den MIV genutzt werden darf und wann nicht. Falls statische Zusatzschilder verwendet werden kann es durchaus vorkommen, dass im Vorbeifahren nicht sofort erkannt und verstanden wird, zu welchen Zeitpunkten die Reservierung für den ÖPNV gilt.⁶¹

Freigabe von Busspuren für andere Verkehrsmittel

Unabhängig davon, ob die Busspuren zeitlich dauerhaft oder nur zeitweise gelten, bietet sich eine Freigabe für andere Verkehrsmittel an: je nach Anzahl der Buslinien und deren Taktung, die eine Busspur befahren, ist die Auslastung dieser Spuren im Vergleich zu den Spuren im ÖPNV eher gering. Daher gibt es verschiedene Ansätze die Busspuren auch durch andere Verkehrsmittel mit nutzen zu lassen.

So ist es beispielweise in Österreich in der StVO geregelt, dass „Omnibusspuren“ und „Omnibusstraßen“ grundsätzlich nicht nur von Fahrzeugen des Kraftlinienverkehrs, sondern auch von Taxi-

⁶⁰ Abbildung: eigene Darstellung.

⁶¹ Reinhardt, 2012, S. 395f.

und Krankentransportwagen benutzt werden dürfen. Desweiteren ist es zulässig, durch Zusatzschilder Busspuren auch für andere Fahrzeugarten freizugeben.⁶²

§26a der österreichischen StVO erlaubt zudem „Lenkern von Fahrzeugen, die nach den kraftfahrrechtlichen Vorschriften mit Warnzeichen mit blauem Licht und Schallzeichen mit Aufeinanderfolge verschieden hoher Töne ausgestattet sind“ auch außerhalb einer etwaigen Einsatzfahrt die Nutzung von Fahrstreifen und Straßen für Omnibusse. Weiter wird hier festgelegt, dass es grundsätzlich gestattet ist, auf Busspuren während der Betriebszeiten des Linienverkehrs anzuhalten, sofern der Lenker im Fahrzeug verbleibt und beim Herannahen eines Linienfahrzeuges den Fahrstreifen schnellstmöglich räumt, um dem Linienverkehr Platz zu machen.⁶³

In Deutschland ist die Freigabe von Busspuren, die mit Zeichen 245 („Bussonderstreifen“) gekennzeichnet sind, beschränkter: Die Nutzung von Busstreifen ist grundsätzlich nur Linienbussen, sowie mit dem so genannten „Schulbus-Schild“ gekennzeichneten Fahrzeugen des Schüler- und Behindertenverkehrs vorenthalten. Nur in Fällen, wo dies ausdrücklich durch ein Sonderschild angegeben ist, dürfen Taxen, Fahrräder und Busse des Gelegenheitsverkehrs diese Streifen mitbenutzen⁶⁴. Die VwV-StVO besagt hierzu, dass Taxen grundsätzlich auf Sonderstreifen zugelassen werden sollen, soweit der Linienverkehr nicht deutlich gestört wird⁶⁵. In der Literatur ist dabei der Wert von 100 Taxen je Stunde zu finden, der nicht überschritten werden sollte, um keine zu deutlichen Auswirkungen auf den Busverkehr zu haben⁶⁶.

Auch muss hier auf eine möglicherweise vorhandene Beeinflussung an Signalanlagen durch Busse geachtet werden. Soweit die Sonderphase für den ÖPNV nur auf Anforderung durch den Bus eingesteuert wird, könnten Taxen am Knotenpunkt „gefangen“ sein, bis ein Bus die Freigabe anfordert. Dabei stellte das Bayerische Oberlandesgericht in einem Grundsatzurteil 1984 klar, dass auch Taxen, die den Sonderstreifen berechtigter Weise mitbenutzen die besonderen Lichtzeichen für diese Spur, die in der Regel gemäß § 51, Absatz 6 BOStrab (so genannte „Balkensignale“) ausgeführt sind, zu beachten haben⁶⁷. Daher kann in Fällen einer automatischen Signalanforderung durch den

⁶² Vgl. Straßenverkehrsordnung (StVO) (Österreich), § 53, Abs. 1, Ziffer 24 und 25.

⁶³ Vgl. Straßenverkehrsordnung (StVO) (Österreich), § 26a, Abs. 1a und 3.

⁶⁴ Vgl. Straßenverkehrsordnung (StVO) (Deutschland), Anlage 2, Absatz 25, Zeichen 245.

⁶⁵ Vgl. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrs-Ordnung (VwV-StVO), zu Zeichen 245, Absatz 8.

⁶⁶ Vgl. Reinhardt, 2012, S. 397.

⁶⁷ Vgl. BayObLG vom 10.10.84, VRS 67,436.

ÖPNV die Freigabe des Sonderstreifens für Taxen (oder andere Verkehrsmittel) nicht erlaubt sein⁶⁸. Eine Ausnahme bilden dabei Fahrradfahrende: wenn für sie der Busstreifen freigegeben ist, ist zwar grundsätzlich eine Anordnung besonderer Lichtzeichen nach BOStrab für den Bus- und Bahnverkehr nicht zulässig, mit der Ausnahme, wenn für den Radverkehr eine eigene Ampel „Fahrradampel“ angebracht wird⁶⁹.

Aktuell steht in Deutschland eine Gesetzesänderung zur Diskussion, die es den Kommunen ermöglichen soll, Busstreifen auch für Elektro-Fahrzeuge freizugeben, „soweit dadurch die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs nicht beeinträchtigt werden“⁷⁰. Dies ist Teil eines geplanten Maßnahmenpaketes, die die Elektromobilität fördern soll. Die Entscheidung, in welchem Umfang die Spuren freigegeben werden, obliegt schließlich den Städten und Gemeinden, jedoch vermerkt man aus den Rathäusern zumindest keine Ablehnung solchen Gedanken gegenüber.⁷¹ Umso heftiger ist der Widerstand der Verkehrsunternehmen zu spüren. Der Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) hat im November 2014 dazu ein klares Positionspapier veröffentlicht, in dem die Freigabe von Busspuren für Elektrofahrzeuge strikt abgelehnt wird. Die wesentlichen Kritikpunkte sind dabei, dass durch eine Freigabe für eine langfristig nicht abschätzbare Anzahl an Fahrzeugen die Leistungsfähigkeit von Busspuren für die ÖPNV-Fahrzeuge schlimmstenfalls stark sinkt und somit die Effekte einer Busspur zur Entkopplung der Busse und Bahnen vom MIV aufgehoben und marginalisiert werden. Ein weiterer Kritikpunkt stellt sich dort ein, wo Busspuren an Knotenpunkte treffen und die Fahrzeuge über eine Vorrangschaltung an der Ampelanlage abgewickelt werden. Da diese Sonderphasen für den ÖPNV oft nur auf Anforderung erfolgt ergeben sich zwei Probleme: es müsste je nach technischem Ausstattungsstand eine Möglichkeit nachgerüstet werden, dass sich auch die neuen Nutzer dieser Sonderspuren an der Ampelanlage anmelden können. Ansonsten würde möglicherweise ein Rückstau den ÖPNV behindern. Desweiteren würde somit die Leistungsfähigkeit des Knotens herabgesetzt werden, da diese Sonderphasen am Knoten durch den ÖPNV „intelligent“ geschaltet sind und nur minimal in den sonstigen Phasenlauf der Ampel eingreifen. Es würden also letztendlich nicht nur Elektroautos bevorzugt werden, sondern die übrigen Verkehrsteilnehmer stark benachteiligt werden. All diese Punkte hebt die Beschleunigung des ÖPNV, wie sie auch in dieser Arbeit beschrieben wird, an den entscheidenden Stellen auf. Diese Umsetzung kann schwerlich dem Fahrgast vermittelt werden, da er somit trotz umfangreicher Maßnahmen zur Stabilisierung des

⁶⁸ Vgl. Reinhardt, 2012, S. 397.

⁶⁹ Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrs-Ordnung (VwV-StVO), zu Zeichen 245, Absatz 7.

⁷⁰ Entwurf des Elektromobilitätsgesetz EmoG, 2014, § 3.

⁷¹ Vgl. Ausführungen zum Entwurf des Elektromobilitätsgesetz EmoG, 2014.

ÖPNV, keine wesentliche Verbesserung entgegen dem früheren Zustand erkennen kann. Außerdem ist eine solche Freigabe ein falsches Zeichen, da die Elektromobilität gegenüber dem konventionellen MIV bevorzugt wird, obwohl deren spezifischer Energieverbrauch – trotz Elektroantrieb – um ein Vielfaches höher ist, als der des öffentlichen Nahverkehrs.⁷²

6.3.2. Besonderer oder unabhängiger Bahnkörper für die Straßenbahn

Gemäß §15, Absatz 6 BOStrab sollen Straßenbahnstrecken in Deutschland als besonderer oder unabhängiger Bahnkörper ausgeführt werden, um ihre Aufgabe als Massenverkehrsmittel zu erfüllen⁷³. Dies ist nur möglich, wenn sie unabhängig vom übrigen Verkehr betrieben werden. Dabei ist zu unterscheiden zwischen besonderem und unabhängigem Gleiskörper. Bei besonderem Gleiskörper verkehrt die Straßenbahn zwar innerhalb der öffentlichen Straße, aber durch bauliche Maßnahmen (wie Hecken, Borde, Zäune oder anderes) von den Fahrspuren des MIV getrennt und daher nahezu unabhängig innerhalb der Straße. Ein unabhängiger Gleiskörper dagegen ist eine Führung der Straßenbahn auf komplett eigener Trasse außerhalb des übrigen Verkehrsraums.⁷⁴

Durch eine Führung auf einem eigenen Bahnkörper wird die Straßenbahn – wie auch der Bus auf Busspuren – nicht durch den übrigen Verkehr beeinflusst. Rückstaus oder starker Verkehr behindern die Straßenbahn nicht und es ist ihr möglich schnell und zuverlässig voranzukommen. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass sie sich geschwindigkeitsmäßig nicht am MIV orientieren muss. Es können also für die Straßenbahn eigene Geschwindigkeitsbegrenzungen festgelegt werden. Die BOStrab legt in § 50 zwar keine allgemein gültigen Geschwindigkeitsregelungen für die Fahrt auf freier Strecke fest und verweist auf Festsetzungen der jeweils zuständigen technischen Aufsichtsbehörden, in § 49, Absatz 2, Satz 2a BOStrab ist jedoch die maximale Geschwindigkeit für Straßenbahnen bei der Fahrt auf Sicht auf 70 km/h begrenzt⁷⁵. Somit kann die Straßenbahn auf besonderem oder unabhängigem Gleiskörper schneller fahren, als der parallele MIV. Diese Regelung gilt nur dort, wo die Straßenbahn auf unabhängigem Bahnkörper verkehrt; soweit sie straßenbündig verkehrt (die Gleise also direkt im Asphalt der Straße verlegt sind) gilt auch für die Straßenbahn die StVO und damit die Innerorts gültige Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h, soweit nicht durch Schilder anders angeordnet.

⁷² Vgl. Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV), 2014, S. 2ff.

⁷³ Vgl. Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung - BOStrab, 1987, § 6.

⁷⁴ Vgl. Reinhardt, 2012, S. 387f.

⁷⁵ Vgl. Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung - BOStrab, 1987, § 49 und § 50.

Ein weiterer Vorteil in der Führung der Straßenbahntrasse auf besonderem oder unabhängigem Gleiskörper liegt daran, dass er aufgrund der baulich notwendigen Trennung kaum externe Einflüsse erfährt. Bei einer Führung in Mittellage wie in Abbildung 14⁷⁶ kommt normalerweise kein Autofahrer



Abbildung 14: Besonderer Gleiskörper mit Rasengleis in München

bzw. keine Autofahrerin auf die Idee, im Rasengleis zu parken. Aber auch bei besonderem Gleiskörper, der ausschließlich durch Borde oder andere bauliche Maßnahmen abgetrennt ist, ist die Barriere größer, diese Bereiche zu befahren. Auch der Abstand zwischen Straßenbahn und PKW ist noch groß genug, damit die Verkehrsmittel ohne Behinderung aneinander vorbeifahren können. Nur in den recht seltenen Fällen, dass beispielsweise durch einen Unfall ein PKW in den Gleisbereich geschleudert wird, entsteht eine Behinderung für die Straßenbahn. Grundsätzlich sollte ein besonderer Gleiskörper nach Möglichkeit in Mittellage angeordnet werden, um keine Konflikte mit am Straßenrand parkenden Fahrzeugen zu verursachen. Bei besonderem Gleiskörper gibt es noch regelmäßige Kreuzungen mit dem MIV an Knotenpunkten. An diesen Knotenpunkten muss die Trasse natürlich zur Überführung der Gleise durch den MIV zwingend befahrbar sein. Oftmals werden diese asphaltierten Bereiche auch ein Stück weiter vorgenommen (wie auch in Abbildung 14 zu sehen ist), unter anderem um Zweibegefahrzeuge⁷⁷ einen Platz zum Eingleisen zu geben. Jedoch kann es passieren, dass unachtsame Autofahrerinnen und Autofahrer anstelle der Straße versehentlich die Straßenbahntrasse befahren und letztendlich im Rasengleis landen und gegebenenfalls feststecken. Dies sollte durch eine auffällige Beschilderung vermieden werden, die dem PKW-Fahrer bzw. der PKW-Fahrerin deutlich anzeigt, wo die zu befahrende Autospur ist.

Auf unabhängigen Bahnkörpern treten solche Fälle eher selten auf, da hier Überschneidungen zwischen MIV und Straßenbahn in der Regel ähnlich eines Bahnübergangs ausgeführt werden.

Übergänge aus besonderem Gleiskörper auf MIV-Fahrspuren oder „Seitenwechsel“ zwischen Mittellage und Seitenlage sollen stets unter Signalschutz erfolgen, also durch eine Ampel gesichert sein,

⁷⁶ Abbildung: eigene Darstellung.

⁷⁷ Zweibegefahrzeuge sind Fahrzeuge, die sowohl auf der Straße, als auch auf der Schiene eingesetzt werden. In der Regel sind dies Bau- oder andere Dienstfahrzeuge.

die den Straßenverkehr zurückhält, damit die Straßenbahn sicher passieren kann. Je nach Lage und Art des Übergangs bieten sich auch hier signalgeschützte Knotenpunkte an.

Auch bei der Straßenbahn ist prinzipiell eine zeitlich beschränkte Freihaltung des Gleisbereichs denkbar. Ein Beispiel (Abbildung 15⁷⁸) aus Wien zeigt, wie mit dynamischer Spurfreigabe sowohl eine Bevorrangung der Straßenbahn in der Hauptverkehrszeit, als auch ein Parkplatzmanagement mit insgesamt zwei Spuren möglich ist. Mittels „Kreuz-Pfeil-Signalisierung“, wie die Fahrstreifen-signale in Österreich genannt werden, wird der Gleiskörper in Mittellage zur Hauptverkehrszeit für die Straßenbahn reserviert, während nachts die rechte Spur gesperrt wird und dort geparkt werden kann.



Abbildung 15: Kreuz-Pfeil-Signale geben die Reservierung der Mittelspur für die Straßenbahn bekannt (Wien)

6.3.3. Kombinierte Nahverkehrsspuren

Dort, wo es die Breite des Bahnkörpers und die Leistungsfähigkeit der Strecke zulässt, kann der besondere Gleiskörper für die Benutzung durch Busse freigegeben werden. Dies ermöglicht nicht nur der Straßenbahn, sondern auch dem Bus, weitestgehend unabhängig vom übrigen Verkehr zu fahren, ohne dass eine eigene Busspur eingerichtet werden muss (siehe dazu auch Abbildung 16⁷⁹). Zudem ergibt sich für Fahrgäste der Vorteil einer gemeinsamen Haltestelle von Bus und Straßenbahn in der gleichen Fahrtrichtung mit entsprechenden Möglichkeiten zum Umstieg. Dabei sollte jedoch beachtet werden, dass sich Busse und Straßenbahnen nicht gegenseitig behindern. Dies kann insbesondere durch die unterschiedliche Fahrdynamik (Brems- und Beschleunigungsverhalten) von Bussen und Straßenbahnen der Fall sein. Zudem ergeben sich durch die ungleiche Größe der

⁷⁸ Abbildung: ÖVG Österreichische Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft, Arbeitskreis Öffentlicher Verkehr, 2009

⁷⁹ Abbildung: eigene Darstellung.

Fahrzeuge und Aufteilung der Türen bei Bus und Straßenbahn unterschiedlich lange Haltestellenaufenthaltszeiten, die für eine gegenseitige Behinderung ursächlich sein können⁸⁰.

Auch ergibt sich hier das Problem, dass aufgrund der baulichen Trennung (die für besondere Bahnkörper gefordert sind) der Bus bei einer Störung nicht ohne weiteres auf die MIV-Spuren ausweichen kann. Auch andersherum wird die Straßenbahn im Falle eines Defekts an einem Bus behindert.⁸¹



Abbildung 16: Kombinierte Bus- und Straßenbahnspur in München

Durch die durchgehende Asphaltierung der kombinierten Nahverkehrsspur ergibt sich so – im Gegensatz zu einem reinen Straßenbahnkörper – auch die Möglichkeit der Nutzung durch Einsatz- und Rettungskräfte, um gegebenenfalls auf den Fahrspuren des MIV entstandene Staus zu umfahren, so

weit das Fahrpersonal der Einsatzfahrzeuge die notwendigen örtlichen Kenntnisse besitzt, um die Stellen zu kennen, an denen die Nahverkehrsspur wieder verlassen werden kann.

Bei allen drei Arten von Sonderspuren für den ÖPNV (Busspuren, besonderer Gleiskörper, Nahverkehrsspuren) stellt sich im Falle einer anstehenden Einrichtung der Spuren die Frage, woher der Platz dafür kommt. Im Wesentlichen gibt es dabei die folgenden Möglichkeiten:

- Auflassen einer Fahrspur
- Verschmälern der Fahrspuren
- Auflassen von Parkplätzen
- Entfernen oder Verschmälern von Grünstreifen

⁸⁰ Klein, Stork, & Theis, 1985, S. 11.

⁸¹ Vgl. Reinhardt, 2012, S. 387.

6.3.4. Busaufstellspuren vor Knoten

Busaufstellspuren vor Knotenpunkten haben den Zweck, dem Bus das Überholen des aufgestauten Fahrzeugpulk vor dem Knoten zu und das Passieren zu Beginn der folgenden Grünphase den Knoten passieren zu ermöglichen. Dabei ist zu beachten, dass die Aufstellfläche genügend lang ist, damit der Bus nicht durch zurückgestaute Fahrzeuge blockiert wird; somit würde die Wirkung der Aufstellspur aufgehoben. Um einen Leistungsverlust des Knotens nicht zu beeinträchtigen, sollte die Aufstellspur richtungskonform eingerichtet sein, also unmittelbar neben der MIV-Spur angesiedelt sein, die in die gleiche Richtung führt. Somit kann der ÖPNV die gesamte Freigabezeit des MIV nutzen, um in die Kreuzung einzufahren und muss nicht auf kreuzende Verkehrsströme Rücksicht nehmen.

Im Idealfall kommt der ÖPNV dabei ohne eigene Signalisierung und somit ohne eigene Sonderphase am Knoten aus. Dadurch kann die Kapazität des Knotens



Abbildung 18: Busaufstellspur in München, Candidstraße: der Bus kann die wartenden Linksabbieger überholen und parallel zu diesen in die Tegernseer Landstraße (3-spurig) einbiegen

hochgehalten werden und der ÖPNV erfährt dennoch eine Priorisierung am Knoten, da er den Rückstau überholen kann. Denkbar ist dies insbesondere dort, wo die Straße in die eingebogen wird mehrspurig weitergeführt wird oder unmittelbar hinter dem Knoten eine Haltestelle angeordnet ist, sodass im Abbiegevorgang kein zusätzlicher Spurwechsel notwendig ist (vgl. Prinzipdarstellung in Abbildung 17⁸² und Beispiel aus München in Abbildung 18⁸³).⁸⁴

Aber auch mit Sondersignalen am Knoten ist eine Aufstellspur möglich. In diesem Fall kann der Bus durch die Aufstellspur den wartenden Verkehr auf der IV-Spur

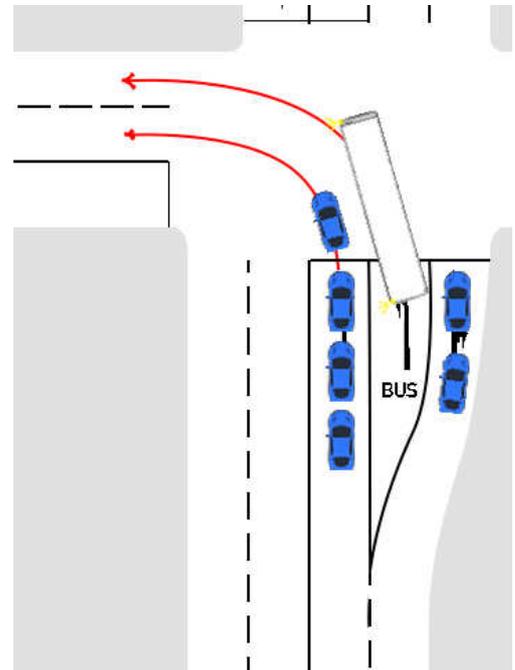


Abbildung 17: Prinzip Aufstellspur vor Knoten ohne ÖPNV-Sonderphase

⁸² Abbildung: eigene Darstellung.

⁸³ Abbildung: Stadtwerke München GmbH/MVG, 2010

⁸⁴ Vgl. Klein, Stork, & Theis, 1985, S. 12.

überholen und direkt die Sonderphase nutzen. Anschließend kann beispielsweise direkt die dazugehörige Phase des MIV folgen.

6.3.5. Niveaufreie Kreuzung von Knoten

Um einen Konflikt mit dem MIV an einem Knotenpunkt erst gar nicht entstehen zu lassen, bietet sich an, die Spuren von ÖPNV und MIV nicht höhengleich zu kreuzen. Die Busspur oder das Straßenbahnplanum werden also im Bereich der Kreuzung in eine andere Ebene gelegt, sodass sie den Knoten auf einer Brücke oder in einem Tunnel queren und somit diesen vollkommen unabhängig vom Verkehrsaufkommen des MIV



Abbildung 19: Eine Straßenbahn unterquert die Kreuzung Boschetsrieder Straße/Drygalski-Allee in München (ca. 1980)

passieren können. Die Aufteilung zwischen MIV- und ÖPNV-Verkehrsfläche erfolgt also nicht nur horizontal (verschiedene Spuren), sondern auch vertikal (verschiedene Ebenen). Bereits in den 1960er Jahren gab es in München ein solches Beispiel. Die 1964 eröffnete Straßenbahnstrecke der Linie 8 zwischen dem Ratzingerplatz und Fürstenried West führte zu einem großen Teil auf eigenem Gleiskörper in der Mitte der Straße oder seitlich daneben. An der Kreuzung Boschetsrieder Straße/Drygalski-Allee wurde die Trasse dabei in einen Tunnel verlegt und führte in der Ebene -1 aus der Mittellage der Boschetsrieder Straße in Seitenlage neben der Drygalski-Allee (siehe auch Abbildung 19⁸⁵). Die Straßenbahn konnte den Knoten also vollkommen unabhängig vom MIV oder irgendwelcher Ampelschaltungen unterqueren. Anfang der 1990er-Jahre wurde die Straßenbahnstrecke durch die heutige U-Bahn-Linie U3 ersetzt, weshalb in München heute kein Straßenbahntunnel mehr in Betrieb ist.

Doch auch bei der 2009 in Betrieb gegangenen Straßenbahnlinie 23 zwischen der Münchner Freiheit und Schwabing Nord, hat man in München wieder darauf gesetzt, mit Hilfe einer Brücke die Straßenbahn niveaufrei mit dem MIV zu kreuzen. Der Mittlere Ring, eine der größten Verkehrsadern des MIV, wird mit Hilfe einer eigens errichteten 84 Meter langen Tragseilbrücke überquert, sodass

⁸⁵ Abbildung: Sammlung Freunde des Münchner Trambahnmuseums.

weder für den MIV, noch für die Straßenbahn eine Behinderung entsteht (siehe Abbildung 20⁸⁶).

Die Vorteile einer solchen baulichen Lösung zur Kreuzung zwischen MIV und ÖPNV liegen klar auf der Hand. Der Individualverkehr und die Fahrzeuge des ÖPNV behindern sich am Schnittpunkt der beiden Verkehrsarten in keiner Weise. Egal wie stark der Verkehrsstrom des MIV ist und egal in welcher Taktfrequenz der ÖPNV verkehrt, sie behindern sich nicht gegenseitig⁸⁷. Jedoch muss man auch die negativen Aspekte einer solchen Lösung betrachten. Die



Abbildung 20: Die Münchner Straßenbahnlinie 23 überquert den Mittleren Ring auf einer Tragseilbrücke

Schaffung einer weiteren Verkehrsebene ist mit immensen Kosten (im Vergleich zu anderen Lösungen) verbunden. Egal ob es nun eine Brücke oder ein Tunnel ist, in beiden Fällen muss baulich um einiges mehr geleistet werden, als bei der Schaffung einer Busspur oder dem Bau eines straßenbündigen Straßenbahnplanums. Die zuvor beschriebene Tragseilbrücke auf der Straßenbahnlinie 23 in München machte Investitionen von 7,2 Millionen Euro nötig, was ein Vielfaches der Kosten für einen signalgestützten Knotenpunkt ist (vgl. Kapitel 9)⁸⁸.

Neben den Kosten ist eine bauliche Lösung in Form einer Über- oder Unterführung des Verkehrs auch ein entscheidender optischer Einschnitt: eine Brücke ist in den wenigsten Fällen eine Verschönerung für das Stadtbild und ein Tunnel und die damit verbundene Vertiefung ist im wahrsten Sinne des Wortes eine Schneise im Verkehrsraum. Daher sollte man immer genau abwägen, ob man diese Lösung wählen möchte. Sie ist wohl dann die sinnvollste, wenn mindestens eine der beiden Verkehrsarten – MIV oder ÖPNV – so stark frequentiert verkehrt, dass eine wesentliche gegenseitige Beeinträchtigung durch eine signalgestützte Überschneidung zu erwarten ist.

Einen ähnlichen Ansatz verfolgen Verkehrsunternehmen in der Regel auch, wenn sie Stadtbahnsysteme entwickeln, bei denen die Straßenbahn in den Kernzonen, wo der Individualverkehr entspre-

⁸⁶ Abbildung: eigene Darstellung.

⁸⁷ Vgl. Münchner Verkehrsgesellschaft mbH, 2007

⁸⁸ Vgl. Hoffmann

chend dicht ist, in die Ebene -1 verlegen, um eine Wechselwirkung zwischen MIV und ÖPNV in diesem Bereich auszuschließen.

6.3.6. Haltebuchten und Haltekaps

Bei der Ausführung von Haltestellen am Fahrbahnrand (also keine Inseln aufgrund von Bus- oder kombinierten Nahverkehrsspuren in Mittellage oder Busbahnhöfe) gibt es zwei grundlegende Ansätze: Haltebuchten und Haltekaps.

Busbuchten wurden und werden in vielen Städten unter anderem deshalb eingerichtet, da so der Bus während seines Halts nicht den MIV behindert. Insbesondere hinter Knotenpunkten, wo der Bus ansonsten den folgenden Verkehr aufhalten und dieser sich somit in die Kreuzung hinein stauen würde, sind solche Buchten sinnvoll. Ansonsten zeigen sich bei der Betrachtung einer Busbucht im Wesentlichen nur Nachteile: da der Bus zum Erreichen der Haltestelle in einer Bucht quasi einen Spurwechsel nach rechts und beim Ausfahren wieder nach links vornehmen muss, entstehen zum einen unangenehme Seitenbeschleunigungen für die Fahrgäste im Fahrzeug. Zum anderen stellt dies den Busfahrer bzw. die Busfahrerin vor die Herausforderung beim Einfahren in die Bucht möglichst nah am Randstein und möglichst parallel zu diesem zum Stehen zu kommen, damit die Fahrgäste möglichst bequem ein- und aussteigen können. Sollte dies nicht gelingen, müssen die Fahrgäste vom erhöhten Bordstein auf die Fahrbahn und von dort in das wiederum erhöhte Fahrzeug treten, um einzusteigen bzw. entsprechend entgegengesetzt beim Aussteigen, was für den Fahrgast unangenehm ist und die Fahrgastwechselzeiten erheblich verlängert. Um die Ein- und Ausfahrradien einzuhalten ist gemäß der aktuellen Ausgabe (2013) der Empfehlungen für Anlagen des öffentlichen Personennahverkehrs (EAÖ) für einen Normalbus (12 Meter Länge) die Länge einer Busbucht von insgesamt knapp 90 Metern erforderlich (vgl. Abbildung 21⁸⁹).

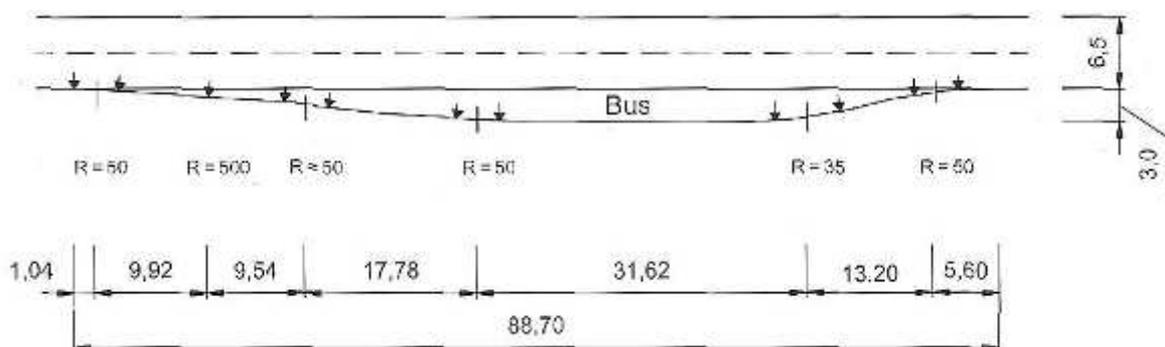


Abbildung 21: Busbucht mit Abmessungen gemäß EAÖ

⁸⁹ Abbildung aus: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2013, S. 67.

Dieser erhebliche Platzbedarf ist ein wesentlicher Nachteil. Desweiteren zeigt sich beim Ausfahren aus der Bucht das Problem, dass es oftmals Probleme beim Wiedereinfädeln in den fließenden Verkehr gibt. Untersuchungen der Stadtwerke München/MVG im Rahmen verschiedener Beschleunigungsmaßnahmen ergaben Wartezeiten von drei bis siebeneinhalb Sekunden pro Haltestelle beim Einfädeln aus Busbuchten, bei Haltestellenaufenthaltszeiten von ca. zehn bis 15 Sekunden⁹⁰. Ein weiterer Nachteil ist das oftmals unberechtigte Zuparken von Haltebuchten. Kraftfahrzeugführer und -führerinnen nutzen diese gerne als Kurzparkplatz, was den Busverkehr behindert und zwingt, außerhalb der Bucht zu halten, weshalb der wesentliche Vorteil dieser Bucht aufgehoben wird. Aus diesen Gründen werden Busbuchten zumeist nur noch dort eingerichtet, wo Busse einen längeren Aufenthalt haben (z.B. Endhaltestellen) oder wo signifikante Behinderungen des Individualverkehrs erwartet werden.

Beim Haltekap kommt genau das gegenteilige Prinzip zur Anwendung. Der Straßenquerschnitt wird nicht wie bei einer Haltebucht erweitert, damit der Bus aus Sicht des fließenden Verkehrs beiseite geschafft wird, sondern er wird soweit verengt, dass der Bus direkt auf der Fahrspur halten kann. Diese Maßnahme kommt dort zur Anwendung, wo neben der rechten Fahrspur noch eine Parkspur angelegt ist. Dabei wird der Bordstein des Fahrgastwartebereichs bis auf die Linie des linken Fahrzeugrandes der parkenden Fahrzeuge vorgezogen. Somit kann der Bus aus der Fahrt gerade an die Haltestelle heranfahren, weshalb jegliche Querbeschleunigung des Busses beim An- und Abfahren vermieden wird und auch ein Halt parallel zum Bordstein kein Problem darstellt. Bereiche zum Ein- und Ausfahren werden keine benötigt und auch der freizuhaltende Platz neben der Haltestelle ist auf die Länge des Fahrzeugs bzw. der eigentlichen Haltefläche begrenzt, weshalb ein solches Kap recht platzsparend eingerichtet werden kann. Zudem ergibt sich ein größerer Wartebereich für Fahrgäste, der Bus ist nach Abfahrt an der Haltestelle an der Spitze des Fahrzeugpulk, da die übrigen Fahrzeuge hinter dem Bus warten müssen bzw. bei mäßigem Gegenverkehr vereinzelt überholen können. Der einzige entstehende Nachteil ist die Verzögerung des folgenden Verkehrs, welche sich jedoch in Grenzen hält, da die Haltezeit bei üblichen Unterwegshalten im Bereich von ca. zehn bis 15 Sekunden liegt. In der Literatur wird davon gesprochen, dass bei einem 10 Minuten-Takt des Busses und einer Verkehrsbelastung von 650 Kfz pro Stunde und Fahrtrichtung keine nennenswerten Probleme auftreten⁹¹.

Haltekaps können auch bei Straßenbahnen eingerichtet werden und sind dort besonders an Strecken sinnvoll, wo die Straßenbahngleise in der Fahrspur des MIV verlegt sind, die Bahn sich also die

⁹⁰ Vgl. u.a. Stadtrat München, 2012, S. 2

⁹¹ Vgl. Reinhardt, 2012, S. 405

Fahrbahn mit den PKW teilt. Hier sind die Vorteile im Wesentlichen die gleichen, wie bei Bushaltekaps: für die Fahrgäste entsteht eine angenehm große Wartefläche im vorgezogenen Bereich der Parkspur und die Bahn übernimmt im weiteren Streckenverlauf die Spitze des Pulkes und hat somit „freie Bahn“. Insbesondere bei Straßenbahnen sollte aber auch darauf geachtet werden, dass dem folgenden MIV entweder durch eine Mittelinsel, Schwellen oder andere bauliche Einrichtungen oder aber durch eine angesteuerte Schutz-LSA das Überholen der haltenden Bahn unterbunden wird. Dieser Empfehlung liegen zwei Gedanken zu Grunde: eine Straßenbahn ist zumeist wesentlich länger, als ein Stadtbus, die Strecke und somit auch die Zeit die ein PKW benötigt, um die Bahn zu überholen ist folglich auch wesentlich länger, es besteht also die Gefahr einer Kollision mit dem Gegenverkehr. Wesentlich schwerwiegender könnte eine solche Kollision ausfallen, wenn diese mit einer entgegenkommenden Bahn erfolgt, da diese weder ausweichen, noch schnell genug abbremsen kann, um ihrerseits die Kollision zu verhindern.⁹²

Wenn man die Unfallkosten im Haltestellenumfeld betrachtet, fällt zudem auf, dass Haltebuchten deutlich schlechter abschneiden (die Kosten sind hier fast doppelt so hoch), als Haltestellen an einem Kap oder am Straßenrand. Insbesondere die Probleme beim Wiedereinscheren in den Verkehr durch den Bus dürften hier eine wesentliche Rolle spielen. Aber auch Fahrgäste, die die Fahrbahn überqueren und dabei angefahren werden, werden in der in Abbildung 22⁹³ dargestellte Statistik erfasst: Im Falle einer Kaphaltestelle mit Verkehrsinsel können Fahrgäste vor oder hinter dem Bus die Straße sicherer überqueren, da der nachfolgende Verkehr durch das ÖPNV-Fahrzeug selbst aufgehalten wird (auch wenn Kindern beigebracht wird, dass man die Straße nicht unmittelbar vor bzw. hinter dem Bus oder der Straßenbahn überquert). Somit werden die Unfälle mit unachtsam die Straße querenden Fahrgästen zusätzlich reduziert und entsprechend sind die Unfallkosten an solchen Haltestellen geringer.⁹⁴

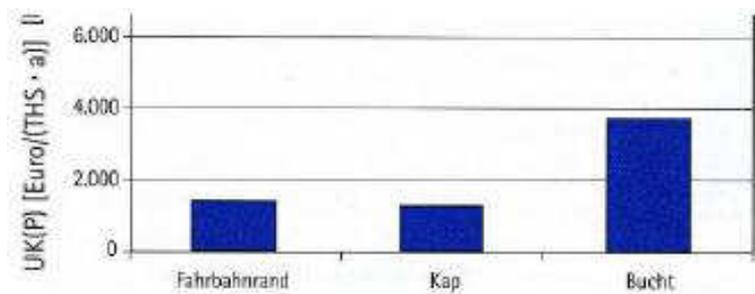


Abbildung 22: Unfallkosten nach Haltestellenart

⁹² Vgl. Reinhardt, 2012, S. 402ff.

⁹³ Abbildung nach: Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, 2007, Kapitel 6.3, S. 9.

⁹⁴ Vgl. Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, 2007, Kapitel 6.3, S. 9.

6.3.7. Durchfahrt durch Fußgängerzonen und andere gesperrte Bereiche

In vielen Städten und Gemeinden werden die Innenstadtbereiche zur Steigerung der Attraktivität als Fußgängerzone ausgewiesen. Damit wird grundsätzlich jegliche Art von Fahrzeugverkehr in diesem Bereich ausgeschlossen. Dennoch werden oftmals Anlieger- und Lieferverkehre oder auch der öffentliche Verkehr innerhalb der Fußgängerzonen zugelassen. Dies muss natürlich unter besonderen Beschränkungen geschehen, da schließlich in der Fußgängerzone die zu Fuß gehenden Vorrang haben und besonderen Schutz genießen. Ein wesentliche Punkt dabei ist die zulässige Geschwindigkeit des ÖPNV innerhalb der Fußgängerzone: nach der StVO ist innerhalb der Fußgängerzone nur Schrittgeschwindigkeit zugelassen. Jedoch kann in Hinblick auf die Fahrtdauer des ÖPNV davon abgewichen und eine höhere Geschwindigkeit zugelassen werden. Sinnvoll erscheinen hier Geschwindigkeiten bis maximal 20 oder 25 km/h⁹⁵. Es gäbe keinerlei Anhaltspunkte, schreibt das Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen im Jahr 1986, „dass die (...) Ausnahmen von der Schrittgeschwindigkeit (...) bei öffentlichen Linienverkehrsmitteln zu Unverträglichkeiten bzw. zu einer erhöhten Gefährdung der Fußgänger geführt hätten“⁹⁶. Dabei wird insbesondere darauf verwiesen, dass der Fahrweg für Busse und Straßenbahnen gestalterisch hervorgehoben sein sollte, damit dieser für Fußgänger direkt ersichtlich ist. Gerade da Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor, aber auch Schienenfahrzeuge durch das Rollgeräusch Lärm verursachen, werden die Fußgänger in diesen Bereichen gewarnt. Nur Elektrobusse, die keine Geräusche durch den Antrieb von sich geben stellen eine gewisse Gefahr durch die fehlende Warnwirkung dar.⁹⁷

So wie in Abbildung 23⁹⁸ dargestellt: in Erfurt durchqueren alle



Abbildung 23: eine Straßenbahn durchfährt die Fußgängerzone in Erfurt

⁹⁵ Vgl. Minister für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr (MSWV), 1986, S. 4

⁹⁶ Minister für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr (MSWV), 1986, S. 4

⁹⁷ Vgl. Klein, Stork, & Theis, 1985, S. 11.

⁹⁸ Abbildung: eigene Darstellung.

Straßenbahnlinien die Innenstadt und damit die dortige großflächige Fußgängerzone, obwohl die durchfahrenen Gassen an vielen Stellen sehr eng sind. Der Fahrbereich der Straßenbahn ist dabei durch einen Randstein abgegrenzt und/oder durch eine besondere Pflasterung des Bodens hervorgehoben. Obwohl hier bis zu vier Linien jeweils im 10-Minuten-Takt mit Geschwindigkeiten bis zu 15 km/h verkehren, kommt es hier zu keinen nennenswerten Unfällen zwischen Straßenbahn und Fußgängern.⁹⁹

Eine Durchfahrt durch eine Fußgängerzone bietet für den ÖPNV gleich zwei wesentliche Vorteile gegenüber dem MIV, der dieses Gebiet – möglicherweise großräumig – umfahren muss: zum einen fährt die Straßenbahn oder der Bus somit direkt in die Gebiete, wo die Fahrgäste hinwollen. Ein Haltepunkt direkt in der Stadtmitte oder der Einkaufsstraße in der Innenstadt lädt die Fahrgäste ein, direkt von zu Hause dorthin zu fahren. Bei einer Anfahrt mit dem Auto, müsste erst ein Parkplatz gesucht und anschließend ein Fußweg oder wiederum eine Fahrt mit den öffentlichen Verkehrsmitteln auf sich genommen werden. Zum anderen kann sich der ÖPNV mit der Durchfahrt das Umfahren der Fußgängerzone mit entsprechend längerem Reiseweg und vor allem längerer Fahrzeit ersparen und ist so auch für durchfahrende Gäste womöglich attraktiver, als der PKW, der außen herum fahren muss.¹⁰⁰

6.4. Räumlich-zeitlich wirkende Maßnahmen

6.4.1. Vorsortierung auf freier Strecke

Soweit die Kapazität der Kreuzung keine Sonderphasen für den Bus zulässt oder aus Platzgründen keine eigene Busspur im Zulauf auf die Kreuzung möglich ist, so wird dem Bus das Einordnen vor einem Knoten womöglich stark erschwert. Daher gibt es auch hierzu Lösungsansätze, wie unter Einbeziehung der zuvor liegenden Kreuzung und der Haltestelle auf der Strecke der Bus vom Verkehrsstrom des MIV getrennt werden kann und ihm somit das Einordnen im Vorlauf des Knotens erleichtert werden kann.

Der Bus verkehrt gemeinsam mit dem übrigen Verkehr über die zuvor liegende Kreuzung und hält unmittelbar hinter der Kreuzung an der Haltestelle (optional ist diese Haltestelle als Busbucht ausgelegt). Während des Fahrgastwechsels an der Haltestelle endet die Freigabephase des parallel laufenden Verkehrs und der Verkehrsstrom fließt ab. Somit hat der Bus, sobald der Haltestellenaufent-

⁹⁹ Vgl. Klein, Stork, & Theis, 1985, S. 11f.

¹⁰⁰ Vgl. Minister für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr (MSWV), 1986, S. 4

halt planmäßig abgeschlossen ist, die Möglichkeit ohne Behinderung von der Haltestelle abzufahren und sich für den folgenden Knoten einzuordnen. Wenn über die Beeinflussung der folgenden Signalanlage durch den Bus gewährleistet ist, dass der zuvor am Bus vorbeigefahrene MIV rechtzeitig am Knoten abfließt und der Bus somit ohne Stopp über den Knoten fahren kann, kann so ohne baulichen Aufwand für eine eigene Busspur oder zwingender Einrichtung einer Sonderphase für den Bus das Einordnen und Überqueren des Knotens erleichtert werden.

Diese Anordnung funktioniert im Wesentlichen nur, wenn am ersten Knoten aus den Querstraßen keine allzu großen Abbiegeströme zu erwarten sind, die den Bus wiederum beim Abfahren von der Haltestelle und Einordnen behindern könnten. Auch sollte sich die Aufenthaltszeit an der Haltestelle in die Umlaufzeit des Knotens einfügen. Sollte die Haltedauer regelmäßig zu lange dauern, bis die der parallel fließende Verkehr wieder Freigabe am Knoten hat, wird dem Bus das Abfahren erst recht erschwert. Zudem ist zu bedenken, dass im Falle,

dass kein Fahrgastwechsel an der Haltestelle stattfindet der Bus weiterhin Probleme beim Einordnen für den folgenden Knoten hat. Dies könnte man insbesondere falls die Haltestelle mit einer Busbucht ausgestattet ist lösen, indem an der Haltestelle ein betrieblicher Zwangshalt eingerichtet wird, sodass der Bus in jedem Fall halten muss und der MIV abfließen kann.¹⁰¹

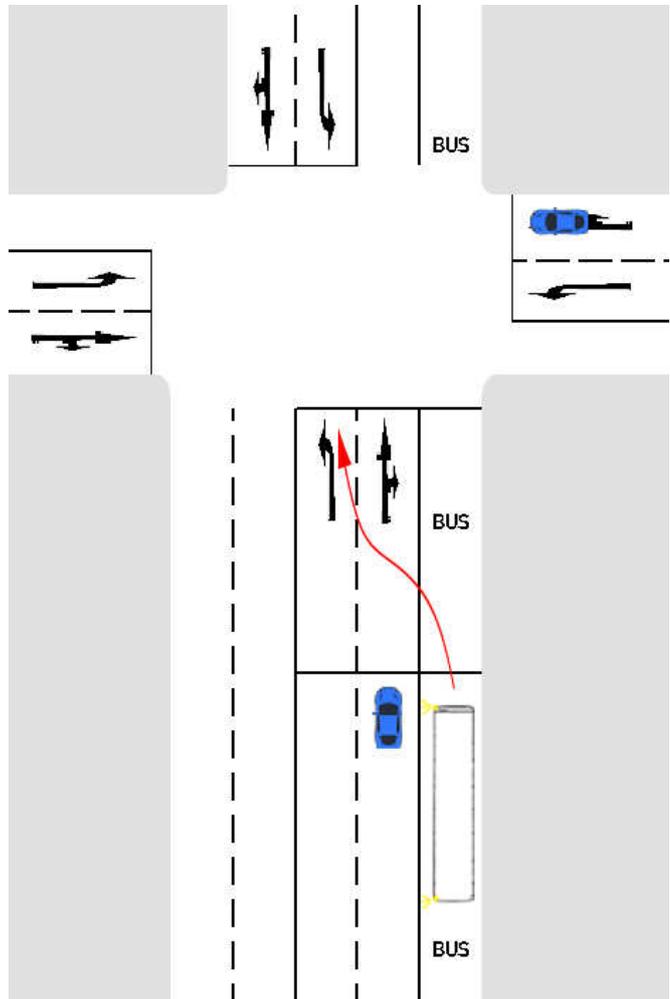


Abbildung 24: Prinzipdarstellung einer Busschleuse

6.4.2. Busschleuse

Ein ähnliches Prinzip wird bei den so genannten Busschleusen angewendet. Umgesetzt wird dies, indem etwa 30 Meter vor dem Knoten eine Vorsignalisierung angebracht wird, die progressiv zur

¹⁰¹ Vgl. Klein, Stork, & Theis, 1985, S. 20f.

Grünzeit der Hauptsignale geschaltet wird. Die Fahrzeuge auf den regulären Fahrstreifen werden also schon vor dem eigentlichen Knoten angehalten, während dem Bus über ein Sondersignal die Vorbeifahrt und das Einordnen in den Verkehr erlaubt. Als Anwendungsfälle eignen sich insbesondere folgende:

- Die Busspur endet hinter dem Knotenpunkt
- Eine abzweigende Buslinie verlässt die Busspur
- Abbiegender Verkehr kreuzt die Busspur
- Die Leistungsfähigkeit der Kreuzung ermöglicht keine Vorgabezeit
- Die Leistungsfähigkeit der Kreuzung erfordert die Anordnung von Abbiege- und Aufstellspuren

Die wesentlichen Vorteile dieser Maßnahme sind zum Einen der geringe Eingriff in den Individualverkehr: durch die an die Grünphasen der Kreuzung gekoppelte Schaltung der Vorsignale entsteht dem MIV nahezu keine Behinderung, während dem Bus eine wirksame Möglichkeit gegeben wird, den Verkehrsstrom des MIV zu kreuzen oder sich in diesen einzuordnen.

Für den Bus ergibt sich zum Einen die Möglichkeit, dass er den wartenden Verkehr am Knoten überholen kann, zum Anderen ist er bei Grünschaltung der Ampel nun Anführer des Pulks und kann somit in einen freien Straßenraum einfahren und hat an den folgenden Haltestellen den Individualverkehr hinter sich. Somit ist der Bus auch an den weiteren Ampeln im Straßenverlauf an der Spitze des Pulks und passiert die weiteren Knoten innerhalb der Grünen Welle.¹⁰²

Die Haltestelle wird vor der in Fahrtrichtung ersten Ampel (also der Deckungsampel vor dem eigentlichen Knoten) positioniert. Somit kann einerseits die Wartezeit bis zur Freigabe der Kreuzung zum Fahrgastwechsel genutzt werden. Der Bus wird dann über ein Sondersignal kurz vor Freigabe der Deckungsampel in den geschützten Bereich eingelassen und kann sich somit als Erster an der Ampel positionieren. Würde der Bus erst nach dem Knoten anhalten, so würde er zudem den hinter sich angestauten Verkehr nochmals aufhalten. Zum Anderen dient so der Schutzraum zwischen Knoten und Deckungsampel als Schutz für Fahrgäste, die die Kreuzung außerhalb der signalisierten Fußgängerfurt überqueren, was insbesondere an Knoten mit Umsteigebeziehung vorkommt.

¹⁰² Reinhardt, 2012, S. 400f.

Der wesentliche Vorteil dieser Lösung liegt darin, dass hierfür keinerlei technische Unterstützung durch Beeinflussungssysteme notwendig ist. Auch ohne Beeinflussung des Knotens durch den Bus erzielt dieser einen Vorteil gegenüber dem MIV, während dieser durch das bloße Halten vor dem eigentlichen Knoten kaum Nachteile erfährt. Durch eine Grünphasenmodifikation (vgl. Kapitel 6.2) kann die Wartezeit des Busses entsprechend reduziert werden, indem die Freigabe des Knotens und somit auch des Schutzraums auf die Fahrgastwechselzeit an der Haltestelle abgestimmt wird.

Ein Beispiel für eine Busschleuse ist in Abbildung 25¹⁰³ dargestellt. In der Münchner Leopoldstraße verkehren die Busse vom Umsteigeknoten Münchner Freiheit in Richtung Süden auf gut 250 Metern über eine eigene Busspur. Zum Einfädeln auf die entsprechende Richtungsspur wird ca. 50 Meter vor der Kreuzung Leopold-/Kurfürstenstraße an der die Buslinien zum Teil nach rechts abbiegen eine Busschleuse eingerichtet. Falls sich ein Bus nähert wird kurz vor Ablauf der Regelphase am folgenden Knotenpunkt für den MIV die vorgelagerte Ampel auf Rot geschaltet und der Bus bekommt eine Freigabe, sodass er sich einordnen und unmittelbar vor Ablauf der Freigabe den Knoten passieren kann. Im Vorlauf zur eigentlichen Freigabephase wird dem Bus eine eingeschränkte Freigabe mit Permissivsignal gewährt, wenn der Verkehr es zulässt kann er sich also auch ohne absoluter Freigabe in den Verkehr einfädeln.



Abbildung 25: Busschleuse in der Leopoldstraße, München

oben: eingeschränkte Freigabe für den Bus (MIV hat „Fahrt“)

unten: uneingeschränkte Freigabe für den Bus (MIV hat „Halt“)

6.4.3. Busüberholschleuse

¹⁰³ Abbildung: eigene Darstellung.

Eine Sonderform der Busschleuse ist die Busüberholschleuse oder auch Stau-Überholschleuse genannt. In dieser Form hat der Bus keine eigene Spur, sondern schwimmt im übrigen Verkehr mit. Schon weit bevor der Bus den Knoten erreicht, wird vor diesem mit einer Vorsignalisierung der Verkehr in Fahrtrichtung des Busses angehalten. Zudem wird jeglicher Verkehr der dem Bus entgegenkommt ebenfalls gestoppt. Somit kann der Bus – gedeckt durch die Signalisierung für den Gegenverkehr – über die Gegenfahrbahn an den vor sich aufgestauten Fahrzeugen vorbeifahren und diese überholen. Sinnvoll kann eine solche Anlage sein, wenn es in einer Richtung häufiger zu Stau kommt, während die Gegenrichtung kaum Belastung erfährt. In der stärker belasteten Richtung wird dann durch die Busüberholschleuse eine Lücke in den Stau gerissen, indem der folgende Verkehr aufgehalten wird, während der Bus über die Gegenfahrbahn überholen und in diese Lücke einfahren kann (wie Beispiel in Abbildung 26¹⁰⁴ zeigt)¹⁰⁵.

Die Anwendungsfälle für eine solche Maßnahme sind eher begrenzt. Um die notwendige Abschnittslänge für die Einschalt- und Überholstrecke des Busses zu erreichen, eignet sich eine Busüberholschleuse wohl nur an Straßenzügen mit längeren Abständen zwischen den Knoten. Schließlich muss auch der entgegenkommende Verkehr erst aus dem freizugebenden Abschnitt abfließen, bevor der Bus zum Überholen ansetzen kann. Insbesondere, dass zum Überholen des Individualverkehrs durch den Bus nicht nur der gleichgerichtete Verkehr angehalten werden muss, sondern auch die entgegenkommende Fahrtrichtung, erfordert zudem einen relativ großen Eingriff in den Verkehrsfluss des MIV. Auf der anderen Seite ergibt sich damit eine Möglichkeit dem Bus dort einen Vorsprung vor dem Individualverkehr zu schaffen, wo der Straßenquerschnitt die Einrichtung einer eigenen Busspur nicht zulässt. Aufgrund der recht langen Sperrzeit besonders für den Gegenverkehr eignet sich diese Lösung wohl nur für schwach bis mittelstark befahrene Straßenzüge. Die wesentlichen Vorteile der Busschleuse im Hinblick auf das Priorisieren des Busverkehrs (Anführen des Pulks nach dem Knoten und konfliktfreie Kreuzung des MIV) bleiben auch hierbei bestehen,

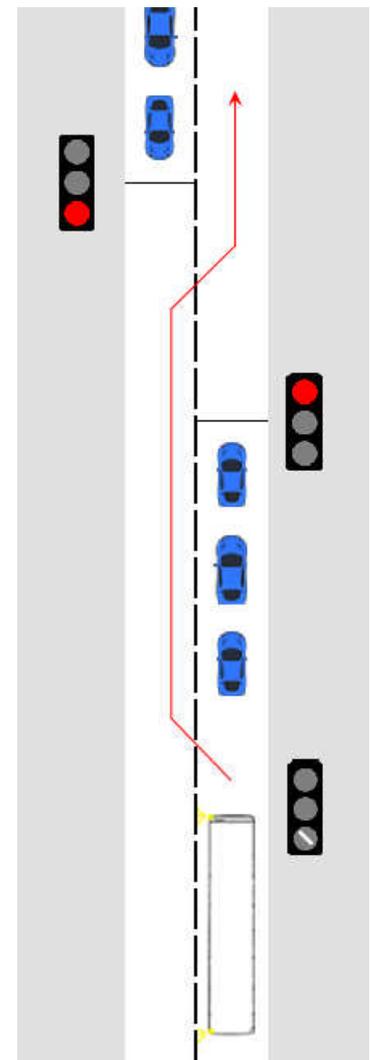


Abbildung 26: Prinzipdarstellung einer Busüberholschleuse

¹⁰⁴ Abbildung: eigene Darstellung.

¹⁰⁵ Vgl. Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, 2007, Kapitel 4.5, S. 112.

unter wesentlich höherem technischem Aufwand zur sicheren Realisierung einer Busüberholschleuse. Zu beachten ist dabei, dass eine Busüberholschleuse nur mit einer technischen Beeinflussung, also zwingend mit einer An- und auch Abmeldung des Busses zur Steuerung des Zeitpunkts und der Dauer der Sperrphase umsetzbar ist. Fest vorgegebene, unabhängig von einer Annäherung des Busses ablaufende Sperrphasen sind wenig sinnvoll, da dadurch die Verkehrsströme unnötig aufgehalten werden und der Bus wohl kaum genau zu Beginn der Phase ankommen wird und dadurch unter Umständen den Überholvorgang abbrechen müsste.¹⁰⁶ Auch wenn diese Möglichkeit an mehreren Stellen in der einschlägigen Literatur beschrieben wird, so konnte keine Umsetzung einer solchen Maßnahme ermittelt werden.

6.4.1. Pförtneranlagen

Eine Pförtneranlage, auch bekannt unter dem Begriff dynamische Straßenraumfreigabe, sichert dem ÖPNV auch an stark belasteten, aber verkehrlich beengten Streckenabschnitten ein zügiges Vorankommen. Im Grundprinzip ist eine Pförtneranlage eine erweiterte Busschleuse. Jedoch hält die Pförtneranlage nicht nur einen kurzen Abschnitt vor dem nächsten Knotenpunkt frei, sondern einen ganzen Straßenzug, in dem es ansonsten zu Stauungen kommen würde. Durch Rückhaltung und damit einhergehender (bewusster) Bildung eines Rückstaus in einem Bereich der Straße, wo dem Verkehr ausreichend Fläche zur Verfügung steht, wird im Engpassbereich eine Stauung des Verkehrs verhindert, der Verkehrsfluss aufrecht erhalten und letztendlich eine Behinderung des öffentlichen Verkehrs verhindert.¹⁰⁷

Es gibt jedoch auch einige Rahmenbedingungen hier zu beachten: die Umsetzung ist – analog zur Busschleuse – nur dort sinnvoll, wo der Bus oder die Straßenbahn im Zulauf auf die Engstelle nicht durch den Individualverkehr aufgehalten wird, also durch eine eigene Busspur oder besonderen Gleiskörper an den zurückgestauten Fahrzeugen vorbeifahren kann. Desweiteren ist es wichtig, dass die Signalanlage des MIV vor der Engstelle progressiv zum dahinterliegenden Hauptknoten geschaltet ist, also die Grünphasen die gleiche Dauer haben und so abgestimmt sind, dass die in den Engpass einfahrenden MIV-Fahrzeuge ohne größere Behinderung auch wieder abfließen können bzw. nur so viele Fahrzeuge in den Abschnitt eingelassen werden, wie auch gesichert wieder abfließen können. Nur dann kann zeitnah die Engstelle für den ÖPNV freigegeben werden, ohne dass dieser eine Beeinflussung durch den Individualverkehr erfährt. Die Einrichtung einer solchen

¹⁰⁶ Vgl. Reinhardt, 2012, S. 400f.

¹⁰⁷ Vgl. Reinhardt, 2012, S. 433f.

Anlage ist ebenso nur dort sinnvoll, wo im Bereich der Engstelle, also dem künstlich freigehaltenen Bereich, nur geringer Verkehr (z.B. aus Einfahrten oder Seitenstraßen) einmündet.¹⁰⁸

6.4.2. Signalgeschützte Überschneidung von MIV und ÖPNV-Spur

Desweiteren gibt es Möglichkeiten, um Geradeausfahrenden Busverkehr gegen abbiegende Fahrzeuge des MIV schon vor einem Knoten vorzusortieren. Diese in der Fachliteratur auch als Weichen bezeichnete signalgesicherte Überschneidung von Busspur und Fahrstreifen des MIV dienen dazu, beispielsweise eine in Mittellage eingerichtete Busspur gegen die Linksabbiegerspur zu vertauschen und somit am eigentlichen Knoten eine gleichzeitige Freigabe der beiden Spuren zu erreichen (ebenfalls denkbar ist eine Ausführung mit einer in rechter Seitenlage angeordneten Busspur kreuzend mit der Rechtsabbiegerspur, wie in Abbildung 27¹⁰⁹ dargestellt). Die Weiche wird dabei über die Annäherung des Busses geschaltet. Sobald er sich der Weiche nähert wird die Ampel für den Abbiegeverkehr rot geschaltet und die Freigabe für den Bus erwirkt. Sobald der Bus die Weiche durchfahren hat, wird die Freigabe für ihn zurückgenommen und der Abbiegerstrom kann wieder auf den Knoten zulaufen. Da im Vergleich zur Grünzeit am Knoten die Rotschaltung durch den ÖPNV eher kurz ausfällt, wird die Leistungsfähigkeit der Abbiegespur kaum beeinträchtigt. Beachtet werden sollte jedoch, dass die Vorsortierung weit genug vor dem Knoten erfolgt, um die Weiche nicht durch den Rückstau auf der Abbiegerspur zu blockieren. Zudem sollte schon vor der Weiche ein genügend großer Aufstellbereich für den Abbiegeverkehr bestehen, um den Verkehr auf der Geradeausspur nicht zu sehr zu beeinträchtigen.¹¹⁰

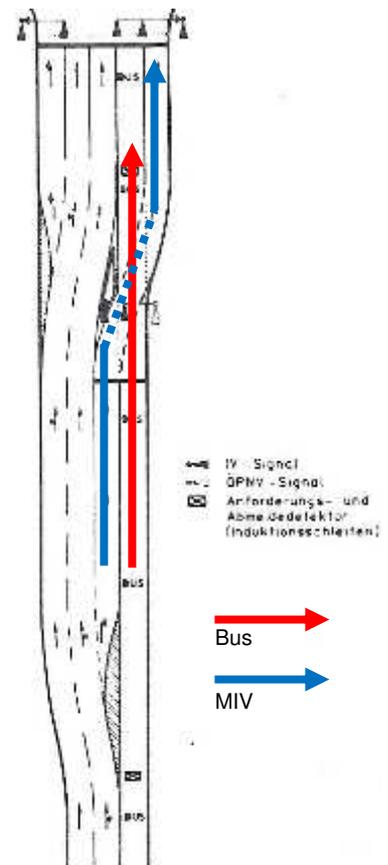


Abbildung 27: Beispiel für signalgeschützte Überschneidung von ÖPNV- und MIV-Spur

6.5. Organisatorische und verkehrsrechtliche Maßnahmen

Unter die betrieblichen oder auch verkehrsrechtlichen Maßnahmen zählen all jene Maßnahmen, die nicht direkt eine bauliche Veränderung des Straßenraumes oder eine Ausrüstung von Fahrzeugen

¹⁰⁸ Vgl. Klein, Stork, & Theis, 1985, S. 22.

¹⁰⁹ Abbildung nach: Klein, Stork, & Theis, 1985, S. 22.

¹¹⁰ Vgl. Klein, Stork, & Theis, 1985, S. 21f.

und Ampelanlagen mit technischer Ausstattung zur Bevorrangung benötigen. Vielmehr gehören hierzu Maßnahmen die aufgrund einer Veränderung der Rahmenbedingungen durch eine organisatorische oder betriebliche Anpassung umgesetzt werden. Durch diesen weitgehenden Verzicht auf größere bauliche Veränderungen oder technische Einrichtungen sind diese Maßnahmen zumeist einfach, schnell und vor allem kostengünstig umsetzbar.

Dennoch ist der Erfolg dieser Maßnahmen alleine in den allermeisten Fällen kaum messbar. Daher eignen sich diese Maßnahmen vor allem flankierend zu den zuvor genannten baulichen und technischen Maßnahmen.¹¹¹

6.5.1. Verlängertes Halteverbot an Haltestellen

Die deutsche StVO gebietet FahrzeugführerInnen an Haltestellen des öffentlichen Verkehrs, die mit Zeichen 224 „Haltestelle“ gekennzeichnet sind 15 Meter vor und hinter dem Zeichen nicht zu parken. Dieser Bereich reicht aber bei regulären Solo- (ca. 12 Meter) und besonders bei Gelenkbussen (ca. 18 Meter Länge) ausschließlich für die eigentliche Fahrzeuglänge während der Haltezeit, sowie den Platz zum Ein- bzw. Ausscheren bei der An- und Abfahrt der Haltestelle. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, besonders an stark befahrenen Straßen, vor und insbesondere (in Fahrtrichtung) nach Haltestellen das regulär geltende Halteverbot durch Anbringung des Zeichen 299 „Grenzmarkierung“ oder im Volksmund auch „Zickzack-Linie“ genannt oder Zeichen 283 „Halteverbot“ den freizuhaltenen Haltestellenraum zu vergrößern. Mehr Platz bei der An- und Abfahrt erleichtert dem Fahrpersonal nicht nur die Haltestellenbedienung dadurch, dass sie ihr Fahrzeug künftig nicht mehr in eine recht enge Lücke zwischen parkenden Autos manövrieren müssen, wodurch oftmals wertvolle Sekunden pro Haltestelle verschenkt werden. Vor allem beim Abfahren von der Haltestelle ermöglicht dies mehr Platz, noch im Seitenstreifen zu beschleunigen und sich somit mit einer geringen Ausgangsgeschwindigkeit in den fließenden Straßenverkehr einzufädeln. Denn auch wenn § 20, Absatz 20 der StVO grundsätzlich vorgibt, dass Linien- und Schulbussen das Abfahren von einer Haltestelle zu ermöglichen ist, so zeigt die Praxis, dass dies in vielen Fällen von den übrigen Verkehrsteilnehmern nicht eingehalten wird. Dies mag nicht nur an der allgemeinen Sturheit liegen, die jede Einschränkung des eigenen Fahrens als Störung empfindet, sondern auch daran, dass man an einem stehenden Fahrzeug leicht noch vorbeifahren kann. Wenn nun der Bus durch den „Beschleunigungsraum“ hinter der Haltestelle schon ein wenig Geschwindigkeit aufgenommen hat, ist ein vorbeifahren an diesem nicht mehr so einfach möglich und der Autofahrer wird den Bus eher in den

¹¹¹ Klein, Stork, & Theis, 1985, S. 24.

das Fahrzeug entfernt oder umsetzt. Beide Lösungen benötigen in den allermeisten Fällen einige Zeit, bis die Fahrt fortgesetzt werden kann.

Zur Vermeidung der beiden genannten Fälle – sowohl von zugeparkten Sonderspuren, als auch von Behinderungen durch unsauber geparkte Fahrzeuge – ist vor allem Prävention und Aufklärungsarbeit notwendig. Den Verkehrsteilnehmerinnen und -teilnehmern muss bewusst sein, dass Sie durch ihr Verhalten den öffentlichen und unter Umständen auch den Individualverkehr aufhalten. Durch Flyer, Plakate oder persönliche Ansprachen durch Mitarbeiter der Verkehrsbetriebe oder Verkehrsaufsichtsbehörden kann dieses Bewusstsein geschärft werden. Hierfür muss entsprechend eine enge Zusammenarbeit zwischen Verkehrsbetrieben und Verkehrsaufsicht (Polizei, Ordnungsamt) erfolgen.¹¹³

6.5.3. Einrichtung von Abbiege- und Wendeverböten

Aus zwei Gründen kann die Einrichtung von Abbiege- bzw. Wendeverböten an Kreuzungen oder Einmündungen sinnvoll sein: auf der einen Seite kommt es insbesondere durch links abbiegende Fahrzeuge zu Behinderungen des nachfolgenden Verkehrs. Da beim Linksabbiegen die Vorfahrt des Gegenverkehrs beachtet werden muss, wird der nachfolgende Verkehr aufgehalten, soweit der Straßenquerschnitt keine ausreichende Breite aufweist, die es erlauben würde, rechts



Abbildung 29: Schwellen verhindern das Linksabbiegen, um Bus und Straßenbahn nicht zu behindern (Erfurt)

am wartenden Fahrzeug vorbeizufahren. Insbesondere Busse, die aufgrund ihrer Fahrzeugbreite und aus Komfortgründen nicht so einfach ausweichen können, aber auch Straßenbahnen, denen ein Ausweichen aufgrund der Spurführung nicht möglich ist, werden somit unnötig aufgehalten. Daher empfiehlt sich an solchen Engstellen das Einrichten von Abbiegeverböten für den MIV oder die Einrichtung von besonderen Aufstellspuren für Abbieger¹¹⁴.

¹¹³ Klein, Stork, & Theis, 1985, S. 24.

¹¹⁴ Vgl. Reinhardt, 2012, S. 428.

ren zu können. Die Umfahrroute sollte soweit möglich vor der betreffenden Kreuzung durch entsprechende Hinweisschilder den Autofahrerinnen und Autofahrern verständlich mitgeteilt werden. Verschiedene Varianten möglicher Umfahrrouten sind in Abbildung 30¹¹⁷ rechts dargestellt.

6.5.4. Anpassung der Vorfahrtsregelung

Eine weitere verkehrstechnische Maßnahme, um dem ÖPNV zu helfen, schneller voranzukommen ist die Anpassung der Vorfahrtsregelungen am Linienweg: insbesondere Tempo 30-Zonen und andere Straßen, an denen viele Kreuzungen mit Rechts-vor-Links-Regelungen liegen, sowie verkehrsberuhigte Bereiche („Spielstraßen“) sind ein Hindernis für flüssigen Verkehr und entsprechend auch für den ÖPNV¹¹⁸. In der VwV-StVo wird darauf hingewiesen, dass bei der Regelung der Vorfahrt grundsätzlich die „Interessen des ÖPNV“ zu berücksichtigen sind¹¹⁹. Daher sollte nach Möglichkeit und jeweils lokaler Betrachtung an Strecken mit Rechts-vor-Links-Vorfahrtsregelung eine Vorfahrtsstraße für den ÖPNV eingerichtet werden, damit er nicht durch Fahrzeuge, die sich aufgrund der Vorfahrtsregelung in die Kreuzung „hineintasten“ müssen behindert wird und auch selbst ohne auf die Vorfahrt des Querverkehrs achten zu müssen über die Kreuzung fahren kann¹²⁰. Da eine solche Vorfahrtsregelung dem grundsätzlichen Prinzip einer Tempo 30-Zone widerspricht, in der gemäß deutscher StVO nur Rechts-vor-Links als Vorfahrtsregel gelten darf¹²¹, muss dieser für den Bus aufgewertete Straßenzug von der Tempo 30-Zone ausgenommen werden. Dennoch kann auf diesen Straßen eine reguläre Geschwindigkeitsbeschränkung auf 30 km/h mit Hilfe Verkehrszeichen 274

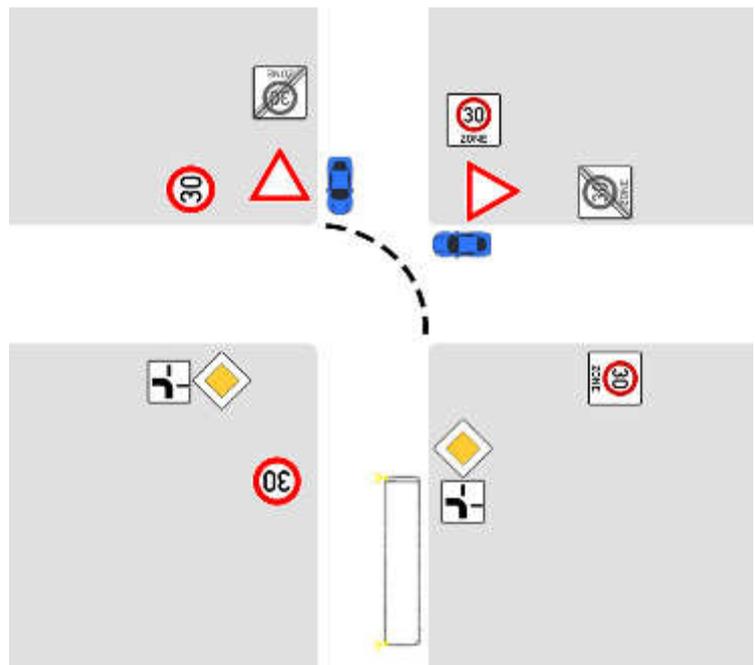


Abbildung 31: Prinzipdarstellung Abknickende Vorfahrt durch Tempo 30-Zone

¹¹⁷ Abbildung: eigene Darstellung.

¹¹⁸ Steinwede, 2010, S. 9.

¹¹⁹ Vgl. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrs-Ordnung (VwV-StVO), zu § 8, Absatz 8.

¹²⁰ Reinhardt, 2012, S. 397ff.

¹²¹ Vgl. Straßenverkehrsordnung (StVO), § 45, Absatz 1c.

erfolgen, während an allen seitlich abgehenden Straßen die Tempo 30-Zone mit Zeichen 274.1 ausgewiesen wird. Natürlich lassen sich solche Vorfahrtsstraßen für den Bus auch als abknickende Vorfahrt ausführen, um dem Bus auch beim Abbiegen in solchen Gebieten Vorrang einzuräumen (siehe auch die Darstellung in Abbildung 31¹²²). Der Aufwand für eine solche Maßnahme hält sich in Grenzen (notwendig sind nur entsprechende Verkehrsschilder und Bodenmarkierungen), der Effekt für den ÖPNV dürfte sich vor allem bei einer Vielzahl solcher Kreuzungen in Folge durchaus potenzieren und zu einer spürbaren Verbesserung in der Fahrgeschwindigkeit und durch die wegfallenden Anfahr- und Abbremsvorgänge sicher auch im Fahrkomfort führen. Auch können zur besseren Erkennbarkeit entsprechender Straßen mit Vorfahrtsregelung innerhalb der Tempo-30-Beschränkung mit „optisch wirksamen Schwellen und Teilaufpflasterungen mit flachen Rampenneigungen“ ausgestattet werden.¹²³

6.5.5. Schaffung von P+R-Anlagen

Als effektvolle Maßnahme zur Reduzierung von Strömen des Individualverkehrs vor allem zu Hauptverkehrszeiten in größeren Städten hat sich der Bau von „Park and Ride“-Anlagen (P+R-Anlagen) am Stadtrand erwiesen. Durch die sinnvolle Verknüpfung des Parkens mit der Weiterbeförderung durch den ÖPNV lassen sich zwei Effekte auf einmal erzielen: zum einen kann eine signifikante Entlastung des Straßennetzes erwirkt werden und auf der anderen Seite können so die Fahrgastzahlen in den öffentlichen Verkehrsmitteln gesteigert werden¹²⁴. Der wesentliche Faktor für den Erfolg einer P+R-Anlage liegt vor allem in einer sowohl vom Individualverkehr (z.B. Autobahn oder wichtige Einfallstraße), als auch vom öffentlichen Verkehr (z.B. wichtige Radiallinie im dichten Intervall) gut erreichbaren Lage. Nur so ist es überhaupt möglich Autofahrer dazu zu bewegen, die „letzte Meile“ in die Innenstadt zur Arbeit oder zum Einkaufen nicht mit dem eigenen PKW zurückzulegen, sondern hierzu auf die öffentlichen Verkehrsmittel umzusteigen. Desweiteren sollte es attraktive Angebote geben: entweder mit einer recht günstigen Dauerparkkarte für den P+R-Platz oder beispielsweise darin, dass das Parken für Nutzerinnen und Nutzer des ÖPNV kostenlos oder stark vergünstigt ist. Zusätzlich sollten P+R-Anlagen gezielt beworben werden und auch an den wichtigsten Straßen und Autobahnen entsprechende Hinweisschilder angebracht werden, idealerweise mit Angabe der Parkkosten, der Fahrzeit in die Innenstadt (oder anderer wichtiger Fahrziele) und der nächsten Abfahrten des ÖPNV.

¹²² Abbildung: eigene Darstellung.

¹²³ Minister für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr (MSWV), 1986, S. 3f.

¹²⁴ Vgl. Klein, Stork, & Theis, 1985, S. 24.

Viele Autofahrerinnen und Autofahrer, die bereits bis zum Stadtrand mit dem eigenen PKW gefahren sind, wollen für das letzte Stück ihres Weges nicht mehr auf den öffentlichen Verkehr umsteigen und sehen auch die Verlustzeit durch Abstellen des PKW an der P+R-Anlage und das notwendige Umsteigen auf den ÖPNV als zu groß an. Daher sollte durch die zuvor genannten Maßnahmen die Nutzung der P+R-Anlage attraktiv gestaltet werden und möglicherweise auch durch Einschränkung der Zufahrt in die Innenstadt für den MIV (z.B. durch eine City-Maut oder andere Beschränkungen) der Umstieg auf ÖPNV indirekt erzwungen werden.

6.5.6. Anpassung des Linienweges und der Haltestellenabstände

Weiterhin lässt sich eine Verkürzung der Reisezeit erreichen, indem der bestehende Linienweg betrachtet wird. Insbesondere dort wo die Linienführung nicht den direkten Weg nimmt oder gar im Linienverlauf eine Stichfahrt notwendig ist, kann der Ansatz zu einer Anpassung des Linienweges bestehen. Sobald eine übergeordnete Stadtteile verbindende Linie auch Erschließungsfunktionen in Siedlungen übernimmt, sinkt die Reisegeschwindigkeit für durchfahrende Fahrgäste. Wenn also der direkte Linienverlauf zu Gunsten von Erschließungsfahrten allzu sehr verlassen wird und die notwendige Reisezeit übermäßig überschritten wird, sollte über den Einsatz einer eigenen Erschließungslinie nachgedacht werden, um die Fahrtdauer für durchreisende Fahrgäste nicht zu sehr zu verlängern.

Aufgrund der verkürzten Fahrzeit im Linienverlauf können auf diese Weise nicht nur neue Umsteige-konzepte realisiert werden, sondern es lassen sich auf der Stammlinie unter Umständen auch Fahrzeuge einsparen. Jedoch muss hier bedacht werden, dass für die neu geschaffene Zubringerlinie auch wieder Fahrzeuge samt Personal benötigt werden. Auch für Fahrgäste ist eine solche Lösung eine Medaille mit zwei Seiten: für durchreisende Fahrgäste verkürzt sich die Fahrtdauer. Jedoch sind Reisende, die eine Haltestelle auf dem Nebenast erreichen wollen, nun gezwungen umzusteigen und einen Anschlussbus zu erreichen. Durch den notwendigen Umstieg (und im Verspätungsfall daraus resultierenden Anschlussverlust) verlängert sich für diese Fahrgäste in den meisten Fällen die Gesamtreisezeit. Es muss also vor der Umsetzung einer solchen Linienwegsanpassung sowohl aus wirtschaftlicher Sicht (Fahrzeuge, Personal), aber auch aus Sicht der Kundenorientierung abgewägt werden, ob eine solche Anpassung sinnvoll ist.

Ähnlich sieht es aus, wenn der Linienweg durch Anpassung der Haltestellenabstände verändert wird. An einer bestehenden Linie werden neue Haltestellen eingerichtet, bestehende Haltestellen aufgelassen oder verlegt. Grundsätzlich ist es immer sinnvoll, in regelmäßigen Abständen das potentielle und reale Kundenaufkommen an jeder Haltestelle zu betrachten, um darauf gegebenenfalls reagieren zu können. Wenn eine Neubausiedlung entsteht, ist die Einrichtung einer Haltestelle im-

mer positiv zu sehen. Aber durch Verlagerung von Verkehrsströmen kann auch eine Auflassung oder Verlegung einer Haltestelle notwendig sein.

Auch um eine höhere Reisegeschwindigkeit zu erreichen kann es sinnvoll sein eine Haltestelle aufzulassen. Durch den Wegfall wird die Haltezeit inklusive der notwendigen Brems- und Anfahrzeiten eingespart, die Fahrtdauer des Busses oder der Straßenbahn kann somit verkürzt werden. Auf der anderen Seite entfällt damit auch eine Zugangsmöglichkeit für anliegende Anwohner, Geschäfte und Firmen. Es sollte also durch nahegelegene Haltestellen weiterhin eine ausreichende Erschließung des Gebietes erfolgen. Für Buslinien wird im Allgemeinen ein Einzugsbereich von ungefähr 200 bis 300 Metern angenommen, bei Straßenbahnlinien mit 300 bis 400 Metern etwas mehr. Daher sollte bei Bussen ein Haltestellenabstand von 300 bis 500 Metern eingehalten werden, bei Straßenbahnen etwa 300 bis 600 Metern. Dies ist das Optimum in der Verknüpfung zwischen Fußwegen zur Haltestelle bzw. von der Haltestelle zum eigentlichen Ziel und der Reisegeschwindigkeit des ÖPNV. Wenn die Haltestellen zu nah beieinander liegen, sinkt die durchschnittliche Geschwindigkeit des ÖPNV, liegen sie zu weit auseinander, kann zwar eine höhere Fahrtgeschwindigkeit erreicht werden, die Wege und damit die zusätzliche Reisedauer zur bzw. von der Haltestelle steigt dafür überproportional. Bei Straßenbahnen kann der Haltestellenabstand aufgrund der zumeist höheren Durchschnittsgeschwindigkeiten (zumeist eigene Gleiskörper) etwas weiter auseinander liegen, als bei Bussen, ohne dass die Reisegeschwindigkeit zu stark absinkt.¹²⁵

6.5.7. Anpassung und Verlagerung des Fahrkartenverkaufs

Eine Möglichkeit, die Haltestellenaufenthaltszeiten zu minimieren, ist eine Optimierung des Fahrkartenverkaufs und gegebenenfalls auch der Fahrkartenkontrolle durch das Fahrpersonal. Dabei hält nicht nur der Fahrscheinverkauf selbst das Fahrpersonal davon ab, weiterzufahren, sondern andere Fahrgäste werden durch den kaufenden Kunden am Einsteigen an derselben Tür gehindert, was zusätzlich aufhält.

Durch technische Einrichtungen auf Basis eines Bordcomputers mit Fahrscheindrucker, der auf Knopfdruck den gewünschten Fahrschein druckt, ist der Fahrscheinverkauf im Regelfall bereits wesentlich schneller, als wenn durch das Fahrpersonal der Fahrschein vom Block abgerissen und ggf. noch beschriftet werden muss. Auch eine offensive Kommunikation an die Fahrgäste, das Geld für den Fahrschein möglichst passend bereit zu halten, um zum einen ein zeitraubendes Suchen des

¹²⁵ Vgl. Große, 2010, S. 65.

Fahrgastes in seinem Geldbeutel, als auch ein notwendiges Heraussuchen von Wechselgeld durch das Fahrpersonal zu vermeiden.

Als weitere Optimierung in Bezug auf den Fahrkartenverkauf kann durch Installation von Fahrkartenautomaten entweder an den Haltestellen oder im Fahrzeug (vgl. Abbildung 32¹²⁶) erfolgen: das Fahrpersonal wird nicht mehr durch den Fahrscheinverkauf aufgehalten, sondern der Fahrgast kauft sich seine Fahrkarte entweder bereits vor dem Zustieg oder während der Abfahrt des Busses. Stationäre Automaten eignen sich besonders an Haltestellen, an denen erfahrungsgemäß eine Vielzahl von Fahrgästen einsteigt, die einen Fahrschein erwerben möchte, z.B. an Bahnhöfen oder der Stadtmitte. Auch die Einführung von Handy- und Online-Tickets, wie sie aktuell in vielen vor allem größeren Städten forciert wird, entlastet das Fahrpersonal im Bezug auf den Fahrscheinverkauf. Auch Fahrgäste an kleineren Stationen, an denen möglicherweise keine Fahrscheinautomaten vorhanden sind, haben so die Möglichkeit, bereits vor Fahrtantritt das Ticket zu lösen. Auch Systeme, wie die OV-chipkaart in den Niederlanden, bei denen die Fahrpreisermittlung über das Ein- und Ausloggen einer Plastikkarte beim Zu- bzw. Ausstieg des jeweiligen Verkehrsmittels berechnet wird und die eigentliche Abrechnung des Fahrpreises entweder über ein vorher eingezahltes Guthaben (prepaid) oder später per Rechnung erfolgt (postpaid), ist einem schnellen Fahrgastwechsel zuträglich, da beim Zustieg kein Fahrkartenverkauf mehr notwendig ist und die Fahrtabrechnung komplett auf die Bereiche außerhalb des Fahrzeugs verlagert wird.¹²⁷



Abbildung 32: Fahrkartenautomat in einem Bus in München mit Möglichkeit der Bar- und Kartenzahlung

Weiterhin besteht die Möglichkeit, den notwendigen Verkauf von Einzelfahrkarten zu minimieren, indem Zeitkarten oder Mehrfahrtenkarten (zum Beispiel die klassische Streifenkarte) angeboten werden. Durch diese muss der Fahrgast nicht bei jeder Fahrt wieder eine neue Fahrkarte lösen, was den Abfertigungsvorgang an Haltestellen minimiert. Maßgeblich für den Erfolg solcher Maßnahmen ist besonders bei Zeitkarten (also Wochen-, Monats- oder Jahreskarten), dass der Kunde letztendlich auch einen finanziellen Nutzen hat, die Zeitkarte also deutlich günstiger ist als die Einzelfahrkarten, die er gewöhnlich in diesem Zeitraum nutzt. Somit ist auch das Risiko für den Kunden, bei-

¹²⁶ Abbildung: eigene Darstellung.

¹²⁷ Vgl. OV-chipkaart

spielsweise bei kurzfristiger Erkrankung zu viel bezahlt zu haben, deutlich reduziert und er ist eher dazu bereit, sich eine entsprechende Zeitkarte zu kaufen. Auch bei Mehrfahrtenkarten ist darauf zu achten, dass der Kunde bzw. die Kundin die Karte in einem absehbaren Zeitraum aufbrauchen kann. Auch hier ist es natürlich ein zusätzlicher Anreiz für den Fahrgast, wenn ihm durch die Mehrfahrtenkarte ein Preisvorteil entsteht, indem die Fahrten mit der Mehrfahrtenkarte günstiger sind, als wenn er jede Fahrt einzeln mit einer Einzelfahrkarte löst. Wenn nun der Zeitkartenverkauf an Kundenzentren, Agenturen oder Automaten verlagert wird und das Fahrpersonal somit keinen Verkauf (ggf. mit notwendiger Beratung) von Zeitkarten vornehmen muss, kann die Haltezeit an Stationen verkürzt werden.

Neben dem Verkauf von Fahrkarten wird das Fahrpersonal häufig mit der Kontrolle von bereits vorhandenen Fahrscheinen beim Einstieg betraut. An Haltestellen und Regionen, an denen nur wenige Fahrgäste pro Haltestelle zusteigen und diese ihren Fahrschein mehr oder weniger „im Vorbeigehen“ am Fahrer oder an der Fahrerin vorzeigen mag dies praktikabel sein. Sobald jedoch eine größere Anzahl an Fahrgästen zusteigt, von denen womöglich der eine oder die andere erst beim Einsteigen versucht, seinen Fahrschein herauszusuchen, sorgt dies zu Verzögerungen beim Einsteigen. Auch die Tatsache, dass hierfür alle einsteigenden Fahrgäste durch die erste Tür einsteigen müssen, erscheint bei einer größeren Anzahl an Fahrgästen nicht optimal.

Für dieses Problem liegen zwei Lösungen nahe: auf der einen Seite bietet sich an, man verzichtet auf die Fahrscheinkontrolle beim Einstieg – entweder ganz oder nur zeitweise (zum Beispiel nur in der Spitzlastzeit oder vor 22:00 Uhr). Dadurch bietet sich für die Fahrgäste die Möglichkeit, an allen Türen des Fahrzeugs zuzusteigen, was den Fahrgastwechsel durch die Verteilung der Fahrgäste auf die gesamte Fahrzeuflänge und die Vervielfachung der Einstiegsmöglichkeiten erheblich beschleunigt. Dabei muss natürlich durch eigenes Kontrollpersonal die Einnahmensicherung in Form von Fahrkartenkontrollen während der Fahrt erfolgen. Die andere Möglichkeit wären umfangreiche Hinweise an den Haltestellen und außen am Bus, die den Fahrgast bereits vor dem Einsteigen darauf hinweisen, dass er beim Einstieg den Fahrschein vorzeigen soll und er ihn somit möglichst vor Ankunft des Busses bereits heraussuchen soll und der Einsteigevorgang somit rasch abgewickelt werden kann.¹²⁸

Jedoch muss auch berücksichtigt werden, dass selbst durch eine großflächige Fahrkartenkontrolle durch gesondertes Kontrollpersonal keine vollständige Erfassung der Fahrgäste garantiert werden kann und daher eine höhere Schwarzfahrerquote zu erwarten ist, als mit vollständiger Kontrolle

¹²⁸ Reinhardt, 2012, S. 428.

durch das Fahrpersonal. Fahrkartenautomaten im Fahrzeug haben oft das Problem, dass der Kauf durch den Fahrgast erst vollzogen werden kann, während die Fahrt bereits angetreten ist. Hier gibt es Möglichkeiten für den Fahrgast, den Fahrkartenkauf bewusst oder unbewusst solange hinauszuzögern, bis die Zielhaltestelle oder möglicherweise zumindest die Tarifgrenze erreicht ist, sodass weniger oder gar nicht für die erfolgte Beförderung gezahlt wird.

Auch im Fall, dass die Fahrkartenkontrolle durch das Fahrpersonal wegfällt und der Fahrscheinverkauf primär an Automaten verlagert wird, kann es aus Sicht des Kundenservice sinnvoll sein, weiterhin den Fahrkartenverkauf auch durch das Personal erfolgen zu lassen. Insbesondere für ortsunkundige Fahrgäste oder solche, die mit der Bedienung eines Automaten nicht klar kommen, wäre dies eine Hilfe. Da angenommen werden kann, dass diese Verkäufe dann nicht mehr so häufig erfolgen müssen, kann die Verlustzeit dann als vernachlässigbar gering angesehen werden.

6.5.8. Anpassung von Fahrzeugen

Zusätzlich kann die Aufenthaltsdauer an Haltestellen durch Anpassung der Fahrzeuge verringert werden. Insbesondere durch die Schaffung von genügend großen Auffangflächen nach den Türeinstiegen lässt sich der Fahrgastwechsel beschleunigen. Einsteigende Fahrgäste, die nicht sofort einen Sitzplatz finden oder aufgrund von sperrigem Gepäck oder der Nutzung eines Rollators oder Rollstuhls nicht durch die Gänge des Busses oder der Bahn passen, können so schnell Platz für nachrückende Fahrgäste schaffen. Auch beim Ausstieg können sich die Fahrgäste so einfacher und zu größerer Zahl bereits im Türbereich positionieren, um sofort nach Anhalten des Fahrzeuges und Öffnen der Türen aussteigen zu können.

Wesentlich beeinflusst wird die Fahrgastwechselzeit auch durch die Anzahl der Türen und deren gleichmäßige Verteilung über die Fahrzeuglänge. Beispielsweise setzt die Hamburger Hochbahn auf Ihren stark frequentierten Metrobuslinien 4, 5 und 6 versuchsweise einen Bus mit fünf Türen ein. Dadurch soll vermieden werden, dass Fahrgäste sich zu sehr im Türbereich aufhalten, um rechtzeitig aussteigen zu können. Die Hochbahn zitiert dabei nicht näher genannte Experten, die „von einer deutlich gleichmäßigeren Raumnutzung“¹²⁹ ausgehen. Entscheidendes Kriterium sollen vor allem die im hinteren Bereich des Busses zusätzlich angeordneten Türen sein. Somit ist für den einzelnen Fahrgast potentiell die nächste Tür schneller zu erreichen und die notorischen „in-der-Tür-Steher“ verteilen sich künftig auf fünf, anstatt drei Türen.¹³⁰

¹²⁹ Hamburger Hochbahn AG, 2014.

¹³⁰ Vgl. Hamburger Hochbahn AG, 2014.

Aus persönlicher Erfahrung kann dazu noch beigetragen werden, dass auch die falsche Anordnung der Fahrkartentwerter im Inneren des Fahrzeuges einen Rückstau beim Einsteigen verursachen kann. Wenn beispielsweise der Entwerter in unmittelbarer Nähe zur Tür angebracht ist, lädt er den Fahrgast regelrecht dazu ein, sofort sein Ticket zu entwerfen. Dies mag im Sinne der jeweils geltenden Beförderungsbedingungen sein, dass der Fahrgast unmittelbar nach Betreten des Fahrzeuges seinen Fahrschein entwertet, jedoch hält er dabei die nach ihm folgenden Fahrgäste vom Einsteigen ab.

6.5.9. Barrierefreiheit

Zuletzt sei noch auf einen wichtigen Punkt eingegangen, der besonders in Ballungsräumen mit einem entsprechend hohen Fahrgastaufkommen wesentlichen Einfluss auf die Fahrgastwechselzeit an Haltestellen Einfluss hat: der Umgang mit Personen mit eingeschränkter Mobilität (*Persons with reduced mobility – PRM*). Zu den mobilitätseingeschränkten Personen zählen schließlich nicht nur die Nutzer eines Rollstuhls oder andere körperlich eingeschränkte Personen. Grundsätzlich zählt jeder, der – zumindest vorübergehend – in seiner Bewegung und Orientierung eingeschränkt ist unter den Begriff „mobilitätseingeschränkt“. Nutzer eines Rollstuhls oder von Krücken zählen genauso unter diesen Begriff, wie Reisende mit schwerem oder unhandlichen Gepäck oder Schwangere.

Viele dieser Personen sind auf die Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln angewiesen. Auf der anderen Seite ist ihnen durch Ihre Mobilitätsbehinderung ein eigenständiges Einsteigen in das Fahrzeug bzw. ein Aussteigen aus dem Fahrzeug nicht ohne weiteres oder nur mit schweren körperlichen Anstrengungen möglich. Die zwei größten Einflussfaktoren in Bezug auf den Zu- und Ausstieg sind dabei der horizontale Abstand zwischen Bürgersteig oder Bahnsteigkante und Fahrzeug und der Höhenunterschied zwischen der Oberkante der Haltestellenfläche und dem Fahrzeugboden. Zur Erleichterung des Ein- und Aussteigens von PRM haben sich in den vergangenen Jahren folgende technische und bauliche Innovationen durchgesetzt:

- Sonderbord im Haltestellenbereich
- Niederflurfahrzeuge
- Kneeling
- Rampen und andere Einstiegshilfen

Durch das Behindertengleichstellungsgesetz (BGG) welches im Jahr 2002 in Deutschland in Kraft trat, ist die Forderung nach Barrierefreiheit gesetzlich festgehalten. Dabei wird festgehalten, dass „öffentlich zugängliche Verkehrsanlagen und Beförderungsmittel im öffentlichen Personenverkehr

(...) nach Maßgabe der einschlägigen Rechtsvorschriften des Bundes barrierefrei zu gestalten“¹³¹ sind.

Im Folgenden sollen diese Möglichkeiten weiter beschrieben werden:

Sonderbord im Haltestellenbereich

Der Bordstein im Haltestellenbereich ist erhöht, sodass der Höhenunterschied zwischen Plateau und Fahrzeug nicht so groß ist; außerdem ist der Bordstein an der Seite angeschrägt und von der Materialbeschaffenheit so konzipiert, dass die Busreifen daran anfahren können, ohne größeren Schaden zu nehmen. Dies wiederum hat zur Folge, dass die Fahrzeuge sehr nah an den Randstein heranfahren können und somit die Lücke zwischen Fahrzeug und Bordstein minimiert werden kann. Je nach Ausführung ist die Höhe der Sonderbordsteine gewöhnlich zwischen 160 und 240 mm über Schienen- bzw. Straßenoberkante ausgeführt, je nachdem, ob nur Busse oder auch Straßenbahnen die jeweilige Haltestelle anfahren sollen.¹³²

Beispielhaft sind in Abbildung 33¹³³ drei Ausführungen von Sonderborden dargestellt:

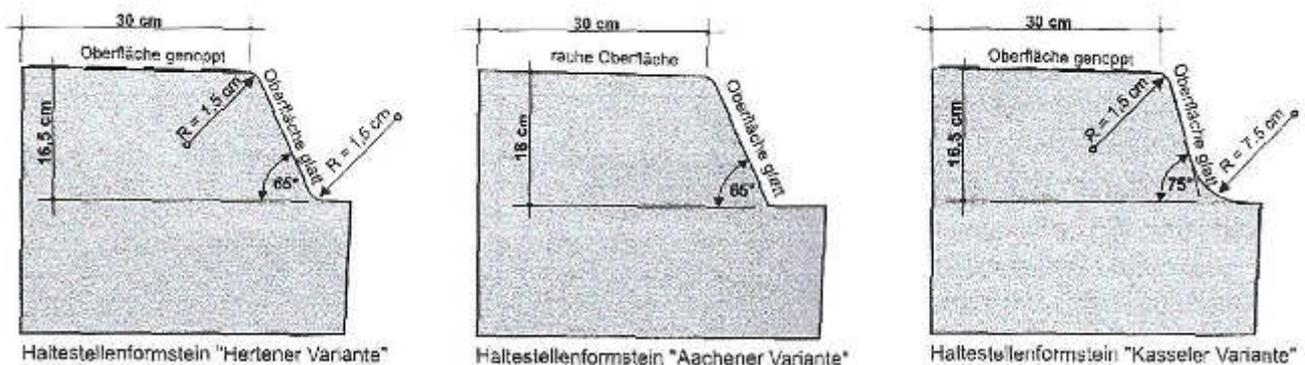


Abbildung 33: Verschiedene Sonderbord-Varianten

Niederflurfahrzeuge

1987 begann in Deutschland der flächendeckende Einsatz von Niederflurbussen¹³⁴, erste vollständig niederflurige Straßenbahnen sind seit den frühen 1990er Jahren bei den deutschen Nahverkehrsunternehmen im Einsatz¹³⁵. Wesentlich zur Entwicklung von Niederflurbussen hat der Einsatz von Ein-

¹³¹ Behindertengleichstellungsgesetz (BGG), § 8, Absatz 2.

¹³² Vgl. Reinhardt, 2012, S. 410.

¹³³ Abbildung: Reinhardt, 2012, S. 410.

¹³⁴ Vgl. Münchner Verkehrsgesellschaft mbH (MVG), 2010, S. 5.

¹³⁵ Vgl. Wikimedia Foundation Inc.

zelradaufhängungen beigetragen. Es ist also keine starre Achse mehr verbaut, sondern jedes Rad einzeln aufgehängt, was zum einen das Gewicht des Busses reduziert, zum anderen nun in der Mitte des Fahrzeuges einen durchgängig ebenen Durchgang ohne Unterbrechung durch die Querachsen ermöglicht.¹³⁶

Der Fahrzeugboden konnte dabei von ursprünglich 740 mm auf inzwischen ungefähr 320 mm Höhe über Straßenoberkante abgesenkt werden, was das Ein- und Aussteigen nicht nur für mobilitätseingeschränkte Personen erleichtert und beschleunigt, sondern prinzipiell allen Fahrgästen zugutekommt¹³⁷.

Ein ähnliches Prinzip wird bei den meisten modernen Niederflurstraßenbahnen angewendet: auch hier entfällt meist die durchgehende Achse zwischen den Rädern oder ist unterbrochen. Die Einstiegshöhe von der Schienenoberkante gemessen beträgt dabei zumeist zwischen 300 und 360 mm, wobei der Fahrzeugboden über den Triebdrehgestellen aufgrund der notwendigen Motoren und oftmals auch an den Fahrzeugenden angehoben ist. Die maximale Niederflurigkeit



Abbildung 34: ein "ULF" am Wiener Westbahnhof

erreichte wohl bisher der ULF (Ultra-Low-Floor-Vehicle, siehe Abbildung 34¹³⁸), der moderne Straßenbahntyp der Wiener Linien: Mit einer Einstiegshöhe von 180 mm und einer Fußbodenhöhe von 207 mm ab Schienenoberkante gemessen, ist dieser bisher das Fahrzeug mit dem weltweit niedrigsten Einstieg. Ein Nachteil dieses Fahrzeugs ist jedoch sein hohes Gewicht bzw. vielmehr seine hohe Achslast.¹³⁹ Die lange Variante des ULF wiegt etwa 43 Tonnen (Leergewicht). Dieses Gewicht wird auf der Fahrzeuglänge von 35,4 Metern auf sechs Achsen verteilt¹⁴⁰. Zum Vergleich: der etwa im selben Zeitraum entwickelte und mit 36,5 Metern Länge ver-

¹³⁶ Reinhardt, 2012, S. 312.

¹³⁷ Vgl. Große, 2010, S. 75.

¹³⁸ Abbildung: eigene Darstellung.

¹³⁹ Vgl. Reinhardt, 2012, S. 297f.

¹⁴⁰ Vgl. Siemens AG, 2013, S. 1

gleichbare GT8N2 (Gelenktriebwagen mit acht Achsen, Normalspur), der unter anderem in München verkehrt (dort als Baureihe R3.3 bezeichnet), wiegt mit 40 Tonnen etwas weniger, als der ULF; seine Masse verteilt sich aber auf insgesamt acht Achsen. Somit hat der ULF eine Achslast von etwa 7,2 Tonnen, während der GT8N2 auf 5 Tonnen kommt. Diese höhere Achslast setzt der Infrastruktur vermehrt zu.

Der besondere Vorteil in der Niederflurtechnik liegt daran, dass das Fahrzeug auf seiner gesamten Länge oder zumindest auf einem sehr großen Teil der Länge ebenerdig begehbar ist, dazu gehören auch die Einstiege. Durch den nahezu stufenlosen Ein- und Ausstieg kann somit der Fahrgastwechsel im Allgemeinen beschleunigt werden und kann auch an Haltestellen, die nicht besonders ausgebaut sind, nahezu ebenerdig erfolgen.

Kneeling

Zusätzlich zu den schon sehr niedrigen Einstiegshöhen bei Niederflurbussen lassen sich moderne Stadtomnibusse auch seitlich absenken. Über die so genannte „Kneeling“-Funktion (englisch für „knien“) kann die Türseite des Fahrzeugs hydraulisch ca. 80 bis 100 mm abgesenkt werden. Somit kann auch bei normalen Bordsteinen (keine erhöhten Sonderborde) mit verringertem Höhenunterschied zugestiegen werden (siehe Abbildung 35¹⁴¹).¹⁴² Durch die Kombination aus Niederflurbussen und Kneeling kann so eine Fahrzeugbodenhöhe an der Tür von 250 mm über Straßenoberkante erreicht werden. Soweit die Haltestellen mit entsprechenden Sonderborden (bis zu 240 mm Höhe über Straßenoberkante, siehe oben) ausgestattet sind, ist es somit möglich, den zu überwindenden Höhenunterschied zwischen Fahrzeugboden und Haltestellenfläche bei



Abbildung 35: Ein Bus in St. Gallen mit aktivem Kneeling an einer Haltestelle

Linienbussen auf wenige, im Idealfall sogar auf einen Zentimeter zu reduzieren und somit einen quasi stufenlosen Ein- und Ausstieg an Haltestel-

¹⁴¹ Abbildung: <http://www.bus-bild.de/bild/schweiz~staedte~stgallen/46561/ein-kneeling-man-lions-city-nr-294.html> (abgerufen am 2015-05-07).

¹⁴² Vgl. Saarbahn GmbH, 2011.

len zu realisieren.

Unabhängig davon ist es aus Sicht der Barrierefreiheit immer sinnvoll, Infrastruktur (also Haltestellen, Fahrweg) und Fahrzeuge aufeinander abzustimmen. Dies ist vor allem dort schwierig, wo an dieser Schnittstelle verschiedene Unternehmen oder externe Stellen (Behörden, Ämter, Straßenbaulastträger) beteiligt sind. Als Lösung, wo es keine befriedigende Umsetzung hierzu gibt (dies muss nicht an Abstimmungsproblemen liegen, sondern kann auch auf beengte Platzverhältnisse zurückzuführen sein, die eine bauliche Lösung verhindern), bleiben noch unterstützende Möglichkeiten, wie (Klapp-) Rampen (wie in Abbildung 36¹⁴³) oder Hublift (siehe hierzu Abbildung 37¹⁴⁴). Diese Hilfsmittel dienen körperlich eingeschränkten Personen, zum einen den Spalt zwischen Fahrzeug und Bordstein zu überwinden, auf der anderen Seite aber auch den Höhenunterschied zwischen Fahrzeugboden und Wegoberkante zu meistern.



Abbildung 36: Klapprampe zum einfacheren Ein- und Ausstieg bei der Saarbahn



Abbildung 37: Hublift an der ersten Tür einer Münchner Straßenbahn (hier bei einem Pressetermin)

¹⁴³ Abbildung: http://www.saarbahn.de/service/barrierefreie_mobilitaet/fahrzeuge (abgerufen am 2015-05-07).

¹⁴⁴ Abbildung: <http://www.region-muenchen.de/index.php?site=galerie&action=pre&catid=123> (abgerufen am 2015-05-07).

7. Auswirkungen und Nutzen

7.1. Für das Verkehrsunternehmen und die Gebietskörperschaften

7.1.1. Einsparung von Betriebskosten des ÖPNV

Für Entscheidungsträger in den Verkehrsunternehmen und den Städten und Gemeinden, die zu- meist für die Finanzierung der Bevorrangungsmaßnahmen aufkommen – auch da sie oftmals Ge- sellschafter oder Eigentümer der Verkehrsunternehmen oder eben Baulastträger für die befahrenen Straßen sind – sind im Wesentlichen langfristige Einsparungen, die durch solche Maßnahmen erzielt werden können, relevant. Neben der Frage, was eine solche Beschleunigungsmaßnahme an Kosten für Umbau der Straßen oder Um- und Ausrüstung von Ampelanlagen verursacht, sind daher die zu erwartenden Ersparnisse im laufenden Betrieb eine wichtige Entscheidungsgrundlage.

Die finanziell größten Einsparungen liegen dabei in der Reduzierung der notwendigen Umläufe auf einer Linie. Sofern durch eine Beschleunigungsmaßnahme oder das Zusammenwirken verschiede- ner Beschleunigungsmaßnahmen die tatsächliche Fahrzeit für einen kompletten Linienumlauf soweit gedrückt werden kann, dass unter Einhaltung der gesetzlichen Pausenzeiten und der betriebswirt- schaftlich sinnvollen Wendezeiten inklusive Reservezeiten ein Fahrzeug oder gar mehrere Fahrzeu- ge auf dieser Linie eingespart werden können, wurde aus Kosten-Nutzen-Sicht bereits eins der wichtigsten Ziele erreicht.

Denn die Einsparung eines Kurses auf einer Linie bedeutet die Reduzierung laufender Kosten: durch den Wegfall dieses Kurses wird ein Fahrzeug weniger benötigt, für welches Anschaffungskos- ten, sowie laufende Wartungs-, Versicherungs-, Energie- und andere Kosten (wie beispielsweise für Abstellflächen für das Fahrzeug) entstehen. Auch kann das Personal, das diesen Kurs gefahren ist, eingespart werden. Unter der Berücksichtigung, dass für einen ganztägig verkehrenden Kurs zwei bis drei Personale benötigt werden, sind die potentiell einzusparenden Lohnkosten, inklusive Lohn- nebenkosten, möglicherweise Urlaubs- oder Weihnachtsgeld, Sonn- und Feiertags- oder gar Nacht- zuschläge im laufenden Betrieb ungleich höher.

In München beispielsweise wird die Einsparung eines Fahrzeugumlaufs mit einem Gelenkbus mit einer Kostenreduzierung für Fahrzeug und Personal von rund 200.000 € jährlich angegeben. Bei Investitionskosten von ungefähr 3 Millionen € pro Maßnahmenpaket amortisieren sich diese Kosten auf diese Weise nach rund 15 Jahren.¹⁴⁵

¹⁴⁵ Stadtrat München, 2014, S. 7

Zudem kann auch Energie eingespart werden: durch Beschleunigungen an Knotenpunkten fallen für Busse und Bahnen viele unnötige und unvorhergesehene Stopps mit den damit verbundenen Abbrems- und Beschleunigungsvorgängen weg, welche bekanntlich einen großen Anteil der notwendigen Energieaufwendungen ausmachen; wenn der ÖPNV auf eigenen Trassen geführt wird und sich somit die Fahrbahn nicht mehr mit dem MIV teilen muss, so fallen auch hier unvorhergesehene Stopps durch abbiegende oder vorausfahrende Fahrzeuge weg oder durch staubedingten Stop-and-go-Verkehr. Aufgrund fehlender linienbezogener Erhebungen solcher Daten sind hierzu in den allermeisten Fällen keine verlässlichen Auswertungen zu Ersparnissen möglich. An verschiedenen Stellen in der Literatur wird jedoch von Energie-Einsparungen von ungefähr 10% auf beschleunigten Linien gesprochen und auch die Umfrage zu Kapitel 8.3 bestätigt zum Teil diese Angabe. Diesen Wert in absoluten Zahlen auszudrücken ist recht schwierig, da dieser Wert für jede Linie in Abhängigkeit ihres Taktes, ihrer Betriebszeiten, der eingesetzten Fahrzeuge (Solobus, Gelenkbus, Buszug, Doppelgelenkbus,...), sowie der Länge der Strecke auf die diese Beschleunigung hochgerechnet werden kann, sehr unterschiedlich ausfällt. Dennoch soll dies hier exemplarisch anhand der in Kapitel 1 genannten Metrobuslinien 59 aus München versucht werden. Die ermittelten bzw. zum Teil angenommenen Werte finden Sie in Tabelle 2.

Beschreibung	Wert
Einfache Streckenlänge	14 km
Betriebszeiten	Ca. 4 Uhr bis 1 Uhr
Taktintervall	Überwiegend 10 Minuten 20 Minuten in Tagesrandlage
Fahrten pro Tag und Richtung Mo-Fr	105
Fahrten pro Tag und Richtung Sa/So/Feiertag	90
Anzahl Tage Mo-Fr	248
Anzahl Samstage/Sonntage/Feiertage	117
Durchschnittlicher Verbrauch (Gelenkbus) ohne Bevorrangung	60 Liter/100 km ¹⁴⁶
Kraftstoffpreis	1,00 €/Liter ¹⁴⁷

Tabelle 2: zugrundegelegte Werte zur Berechnung der Kraftstoffeinsparung

¹⁴⁶ Vgl. Leuthardt, 2010, S. 33

¹⁴⁷ Vgl. Leuthardt, 2010, S. 33

Aus diesen Werten ergibt sich eine Laufleistung von gut 1 Million km jährlich auf der genannten Linie:

$$\left(\left(248 \text{ Tage}_{Mo-Fr} \times 105 \frac{\text{Fahrten}}{\text{Tag}_{Mo-Fr}} \right) + \left(117 \text{ Tage}_{Sa/So/Fei} \times 90 \frac{\text{Fahrten}}{\text{Tag}_{Sa/So/Fei}} \right) \right) \times 28 \frac{\text{km}}{\text{Fahrt}}$$
$$= 1.023.960 \text{ km}$$

Dies wiederum ergibt einen Kraftstoffverbrauch ohne Bevorrangungsmaßnahmen von 614.376 Litern pro Betriebsjahr und entsprechend Kosten von 614.376 € im Jahr.

Wenn man nun eine Verringerung des Kraftstoffverbrauchs infolge der umgesetzten Beschleunigungsmaßnahmen um 10 % ansetzt, ergeben sich also Einsparungen von 61.438 Litern im Jahre und folglich eine finanzielle Einsparung von 61.438 € Kraftstoffkosten im Jahr für diese eine Linie.

7.1.2. Einsparung von weiteren Kosten

Die vorgenannten Einsparungen erzielen die Verkehrsunternehmen, deren Linien von den Beschleunigungsmaßnahmen profitieren. Indirekt werden diese über geringere Ausgleichszahlungen oder Bestellerentgelte an die Städte und Gebietskörperschaften weitergereicht, sodass in der Regel über diesen Weg die Stelle, die eine solche Maßnahme finanziert hat auch von den Kostenersparnissen profitiert.

Eine weitere Ersparnis, die nicht beim Verkehrsunternehmen anfällt, sondern direkt bei der Stadt oder Ihrem Straßenbauamt, sind die Energieeinsparungen an den Signalanlagen. Dort wo Beschleunigungsmaßnahmen an Knotenpunkten vorgenommen werden, gibt es zwei Möglichkeiten, mit den dortigen Ampelanlagen umzugehen: entweder die Ampeln werden umgebaut oder sie werden ausgetauscht. Ein Umbau ist in der Regel wirtschaftlich nur an Anlagen zu vertreten, die noch recht neu sind, also jünger als ungefähr 10 Jahre sind¹⁴⁸. Bei allen anderen Anlagen ist zumeist ein Austausch gegen eine komplett neue Anlage wirtschaftlich sinnvoller. Da bei modernen Anlagen Signaloptiken auf LED-Basis zum Einsatz kommen und LED-Lampen bekanntermaßen weniger Energie benötigen, als vergleichbare Glühlampen, kann hieraus eine erhebliche Einsparung an Energie und den damit verbundenen Energiekosten erzielt werden. In den Beschlussvorlagen des Stadtrates der Stadt München zu Bevorrangungsprojekten wird die Ersparnis mit 90% (7 W statt 70 W) beziffert¹⁴⁹. Da bei LED-Anlagen keine Glühbirnen zum Einsatz kommen, die nach gewisser Lebensdauer ausgetauscht werden müssen, entfallen dadurch notwendige Techniker-Einsätze. LED-

¹⁴⁸ Die wirtschaftliche Lebensdauer einer Ampelanlage wird mit 20 Jahren angesetzt.

¹⁴⁹ Vgl. u.a. Stadtrat München, 2014, S. 5

Leuchtmittel sind so langlebig, dass ein Ausfall innerhalb der Lebensdauer der Ampelanlage nicht vorkommt. Dadurch kann auch die Ausfallzeit der Anlage verringert werden: 40% der Ausfallzeiten von Ampeln sind auf ausgefallene Lampen zurückzuführen. Diese Ausfallzeiten entfallen somit ebenfalls und steigern die Verkehrssicherheit. Zudem erhöhen LED-Signalgeber die Verkehrssicherheit, indem sie auch bei Gegenlicht leicht erkennbar sind.¹⁵⁰

7.1.3. Erhöhung der Pünktlichkeit und Betriebsstabilität

Ein weiterer wichtiger Punkt, auf den viele Verkehrsunternehmen zielen wenn sie Beschleunigungsmaßnahmen angehen, ist die Steigerung der Pünktlichkeit und damit der Betriebsstabilität. Allein dadurch, dass durch Beschleunigungsmaßnahmen entweder die Abhängigkeit vom Individualverkehr verringert wird (z.B. bei Sonderspuren oder eigenem Gleiskörper) oder aber ungeplante Aufenthalte an Knotenpunkten wegfallen (z.B. bei Ampelbeeinflussungen) kann die Pünktlichkeit der ÖPNV-Linien erhöht werden. Indem durch die Beschleunigung an Knotenpunkten sichergestellt ist, dass der Bus oder die Straßenbahn innerhalb kurzer Zeit eine Freigabe bekommt und somit die Aufenthaltszeiten vor dem Knotenpunkt gering gehalten wird, kann zum einen die Verlustzeit am Knoten verringert werden, aber auch die Planbarkeit für die Querung des Knotens ist um einiges höher. An dem folgenden Beispiel lässt sich gut darstellen, wie aufgrund der Beschleunigung die Streuung der tatsächlichen Querungsdauer verringert wird.

Das Beispiel in Abbildung 38¹⁵¹ bezieht sich auf den Knoten Barerstraße/Schellingstraße in München (vgl. auch die Darstellung des Knoten in Abbildung 39¹⁵²). Ohne aktives Beschleunigungsprogramm an der Ampelanlage (beispielweise aufgrund von Baumaßnahmen in diesem Bereich) sind Fahrzeiten vom Anmeldepunkt MP 12 bis zum Abmeldepunkt MP 13 von gut 20 Sekunden bis maximal 120 Sekunden gemessen worden.

¹⁵⁰ Vgl. Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, 2007, Kapitel 4.5, S. 119.

¹⁵¹ Abbildung: Stadtwerke München GmbH/MVG, 2010

¹⁵² Abbildung: eigene Darstellung.

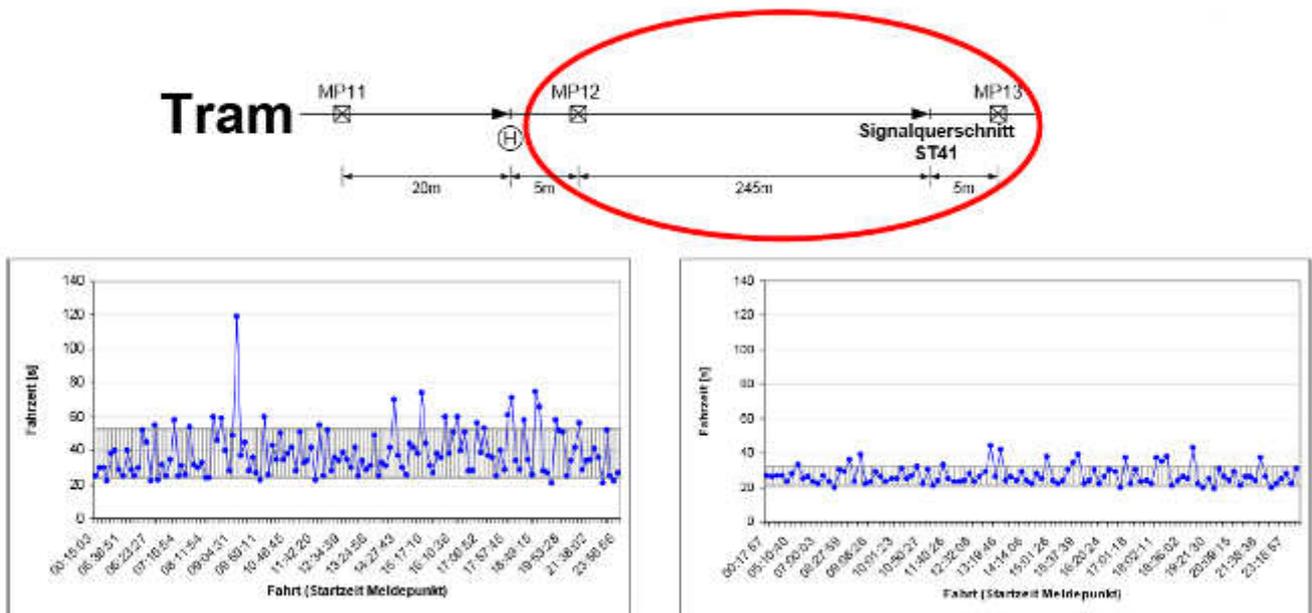


Abbildung 38: Vergleich Fahrzeitstreuung mit deaktiviertem (links) und aktivierten (rechts) Beschleunigungsprogramm

Eine Vielzahl von Messwerten liegt dabei besonders während der nachmittäglichen Hauptverkehrszeit (ca. 16 bis 19 Uhr) zwischen 60 und 80 Sekunden. Bei aktiver Beschleunigung sind die minimalen Werte etwas nach unten verschoben, die Streuung in den oberen Bereichen ist aber weit weniger ausgeprägt. Insbesondere fällt auf, dass die Werte am Nachmittag kaum höher liegen, als am übrigen Tag.

Während der Fahrten mit aktivem Beschleunigungsprogramm an der Signalanlage sind diese in Summe nicht nur schneller über den Knoten gekommen, was einer Verkürzung der Fahrzeit entspräche, sondern die Messwerte sind auch viel näher beieinander, was sich auch durch die Standardabweichung σ ausdrücken



Abbildung 39: Überblick über den Knoten Barer-/Schellingstraße aus Sicht des Straßenbahnfahrers

lässt. Die Standardabweichung ist ein Maß aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung für die Streuung der Werte einer Zufallsvariable um den Erwartungswert μ . An dieser Stelle soll nicht weiter auf die

mathematische Ermittlung der Standardabweichung eingegangen werden, sondern vielmehr mit Hilfe dieses Maßes verdeutlicht werden, dass die Planbarkeit der Dauer für die Durchfahrt zwischen Anmeldepunkt und Abmeldepunkt mit einer aktiven Ampelbeschleunigung erheblich gesteigert werden kann.

Im oben beschriebenen Fall mit nicht aktiver Bevorrangung beträgt $\sigma = 14,4$ Sekunden. In 68,3 % aller Fälle kommt es also vor, dass die Straßenbahn bis zu 14,4 Sekunden länger oder kürzer als der Erwartungswert für die Durchfahrt vom Anmelde- bis zum Abmeldepunkt der Ampelanlage benötigt und entsprechend entweder bis zu 14,4 Sekunden zu früh oder zu spät an der folgenden Haltestelle eintrifft. Sobald die Beschleunigung an der Ampel aktiviert ist, schrumpft die Standardabweichung auf 5,4 Sekunden. Es liegt also nur noch eine Spanne von gut 10 Sekunden vor, in der sich die allermeisten Fahrten bewegen.

Diese Verringerung der Standardabweichung von nur neun Sekunden ins Positive oder ins Negative mag auf den ersten Blick marginal erscheinen, jedoch sind dies nur die Werte für eine einzige Ampeldurchfahrt. Langlaufende Bus- oder Straßenbahnlinien überqueren jedoch auf ihrem Linienweg ein Vielfaches an Knotenpunkten mit Ampelsteuerung. Bei 25 Ampeln pro Fahrtrichtung sind das schon vier Minuten Unterschied, für einen kompletten Linienumlauf sogar acht Minuten. Zur Betonung nochmals: es geht hier nicht um Verkürzung der planmäßigen Fahrzeit, sondern nur um die Abweichung aufgrund der Streuung zur Überquerung von Knotenpunkten.

Wenn also die Streuung der Fahrzeiten verringert wird, ist zum einen mit einer höheren Stabilität im Fahrplan zu rechnen, sodass Verspätungen in Folge von ungeplanten Aufenthalten an Signalanlagen seltener auftreten oder wenn sie auftreten fallen diese deutlich geringer aus. Auf der anderen Seite kann aus diesem Grund die Wendezeit an Knotenpunkten oder auch die Aufenthaltszeit an Zwischenhalten, die zum Auffangen von Verspätungen dient, verringert werden. Insbesondere an Wendepunkten müssen zwar noch die notwendigen Pausenzeiten eingehalten werden und ein vollständiger Wegfall von Wendezeiten ist aus Sicht der Betriebsstabilität auch nicht sinnvoll, aber wenn aufgrund von Beschleunigungsmaßnahmen wie oben beschrieben acht Minuten an „Unsicherheit“ aufgrund von Ampeln eingespart werden können, kann dies durchaus ein komplettes Fahrzeug bedeuten, welches wegfallen kann. Die Pünktlichkeit konnte aufgrund dessen beispielsweise bei den Stadtbuslinien 144 und 145 in München im ersten halben Jahr nach Umsetzung der Beschleunigungsmaßnahmen im Dezember 2013 um 3 Prozentpunkte gesteigert werden¹⁵³.

¹⁵³ Vgl. Stadtrat München, 2014, S. 4

7.1.4. Erhöhung der Fahrgastzufriedenheit und Fahrgastzahlen

Wie im folgenden Kapitel 7.2.1 näher beschrieben wird, empfindet der Fahrgast eine beschleunigte Straßenbahn- oder Buslinie im Allgemeinen als hochwertiger und aufgrund der gesteigerten Zuverlässigkeit als attraktiver. Dies kommt auch dem Verkehrsunternehmen zugute, da zufriedeneren Fahrgäste gerne wieder den ÖPNV als Verkehrsmittel wählen und auch ihrer Familie, ihren Freunden und Bekannten weiterempfehlen. Dieses Ergebnis spiegelt sich auch darin wieder, dass auf Linien mit umgesetzten Bevorrangungsmaßnahmen die Fahrgastzahlen in den allermeisten Fällen steigen. Zwar ist die Quantität der Fahrgastzuwächse, die auch auf die Beschleunigungsmaßnahmen direkt zurückzuführen sind, nicht direkt messbar, da auch andere Effekte im Umfeld zu einer Fahrgastverlagerung führen können. Dennoch sprechen die Zahlen in den meisten Fällen für sich. Die Metrobus-Linie 53 in München beispielsweise hat in den ersten fünf Jahren nach Umsetzung der Beschleunigungsmaßnahmen gut 12 % mehr Fahrgäste befördert als zuvor und ist damit zur fahrgastreichsten Buslinie in München geworden.¹⁵⁴

Auch die Anzahl der Stammfahrgäste steigt mit solchen Maßnahmen. Der Anteil der Fahrgäste also, die die betrachtete Linie regelmäßig nutzen und somit nahezu tagtäglich von den Bevorrangungsmaßnahmen profitieren. Bei der Münchner Museenlinie 100 konnte in den ersten 10 Monaten nach Realisierung der Bevorrangungsmaßnahmen der Anteil der Stammfahrgäste um gut 4 % gesteigert werden. Ebenso hat im selben Zeitraum die Zufriedenheit der Fahrgäste zugenommen: 88 % der Fahrgäste sind mit der Pünktlichkeit zufrieden (vor der Beschleunigung 70 %). 36 % der befragten Fahrgäste waren nach Umsetzung der Bevorrangung mit der Schnelligkeit der Linie „sehr zufrieden“, vorher waren dies nur 14 %.¹⁵⁵

7.2. Für den Fahrgast

7.2.1. Erhöhung der Beförderungsqualität

Der zweite große Nutznießer von Bevorrangungsmaßnahmen ist der Endkunde des ÖPNV, also der Fahrgast. Überall dort, wo die Fahrzeiten durch Beschleunigungsmaßnahmen verkürzt werden, ist für den Fahrgast auch ein schnelleres Vorankommen zu erwarten. Er kann nach Umsetzung der Maßnahmen schneller sein Ziel erreichen. Zwar liegen diese Fahrzeiteinsparungen oftmals nur im Minutenbereich, sodass auf einfachen Relationen ohne Umsteigebeziehungen der direkte Nutzen

¹⁵⁴ Vgl. Stadtwerke München GmbH/MVG, 2011, S. 1

¹⁵⁵ Vgl. Stadtwerke München GmbH/MVG, 2012, S. 1.

eher gering ist, dennoch gibt es unter Umständen dem Fahrgast ein besseres Gefühl, eine gewisse Schwelle an Fahrtdauer zu unterschreiten (beispielsweise „ich kann jetzt in weniger als einer Viertelstunde zur Arbeit fahren, weil die Fahrzeit von 17 auf 14 Minuten verkürzt wurde“).

Wie im Kapitel 7.1.3 bereits dargestellt werden durch Bevorrangungsmaßnahmen die Fahrzeiten nicht nur verkürzt, sondern auch die Verlässlichkeit der Busse und Bahnen erhöht. Somit kann der Fahrgast auf der einen Seite künftig auf eine höhere Zuverlässigkeit und Pünktlichkeit der ÖPNV-Linie vertrauen. Dies ist vor allem aus Komfortgründen ein wesentliches Merkmal, da nun nötige Wartezeiten auf das verspätete ÖPNV-Verkehrsmittel entfallen und auch die Fahrt selbst für den Fahrgast angenehmer abläuft, wenn die geplanten Fahrzeiten gehalten werden können und er sich somit sicher sein kann, pünktlich am Ziel anzukommen.

Zusätzlich ergeben sich auf Relationen, auf denen die Fahrgäste umsteigen müssen, höhere Sicherheiten in der Anslusserreichung. Egal ob es ein systeminterner Übergang (Umstieg Straßenbahn zu Bus) oder ein systemexterner (z.B. Umstieg Bus zu Zug) ist, ist der Fahrgast auf einen pünktlichen Zubringer angewiesen, um das abgehende Verkehrsmittel sicher zu erreichen. Bei Anschlüssen besteht das zusätzliche Problem, dass letztendlich nicht nur die Einzelverspätung eines Fahrzeuges der Endverspätung entspricht, sondern die Endverspätung um ein Vielfaches höher sein kann, da bei einem Anschlussverlust auf den nächsten Bus oder die nächste Bahn gewartet werden muss. Aus diesem Grund ist eine hohe Zuverlässigkeit besonders bei Umsteigerelationen wichtig, damit beauskunftete Umstiege auch verlässlich gewährleistet werden können. Da der Fahrgast selbst keinen Einfluss auf das Erreichen eines Anschlusses hat, fühlt er sich entsprechend machtlos, was dazu führt, dass er auf „die Bahn“ oder „den Bus“ schimpft und insgesamt eine eher niedrige Zufriedenheit mit seinem Verkehrsmittel hat.

Auch wenn der Fahrgast durch die Beschleunigungsmaßnahmen des ÖPNV zumindest das Gefühl hat, schneller voranzukommen, als der MIV gibt ihm das ein besseres Gefühl, was ihn wiederum zufriedener mit seiner Verkehrsmittelwahl macht. Wenn der Bus oder die Bahn im Berufsverkehr an den langen Staus vor Knotenpunkten auf einer eigenen Spur vorbeifahren kann und anschließend am Knoten über Grünzeitenmodifikationen schnell über den Knoten kommt, funktioniert nicht nur die „echte“ Beschleunigung des ÖPNV, sondern der Fahrgast erfährt eine Art „psychologische Beschleunigung“. Auch wenn an der nächsten Haltestelle der MIV wieder auf- oder gar überholen kann, bekommt der Fahrgast das Gefühl, dass er mit dem ÖPNV weit weniger verkehrsbedingte Aufenthaltszeiten hat.

Ein weiteres Plus für den Fahrgast ist der nun gleichmäßigere Fahrtverlauf. Durch wegfallende Brems- und Anfahrvorgänge an Knotenpunkten oder durch Behinderungen durch den MIV hat der

Fahrgast ein ähnlich hochwertiges Fahrgefühl, wie im Privat-PKW. Da das Anhalten im Idealfall nur noch an Haltestellen erfolgt, wo die Brems- und Anfahrbeschleunigung nicht allzu hoch sein sollte, kann es nun auch Fahrgästen eher zugemutet werden, während der Fahrt im Fahrzeug stehen zu bleiben, da die Brems- und Beschleunigungsvorgänge nicht mehr so häufig vorkommen. Auch für sitzende Fahrgäste ist der Fahrkomfort ein wesentlich höherer, wenn die Fahrt nicht ständig durch Bremsen und Wiederauffahren unterbrochen wird (das typische „Nicken“ der Fahrgäste durch das Bremsen und Anfahren entfällt).¹⁵⁶

7.2.2. Fahrgastinformation durch belastbare Prognose

Wie zuvor in Punkt 7.1.3 geschildert, kann durch die Entkopplung des ÖPNV vom MIV und die Verringerung der Streuung der Fahrzeiten an Signalanlagen die Planbarkeit der Fahrzeiten verbessert werden. Erst diese Zuverlässigkeit der Fahrzeiten ermöglicht im laufenden Betrieb eine sinnvolle Prognose der Fahrzeit, die bis zu einem bestimmten Punkt, wie beispielsweise einer Haltestelle, benötigt wird. Erst eine solche einigermaßen zuverlässige Prognose macht eine Fahrgastinformation an Haltestellen von Bus und Bahn oder auch im Internet mit Echtzeitdaten möglich. Zwar könnte man auch so auf Basis der Daten aus dem RBL die theoretische Fahrzeit von der aktuellen Position des Busses oder der Straßenbahn bis zur Haltestelle berechnen, aber die Zuverlässigkeit dieser Daten wäre aufgrund der oben beschriebenen möglichen Einflüsse sehr gering. Durch Beseitigung dieser externen Beeinflussungen des Betriebes ist die Fahrzeitstreuung geringer und somit die Prognose der noch ausstehenden Fahrzeit präziser. Neben der in Abbildung 40¹⁵⁷ dargestellten Abfahrtsanzeige an Haltestellen aufgrund Echtzeitprognosen gibt es in verschiedenen Städten, darunter auch Erfurt, bereits Projekte, bei denen auf den Informationsmonitoren im Fahrzeug die noch verbleibende Fahrzeit bis zu den



Abbildung 40:
Haltestelle mit integrierter
Echtzeit-Abfahrtsanzeige
zur Fahrgastinformation

¹⁵⁶ Vgl. Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, 2007, Kapitel 6.1, S. 29.

¹⁵⁷ Abbildung: eigene Darstellung.



Abbildung 41: Fahrgastinformation im Fahrzeug mit hochgerechneter Fahrzeit zu den nächsten Haltestellen

nächsten Haltestellen dargestellt wird (vgl. Abbildung 41¹⁵⁸). Auch diese Zeiten sind Prognosen grund der aktuellen Betriebslage und der hochgerechneten Fahrtdauer von der aktuellen Position und so präzise nur deshalb möglich, weil externe Einflüsse durch Ampeln und MIV durch die Bevorrangungsmaßnahmen minimiert sind.

7.3. Für Dritte

7.3.1. Auswirkungen auf den IV

Aus Sicht des MIV werden durch die Bevorrangung des ÖPNV zumeist vorwiegend Einschränkungen für sich selbst erkannt: für eine Busspur muss eine Fahrspur aufgelassen werden, für die Errichtung eines Haltekaps entfallen Parkplätze und die Bevorrangung von Bus und Bahn an einem Knoten zerstört die Grüne Welle. Dennoch kann auch der MIV Nutzen aus Bevorrangungsmaßnahmen des ÖPNV ziehen.

FußgängerInnen und Rad fahrende

Dass es unter Umständen diese negativen Auswirkungen für den Individualverkehr gibt, ist unbestritten. Dabei haben Beschleunigungsmaßnahmen nicht nur Auswirkungen auf den motorisierten IV, sondern auch auf Fußgänger und Radfahrer.

Um die Freigabezeiten an Kreuzungen kurz zu halten, müssen auch die Grün- und Räumzeiten für Fußgänger möglichst kurz gehalten werden. Aus diesem Grund werden oftmals im Rahmen von Beschleunigungsmaßnahmen zusätzliche Mittelinseln an Knotenpunkten gebaut, was grundsätzlich das Queren der Straße für Fußgänger und Radfahrer erleichtert. Sie haben somit nochmals eine „rettende“ Insel während des Überquerens der Straße.

¹⁵⁸ Abbildung: <http://www.nahverkehrs-praxis.de/news/nahverkehrspraxis-top-news/article/erfurter-verkehrsbetriebe-optimierte-fahrgastinformationen-im-fahrzeug/> (abgerufen am 2015-03-17)

Auf der anderen Seite kann es bei Beschleunigungsmaßnahmen an Ampelkreuzungen auch zu einer Erhöhung der Rotgeher-Quote kommen. Sobald aufgrund von Bevorrechtigung des ÖPNV und einer daher eingeschobenen Sonderphase in Kombination mit den regulären Ampelphasen des Knotenpunkts ohne Freigabezeitausgleich eine gewisse Wartezeit für Fußgänger und Fahrradfahrer überschritten wird, werden diese dazu verleitet, die Kreuzung bei rot zu überqueren, was der allgemeinen Verkehrssicherheit abträglich ist. Aufgrund der Tatsache, dass der ÖPNV durch die Beschleunigung die Kreuzung mit unverminderter Geschwindigkeit passiert, da er nicht mehr durch die LSA aufgehalten wird, verstärkt die Gefährdung von zu Fuß gehenden, die die Straße bei rot queren erheblich.¹⁵⁹

Aber auch im Bereich der „freien Strecke“ also zwischen zwei Knotenpunkten, kann das Queren für Fußgänger und Rad fahrende möglicherweise erschwert werden: sobald eigene Busspuren oder Straßenbahntrassen in Mittellage eingerichtet werden, können Fußgänger und Rad fahrende nicht mehr ohne Weiteres queren. Daher werden zwar auch hier oft zusätzliche Querungshilfen in Form von kleinen Verkehrsinseln eingerichtet¹⁶⁰, dennoch passieren in diesen Bereichen oftmals Unfälle durch unachtsame Fußgänger und Radfahrer, die die Straßenbahn oder den Bus auf der Mitteltrasse übersehen. Daher ist es ratsam, an solchen Punkten Sperrsignale oder Warnlichter für die Fußgänger und Radfahrer anzubringen, die eine Annäherung eines ÖPNV-Fahrzeugs signalisieren. Auch eine unterstützende Warnung durch akustische Signalisierung der Annäherung oder Lichter im Straßenboden sind denkbar, um Fußgänger vor einer Kollision mit einer Straßenbahn oder einem Bus zu warnen.¹⁶¹

Motorisierter Individualverkehr

Für Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmer des MIV ergeben sich die (empfundenen) Einschränkungen zumeist in zwei Formen:

- Verringerung des Verkehrsraums
- Verlängerung der Wartezeiten an LSA

Die Verringerung des Verkehrsraums ergibt sich durch den Wegfall von Fahrstreifen oder die Auflassung von einzelnen Parkplätzen oder ganzen Parkstreifen, um Bevorrangungsmaßnahmen des

¹⁵⁹ Vgl. Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, 2007, Kapitel 6.1, S. 31.

¹⁶⁰ Diese Inseln sind gemäß §16, Absatz 8 BOStrab bei Straßenbahntrassen in Deutschland verbindlich vorgesehen: „Bei Fußgängerüberwegen über einen besonderen Bahnkörper müssen zwischen diesem und benachbarten Straßenfahrbahnen Schutzinseln für Fußgänger vorhanden sein, wenn das Überschreiten von Bahnkörper und Straße nicht durch Wechsellichtzeichen geregelt ist.“

¹⁶¹ Vgl. Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, 2007, Kapitel 6.1, S. 19.

ÖPNV umzusetzen. Dies kann notwendig sein, um Sonderspuren für den ÖPNV einzurichten (ganze Fahr- oder Parkstreifen) oder aber beispielsweise durch das Einrichten von Kaphaltstellen. Bei der Umsetzung der entsprechenden Maßnahmen sind solche Auswirkungen auf den ÖPNV unvermeidlich. Dennoch sollte natürlich immer versucht werden, durch entsprechende Gegenmaßnahmen, beispielsweise wegfallende Parkplätze in der näheren Umgebung durch Ausweisung neuer Parkflächen aufzufangen.

Auf der anderen Seite befürchten Autofahrer erheblich längere Fahrzeiten durch die Priorisierung des ÖPNV an Knotenpunkten. Je nach Art der Bevorrangung des ÖPNV an der Signalanlage kann es dazu kommen, dass die auf den MIV optimierte Grüne Welle durch die Anmeldung eines Busses oder einer Straßenbahn an der LSA zerstört wird und der MIV innerhalb eines Straßenzuges mit Grüner Welle aufgehalten wird. Verantwortlich dafür können entweder feindliche Ampelphasen des ÖPNV sein (z.B. ÖPNV verkehrt in der Querrelation oder muss über die MIV-Spuren abbiegen) oder aber es erfolgt ein Phasentausch, um dem ÖPNV-Fahrzeug, welches hinter dem Fahrzeugpulk des MIV verkehrt, beim Eintreffen am Knoten eine Freigabe zu bieten. Im Einzelfall kann dies tatsächlich dafür ursächlich sein, dass der MIV länger als gewöhnlich für das Durchfahren der Strecke benötigt. Verschiedene Untersuchungen zu Bevorrangungsmaßnahmen zeigen jedoch, dass ganzheitlich betrachtet eine Priorisierung des ÖPNV an Kreuzungsanlagen auch für den MIV positive Auswirkungen haben können.

Eine Untersuchung in München beispielsweise zeigte, dass für parallel zur bevorrechtigten Straßenbahn verkehrende Verkehrsströme insgesamt eine Verflüssigung und Beschleunigung erfahren haben. Da die parallel zur Straßenbahn verkehrenden Fahrrichtungen gleichzeitig mit der Straßenbahn eine Freigabe erhalten, sind diese Verkehrsströme an Knotenpunkten bevorrechtigt. Der Querverkehr muss natürlich das Passieren der Straßenbahn abwarten. Da aber ein Ausgleich der Freigabezeit erfolgt (die Phase des Querverkehrs wird nur verschoben bzw. die folgende Phase in Richtung der Straßenbahn um die zuvor zugegebene Zeit verkürzt, sodass die Summe aller Phasen dem Regelumlauf entspricht), ergeben sich für den Querverkehr zwar

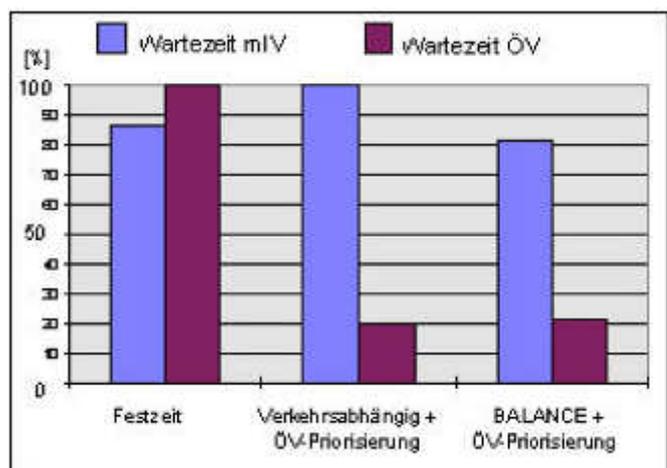


Abbildung 42: Wartezeiten für IV und ÖV bei unterschiedlichen Steuerungsverfahren

zu Zeiten einer Straßenbahn-Querung etwas längere Wartezeiten, insgesamt sind die Wartezeiten für den MIV an den Knotenpunkten mit ÖPNV-Bevorrangung nur unwesentlich höher. Dies zeigt auch Abbildung 42¹⁶².

Hier werden verschiedene Arten der Ampelsteuerung und die damit verbundenen Wartezeiten für MIV und ÖPNV verglichen. Beim Einsatz einer ÖPNV-Priorisierung konnten die Wartezeiten des ÖPNV gegenüber einer Festzeitsteuerung (feste Phasen im Signalprogramm) um 80 % reduziert werden, während die Wartezeiten für den MIV geringfügig stiegen. Im Falle einer ÖPNV-Priorisierung in Kombination mit dem Verkehrsmanagement BALANCE, also einer knotenpunktübergreifenden, verkehrsabhängigen Steuerung der Signalanlagen konnten die geringen ÖPNV-Wartezeiten beibehalten werden, obwohl für den MIV sogar eine Verbesserung gegenüber dem „Vorher“-Zustand mit Festzeitsteuerung erzielt werden konnte. Eine klassische Win-Win-Situation sowohl für den ÖPNV, als auch für den MIV.¹⁶³ Da mit einer fahrzeugbeeinflussten Signalsteuerung für den ÖPNV nur dann eine Freigabe für Busse und Bahnen erfolgt, kann die Zeit stattdessen für Phasen des MIV genutzt werden, soweit kein ÖPNV-Fahrzeug in Annäherung ist. In Mannheim beispielsweise wurde die Freigabezeit der Stadtbahnsignale im Rahmen der Beschleunigungsmaßnahmen im Jahr 2000 um gut 95 % gesenkt (vgl. Abbildung 43¹⁶⁴). Trotz geringerer Freigabezeiten für die Stadtbahn sanken auch die Verlustzeiten um knapp 66 % und die Reisezeit wurde um 33 % verkürzt, da die Freigabe nun fahrzeuggerecht auf Anforderung erfolgt. Auch für die Verkehrsströme des MIV nahm die Reisezeit im Mittel leicht (um ca. 3 %) ab.¹⁶⁵

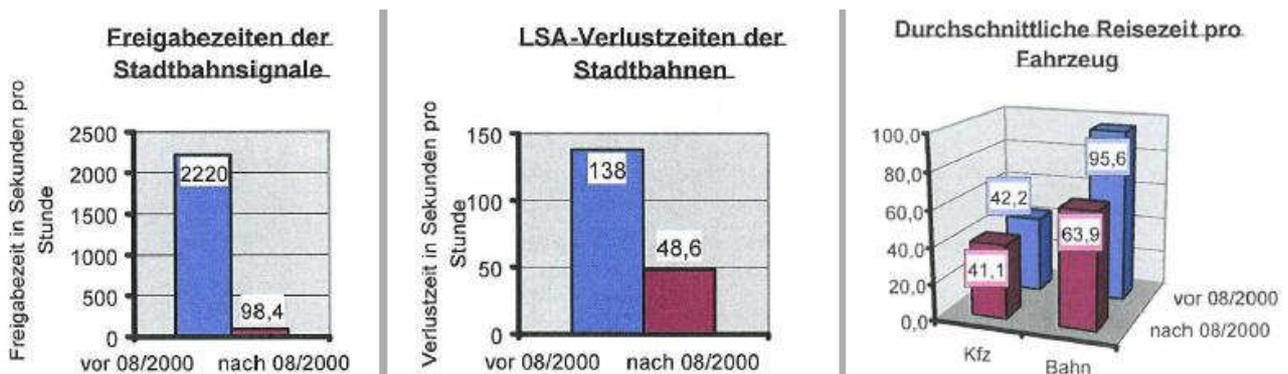


Abbildung 43:

Auswirkungen der Bevorrangungsmaßnahmen in Mannheim Jahr 2000 auf Stadtbahn und MIV

¹⁶² Abbildung aus: Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, 2007, Kapitel 6.1, S. 34.

¹⁶³ Vgl. Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, 2007, Kapitel 6.1, S. 34f.

¹⁶⁴ Abbildung nach: Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, 2007, Kapitel 6.1, S. 33.

¹⁶⁵ Vgl. Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, 2007, Kapitel 6.1, S. 33.

7.3.2. Auswirkungen für Anliegerinnen und Anlieger

Auch die Anliegerinnen und Anlieger befürchten im Rahmen von Beschleunigungsmaßnahmen Einschränkungen. So kann der Autor dieser Arbeit über ein Gespräch zur 2011 eröffneten Straßenbahnlinie 16 zwischen Effnerplatz und St. Emmeram in München berichten. Die Strecke wurde nahezu vollständig als besonderer Gleiskörper mit Rasengleis in Mittellage ausgeführt (siehe dazu auch Abbildung 44¹⁶⁶).

Der Anwohner, mit dem das Gespräch geführt wurde, zeigte sich wenig begeistert darüber, dass Fahrzeuge des MIV nun bis zur nächsten Kreuzung zum Wenden fahren müssten, damit diese sein Grundstück erreichen könnten. Insbesondere für Rettungskräfte, die ihn möglicherweise im Falle einer plötzlichen Erkrankung erreichen müssten, sei dies ein unzumutbarer Umweg. Grundsätzlich kann diesem Argument nicht widersprochen werden. Eine Trasse in



Abbildung 44: Durch das Rasengleis zwar optisch schön, dennoch eine Trennung des Verkehrsraums: die Straßenbahntrasse in Mittellage auf der Strecke nach St. Emmeram in München

Mittellage, die aufgrund ihrer Ausführung als Rasengleis oder durch eine bauliche Abtrennung vom übrigen Straßenplanum nicht querbar ist, ist nicht nur optisch, sondern auch verkehrlich eine Trennung der Straße. Dennoch muss auch berücksichtigt werden, dass auch ein einfacher Grünstreifen in der Mitte der Straße, eine solche Trennung darstellt und eine Wendefahrt zur nächsten Kreuzung notwendig machen kann.

Dennoch sollten auch Anwohnerinnen und Anwohner nicht die positiven Effekte ausblenden, die für sie durch Beschleunigungsmaßnahmen entstehen. Denn ein solches Rasengleis mit Bepflanzung im Randbereich ist optisch eine wesentliche Aufwertung des Straßenzuges gegenüber einer einfachen grauen Straße. Auch entstehen auf diesem Wege zusätzliche geschützte Querungsmöglichkeiten sowie Querungshilfen für zu Fuß gehende, die die Straße überqueren möchten (die Deckungsampel in Abbildung 44 beispielsweise kann ebenso von Nicht-ÖPNV-Nutzern zur Querung der Straße verwendet werden).

¹⁶⁶ Abbildung: <http://www.mvg-mobil.de/projekte/westtangente/projektinhalt.html> (abgerufen am 07-05-15).

Besonders BewohnerInnen an Strecken, an denen Straßenbahnen und Busse in einem dichten Takt verkehren profitieren zudem von Bevorrangungsmaßnahmen, da unnötige Stopps des ÖPNV an Ampeln wegfallen. Dadurch wird Lärm vermieden, der durch die Fahrzeuge beim Abbremsen und Anfahren verursacht wird. Da Busse und Straßenbahnen in den meisten Fällen deutlich lauter sind, als PKW fallen deren Fahrmanöver eher auf. Wenn nun durch die Bevorrangung an Ampelmaßnahmen oder durch eigene Spuren der ÖPNV-Verkehr ohne Halt durchfließt, fallen diese Lärmemissionen weg. Wie bereits zuvor geschildert, kann auch der zum ÖPNV parallel verkehrende MIV von solchen Beschleunigungsmaßnahmen profitieren, indem der Verkehrsfluss flüssiger abläuft. Somit wird auch der vom MIV ausgehende Lärm beim Abbremsen und Beschleunigen reduziert.

Neben den Lärmemissionen werden auch andere Emissionen reduziert, im Wesentlichen die Feinstaub-Emissionen, die durch die mögliche Wartezeit an einer LSA und dem anschließenden Beschleunigungsvorgang sowohl durch Busse, als auch Fahrzeuge des MIV ausgestoßen werden. Durch den Betrieb mit elektrischem Strom stößt eine Straßenbahn zumindest in ihrem direkten Umfeld keinen Feinstaub aus (je nach Herstellung des Stroms fallen die Emissionen am Kraftwerk an). Auch dies trägt entsprechend einer Aufwertung der Wohngegend bei.

Ein weiterer indirekter Nutzen, den Anwohnerinnen und Anwohner aus Bevorrangungsmaßnahmen des ÖPNV ziehen können, ist eine Reduzierung des lokal verkehrenden MIV. Dies kann verschiedene Ursachen haben:

Zum einen können die Reisezeitverkürzungen im ÖPNV, die durch Bevorrangungsmaßnahmen erzielt werden, besonders Pendlerinnen und Pendler dazu bewegen, den PKW stehen zu lassen und mit Bussen und Bahnen ihr Ziel zu erreichen. Entsprechend geht die MIV-Belastung auf diesen Relationen zurück. Desweiteren kann die Einrichtung von Bus- oder Nahverkehrsspuren und einer entsprechenden Verringerung des für den MIV nutzbaren Straßenquerschnitts dazu führen, dass die Straße eine Art Beruhigung erfährt. Aufgrund des geringeren Verkehrsraums kann der MIV künftig nicht mehr so schnell fahren. Auch eingerichtete Zeitinseln oder Ampelanlagen, die ein sicheres Überqueren der Straße durch Fahrgäste im Bereich von Haltestelleninseln ermöglichen, erschweren dem MIV das Vorankommen und Reduzieren seine Reisegeschwindigkeit. All diese Maßnahmen führen letztendlich dazu, dass die betroffene Straße oder Abschnitte davon für den MIV nicht mehr so attraktiv ist und dieser künftig auf parallel verlaufende Straßen ausweicht. Hierdurch steigt die Belastung auf anderen Straßenabschnitten natürlich entsprechend, jedoch erfahren die Anwohner der „beschleunigten“ Strecke eine Verkehrsentlastung.

Entsprechende Analysen veröffentlichte die MVG zu ihrem aktuell geplanten Vorhaben der Trambahn-Westtangente vor. Da die Trasse nahezu vollständig in Straßenmittellage als besonderer

Gleiskörper angelegt werden soll und dadurch entsprechend Spuren des MIV wegfallen werden, werden eben solche Effekte erwartet. So werden in der Fürstenrieder Straße, durch die die Straßenbahn künftig fahren soll, bis zum Jahr 2020 Rückgänge des MIV von bis zu 6.500 Fahrzeuge pro Werktag erwartet¹⁶⁷, die sich entsprechend auf die parallel verlaufenden übergeordneten Straßen – insbesondere den Mittleren Ring – verteilen werden. Die neu generierten Verkehre des MIV auf diesen Ausweichstraßen sind jedoch bei Weitem nicht so stark ausgeprägt, wie die prognostizierten Rückgänge in der Fürstenrieder Straße, was auch für eine Verlagerung des Verkehrs vom MIV zum ÖPNV spricht. Die zugehörige Analyse finden Sie zur Veranschaulichung des Beispiels in Anlage 2.

7.4. Weitere Auswirkungen

Dietmar Bosserhoff beschreibt im Handbuch für Verkehrssicherheit und Verkehrstechnik zum Thema Bevorrangung des ÖPNV, dass in den beispielhaft beschriebenen Städten Augsburg und Krefeld nach Umsetzung von Bevorrangungsmaßnahmen die Anzahl der Unfälle mit Beteiligung des ÖPNV verringert werden konnte. Was gleich aus mehreren Gründen positiv ist: die Sicherheit der Fahrgäste im ÖPNV wird weiter gesteigert, für die Verkehrsunternehmen ergeben sich Vorteile, da die Fahrzeuge seltener wegen Unfallschäden ausfallen und seltener Abweichungen im Betriebsablauf aufgrund von Unfällen auftreten. Da Unfälle auch immer Gemeinkosten verursachen, beispielsweise durch den Einsatz der Polizei oder durch die notwendige Behandlung verletzter Verkehrsteilnehmer oder Fahrgäste wird auch die Allgemeinheit entlastet.¹⁶⁸

7.5. Mögliche Auswirkungen des Ausfalls von Bevorrangungsmaßnahmen

Welche positiven Auswirkungen die Umsetzung von Bevorrangungsmaßnahmen für Verkehrsunternehmen und Fahrgäste haben kann, wurde in den Kapitel 7.1 und 7.2 ausführlich behandelt. Doch insbesondere bei technischen Systemen kann es immer wieder zu unvorhergesehenen Ausfällen kommen, aber auch Busspuren können durch andere Verkehrsteilnehmer blockiert sein. Daher sollte bei der Planung und Realisierung solcher Maßnahmen immer auch bedacht werden, was passiert, wenn die umgesetzten Beschleunigungsmaßnahmen aus verschiedenen denkbaren Gründen nicht nutzbar sind.

Besonders dort, wo an Knotenpunkten die Sonderphasen für den ÖPNV nur auf Anforderung durch das Fahrzeug aktiviert werden, hat ein Ausfall einer Teilkomponente der Beeinflussung erhebliche

¹⁶⁷ Im Vergleich zum prognostizierten Fall ohne Straßenbahn.

¹⁶⁸ Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, 2007.

Auswirkungen. Dabei ist grundsätzlich zu unterscheiden, ob der Defekt fahrzeug- oder infrastrukturseitig vorliegt. Sollte die Nichtfunktion der Beschleunigung am Fahrzeug ursächlich sein, so wird dieses Fahrzeug im weiteren Verlauf der Fahrt erhebliche Verzögerungen erfahren. Womöglich wird es zwischenzeitlich durch das nächste Fahrzeug mit intakter Beeinflussungstechnik überholt. In so einem Fall sollte der Austausch des Fahrzeugs erwägt werden, um die hohe Pünktlichkeit halten und zugleich alle Fahrten anbieten zu können. Dabei sind die Auswirkungen vergleichsweise gering, da sie nur ein einzelnes Fahrzeug betreffen. Diese Art von Ausfällen kann nur dort vorkommen, wo aktiv durch das Fahrzeug eine Anforderung an die Signalanlage gesendet wird (also per Datenfunk oder ähnlichem). Falls nun die Anforderung der Phase durch Kontakte in der Infrastruktur (Bodenkontakte oder Oberleitungskontakte) erfolgt (entweder regulär oder als Rückfallebene), kann fahrzeugseitig kein Ausfall auftreten.

Jedoch sind hier Ausfälle der infrastrukturseitigen Bevorrangungseinrichtungen denkbar. Ganz gleich ob mit Kontakten oder über Datenfunk angeforderte Priorisierungen an der Signalanlage, die aufgrund eines Defekts an der LSA nicht umgesetzt werden, können – sollten sie nicht als Einzelfall auftreten – eine ganze Linie aus dem Takt bringen. Dann kann es vorkommen, dass die geplanten Fahrzeiten nicht eingehalten werden können (die ja mit funktionierender Bevorrangung berechnet wurden). Die daraus resultierenden Folgen sind entsprechend Anschlussverluste im weiteren Fahrtverlauf und möglicherweise nicht ausreichende Wendezeiten am Endpunkt. Dadurch kann es dazu kommen, dass sich die Verspätung im Laufe der Zeit noch weiter hochschaukelt, bis letztendlich die gesamte Linie aus dem Takt ist. Sollte sich das Problem an der Signalanlage nicht zeitnah lösen lassen, so kann hier mit einem zusätzlichen Kurs Abhilfe geschafft werden, sodass die Verspätung am Linienendpunkt aufgefangen werden kann.

8. Vergleich verschiedener Unternehmen und angewandeter Maßnahmen

8.1. Maßnahmen der Stadtwerke München zur systematischen Bevorrangung des ÖPNV

In München wird seit 1994 Schritt für Schritt der Nahverkehr an der Oberfläche beschleunigt. Damit hat München im Vergleich deutscher Großstädte relativ spät mit solchen Maßnahmen begonnen. Vor allem in den Städten im Ruhrgebiet und umliegenden Regionen wurde bereits Mitte der 1980er Jahre damit begonnen, Straßenbahnlinien systematisch zu beschleunigen.

Begonnen wurde im Jahr 1994 mit der Straßenbahnlinie 20 (Karlsplatz – Moosach), eine wichtige Radiallinie die die Gebiete im Nordwesten der Stadt mit dem Stadtzentrum verbindet und auf dem größten Teil der Strecke bereits auf gesonder-tem Gleiskörper in der Straßenmitte geführt wird (vgl. Abbildung 45¹⁶⁹). In den folgenden 10 Jahren wurden nach und nach bei allen



Abbildung 45: Die Straßenbahnlinie 20 war in München die erste „beschleunigte“ Linie und verkehrt größtenteils auf eigenem Gleiskörper in Mittellage der Dachauer Straße

Straßenbahnlinien der Isarmetropole Bevorrangungskonzepte an den Strecken und Kreuzungen umgesetzt. Mit Ausnahme einer einzigen Kreuzung am Münchner Hauptbahnhof¹⁷⁰ werden die Straßenbahnen seit 2004 an allen Ampelanlagen bevorzugt.

Laut Angaben der MVG konnten mit Hilfe dieser Maßnahmen seit Beginn der Einführung die Fahrzeit auf den Straßenbahnlinien so sehr verkürzt werden, dass insgesamt 15 Züge eingespart werden konnten. Die MVG bestrebt jedoch nicht, die Fahrzeuge einzusparen, sondern kann auf diese Weise fahrzeug- und somit kostenneutral Angebotserweiterungen in Form von Taktverkürzungen umsetzen. „Unsere Fahrgäste bekommen letztlich mehr ÖPNV zum selben Preis. Neben der Wirtschaftlichkeit steigt natürlich die Attraktivität, denn die Busse und Bahnen sind deutlich schneller, pünktli-

¹⁶⁹ Abbildung: eigene Darstellung.

¹⁷⁰ An dieser Kreuzung kommen mehrere Straßenbahnlinien, Busse und der Individualverkehr aus insgesamt fünf Richtungen zusammen. Die Kreuzung hat daher keine Kapazitätsreserven für eine sinnvolle Beschleunigung des ÖPNV.

cher und komfortabler unterwegs.“, fasst Herbert König, Geschäftsführer der MVG, den positiven Effekt der Maßnahmen zusammen.¹⁷¹

Neben der Straßenbahn werden seit 1995 auch schrittweise die städtischen Buslinien systematisch mit Vorrangschaltungen an Ampeln ausgestattet. Addiert man alle Maßnahmen konnten so 98 Minuten Fahrzeit eingespart und letztendlich 12 Busse freigesetzt werden, die wiederum an anderer Stelle im Netz zur Angebotsenerweiterung eingesetzt wurden.¹⁷²

Im Juli 2005 gab es vom Münchner Stadtrat einen Grundsatzbeschluss zum Busbeschleunigungsprogramm, sodass die Finanzierung der Maßnahmen für die Jahre 2006 bis 2015 grundsätzlich durch ein so genanntes 20-Millionen-Euro-Budget (pro Jahr 2 Millionen Euro) gesichert wurde. Durch dieses Budget sind grundsätzlich nur die Kosten, die in direktem Zusammenhang mit der Busbeschleunigung stehen und in den Aufgabenbereich der Stadt fallen (also z.B. neue Ampelanlagen, soweit diese nicht abgeschrieben sind oder Busspuren) abgedeckt. Neue Ampelanlagen, die aufgrund ihres Alters ohnehin einer Ersetzung bedürfen, werden über das Budget des Baureferats abgerechnet und alle Kosten die an den Fahrzeugen auftreten oder für Komponenten, die im Anlagevermögen der Stadtwerke verbleiben, werden durch die Stadtwerke finanziert.¹⁷³

Die Aufteilung der Kosten wird auch in Abbildung 46¹⁷⁴ dargestellt:

Anteilige Finanzierung durch		
Landeshauptstadt München Baureferat	Landeshauptstadt München Budget für die Beschleunigung	Stadtwerke München GmbH (SWM)
<i>z.B. Kosten für die bereits abgelaufene Nutzungsdauer der Lichtzeichenanlagen (Abschreibungskosten)</i>	<i>weitere Kosten z. B. für Busspuren, für die nicht genutzte Restlebensdauer der Lichtzeichenanlagen</i>	<i>Kosten für Hard- und Softwarekomponenten, die im Anlagevermögen der SWM verbleiben z. B. ÖPNV-Modul KSR (KSR: Kreuzungssteuerungsrechner)</i>

Abbildung 46: Verteilung der Finanzierung der Busbeschleunigung in München

¹⁷¹ Stadtwerke München GmbH/MVG, 2014.

¹⁷² Vgl. Stadtwerke München GmbH/MVG, 2014.

¹⁷³ Vgl. Stadtrat München, 2005

¹⁷⁴ Abbildung: Stadtwerke München GmbH/MVG, 2010

Die Ausstattung der Ampelanlagen erfolgt dabei linienweise: möglichst dort, wo ein dichtes Angebot durch den Bus besteht oder mehrere Linien gebündelt verkehren, werden die Ampeln ausgetauscht oder bestehende Anlagen mit Ansteuertechnik nachgerüstet. Auf diese Weise wird jährlich eine Linie bzw. ein Linienbündel zum Fahrplanwechsel im Dezember „beschleunigt“, zuletzt im Dezember 2014 die Metrobuslinie 59 (früher Stadtbus 144). Nach Umsetzung der Beschleunigungsmaßnahmen¹⁷⁵ konnten ca. 8 Minuten je Richtung (ca. 20% der Fahrzeit) eingespart werden.¹⁷⁶ Für Hin- und Rückfahrt sind dies also insgesamt 16 Minuten Fahrzeiteinsparung, was bei einem 10-Minuten-Takt tagsüber zur Einsparung mindestens eines Umlaufes und damit eines Fahrzeuges inklusive Fahrpersonal führt.

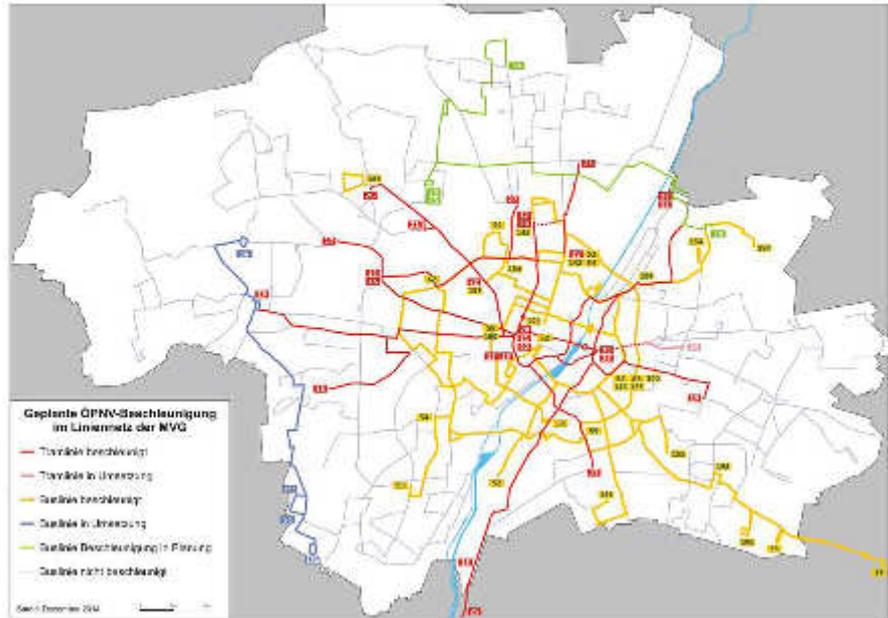


Abbildung 47: ÖPNV-Beschleunigung im Liniennetz der MVG

Neben diesen strategisch umgesetzten Maßnahmen gibt es auch Neuinstallationen die aufgrund des Alters der Anlagen erfolgen. Bei einem solchen Austausch aufgrund des Erreichens der wirtschaftlichen Lebensdauer einer Ampel werden in aller Regel ebenfalls Anlagen verwendet, bei denen eine Bevorrangung des öffentlichen Verkehrs möglich ist.

Insgesamt sind bis Ende 2014 52 % der knapp 900 Ampelanlagen, die von Bussen und Bahnen der MVG angefahren werden, mit Vorrangschaltungen ausgerüstet worden. Davon profitieren neben der Straßenbahn insbesondere die Metrobuslinien, die als Ergänzung zum schienengebundenen Verkehr die Stadtteile untereinander verbinden und in dichter Taktfolge verkehren.¹⁷⁷

¹⁷⁵ Zu den Beschleunigungsmaßnahmen gehörte in diesem Fall nicht nur Umrüstung von Ampelanlagen und andere infrastrukturelle Maßnahmen, sondern auch der Wegfall einer Umwegfahrt.

¹⁷⁶ Vgl. Stadtwerke München GmbH/MVG, 2014.

¹⁷⁷ Vgl. Stadtwerke München GmbH/MVG, 2014.

In Abbildung 47¹⁷⁸ kann das inzwischen weitreichende Netz aus beschleunigter Straßenbahn- und Buslinien entnommen werden, die im Münchner Straßenraum unterwegs sind. Alle roten (Straßenbahn) und gelben (Bus) Linien sind bereits vollständig auf ganzer Linie mit entsprechender Telematik zur Bevorrangung an Kreuzungen ausgestattet und an entsprechenden Stellen auch mit baulichen Maßnahmen beschleunigt.

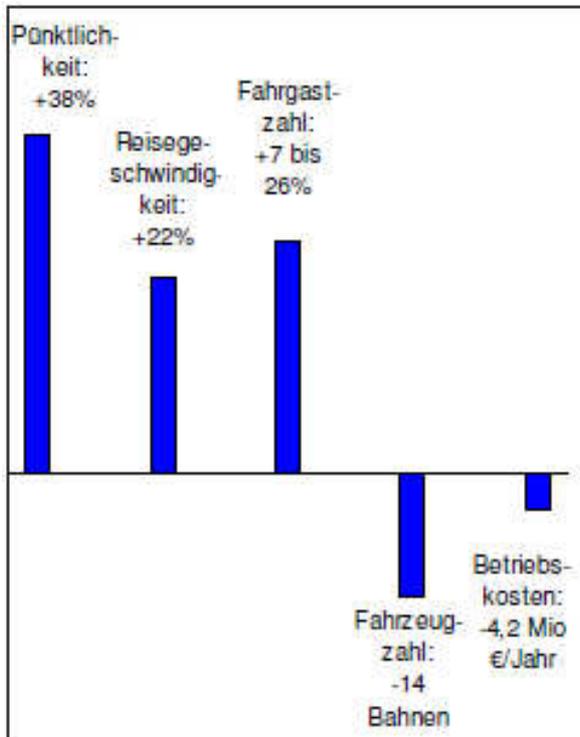


Abbildung 48: Effekte der Straßenbahnbeschleunigung in München

Dabei ist die besondere Dichte in der Kernstadt innerhalb des „Mittleren Rings“ erkennbar: genau dort gibt es neben dem stark genutzten öffentlichen Verkehr auch einen sehr dichten Individualverkehr, der den ÖPNV stark ausbremst. Erst nach und nach erreicht die Beschleunigung der Buslinien auch die weniger stark frequentierten Außenbereiche der Stadt.

Die Erfolge der Bevorrangung der Straßenbahn sind unübersehbar: wie in Abbildung 48¹⁷⁹ dargestellt, konnte die Pünktlichkeit seit der Umsetzung der Maßnahmen um 38 % gesteigert werden, insgesamt

14 Bahnen eingespart und zu Taktverdichtungen genutzt und somit die Betriebskosten bei steigendem Angebot um 4,2 Millionen € jährlich reduziert werden.

Besonders interessant, und aus Sicht der MVG auch ein wesentlicher Faktor für den langfristigen Erfolg von Beschleunigungsmaßnahmen, ist eine IT-gestützte Überwachung über alle beschleunigten Ampelanlagen. Vom Schreibtisch der planungsverantwortlichen Abteilung der Stadtwerke kann für jede Signalanlage das aktuelle Betriebsprogramm, die abgelaufenen Phasenübergänge und auch die Annäherungs- und Querungsdauer jeder einzelnen Fahrt nachvollzogen werden. Über eine Datendrehscheibe, in die auch Daten aus dem RBL und andere fahrzeugbezogene Daten eingespielt werden, stehen zudem auch andere Möglichkeiten der Auswertung zur Verfügung.¹⁸⁰

¹⁷⁸ Abbildung: Münchner Verkehrsgesellschaft mbH (MVG), 2014a (Grafik ist in höherer Auflösung auch im Anhang aufgeführt!).

¹⁷⁹ Abbildung: Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen, 2007, Kapitel 6.1, S. 30.

¹⁸⁰ Vgl. Fachgespräch mit Hrn. Seifert, Stadtwerke München GmbH, Strategische Planungsprojekte, Leiter Projekte Bus/ÖPNV-Beschleunigung vom 15. März 2015, siehe Anhang.

Durch die im Stadtgebiet flächendeckend umgesetzte „Grüne Welle“ für den MIV und die inzwischen auch schon recht verbreitete LSA-Beeinflussung für den ÖPNV, sind nach Aussage des Kreisverwaltungsreferates (KVR) München nahezu alle der gut 1.000 LSA-Anlagen in München in irgendeiner Weise untereinander abhängig. Auch sind fast alle (bis auf wenige Ausnahmen im Stadtrandbereich) Anlagen an Leitzentralen angeschlossen, sodass hier eine linienhafte Koordinierung der Signalanlagen möglich wäre. Insbesondere die modernen Anlagen (davon gibt es aktuell im Stadtgebiet ca. 250 Stück) bieten hierzu eine einfache Möglichkeit, da bei diesen die Aktualisierung des Umlaufprogramms jederzeit vom KVR online aktualisiert werden kann. Dies bedeutet für die ÖPNV-Beschleunigung, dass es aufgrund kurzfristiger Ereignisse, die eine Veränderung der Ampelumläufe notwendig machen, dazu kommen kann, dass die ÖPNV-Beschleunigung nicht im gewohnten Maße funktioniert, da hier durch manuelle Eingriffe die Bevorrechtigung des ÖPNV unterdrückt wird und stattdessen auf einen gleichmäßigen Verkehrsfluss und somit einen schnellen Abfluss des Lastverkehrs Wert gelegt wird.¹⁸¹

8.2. Maßnahmen der Wiener Linien

Auch in Österreich, so auch in der Bundeshauptstadt Wien, werden Maßnahmen zur Bevorrangung des öffentlichen Nahverkehrs durchgeführt. Im Gegensatz zu Deutschland, wo die Finanzierung zu einem sehr großen Teil aktuell noch¹⁸² über Zuschüsse des Bundes und der Bundesländer durch das GVFG erfolgt, müssen in Wien die Investitionen für Beschleunigungsmaßnahmen aus den Ausgleichszahlungen die den Verkehrsbetrieben von der Stadt Wien zur Verfügung gestellt werden, geleistet werden. Dies bedeutet unter anderem, dass die Zuteilung der konkreten Geldsumme für die Umsetzung der Bevorrangungsmaßnahmen dem innerbetrieblichen Wettbewerb unterstellt ist und somit eine konsequente Finanzierung notwendiger Projekte nicht immer gewährleistet ist.

Aus Sicht der wirtschaftlichen Betrachtung von Bevorrangungsmaßnahmen ist das Wiener Modell ebenfalls herausragend. Anders als weiter oben in dieser Arbeit dargestellt, verfolgen die Wiener Linien bei den allermeisten Maßnahmen keinerlei Absicht, Fahrzeuge oder Personal einzusparen. Die in Kapitel 7.1 aufgeführten Möglichkeiten, durch Umsetzung von Bevorrangungsmaßnahmen langfristig Kosten zu sparen, indem durch die beschleunigte Fahrt von Bussen und Bahnen die planmäßige Fahrzeit der bevorrechtigten Linien verkürzt wird, sind bei den Entscheidungsträgern der Wiener Linien kein Thema. Ihnen geht es bei der Umsetzung der Maßnahmen ausschließlich

¹⁸¹ Vgl. Kreisverwaltungsreferat München, 2007

¹⁸² Die Finanzierung durch Bundesmittel läuft 2020 aus, es sei denn Bund und Bundesländer können sich auf eine Weiterfinanzierung einigen.

darum, die aktuellen planmäßigen Fahrzeiten zu halten bzw. mit den aktuell gültigen Fahrplänen zukünftig einen stabileren, heißt pünktlicheren Fahrbetrieb zu realisieren. Hierdurch ergeben sich natürlich auch verschiedene Vorteile für das Unternehmen und die Kunden: durch die erhöhte Pünktlichkeit, können die Umstiege an Knotenpunkten öfter gewährleistet werden, die Zuverlässigkeit für die Fahrgäste steigt und dadurch auch die Zufriedenheit der Fahrgäste. Letztlich wird hier also nicht in die Verkürzung der Fahrzeiten investiert, sondern es werden zusätzliche Zeitpuffer geschaffen, um die Fahrzeit künftig besser halten zu können.

Während im vorgenannten Beispiel München die technische Umsetzung von Beeinflussungen an Signalanlagen primär über den Datenfunk abläuft und analoge Techniken, wie Boden- oder Oberleitungskontakte nur als Rückfallebene dienen, ist in Wien die Umsetzung der Beeinflussung über Datenfunk noch weniger weit fortgeschritten. Daher sind an allen Punkten, wo durch die Anmeldung eine Sonderphase abgerufen wird oder Schutzampeln für beispielsweise eine Zeitinsel geschaltet werden, standardmäßig noch Boden- bzw. Fahrleitungskontakte verbaut. Der Grund hierfür liegt allein darin, dass verschiedene Sonderfahrzeuge der Wiener Linien, wie Fahrschulwagen oder Gleisunterhaltungsfahrzeuge nicht mit Datenfunk ausgestattet sind und daher über diesen keine Anforderung an die LSA senden können. Nur dort, wo die Beeinflussung eine Beschleunigung in Form z.B. eines Phasentauschs am Knotenpunkt bewirkt, wird der Datenfunk als reguläres Instrument verwendet. Die genannten Sonderfahrzeuge erfahren hier entsprechend keine Beschleunigung, was aber verschmerzbar ist, da diese nicht im Fahrgastbetrieb verkehren.¹⁸³

Obwohl die Verkehrsbetriebe in München und Wien sehr unterschiedlich an das Thema Bevorrangungsmaßnahmen herangehen und auch vollkommen verschiedene Ziele verfolgen, sehen die Verantwortlichen in beiden Städten die Bevorrangung als wichtiges Instrument für die Attraktivierung des urbanen ÖPNV und sind mit den erzielten Verbesserungen vollkommen zufrieden.

¹⁸³ Quelle: Fachgespräch mit Hrn. Eicher, Wiener Linien, Referat V4p, Bevorrangung des öffentlichen Personennahverkehrs vom 13. Februar 2015, siehe Anhang.

8.3. Weitere Städte in Deutschland

8.3.1. Vorbemerkung

Im Folgenden werden die Ergebnisse einer Umfrage ausgeführt, welche im Rahmen dieser Diplomarbeit unter städtischen Nahverkehrsunternehmen in Deutschland durchgeführt wurde. Hierfür wurden insgesamt 230 Unternehmen angeschrieben, die sowohl in der Größe des Bedienungsgebietes, als auch daraus resultierend in der Menge der Verkehrsleistung sehr unterschiedlich sind. Grundsätzlich gab es seitens der Verantwortlichen aus den Unternehmen ein positives Feedback zu dieser Umfrage und ein reges Interesse, das Ergebnis der Umfrage und der Diplomarbeit zugesendet zu bekommen.

Die Umfrage wurde von insgesamt 75 Unternehmen (also ca. 33 % der angeschriebenen Unternehmen) ganz oder teilweise ausgefüllt. Unter der Berücksichtigung, dass bei einigen Unternehmen die Umfrage offensichtlich nicht an die zuständigen Verantwortlichen weitergeleitet wurde, ist dies schon ein erstes Indiz dafür, dass in einem Großteil der Städte und Gemeinden in Deutschland Bevorrangungsmaßnahmen umgesetzt werden. Sie finden den Fragebogen zur Umfrage, sowie eine Übersicht der Unternehmen, die daran teilgenommen haben im Anhang.

Unabhängig von den konkreten Angaben, die die einzelnen Unternehmen zur Verfügung gestellt haben, ist auffällig, dass bei einer Vielzahl der Verkehrsunternehmen die konkreten Daten über Investitionsvolumen und auch der erzielten Effekte nicht vorliegen. Dies liegt wohl vor allem daran, dass oftmals für die Umsetzung und Finanzierung der Maßnahmen nicht die Verkehrsunternehmen selbst verantwortlich sind bzw. dies nicht selbst durchführen, sondern die Planung zumeist durch die Stadtverwaltung oder externe Ingenieurbüros umgesetzt wird und die Finanzierung durch die Gemeinde erfolgt. Dass jedoch auch über die Einsparungseffekte, die letztlich das Unternehmen selbst entlasten, offensichtlich an vielen Stellen keine belastbaren Daten vorliegen, ist bedauerlich. Denn aus betriebswirtschaftlicher Sicht, rechtfertigen solche Einsparungen im alltäglichen Fahrbetrieb Investitionen. Wenn langfristig durch Bevorrangungsmaßnahmen beispielsweise Fahrzeuge und somit Personal eingespart werden können, sind dies finanzielle Einsparungen, die auf längere Sicht die Investition in neue Ampelanlagen oder einen umgebauten Straßenraum amortisieren und somit auch dem Geldgeber gegenüber ein Argument für die Umsetzung weiterer Maßnahmen sein können.

8.3.2. Bauliche Maßnahmen

Die mit Abstand populärste Maßnahme zur Bevorrangung des ÖPNV in deutschen Städten ist die Einrichtung von Busspuren. 50 % der Unternehmen gaben an, dass es in ihrem Streckennetz Sonderspuren für den Busverkehr gibt. Insgesamt gibt es in diesen Städten 657 Busspuren mit einer

Gesamtlänge von 165 km. Die absoluten Spitzenreiter sind dabei die Städte Berlin und Hamburg, die jeweils knapp 160 Busspuren mit einer Gesamtlänge von 28 bzw. 37 km haben. In acht Städten gibt es zeitlich beschränkte Busspuren, in zwei Städten (Augsburg und Mainz) wird jeweils eine richtungsversible Busspur ausgewiesen und in 27 Städten bestehen Aufstellspuren vor Knotenpunkte für die Busse. Bei Aufstellspuren haben die Städte Hamburg (76 Spuren), Berlin (46) und Dresden (38) deutlich am meisten, in anderen Städten wird diese Möglichkeit der Bevorrangung nur vereinzelt genutzt.

Für die Schaffung von Busspuren werden in den meisten Fällen Fahrspuren des MIV aufgelassen (19 Erwähnungen). In jeweils elf Städten werden Fahrstreifen verschmälert, Parkstreifen aufgegeben oder der Verkehrsraum verbreitert, um Platz für Busspuren zu schaffen. In nur fünf Städten mussten für Busspuren Grünstreifen entfernt werden (Mehrfachantworten waren möglich). Ansonsten kommt es auch vor, dass aktuelle oder ehemalige Straßenbahnkörper zur Nutzung durch Busse freigegeben werden. Die Busstreifen werden dabei in den allermeisten Fällen zwischen 3,25 m und 3,50 m Breite ausgeführt, der Durchschnitt liegt bei 3,30 m.

Bei der Ausführung der Haltestellen liegt offensichtlich noch eine deutliche Mehrheit bei der Ausführung als Busbucht, gegenüber der inzwischen bevorzugten Ausführung als Kaphaltestelle. Je ein knappes Drittel gab an, „eher häufig“ oder „häufig“ Haltestellen in Bucht-Ausführung im Bediengebiet zu haben. Kaphaltestellen kommen bisher in keiner Stadt „sehr häufig“ und nur in fünf Städten „häufig“ vor.

Bei der Straßenbahn gaben alle Unternehmen an, besondere oder unabhängige Gleiskörper zu verwenden. Diese haben eine Gesamtlänge von 727 km. 40 % der antwortenden Straßenbahnunternehmen gaben zudem an, dass kombinierte ÖPNV-Spuren gemeinsam mit Bussen benutzt werden (insgesamt 27 km). Außerdem gibt es in vier Städten Tunnel, um verkehrlich stark belastete Bereiche zu unterqueren und in 10 Städten werden Fußgängerzonen durch Straßenbahnen befahren.

8.3.3. Technische Maßnahmen

Der Umsetzungsgrad von technischen Maßnahmen ist bei Bus- und Straßenbahnnetzen mit 78 % bzw. 77 % nahezu gleich groß. Die folgenden Zahlen beziehen sich in Relation auf die Unternehmen, bei denen technische Maßnahmen umgesetzt werden. Sowohl beim Bus, als auch bei der Straßenbahn ist die häufigste zur Anwendung kommende technische Maßnahme die Sonderphase an Knotenpunkten. Sie wird von 81 % der Busunternehmen und von 89 % der Straßenbahnunternehmen in Anspruch genommen.

Eine weitere Unterscheidung dieser Zahlen zeigt, dass bei 77 % der Unternehmen feste Sonderphasen beim Bus zum Einsatz kommen, bei 74 % variable Sonderphasen und nur bei 48 % werden feste Sonderphasen ohne technische Anforderung angewendet. Ähnlich sieht das Ergebnis bei der Straßenbahn aus. Hier verwenden jeweils 76 % der Unternehmen feste Sonderphasen mit Anforderung und variable Sonderphasen. Der Anteil der Unternehmen mit festen Sonderphasen ohne Anforderung ist mit 35 % deutlich geringer, als beim Bus.

Als weitere grundsätzliche technische Maßnahme mit einem hohen Umsetzungsgrad wird die Grünzeitenmodifikation bei 71 % der Busunternehmen und 88 % der Straßenbahnunternehmen als effektives Mittel zur Bevorrangung an Knotenpunkten genutzt.

Bei der Wahl der Priorisierung bei Konflikten zwischen verschiedenen ÖPNV-Fahrzeugen an Knotenpunkten mit Signalbeeinflussung setzt die Mehrheit der Verkehrsunternehmen noch auf das klassische First-in-first-out-Prinzip. Nur in Hamburg wird beim Bus auf ein Prinzip gesetzt, welches den Besetztgrad des Fahrzeuges berücksichtigt und in wenigen Städten, darunter Dresden und Berlin wird bei Straßenbahnen und Bussen die aktuelle Verspätung als Kriterium zur Bevorzugung einzelner Linien eingesetzt.

8.3.4. Organisatorische Maßnahmen

Als organisatorische bzw. nicht-infrastrukturelle Maßnahme wurden am häufigsten (40 %) Anpassungen an den Fahrzeugen genannt; also eine Erhöhung der Türanzahl oder Einsatz von Niederflurfahrzeugen, um die Haltestellenaufenthaltszeiten zu verkürzen. In fast ebenso vielen Fällen wurde die Linienführung der Bus- und Bahnlinien angepasst, um eine Verkürzung der Reisezeiten zu erreichen. Weitere populäre Maßnahmen dieser Art sind die Verlagerung des Ticketverkaufs vom Fahrpersonal zu Automaten an Haltestellen und Fahrzeugen, um die Abfertigungszeit zu verkürzen, sowie die Schaffung von P+R-Anlagen, um das Verkehrsaufkommen zu reduzieren. Eher selten (jeweils 15 %) kommen Anpassungen der Haltestellenabstände und Weglassen von Stichfahrten zur Anwendung. Bei der Anpassung der Abstände war der durchschnittliche Haltestellenabstand nachher in der Hälfte der Fälle nachher weiter, in der anderen Hälfte ungefähr gleich groß, wie vor der Umsetzung der Maßnahme.

8.3.5. Auswahlkriterien und Kostenverteilung

Die Kriterien zur Auswahl von Linien, auf denen vorrangig Bevorrangungsmaßnahmen umgesetzt werden, sind dabei zumeist recht ähnlich angelegt (vgl. Abbildung 49¹⁸⁴). Bei den meisten Unternehmen werden Linien bevorzugt, auf denen ein hoher Zeitverlust für den ÖPNV besteht. Auf einer Skala von 1 (unwichtig) bis 5 (wichtig), wird dieses Kriterium im Schnitt mit dem Wert 4,3 angegeben; insgesamt 60 % der Unternehmen geben an, dass dieses Kriterium wichtig ist. Nicht mehr ganz so eindeutig ist die Verteilung beim nächsthöchsten Kriterium. Je ein knappes Drittel der Unternehmen bewertet das Kriterium, möglichst viele Fahrgäste oder Fahrten mit einer Bevorrangungsmaßnahme abzudecken als „wichtig“ oder „eher wichtig“. Im Schnitt wird dieses Kriterium mit 3,7 bewertet. Nur leicht verschoben sind die Anteile beim Kriterium „Einsparungen“ (im Schnitt 3,5). Zu den vergleichsweise unwichtigen Kriterien gehören das zu erwartende Verkehrsaufkommen des MIV, sowie die Höhe der notwendigen Investitionen.

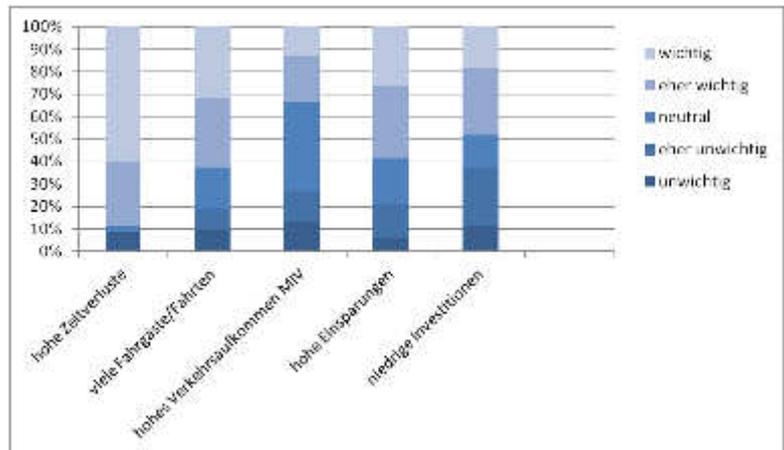


Abbildung 49: Kriterien zur Auswahl von bevorzugten Linien

Auch bei der Auswahl der konkret an einer Linie umzusetzenden Maßnahme wird der maximale Nutzen für den ÖPNV am höchsten bewertet. Dieser wird mit durchschnittlich 4,4 als wichtigstes Kriterium angegeben. Nur 9 % der Unternehmen sprechen diesem Kriterium eine unwichtige Rolle zu. Ein Augenmerk wird bei der Wahl der Maßnahme auch auf einen hohen gesamtverkehrlichen Nutzen gelegt, damit die Maßnahme möglichst nicht nur dem ÖPNV, sondern in Summe allen Verkehrsmitteln nutzt. Insgesamt 70 % der Unternehmen schätzen die-

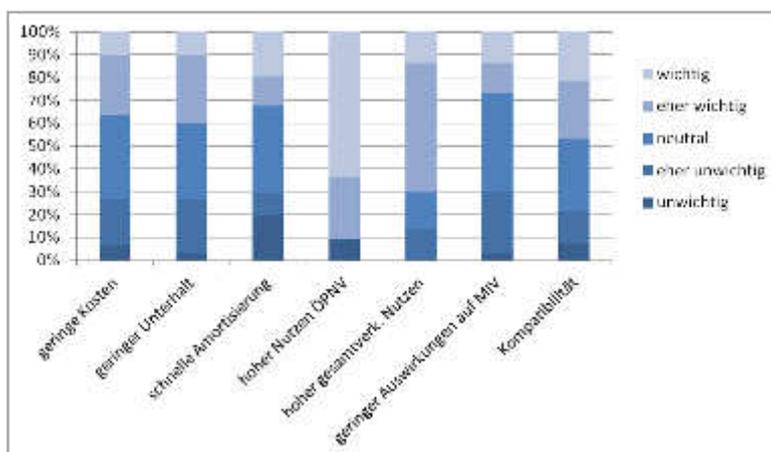


Abbildung 50: Kriterien zur Auswahl der Maßnahme

¹⁸⁴ Abbildung: eigene Darstellung.

ses als wichtiges oder eher wichtiges Kriterium ein. Auch die Kompatibilität zu anderen bereits bestehenden Systemen ist insgesamt ein nicht unwichtiges Thema. Hier stimmen zwar die meisten Unternehmen für „neutral“, dennoch wird dieses Kriterium nur von insgesamt 20 % der Unternehmen als unwichtig bzw. eher unwichtig betrachtet (im Schnitt 3,4). Die übrigen Kriterien „geringer Unterhalt“ (3,2), geringe Kosten, geringe Auswirkungen auf den MIV (jeweils 3,1) und schnelle Amortisierung (3,0) spielen im Vergleich eine eher unwichtige Rolle (vgl. Abbildung 50¹⁸⁵).

Als eines der wichtigsten Ziele, welche durch die Umsetzung von Bevorrangungsmaßnahmen erreicht werden sollen, wurde

von fast allen Unternehmen die Erhöhung der Pünktlichkeit angegeben. 53 % der Unternehmen nannten die Pünktlichkeit als das wichtigste, weitere 36 % als das zweitwichtigste Ziel an. Bei den übrigen Zielen herrscht keine so klare Einigkeit zwischen den Unternehmen. So ist die durchschnittliche Platzierung der Ziele „Attraktivierung

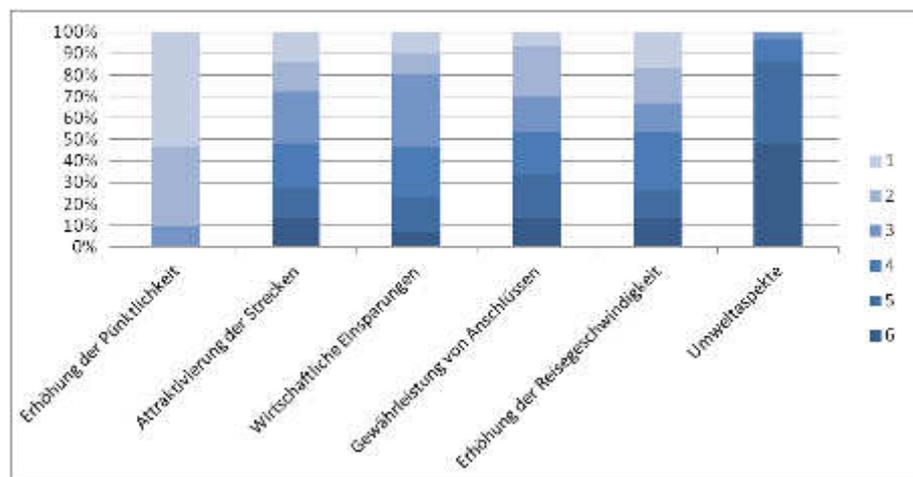


Abbildung 51: Platzierung der einzelnen Ziele von Bevorrangungsmaßnahmen

für Fahrgäste“, „wirtschaftliche Einsparungen“, „Gewährleistung von Anschlüssen“ und „Erhöhung der Reisegeschwindigkeit“ nahezu identisch. Bei allen diesen Zielen gibt es Unternehmen, die dies als eines der wichtigsten Ziele einstufen, aber auch welche, die diese Ziele eher nachrangig betrachten und auf den hinteren Plätzen einsortieren. Nur der Umweltaspekt in Form von Verringerung von Schadstoffausstößen und Lärmbelastung wird in Summe eher als unwichtig eingestuft. Knapp die Hälfte der Unternehmen (48 %) setzte dieses Ziel auf den letzten Platz, weitere 36 % auf den vorletzten Platz (vgl. Abbildung 51¹⁸⁶).

Die Kosten für die Umsetzung der Bevorrangungsmaßnahmen teilen sich in den allermeisten Fällen die Städte/Gemeinden und die Verkehrsunternehmen. Dabei fällt zumeist die fahrzeugseitige Ausstattung (Beeinflussungssysteme) in den Kostenbereich der Unternehmen, während die infrastru-

¹⁸⁵ Abbildung: eigene Darstellung.

¹⁸⁶ Abbildung: eigene Darstellung.

turseitigen Investitionen durch die Gemeinden getragen werden. Bei ungefähr 10 % der Antworten wurde angegeben, dass auch der Aufgabenträger (soweit dies nicht die Stadt ist) für Investitionen in Bevorrangungsmaßnahmen aufkommt. Zudem werden diese Maßnahmen oftmals über das GVFG von Bund und Ländern gefördert, sodass letztendlich die Belastung für die Gemeinden und Verkehrsunternehmen nicht allzu groß ausfällt.

8.3.6. Auswirkungen

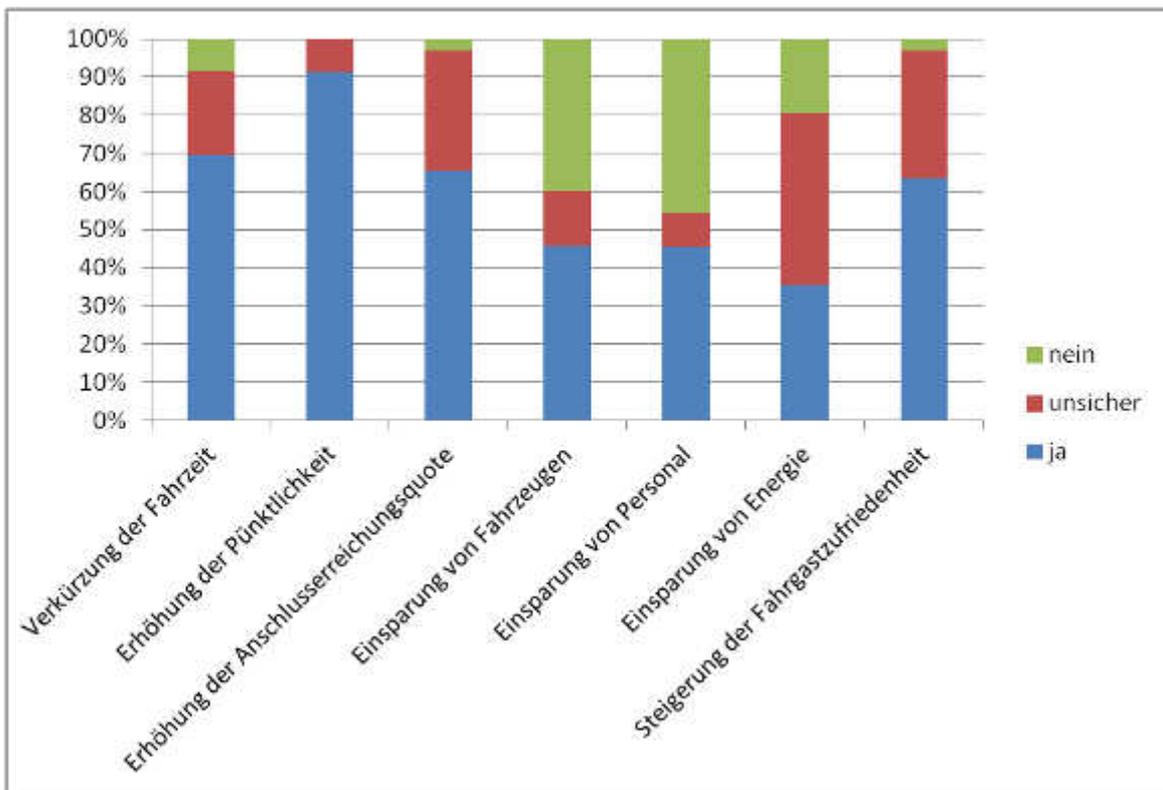


Abbildung 52: Auswirkungen der Bevorrangungsmaßnahmen

Die positiven Auswirkungen auf die Verkehrsunternehmen und deren Kunden zeigen deutlich, welches Potential in Bevorrangungsmaßnahmen steckt (vgl. auch Abbildung 52¹⁸⁷). 91 % der Unternehmen geben an, durch die Umsetzung von Bevorrangungsmaßnahmen die Pünktlichkeit ihrer Bus- und Straßenbahnlinien erhöht zu haben. Die übrigen 9 % sind sich in diesem Punkt nicht sicher, kein Unternehmen konnte mit Sicherheit sagen, dass sie keine Verbesserung der Pünktlichkeit festgestellt haben. Als weiteres häufig festgestelltes Ergebnis der Bevorrangungsmaßnahmen sei die Verkürzung der Fahrzeit genannt. Dies gaben 70 % der Unternehmen an, 8 % wollen keine Ver-

¹⁸⁷ Abbildung: eigene Darstellung.

kürzung der Fahrzeit bewirkt haben. Der Rest ist sich hier unsicher. Überdurchschnittlich oft wurden auch die Anslusserreichungsquote, sowie die Fahrgastzufriedenheit gesteigert (jeweils 66 % Zustimmung), nur 3 % sind sich sicher, hier keine Verbesserung erzielt zu haben. 45 bzw. 46 % der Unternehmen konnten nach der Umsetzung von Bevorrangungsmaßnahmen Fahrzeuge und Personal einsparen oder dieses kostenneutral an anderer Stelle im Netz einsetzen, um Angebotserweiterungen durchzuführen. Bei diesen Auswirkungen liegt die Quote der Unternehmen, die diese nicht erreichen konnten mit 40 bzw. 45 % nahezu gleichauf (14 % bzw. 9 % unsicher). Bei der Frage nach Energieeinsparungen überwiegt die Unsicherheit. Es konnten sich nur 35 % der Unternehmen zu einem klaren „ja“ durchringen, aber auch nur 20 % gaben „nein“ an. Knapp die Hälfte (45 %) antworteten, dass sie eine entsprechende Entwicklung nicht mit Sicherheit beobachten können. Die Einsparungen der einzelnen Unternehmen, die hier mit „ja“ geantwortet haben liegen hier bei ungefähr 5 bis 10 %.

Als negative Auswirkungen wurden, wenn überhaupt, längere Wartezeiten für den Individualverkehr festgestellt. Insbesondere für Fußgänger und Radfahrer sind diese oftmals bemerkbar. In diesem Zusammenhang gab es auch in mehreren Städten (z.B. Plauen) Beschwerden von MIV-Fahrerinnen und Fahrern über die exklusive Freigaben für den ÖPNV, welche sich zum Teil auch in negativer Presse widerspiegelten. Auch in Bonn beispielsweise gab es vor Umsetzung der Maßnahmen massive Bedenken von Autofahrerinnen und Autofahrern, welche sich aber offensichtlich nachher nicht bewahrheitet haben. Aus Ulm wird berichtet, dass es aufgrund mehrerer Verkehrsunternehmen zu Fehlfunktionen der Beeinflussungssysteme kommt. So werden ÖPNV-Sonderphasen geschaltet, obwohl gar kein ÖPNV an der Kreuzung anwesend ist, der die Phase angefordert hat.

92 % der Unternehmen zeigten sich zufrieden damit, dass die erwarteten Effekte eingetreten sind; entsprechend gaben auch 84 % an, dass sie weitere Maßnahmen planen. Die 8 %, welche zwar zufrieden mit den Ergebnissen sind, jedoch keine weiteren Maßnahmen planen, sind im Wesentlichen Unternehmen, bei denen die Umsetzung der Bevorrangung von Bussen und Bahnen weitestgehend abgeschlossen ist, weshalb keine weiteren Investitionen in diesem Bereich geplant sind.

9. Bewertung der Maßnahmen

9.1. Allgemeines

Um einen Überblick darüber zu erlangen, mit welchen Kosteneinsätzen bei den verschiedenen Maßnahmen zu rechnen ist, soll an dieser Stelle ein grober Überblick geschaffen werden. Als Zahlengrundlage kommen dabei im Wesentlichen Kostenvoranschläge aus München zur Anwendung. Da in München die Stadt für die Investitionen aufkommt und darüber öffentlich im Stadtrat diskutiert wird, sind die geplanten Kosten der linienmäßig gruppierten Maßnahmen aus den letzten Jahren einsehbar. Die daraus ermittelten Werte sind jedoch eher als Anhaltspunkt zu sehen und weniger zur konkreten Berechnung von Maßnahmen geeignet, da letztendlich die Kosten stark von den örtlichen Begebenheiten abhängen. Auch sei darauf hingewiesen, dass die verwendeten Zahlen als Kostenobergrenze definiert sind, welche bei den Beschleunigungsmaßnahmen in München zumeist deutlich unterschritten werden. Die zusammengetragenen Kostenwerte finden Sie in Anlage 4. Soweit nicht anders vermerkt finden Sie alle hier verwendeten Kosten in dieser Anlage wieder, wo konkret auf die Quelle der Werte verwiesen wird.

9.2. Anpassung von LSA-Anlagen

Beim Austausch von LSA-Anlagen, um eine Beschleunigung des ÖPNV am Knotenpunkt zu erlangen ist mit Investitionen von ungefähr 120.000 bis 200.000 Euro pro Knotenpunkt zu rechnen. Die konkreten Kosten sind natürlich stark von den örtlichen Begebenheiten abhängig. Bei komplexeren Knotenpunkten, wo es eigene Abbiegespuren gibt oder gesonderte Signalgeber für Fahrradfahrende, steigt entsprechend die Anzahl der benötigten Ampelschirme, was die Ausführung entsprechend teurer macht. Da Ampelanlagen nach 20 Jahren grundsätzlich das Ende ihrer wirtschaftlichen Lebensdauer erreicht haben, können die Kosten für die Erneuerung der Ampelanlagen im Rahmen von Bevorrangungsmaßnahmen im Idealfall durch das zuständige Baureferat (zumindest anteilig) übernommen werden, da ein Austausch der Anlagen sowieso in den nächsten Jahren anstehen würde.

Wo die Ampelanlage aufgrund des geringen Alters noch nicht zum Austausch ansteht oder aus anderen Gründen nicht ersetzt werden soll, bietet sich die kostengünstigere Möglichkeit des Umbaus der Anlage an, sodass die notwendigen Komponenten zur Auswertung der Signalanforderung durch das ÖPNV-Fahrzeug und die entsprechend Programmbildung auf die bestehende Anlage und Steuerungstechnik aufgesetzt werden. In diesem Fall ist mit Kosten in Höhe von ca. 40.000 bis 60.000 Euro pro Ampelanlage zu rechnen, also nur ungefähr ein Drittel der Kosten wie für einen Neubau. Damit sich dies investitionstechnisch lohnt, sollte die Ampelanlage also noch mindestens

ein Drittel der angesetzten Lebensdauer von 20 Jahren, also noch ungefähr 7 Jahre in Betrieb bleiben.

Die Investitionen in eine komplett neue Ampelanlage mit neuer LED-Technik lassen sich durch geringeren Energiebedarf gegenüber herkömmlichen Glühlampen amortisieren. Pro Signallicht kann der Energieverbrauch von 70 Watt auf 7 Watt gesenkt werden. Bei einem angesetzten 24-Stunden-Betrieb der Anlage und einem Strompreis von 0,28 Euro pro kWh lassen sich so also jährlich pro Signallicht gut 150,00 Euro einsparen. An einer einfachen Kreuzung mit vier Zuläufen und je zwei Signalschirmen pro Richtung, sowie entsprechenden Fußgängersignalen sind das jährliche Einsparungen von 6.000 Euro. Die Energie-Einsparungen liegen also im Laufe des 20-jährigen Betriebs ungefähr in Höhe der Anschaffungskosten der Anlage. Zusätzlich hierzu lassen sich zudem notwendige Wartungs- und Ausfallkosten reduzieren, da LED-Lampen eine vielmal höhere Lebenserwartung haben, als herkömmliche Glühlampen und somit die Ausfallzeiten der Anlage aufgrund ausgefallener Signalleuchten erheblich reduziert werden.

Die Vorteile einer Bevorrangung mit Hilfe von modifizierten Ampelschaltungen liegen darin, dass nicht nur der ÖPNV davon profitiert. Wie im Kapitel 7.3.1 dargestellt, kann eine Bevorrangungsmaßnahme des ÖPNV auch positive Auswirkungen auf den MIV haben. Durch Grünphasenmodifikationen von Bussen und Bahnen an Signalanlagen ist auch eine Verflüssigung und Beschleunigung des parallel fließenden MIV messbar. Auch für den querenden Verkehr werden nur im Einzelfall längere Wartezeiten am Knotenpunkt erreicht.

Auf der anderen Seite muss im Vorfeld von Beschleunigungsmaßnahmen an Knotenpunkten vor allem an verkehrsreichen Knoten eine entsprechende Leistungsfähigkeitsuntersuchung durchgeführt werden, um auch sicherzugehen, dass durch eingesteuerte Sonderphasen oder Grünzeitmodifikationen die Leistungsfähigkeit des Knoten nicht zu sehr verringert wird, was unter Umständen zu einem Verkehrskollaps führen könnte. Da diese Untersuchungen in aller Regel durch externe Ingenieurbüros durchgeführt werden, entstehen hier zusätzliche Kosten bei der Projektierung. Auch müssen die Signalanlagen mit Bevorrangungs-Einrichtungen nach ihrer Inbetriebnahme regelmäßig überprüft werden, ob die Parametrierung auch dem aktuellen Verkehrsaufkommen und den modernen Anforderungen noch gerecht wird. Nötigenfalls müssen Nachjustierungen der Parameter vorgenommen werden. Daher entstehen hier auch nach Abschluss des eigentlichen Beschleunigungsprojektes noch Kosten in der technischen Überwachung der Anlagen, was besonders bei einer Vielzahl an solchen Anlagen sehr umfangreich sein kann.

9.3. Bauliche Lösungen

Bei baulichen Lösungen zur Bevorrangung des ÖPNV besteht das Problem, dass oftmals größere Teile des Straßenraums umgestaltet werden müssen, um beispielsweise den notwendigen Platz für eigene Busspuren oder Bahnkörper zu schaffen. Daher steigen die Kosten für die Einrichtung entsprechender räumlich wirkender Maßnahmen sehr schnell in höhere Bereiche. Beispielsweise wurde die in Abbildung 18 weiter vorne in dieser Arbeit vorgestellte Busaufstellspur in der Candidstraße in München mit einer Länge von 150 Metern zur Errichtung mit Kosten von knapp 300.000 Euro angesetzt. Auf ungefähr 200 Metern wurde der Mitteltrenner zwischen den beiden Richtungsfahrbahnen verschmälert, um den 3,50 Meter breite Busstreifen einrichten zu können. Die rote Fläche in Abbildung 53¹⁸⁸ kennzeichnet dabei die rückgebaute Fläche des Fahrbahnteilers zur Schaffung der Busaufstellspur¹⁸⁹.

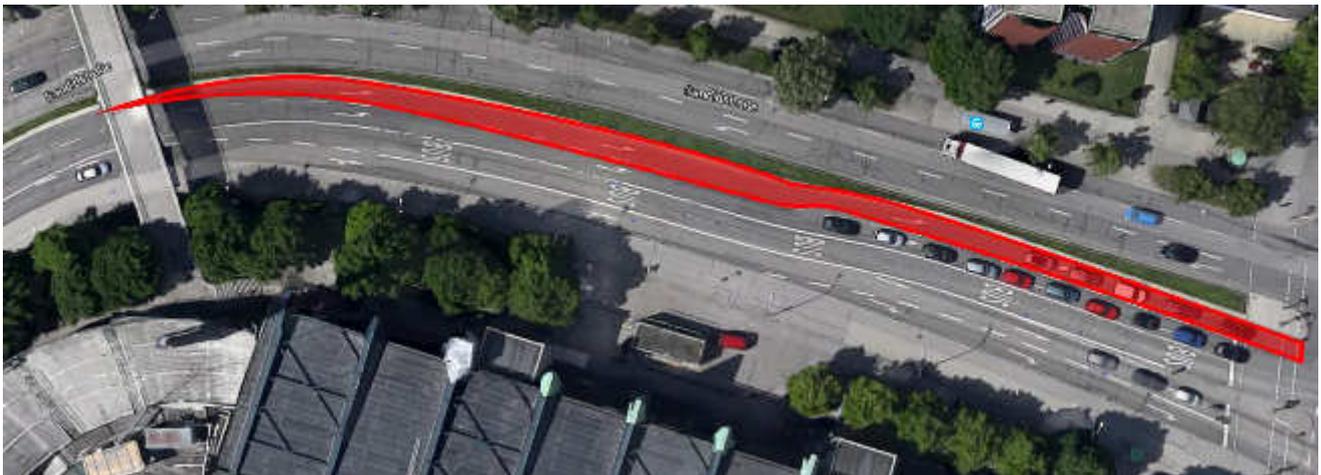


Abbildung 53: Anpassung des Verkehrsraums zur Schaffung einer Busaufstellspur an der Candidstraße in München (rote Fläche = früher Grünstreifen, heute Fahrspur)

Es ergibt sich somit ein Kostensatz von ungefähr 1.500 Euro pro Meter einzurichtende Busspur. Einen ähnlichen Wert (1.666 Euro pro Meter) erhält man bei der Betrachtung der Maßnahme am Odeonsplatz in München, wo im Zuge der Bevorrangungsmaßnahmen die Busspur um 60 Meter verlängert wurde¹⁹⁰.

Grundsätzlich sind Busspuren, auch wenn sie – wie in diesen beiden Beispielen nur relativ kurz sind – eine wirksame Option, um den ÖPNV auf freier Strecke oder im Zulauf auf stark belastete Knoten-

¹⁸⁸ Abbildung: eigene Darstellung; Kartengrundlage: <https://www.google.de/maps/@48.111715,11.575315,95m/data=!3m1!1e3>

¹⁸⁹ Vgl. Stadtrat München, 2008, S. 4f.

¹⁹⁰ Vgl. Stadtrat München, 2010, S. 4f.

punkte vom MIV zu entkoppeln und ein schnelles Vorankommen zu ermöglichen. Dem gegenüber stehen, wie oben beschrieben die relativ hohen Kosten in der Einrichtung der entsprechenden Spur und der Anpassung des übrigen Straßenraumes. Zudem besteht bei neu zu schaffenden Spuren immer das Problem, dass der notwendige Platz vorhanden sein muss. Dort, wo die Bebauung rechts und links bereits an die Straße heranreicht wird die Verbreiterung des Straßenraumes kaum möglich sein. Hier müssen dann entweder Fahr- oder Parkstreifen weichen, was einer Verschlechterung des Ist-Zustandes für den MIV und parkende Anwohner bedeutet oder aber es muss durch Verschmälerung von Fahrstreifen oder der Beseitigung der Grünstreifen gearbeitet werden.

Für die Einrichtung von Buskaps muss – je nach Ausführung um Umfang mit Kosten von ungefähr 50.000 bis 100.000 Euro gerechnet werden. Insbesondere die Länge der Haltestelle (ob Solobus, Gelenkbus, Buszug oder gar Doppelhaltestelle) und wie weit der Eingriff dafür erfolgen muss sind starke Einflussfaktoren auf die anzusetzenden Kosten. Entscheidend dabei ist, ob aus einer bisherigen Randhaltestelle eine Kaphaltestelle gebaut wird oder aber eine bisher bestehende Busbucht geschlossen und mit dem Kap überbaut werden muss. Letzteres kostet natürlich aufgrund der größeren Fläche, die umgebaut werden muss auch entsprechend mehr.

Maßnahmen an der Veränderung der Lage der Haltestelle haben isoliert zumeist nur eine sehr geringe Auswirkung auf die Fahrzeit des ÖPNV, in Summe und in Kombination mit den übrigen Maßnahmen leisten sie jedoch einen wertvollen Beitrag zur Reduzierung der Reise- und Umlaufdauer.

9.4. Administrative Lösungen und Planungskosten

Für administrative Lösungen müssen im Regelfall nicht allzu hohe Kosten angesetzt werden. Da diese zumeist nur Änderungen von Vorfahrtsregelungen, Anpassungen der Fahrbahnmarkierung oder Ergänzung der bestehenden Beschilderung umfassen, halten sich hier die Material- und Personalkosten in einem eher engen Rahmen. Für solche Maßnahmen können Kosten von ungefähr 10.000 bis 15.000 Euro pro Maßnahme veranschlagt werden. Aus diesem Grund und weil diese Maßnahmen vergleichsweise schnell umgesetzt werden können, eignen sie sich besonders, um schnell Abhilfe zu schaffen, falls Probleme festgestellt werden, die den ÖPNV stark behindern. Auch kann mit Hilfe solcher Maßnahmen aufgrund ihres geringen Investitionsrisikos versucht werden, Probleme in den Griff zu bekommen und somit kostenintensivere Maßnahmen unnötig zu machen.

Planungskosten fallen unabhängig von der gewählten Art der umgesetzten Maßnahmen an. Zwar ist der Umfang der konkret notwendigen Planungen stark vom Umfang der vorzusehenden Bevorrangungsmaßnahmen abhängig. Die Betreuung, Planung und Nachbereitung der Maßnahmen aber kann in den seltensten Fällen vollständig durch die zuständigen Fachabteilungen der Verkehrsun-

ternehmen und Gebietskörperschaften erfolgen. Insbesondere für verkehrstechnische Analysen oder Kapazitätsberechnungen an Knotenpunkten werden externe Ingenieurs-Büros zu Rate gezogen, um die Umsetzbarkeit von einzelnen Maßnahmen darzustellen. Hierfür sind je nach Aufwand der Maßnahmen und Umfang der extern eingekauften Planungsleistungen ungefähr 5 bis 15 % der Gesamtaufwendungen einzurechnen.

9.5. Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass wohl nur eine Kombination aus den vorgestellten Möglichkeiten unter allen Gesichtspunkten, vor allem der Finanzierung und des Platzbedarfes eine möglichst flächendeckende Bevorrangung des ÖPNV bewirken können.

Während zwar Busspuren oder eigene Gleiskörper aufgrund ihrer räumlichen Trennung vom MIV zwar auf der freien Strecke für eine hohe Reisegeschwindigkeit und zumeist maximale Unabhängigkeit vom MIV bieten, sind hier vor allem die Faktoren Kosten und Raumbedarf ein Ausschlusskriterium. Insbesondere dann, wenn zugunsten einer eigenen Spur für den ÖPNV Fahr- oder Parkspuren des MIV aufgegeben werden müssen, ist dies ein Eingriff in die Leistungsfähigkeit des MIV. Auf der anderen Seite bewirken Beeinflussungen an Signalanlagen zwar auch einen gleichmäßigen Fluss des parallel fahrenden MIV und die Kosten für die Umrüstung einzelner Ampelanlagen hält sich vergleichsweise in Grenzen, soweit sie turnusmäßig nach Ablauf der Lebensdauer alter Anlagen erfolgt. Jedoch kann es hier zu Problemen kommen, wenn die Leistungsfähigkeit des Knotens bereits an der Grenze ist und vor dem Bus oder der Straßenbahn erst noch größere Mengen an PKW den Knoten überqueren müssen. Zudem besteht bei Verkehren des ÖPNV auf den MIV-Fahrs Spuren immer weiterhin eine erhöhte Abhängigkeit vom Verkehrsfluss des MIV. Kurzfristig anhaltende Fahrzeuge behindern den ÖPNV ebenso, wie einparkende oder abbiegende Fahrzeuge.

Von daher kann eine sinnvolle Bevorrangung des ÖPNV nur in Kombination aus beiden Ansätzen erfolgen. Dort, wo die Leistungsfähigkeit der Strecke begrenzt ist, muss versucht werden, durch Busspuren bzw. besonderem Gleiskörper den ÖPNV unabhängig vom MIV zu führen und an Knotenpunkten muss durch entsprechende Beeinflussungssysteme versucht werden, die verkehrlich notwendigen Aufenthaltszeiten weitestmöglich zu reduzieren.

Abschließend soll versucht werden, die im Laufe der Arbeit genannten Kosten für Umsetzung von Bevorrangungsmaßnahmen und direkt messbaren Einsparungen und Kostenerleichterungen für die Verkehrsunternehmen und Straßenbaulastträger gegenüber zu stellen. Als Beispiel wird hierzu wiederum die Metrobuslinie 59 (ehemals Stadtbus 144) aus München herangezogen. Da zu den dort aktuellen Fahrgastzahlen, sowie zu den dort erzielten Zuwächsen seit Umsetzung der Bevorrangungs-

gungsmaßnahmen leider keine Auskunft seitens der Verkehrsbetriebe zu bekommen ist, werden die Fahrgeldmehrlose pauschal mit 10.000 € pro Jahr angesetzt.

Beschreibung	quantifiziert	In Euro
Einsparung Bus durch Fahrzeitverkürzung	1 Bus inkl. Personal	200.000 €/Jahr
Einsparung Kraftstoff durch wegfallende Stopps	61.000 Liter/Jahr	61.000 €/Jahr
Einsparung Strom durch Umrüstung LSA auf LED-Leuchten	66.228 kWh/Jahr	19.000 €/Jahr
Steigerung Fahrgeldeinnahmen	Pauschal	10.000 €/Jahr
Gesamt Ersparnis		290.000 €/Jahr
Investitionen (gemäß genehmigter Kostenobergrenze)	(einmalig)	2.910.000 €

Tabelle 3: Investitionen und Einsparungen anhand der Metrobuslinie 59 (ex 144) München

$$\frac{2.910.000 \text{ €}}{290.000 \text{ €/Jahr}} = \mathbf{10,03 \text{ Jahre}}$$

Daraus ergibt sich, dass die Investitionen in die Bevorrangungsmaßnahmen durch die direkt messbaren Ersparnisse beim Verkehrsunternehmen und dem Straßenbaulastträger innerhalb von 10 Jahren amortisiert sind. Dazu kommen natürlich noch weitere beschriebene Effekte, wie vor allem die Erhöhung der Pünktlichkeit und Steigerung der Betriebsstabilität, die sowohl dem Fahrgast, als auch dem Fahrpersonal und damit indirekt wiederum dem Verkehrsunternehmen zugutekommt, was wiederum nur sehr schwer messbar und monetär bewertbar ist. Auch verringerte externe Kosten aufgrund von verringertem Schadstoffausstoß durch die Verflüssigung des Verkehrs, die Reduzierung des Energiebedarfs bei Bussen und Straßenbahnen, sowie Signalanlagen, können nicht direkt erfasst werden, kommen aber im Grunde der Allgemeinheit zu Gute. Nach Erreichen des Break-Even nach 10 Jahren nach Umsetzung der Bevorrangung kann das Verkehrsunternehmen und der Straßenbaulastträger sogar noch weitere Einsparungen erzielen, die über die investierten Gelder hinaus gehen.

10. Conclusio und Ausblick

10.1. Conclusio

Mit den dargestellten Maßnahmen lässt sich mit überschaubarem finanziellem und organisatorischem Aufwand das Nahverkehrssystem in Städten zumindest gegen den Einfluss durch den MIV stabilisieren. So lassen sich die Störfaktoren im Betrieb, die zu einem großen Teil durch überlastete Straßen, lange Rotphasen an Knotenpunkten oder unachtsame Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmer verursacht werden, reduzieren und zugleich die Schnelligkeit und Zuverlässigkeit der Straßenbahn- und Bussysteme erhöhen. Dabei sollten nicht nur die Kosten, die für die Einrichtung entsprechender technischer oder baulicher Maßnahmen entstehen berücksichtigt werden, sondern auch die positiven Effekte, die nicht nur die Fahrgäste und Betreiber des ÖPNV spüren, sondern auch der MIV und Anwohner.

Insgesamt lässt sich sagen, dass ein zuverlässiger ÖPNV, sowie ein flüssig verlaufender MIV erheblich zur Steigerung der Lebensqualität in einer Stadt beitragen. Da heutzutage das Verkehrsbedürfnis stärker ist denn je, müssen die Kommunen dafür Sorge tragen, dass dies auch zukünftig so bleibt. In den meisten Städten fehlt jedoch das Geld, um völlig unabhängige U-Bahn-Systeme aufzubauen (oder bestehende Systeme auszubauen), die nicht nur im Bau, sondern vor allem auch in Betrieb und Unterhalt kostenintensiv sind, zu bauen und zu erhalten. Folglich ist die Bevorrechtigung von Bus- und Straßenbahnlinien eine Lösung, die mit moderatem Kosteneinsatz, die Attraktivität und Leistungsfähigkeit des urbanen Verkehrssystems stärkt – auch wenn Bevorrangungsmaßnahmen kein Allheilmittel gegen den Verkehrskollaps sein können.

Insbesondere die Argumente von Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmern des MIV, dass die ÖPNV-Bevorrangung den Verkehrsfluss des MIV zerstört und Verkehrsraum des MIV auffrisst, bestätigen sich in den meisten Fällen nach Umsetzung der Maßnahmen nicht. Da aber der ÖPNV das deutlich ressourcenschonendere Verkehrssystem ist – sowohl, was Energieverbrauch und Schadstoffe angeht, aber auch was den Platzbedarf angeht – kann aus Sicht der gesamtverkehrlichen Betrachtung eine Bevorrangung des ÖPNV auch in Fällen, in denen der MIV dadurch Einbußen hinnehmen muss, gerechtfertigt werden. Bevorrangungsmaßnahmen im urbanen ÖPNV sind also in den allermeisten Situationen sinnvoll, zeugen von Weitblick der Verantwortlichen und die Investitionen amortisieren sich – wie in Kapitel 9 dargestellt – über einen absehbaren Zeitraum durch Einsparungen von Betriebsmitteln und Energie, sowie die Steigerung der Fahrgeldeinnahmen.

10.2. Ausblick

Zum Abschluss der Arbeit soll noch ein kurzer Ausblick gegeben werden, was möglich ist, wenn man die hier beschriebenen Maßnahmen durch telematische Anwendungen ergänzt. Diesen Schritt hat man in Dresden gewagt und sich nicht nur das Ziel gesetzt, zwischen den Haltestellen mit der Straßenbahn nicht mehr anhalten zu müssen (aufgrund fehlender Freigabe an der LSA), sondern man möchte das Ganze im Voraus planbar machen. Dazu wurde die Kommunikation zwischen Fahrzeug und LSA von der bisher hauptsächlich verwendeten Einrichtungs-Kommunikation (die Straßenbahn meldet der LSA die Annäherung) ausgeweitet, sodass Straßenbahn und LSA regelrecht miteinander reden. Dadurch wird dem Fahrpersonal der optimale Zeitpunkt zum Abfahren von der Haltestelle dargestellt, um am nächsten Knotenpunkt bei Grün anzukommen und mit welcher Geschwindigkeit aus Sicht des Energieverbrauchs des Fahrzeug und des Phasenumlaufs am Knoten optimaler Weise gefahren werden soll. Dafür werden verschiedene Daten vor allem aus dem RBL (z.B. Position des Fahrzeugs, aktuelle Pünktlichkeit, ausstehende Anschlüsse) und der LSA-Steuerung verwendet und miteinander verknüpft. Dadurch wird errechnet wann die nächste Freigabe am Knoten erfolgt, wie weit das Fahrzeug bis zum Knoten hat und mit welcher Geschwindigkeit entsprechend an den Knoten herangefahren werden kann bzw. muss.¹⁹¹

Die daraus resultierenden Vorteile sind vielfältig. Die LSA-Beeinflussung kann nun viel genauer und unter Berücksichtigung der aktuellen Lage eingesteuert werden. Nun muss nicht mehr zwingend die LSA-Freigabe zu dem Zeitpunkt erfolgen, wann die Straßenbahn den Knoten erreicht, sondern die Annäherung Straßenbahn kann soweit verzögert werden, dass die Straßenbahn genau zur Freigabe den Knoten erreicht. Durch die konstante Fahrt ohne notwendige Brems- und Beschleunigungsvorgänge an der LSA können entsprechend Energiekosten eingespart werden. Auch für den Fahrgast entsteht nun noch verstärkt das Gefühl der beschleunigten Straßenbahn, da (im Idealfall) kein Halt zwischen den Haltestellen erfolgt bzw. die Haltewahrscheinlichkeit noch weiter reduziert wurde. Erste Versuche von Fahrten mit dem Fahrerassistenzsystem auf einer Projektstrecke ergaben dabei eine Reduktion der Haltequote an verschiedenen Knoten von 50-60 % auf 10-15%. Auch der Energiebedarf konnte um bis zu 20% gesenkt werden (also ungefähr um das doppelte, als gewöhnlich bei reinen Bevorrangungsmaßnahmen erzielt werden).¹⁹²

Zudem kann an Linienknoten mit Umsteigebeziehung durch das System die richtige Reihenfolge der ankommenden Bahnen hergestellt werden, sodass ein reibungsloses für die Fahrgäste möglich ist.

¹⁹¹ Vgl. Dresdner Verkehrsbetriebe AG, 2014, S. 14.

¹⁹² Vgl. Krimmling, 2014, S. 50.

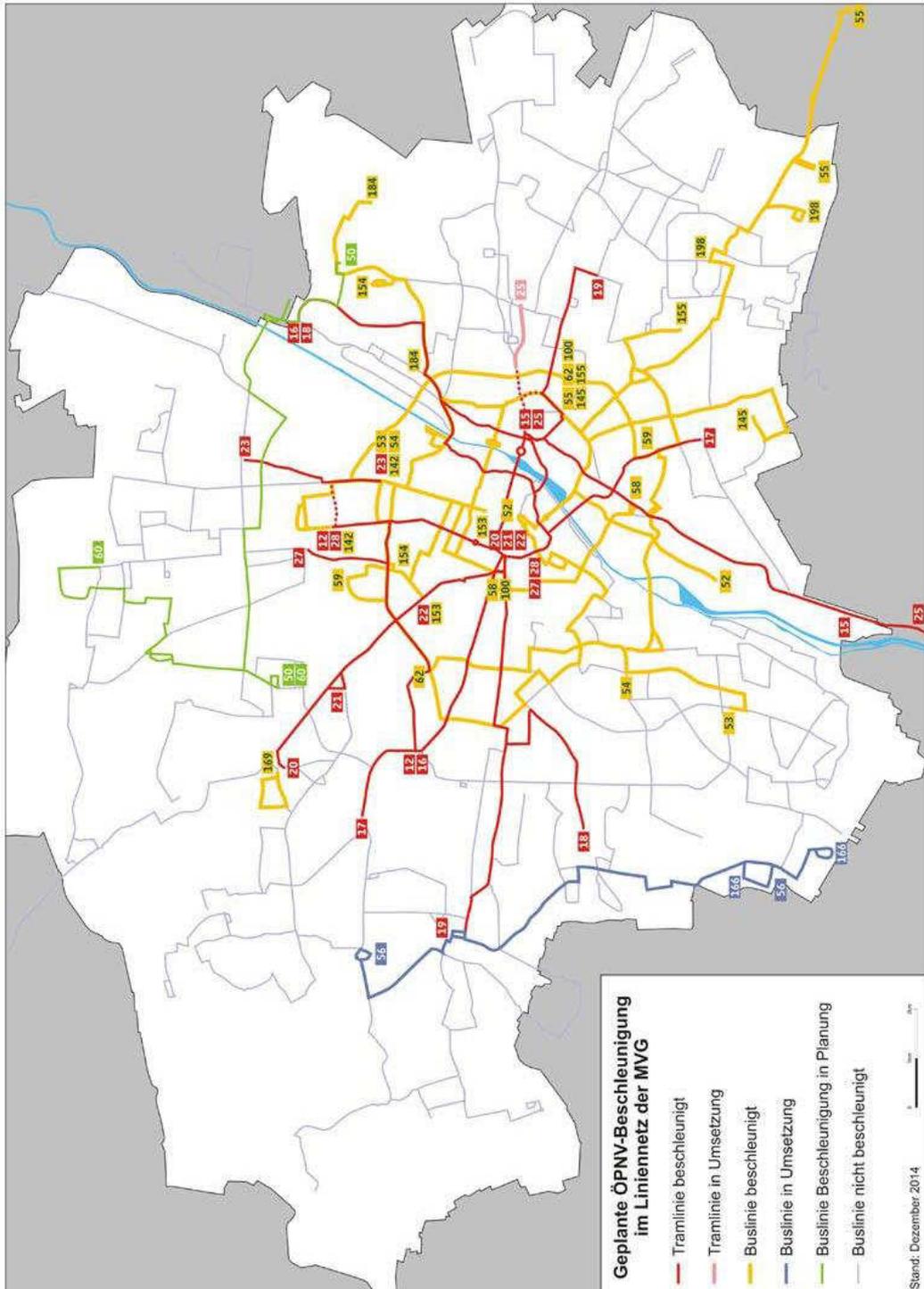
Dies wird dadurch erreicht, indem das Abbringer-Fahrzeug künstlich Rot bekommt (die Ampel für das Fahrzeug wird durch die Ansteuerung auf Rot geschaltet bzw. gehalten, obwohl dies aus Sicht der Verkehrskoordination nicht notwendig wäre), die Fußgängerampeln, über welche der Fahrgast gehen muss, um zu diesem Fahrzeug zu gelangen, werden jedoch auf Grün geschaltet. So kann der Fahrgast ohne Hektik umsteigen und erreicht dennoch seinen Anschluss.¹⁹³

¹⁹³ Vgl. Dresdner Verkehrsbetriebe AG, 2014, S. 13.

Anlagen

Anlage 1	Grafik: ÖPNV-Beschleunigung im Liniennetz der MVG	VIII
Anlage 2	Grafik: Verkehrsprognosen der MVG zur Trambahn-Westtangente.....	IX
Anlage 3	Fahrtprotokolle empirische Messungen der Fahrzeitanteile.....	X
Anlage 4	Ermittelte Kostenwerte für verschiedene Maßnahmen, anhand der Sitzungsunterlagen des Münchner Stadtrates.....	XVI
Anlage 5	Fachgespräch mit Hrn. Eicher, Wiener Linien, Referat V4p, Bevorrangung des öffentlichen Personennahverkehrs vom 13. Februar 2015	XIX
Anlage 6	Fachgespräch mit Hrn. Seifert, Stadtwerke München GmbH, Strategische Planungsprojekte, Leiter Projekte Bus/ÖPNV-Beschleunigung am 13. März 2015.....	XXIII
Anlage 7	Fragebogen Umfrage	XXVII
Anlage 8	Teilnehmer Umfrage.....	XLII

Anlage 1 Grafik: ÖPNV-Beschleunigung im Liniennetz der MVG



(Quelle: Münchner Verkehrsgesellschaft mbH (MVG), 2014a)

Anlage 2 Grafik: Verkehrsprognosen der MVG zur Trambahn-Westtangente



SW//M
 Unternehmensbereich Verkehr
 Wir fahren für die **MVG**

Zu- bzw. Abnahme des motorisierten Individualverkehrs
 Verkehrsmengenprognose Kfz 2020
 (mit Tram im Vergleich zum Bus im Jahr 2020)

Tram Westtangente

Zeichenerklärung

- Zunahme Motorisierter Individualverkehr
Angabe Fahrzeugerlag (Werktag)
- Abnahme Motorisierter Individualverkehr
Angabe Fahrzeugerlag (Werktag)

Anmerkung:
 Änderungen der Kenngrößen bis zu 500 Fahrzeugen am Tag werden im Plan nicht dargestellt.

- S-Bahnhof
- S-Bahnlinie
- Stadtbezirksgrenze
- Planungsgebiet (S-Plan = Bebauungsplan)

Quelle:
 Landeshauptstadt München
Referat für Stadtplanung und Bauordnung

Quelle: http://www.mvg-mobil.de/projekte/westtangente/images/twt-zunahme_abnahme_individualverkehr.pdf

Anlage 3 Fahrtprotokolle empirische Messungen der Fahrzeitanteile

Fahrt 1: Metrobus 50 Johanneskirchen Bf. - Olympia-Einkaufszentrum

Messzeitpunkt	Dauer	Ereignis	Haltestelle	Bemerkung
09:08:12		FAHRT BEGINN	Johanneskirchen Bahnhof	
09:08:12	00:00:38	Fahrt		
09:08:50	00:00:03	Verkehr		
09:08:53	00:00:45	Fahrt		
09:09:38	00:00:37	Haltestelle	Bichlhofweg	(Zustieg Rollator)
09:10:15	00:00:30	Fahrt		
09:10:45	00:00:12	Haltestelle	Johanneskirchner Straße	
09:10:57	00:00:03	Fahrt		
09:11:00	00:00:05	Verkehr		
09:11:05	00:01:02	Fahrt		
09:12:07	00:00:30	LSA		
09:12:37	00:00:20	Fahrt		
09:12:57	00:00:12	Haltestelle	Regina-Ullmann-Straße	
09:13:09	00:00:44	Fahrt		
09:13:53	00:00:21	Haltestelle	Fritz-Meyer-Weg	
09:14:14	00:01:21	Fahrt		
09:15:35	00:00:56	Haltestelle	St. Emmeram	(Ausstieg Rollator)
09:16:31	00:00:36	Fahrt		
09:17:07	00:00:17	Verkehr		
09:17:24	00:00:47	Fahrt		
09:18:11	00:00:18	Haltestelle	Unterföhring, FeringasträÙe Ost	
09:18:29	00:01:05	Fahrt		
09:19:34	00:00:15	Haltestelle	Unterföhring, FeringasträÙe	
09:19:49	00:00:39	Fahrt		
09:20:28	00:00:19	LSA		
09:20:47	00:00:26	Fahrt		
09:21:13	00:00:04	Verkehr		
09:21:17	00:01:48	Fahrt		
09:23:05	00:00:18	LSA		
09:23:23	00:00:55	Fahrt		
09:24:18	00:01:27	Haltestelle	Studentenstadt	
09:25:45	00:00:10	Fahrt		
09:25:55	00:00:40	LSA		
09:26:35	00:00:32	Fahrt		
09:27:07	00:01:10	LSA		
09:28:17	00:00:07	Fahrt		
09:28:24	00:01:13	LSA		
09:29:37	00:00:19	Fahrt		
09:29:56	00:01:00	LSA		
09:30:56	00:00:12	Fahrt		
09:31:08	00:01:08	LSA		
09:32:16	00:00:21	Fahrt		
09:32:37	00:00:02	Verkehr		
09:32:39	00:00:32	Fahrt		
09:33:11	00:00:08	Haltestelle	Autobahn Nord	
09:33:19	00:00:27	Fahrt		
09:33:46	00:00:02	LSA		
09:33:48	00:00:19	Fahrt		
09:34:07	00:00:16	Haltestelle	Funkkaserne	
09:34:23	00:00:24	Fahrt		
09:34:47	00:00:04	LSA		
09:34:51	00:00:30	Fahrt		
09:35:21	00:00:14	Haltestelle	Funkkaserne West	
09:35:35	00:00:46	Fahrt		
09:36:21	00:00:11	Haltestelle	Schwabing Nord	
09:36:32	00:00:43	Fahrt		
09:37:15	00:00:53	LSA		
09:38:08	00:00:22	Fahrt		
09:38:30	00:01:09	LSA		
09:39:39	00:00:17	Fahrt		
09:39:56	00:00:15	Haltestelle	Ingolstädter Straße	
09:40:11	00:00:19	Verkehr		
09:40:30	00:00:35	Fahrt		
09:41:05	00:00:35	LSA		
09:41:40	00:00:15	Fahrt		
09:41:55	00:00:10	Haltestelle	Domagkstraße West	
09:42:05	00:00:45	Fahrt		

09:42:50	00:00:18	Haltestelle	Abtstraße	
09:43:08	00:00:12	LSA		
09:43:20	00:00:31	Fahrt		
09:43:51	00:00:10	LSA		
09:44:01	00:00:08	Fahrt		
09:44:09	00:00:15	Haltestelle	Milbertshofener Straße	
09:44:24	00:00:47	Fahrt		
09:45:11	00:00:16	Haltestelle	Korbinianplatz	
09:45:27	00:00:21	Fahrt		
09:45:48	00:00:26	LSA		
09:46:14	00:00:08	Fahrt		
09:46:22	00:00:18	Verkehr		
09:46:40	00:00:16	Fahrt		
09:46:56	00:00:20	Haltestelle	Frankfurter Ring	
09:47:16	00:00:30	Fahrt		
09:47:46	00:00:14	LSA		
09:48:00	00:00:34	Fahrt		
09:48:34	00:00:38	LSA		
09:49:12	00:00:28	Fahrt		
09:49:40	00:00:38	LSA		
09:50:18	00:00:30	Fahrt		
09:50:48	00:00:13	Haltestelle	Moosacher Straße	
09:51:01	00:00:29	Fahrt		
09:51:30	00:00:08	LSA		
09:51:38	00:00:15	Fahrt		
09:51:53	00:00:13	Haltestelle	Anhalter Platz	
09:52:06	00:01:18	Fahrt		
09:53:24	00:00:32	LSA		
09:53:56	00:00:25	Fahrt		
09:54:21	00:00:47	Haltestelle	Lerchenauer Straße	(Einstieg Rollstuhl)
09:55:08	00:00:36	Fahrt		
09:55:44	00:00:11	Haltestelle	Oberwiesenfeld	
09:55:55	00:01:35	Fahrt		
09:57:30	00:00:13	Haltestelle	Lassallestraße	
09:57:43	00:00:37	Fahrt		
09:58:20	00:00:38	Haltestelle	Olympia-Einkaufszentrum West	(Ausstieg Rollstuhl)
09:58:58	00:00:53	Fahrt		
09:59:51	00:00:07	Haltestelle	Olympia-Einkaufszentrum	
09:59:58	00:00:51	Fahrt		
10:00:49		FAHRT ENDE	Dessauer Straße	

	00:52:37	GESAMTFAHRZEIT		
58%	00:30:27	ANTEIL Fahrt		
17%	00:09:03	ANTEIL Haltestelle		
23%	00:11:59	ANTEIL LSA		
2%	00:01:08	ANTEIL Verkehr		
	14,2 km	Gemessene Strecke		
	16,19 km/h	Durchschn. Geschwindigkeit bez. auf Gesamtfahrzeit		
	27,98 km/h	Durchschn. Geschwindigkeit bez. auf reine Fahrzeit		

Fahrt 2: Metrobus 50 Olympia-Einkaufszentrum - Johanneskirchen Bf.

Messzeitpunkt	Dauer	Ereignis	Haltestelle	Bemerkung
10:01:10		FAHRT BEGINN	Dessauer Straße	
10:01:10	00:00:25	Fahrt		
10:01:35	00:01:24	Verkehr		
10:02:59	00:00:59	Fahrt		
10:03:58	00:00:11	Haltestelle	Olympia-Einkaufszentrum	
10:04:09	00:00:28	Fahrt		
10:04:37	00:00:23	Haltestelle	Olympia-Einkaufszentrum West	
10:05:00	00:00:16	Fahrt		
10:05:16	00:00:14	LSA		
10:05:30	00:00:34	Fahrt		
10:06:04	00:00:44	LSA		
10:06:48	00:01:08	Fahrt		
10:07:56	00:01:05	LSA		
10:09:01	00:01:18	Fahrt		
10:10:19	00:00:55	LSA		
10:11:14	00:00:19	Fahrt		
10:11:33	00:00:15	Haltestelle	Preußenstraße	
10:11:48	00:01:18	Fahrt		
10:13:06	00:00:28	Haltestelle	Anhalter Platz	

10:13:34	00:00:48	Fahrt	
10:14:22	00:00:15	Haltestelle	Moosacher Straße
10:14:37	00:01:34	Fahrt	
10:16:11	00:00:29	Haltestelle	Frankfurter Ring
10:16:40	00:00:15	Fahrt	
10:16:55	00:00:54	Verkehr	
10:17:49	00:00:14	Fahrt	
10:18:03	00:00:19	Haltestelle	Korbinianplatz
10:18:22	00:00:54	Fahrt	
10:19:16	00:00:15	Haltestelle	Milbertshofener Straße
10:19:31	00:00:17	Fahrt	
10:19:48	00:00:07	Verkehr	
10:19:55	00:00:27	Fahrt	
10:20:22	00:00:29	Haltestelle	Abtstraße
10:20:51	00:00:29	Fahrt	
10:21:20	00:00:05	Verkehr	
10:21:25	00:00:37	Fahrt	
10:22:02	00:00:48	LSA	
10:22:50	00:00:11	Fahrt	
10:23:01	00:00:10	Verkehr	
10:23:11	00:00:14	Fahrt	
10:23:25	00:00:45	Haltestelle	Domagkstraße West
10:24:10	00:00:43	Fahrt	
10:24:53	00:01:07	LSA	
10:26:00	00:00:22	Fahrt	
10:26:22	00:00:19	Haltestelle	Ingolstädter Straße
10:26:41	00:00:59	Fahrt	
10:27:40	00:00:40	LSA	
10:28:20	00:00:39	Fahrt	
10:28:59	00:00:12	Haltestelle	Funkkaserne West
10:29:11	00:02:30	Fahrt	
10:31:41	00:02:17	Haltestelle	Studentenstadt
10:33:58	00:00:03	Fahrt	
10:34:01	00:00:35	LSA	
10:34:36	00:00:47	Fahrt	
10:35:23	00:00:50	LSA	
10:36:13	00:02:32	Fahrt	
10:38:45	00:00:26	Verkehr	
10:39:11	00:00:50	Fahrt	
10:40:01	00:00:18	Haltestelle	Unterföhring, Feringasraße
10:40:19	00:01:06	Fahrt	
10:41:25	00:00:19	Haltestelle	Unterföhring, Feringasraße Ost
10:41:44	00:01:37	Fahrt	
10:43:21	00:00:13	Haltestelle	St. Emmeram
10:43:34	00:01:00	Fahrt	
10:44:34	00:00:13	Haltestelle	Fritz-Meyer-Weg
10:44:47	00:00:12	Fahrt	
10:44:59	00:00:35	LSA	
10:45:34	00:00:36	Fahrt	
10:46:10	00:00:15	Haltestelle	Regina-Ullmann-Straße
10:46:25	00:01:17	Fahrt	
10:47:42	00:00:24	LSA	
10:48:06	00:00:18	Fahrt	
10:48:24	00:00:11	Haltestelle	Johanneskirchner Straße
10:48:35	00:00:21	Fahrt	
10:48:56	00:00:06	Verkehr	
10:49:02	00:01:02	Fahrt	
10:50:04		FAHRT ENDE	Johanneskirchen Bahnhof

00:48:54 GESAMTFAHRZEIT

61% 00:29:39 **ANTEIL Fahrt**

17% 00:08:06 **ANTEIL Haltestelle**

16% 00:07:57 **ANTEIL LSA**

7% 00:03:12 **ANTEIL Verkehr**

13,8 km **Gemessene Strecke**

16,93 km/h **Durchschn. Geschwindigkeit bez. auf Gesamtfahrzeit**

27,93 km/h **Durchschn. Geschwindigkeit bez. auf reine Fahrzeit**

Fahrt 3: Metrobus 59 Giesing Bahnhof - Ackermannbogen

Messzeitpunkt	Dauer	Ereignis	Haltestelle	Bemerkung
13:26:00		FAHRT BEGINN	Giesing Bahnhof	
13:26:00	00:00:32	Fahrt		
13:26:32	00:00:39	LSA		
13:27:11	00:00:14	Fahrt		
13:27:25	00:00:14	Verkehr		
13:27:39	00:00:24	Fahrt		
13:28:03	00:00:12	LSA		
13:28:15	00:00:40	Fahrt		
13:28:55	00:00:29	Verkehr		
13:29:24	00:00:14	Fahrt		
13:29:38	00:00:37	Haltestelle	Chiemgaustraße	
13:30:15	00:01:02	Fahrt		
13:31:17	00:00:23	Haltestelle	Balanstraße	
13:31:40	00:01:03	Fahrt		
13:32:43	00:00:25	Haltestelle	Langbürgener Straße	
13:33:08	00:00:19	Fahrt		
13:33:27	00:00:07	LSA		
13:33:34	00:01:00	Fahrt		
13:34:34	00:01:21	LSA		
13:35:55	00:00:21	Haltestelle	Ramersdorf	
13:36:16	00:00:48	Fahrt		
13:37:04	00:00:07	LSA		
13:37:11	00:00:26	Fahrt		
13:37:37	00:00:46	Haltestelle	Karl-Preis-Platz	
13:38:23	00:00:54	Fahrt		
13:39:17	00:00:14	Haltestelle	Aschheimer Straße	
13:39:31	00:00:37	Fahrt		
13:40:08	00:00:29	Haltestelle	Sankt Pius	
13:40:37	00:00:06	LSA		
13:40:43	00:00:32	Fahrt		
13:41:15	00:00:12	Haltestelle	Mühldorfstraße	
13:41:27	00:00:13	Fahrt		
13:41:40	00:00:11	LSA		
13:41:51	00:00:50	Fahrt		
13:42:41	00:00:19	Haltestelle	Ampfingstraße	
13:43:00	00:01:26	Fahrt		
13:44:26	00:00:36	Haltestelle	Einsteinstraße	
13:45:02	00:00:41	Fahrt		
13:45:43	00:00:15	Haltestelle	Zaubzerstraße	
13:45:58	00:00:55	Fahrt		
13:46:53	00:00:18	Haltestelle	Böhmerwaldplatz	
13:47:11	00:01:42	Fahrt		
13:48:53	00:00:17	Haltestelle	Richard-Strauss-Straße	
13:49:10	00:00:57	Fahrt		
13:50:07	00:00:18	Haltestelle	Effnerplatz	
13:50:25	00:00:44	LSA		
13:51:09	00:01:08	Fahrt		
13:52:17	00:00:22	Haltestelle	Herzogpark	
13:52:39	00:00:04	Verkehr		
13:52:43	00:01:55	Fahrt		
13:54:38	00:00:22	Haltestelle	Osterwaldstraße	
13:55:00	00:01:04	Fahrt		
13:56:04	00:00:14	Haltestelle	Dietlindenstraße	
13:56:18	00:00:24	LSA		
13:56:42	00:01:00	Fahrt		
13:57:42	00:00:23	Haltestelle	Potsdamer Straße	
13:58:05	00:01:33	Fahrt		
13:59:38	00:02:07	Haltestelle	Münchner Freiheit	
14:01:45	00:01:15	Fahrt		
14:03:00	00:00:02	LSA		
14:03:02	00:00:13	Fahrt		
14:03:15	00:00:17	Verkehr		
14:03:32	00:00:15	Fahrt		
14:03:47	00:00:21	Haltestelle	Hohenzollernstraße	
14:04:08	00:00:57	Fahrt		
14:05:05	00:00:21	Haltestelle	Friedrichstraße	
14:05:26	00:01:01	Fahrt		
14:06:27	00:00:21	LSA		
14:06:48	00:00:25	Fahrt		
14:07:13	00:00:11	Verkehr		

14:07:24	00:00:18	Fahrt	
14:07:42	00:00:20	Haltestelle	Kurfürstenplatz
14:08:02	00:00:47	Fahrt	
14:08:49	00:00:24	Haltestelle	Hohenzollernplatz
14:09:13	00:00:51	Fahrt	
14:10:04	00:00:22	Haltestelle	Nordbad
14:10:26	00:00:33	Fahrt	
14:10:59	00:00:17	Haltestelle	Barbarastraße
14:11:16	00:00:41	Fahrt	
14:11:57	00:00:26	Haltestelle	Infanteriestraße
14:12:23	00:00:47	Fahrt	
14:13:10	00:00:12	Haltestelle	Elisabeth-Kohn-Straße
14:13:22	00:00:33	Fahrt	
14:13:55	00:00:16	Haltestelle	Spiridon-Louis-Ring
14:14:11	00:00:35	Fahrt	
14:14:46		FAHRT ENDE	Ackermannbogen

	00:48:46	GESAMTFAHRZEIT	
64%	00:31:20	ANTEIL Fahrt	
25%	00:11:57	ANTEIL Haltestelle	
9%	00:04:14	ANTEIL LSA	
3%	00:01:15	ANTEIL Verkehr	
	14,2 km	Gemessene Strecke	
	17,47 km/h	Durchschn. Geschwindigkeit bez. auf Gesamtfahrzeit	
	27,19 km/h	Durchschn. Geschwindigkeit bez. auf reine Fahrzeit	

Fahrt 4: Metrobus 59 Ackermannbogen - Giesing Bahnhof

Messzeitpunkt	Dauer	Ereignis	Haltestelle	Bemerkung
12:39:58		FAHRT BEGINN	Ackermannbogen	
12:39:58	00:01:07	Fahrt		
12:41:05	00:00:02	Verkehr		
12:41:07	00:00:08	Fahrt		
12:41:15	00:00:18	Haltestelle	Saarstraße	
12:41:33	00:00:21	Fahrt		
12:41:54	00:00:05	Verkehr		
12:41:59	00:01:02	Fahrt		
12:43:01	00:00:10	Verkehr		
12:43:11	00:00:24	Fahrt		
12:43:35	00:00:04	LSA		
12:43:39	00:00:16	Fahrt		
12:43:55	00:00:36	Haltestelle	Nordbad	
12:44:31	00:00:33	Fahrt		
12:45:04	00:00:32	Verkehr		
12:45:36	00:00:15	Fahrt		
12:45:51	00:00:22	Haltestelle	Hohenzollernplatz	
12:46:13	00:01:04	Fahrt		
12:47:17	00:00:23	Verkehr		
12:47:40	00:00:09	Fahrt		
12:47:49	00:00:16	Haltestelle	Kurfürstenplatz	
12:48:05	00:00:07	LSA		
12:48:12	00:00:10	Fahrt		
12:48:22	00:00:15	Verkehr		
12:48:37	00:00:50	LSA		
12:49:27	00:01:32	Fahrt		
12:50:59	00:00:14	LSA		
12:51:13	00:00:44	Fahrt		
12:51:57	00:00:11	Verkehr		
12:52:08	00:00:33	Fahrt		
12:52:41	00:00:03	Verkehr		
12:52:44	00:00:34	Fahrt		
12:53:18	00:00:37	Haltestelle	Münchner Freiheit	
12:53:55	00:00:25	Fahrt		
12:54:20	00:00:15	LSA		
12:54:35	00:00:55	Fahrt		
12:55:30	00:00:29	Haltestelle	Potsdamer Straße	
12:55:59	00:00:26	Fahrt		
12:56:25	00:00:04	LSA		
12:56:29	00:00:22	Fahrt		
12:56:51	00:00:27	Haltestelle	Dietlindenstraße	
12:57:18	00:00:49	Fahrt		
12:58:07	00:00:17	Haltestelle		
12:58:24	00:01:27	Fahrt		
12:59:51	00:00:17	Haltestelle	Herzogpark	

13:00:08	00:00:49	Fahrt	
13:00:57	00:00:34	LSA	
13:01:31	00:00:39	Fahrt	
13:02:10	00:00:24	Haltestelle	Effnerplatz
13:02:34	00:00:03	Verkehr	
13:02:37	00:00:48	Fahrt	
13:03:25	00:00:17	LSA	
13:03:42	00:00:12	Fahrt	
13:03:54	00:00:17	Haltestelle	Richard-Strauss-Straße
13:04:11	00:00:56	Fahrt	
13:05:07	00:00:17	Haltestelle	Böhmerwaldplatz
13:05:24	00:00:44	Fahrt	
13:06:08	00:00:19	Haltestelle	Zaubzerstraße
13:06:27	00:00:17	Fahrt	
13:06:44	00:00:33	LSA	
13:07:17	00:00:33	Fahrt	
13:07:50	00:00:19	Haltestelle	Einsteinstraße
13:08:09	00:00:52	Fahrt	
13:09:01	00:00:01	LSA	
13:09:02	00:00:08	Fahrt	
13:09:10	00:01:06	LSA	
13:10:16	00:00:18	Fahrt	
13:10:34	00:00:20	Haltestelle	Ampfingstraße
13:10:54	00:00:42	Fahrt	
13:11:36	00:00:19	Haltestelle	Mühldorfstraße
13:11:55	00:00:24	Fahrt	
13:12:19	00:00:27	LSA	
13:12:46	00:00:16	Fahrt	
13:13:02	00:00:13	Haltestelle	Sankt Pius
13:13:15	00:00:49	Fahrt	
13:14:04	00:00:14	Haltestelle	Aschheimer Straße
13:14:18	00:00:30	Fahrt	
13:14:48	00:00:13	LSA	
13:15:01	00:00:22	Fahrt	
13:15:23	00:00:18	Haltestelle	Karl-Preis-Platz
13:15:41	00:00:45	Fahrt	
13:16:26	00:00:19	Haltestelle	Ramersdorf
13:16:45	00:00:32	Fahrt	
13:17:17	00:00:24	LSA	
13:17:41	00:00:37	Fahrt	
13:18:18	00:00:18	Haltestelle	Langbürgener Straße
13:18:36	00:00:59	Fahrt	
13:19:35	00:00:25	Haltestelle	Balanstraße
13:20:00	00:00:29	Fahrt	
13:20:29	00:00:08	LSA	
13:20:37	00:00:27	Fahrt	
13:21:04	00:01:01	LSA	
13:22:05	00:00:17	Fahrt	
13:22:22	00:00:22	Haltestelle	Chiemgaustraße
13:22:44	00:00:11	Fahrt	
13:22:55	00:00:05	Verkehr	
13:23:00	00:00:58	Fahrt	
13:23:58		FAHRT ENDE	Giesing Bahnhof

	00:44:00	GESAMTFAHRZEIT
63%	00:27:50	ANTEIL Fahrt
18%	00:08:03	ANTEIL Haltestelle
14%	00:06:18	ANTEIL LSA
4%	00:01:49	ANTEIL Verkehr
	13,5 km	Gemessene Strecke
	18,41 km/h	Durchschn. Geschwindigkeit bez. auf Gesamtfahrzeit
	29,10 km/h	Durchschn. Geschwindigkeit bez. auf reine Fahrzeit

Anlage 4 Ermittelte Kostenwerte für verschiedene Maßnahmen, anhand der Sitzungsunterlagen des Münchner Stadtrates

Linie	Jahr des Stadtrats-Beschlusses	Anzahl LSA Umbau	Anzahl LSA Austausch	Anzahl LSA Neubau	Anzahl LSA Abbau	Anzahl LSA Optimierung	Gesamtkosten LSA	Anzahl Baken	Kosten Baken (gesamt)	
52	2005	(keine konkreten Werte)								
53	2007	7	16				3.298.391,00 €	70	77.000,00 €	
54	2008	5	7	1			1.684.170,00 €	50	100.000,00 €	
55	2009	4	12				2.806.000,00 €	50	65.000,00 €	
100	2010	11	14				2.500.000,00 €	80	35.000,00 €	
152	2012	8	8			2	1.380.000,00 €	80	35.000,00 €	
154	2013	8	14		3		2.253.000,00 €		(1)	
144/145	2013	4	6	1			1.365.000,00 €	30	40.000,00 €	
56/166	2014	8	12				2.070.000,00 €		(1)	

Linie	Planungskosten	Anteil Planungsk. an Gesamtkosten	Einsparung	Steigerung Pünktlichkeit	geplante Gesamtkosten (2)	Ist-Gesamtkosten
52			5 Minuten	13 Prozentpunkte	2.077.000,00 €	1.125.000,00 €
53	385.000,00 €	10%	17 Minuten		3.986.000,00 €	2.805.000,00 €
54	215.000,00 €	8%	13 Minuten	8 Prozentpunkte	2.690.000,00 €	2.280.000,00 €
55	200.000,00 €	6%	5 Minuten	2 Prozentpunkte	3.246.000,00 €	2.095.000,00 €
100	140.000,00 €	6%	10 Minuten	8 Prozentpunkte	2.417.000,00 €	2.135.000,00 €
152	90.000,00 €	4%	8 Minuten		2.490.000,00 €	2.490.000,00 €
154	560.000,00 €	13%	10 Minuten		4.345.000,00 €	(3)
144/145	326.000,00 €	11%	9 Minuten		2.910.000,00 €	(3)
56/166	270.000,00 €	8%	7 Minuten		3.185.000,00 €	(3)

Linie	Bauliches	Beschreibung
52		(keine konkreten Werte)
53	15.000,00 €	Markierungen für Sperrfläche Kurfürstenplatz Verlängerung durchgezogene Mittellinie LZA Schneemann-/Passauer Verlängerung Sperrflächen Zielstattstraße Halteverbot Trappentreutstraße
54	295.000,00 € 68.000,00 € 89.000,00 € 72.000,00 € 10.000,00 €	Errichtung Busfahrstreifen Candidstraße Buskap Hst. St.-Martin-Str. Buskap Hst. Candidplatz Buskap Hst. Heckenstallerstr Markierung und Beschilderung
55	10.000,00 €	Markierung und Beschilderung
100	100.000,00 € 10.000,00 €	Verlängerung Busspur um 60 Meter, inklusive Neumarkierung Markierung und Beschilderung Busspur
152	850.000,00 €	bauliche Anpassungen: Verlängerung und Ausbau Hst. Winthirplatz Umbau Hst. Baumgartnerstr. Ri. Ostbf Zur Randhaltestelle Umbau Hst. Baumgartnerstr. Ri. Rotkreuzplatz Zur Randhaltestelle Verlegung und Ausbau Hst. Hans-Fischer-Str. Verlängerung und Ausbau Hst. Ehrengutstr. Verlängerung und Ausbau Hst. Zenettistr. Verkürzung Mittelteiler Lindwurmstr. Verlängerung und Ausbau Hst. Sendlinger Tor
154	1.300.000,00 €	Straßenbauliche Anpassungen: Absenkung Bordstein Buskap Hst. Infanteriestraße Süd Ri. Odeonsplatz Buskap Hst. Augustenstraße Buskap Hst. Schellingstraße Einbau Aufstellflächen Kreuzung Schelling-/Amalienstraße Buskap Hst. Mauerkircherstraße Ri. M. Freiheit Buskap neue Hst. Freischützstraße
144/145	1.025.000,00 €	bauliche Anpassungen: Ausbau von 5 Hst. Zu Kaphaltestellen Ausbau von 2 Hst. Zu Fahrbahnrandhaltestellen
56/166	500.000,00 €	Straßenbau Bordsteine

Die Buslinie 152 trägt heute die Bezeichnung 62, die Buslinie 144 die Bezeichnung 59.

- (1) seit 2013 werden keine neuen Baken mehr verbaut, aufgrund moderner Fahrzeugrechner
- (2) inklusive 5 % Zuschlag für Unvorhergesehenes.
- (3) noch keine Ist-Umsetzungskosten, da Maßnahme entweder noch in Planung/Umsetzung oder noch keine Werte veröffentlicht.

Quellen:

Stadtrat München, Sitzungsvorlage: Beschleunigung der Buslinie 52 - Projektkosten (Kostenobergrenze), <http://www.ris-muenchen.de/RII/RII/DOK/SITZUNGSVORLAGE/797064.pdf> (abgerufen: 2015-05-10)

Stadtrat München, Sitzungsvorlage: Beschleunigung der Buslinie 53 - Projektkosten (Kostenobergrenze), <http://www.ris-muenchen.de/RII/RII/DOK/SITZUNGSVORLAGE/1140951.pdf> (abgerufen: 2015-05-09)

Stadtrat München, Sitzungsvorlage: Beschleunigung der Buslinie 54 zwischen Ostbahnhof und Sylvensteinstraße - Projektkosten (Kostenobergrenze), <http://www.ris-muenchen.de/RII/RII/DOK/SITZUNGSVORLAGE/1579989.pdf> (abgerufen: 2014-10-20)

Stadtrat München, Sitzungsvorlage: Beschleunigung der Buslinie 55 zwischen Diakon-Kreolt-Weg und Waldperlach - Projektkosten (Kostenobergrenze), <http://www.ris-muenchen.de/RII/RII/DOK/SITZUNGSVORLAGE/1902843.pdf> (abgerufen: 2014-10-20)

Stadtrat München, Sitzungsvorlage: Beschleunigung der Buslinie 152 - Projektkosten (Kostenobergrenze), <http://www.ris-muenchen.de/RII/RII/DOK/SITZUNGSVORLAGE/2562683.pdf> (abgerufen: 2015-05-09)

Stadtrat München, Sitzungsvorlage: Beschleunigung der Buslinien 144 und 145 - Projektkosten (Kostenobergrenze), <http://www.ris-muenchen.de/RII/RII/DOK/SITZUNGSVORLAGE/2873520.pdf> (abgerufen: 2015-05-09)

Stadtrat München, Sitzungsvorlage: Beschleunigung der Buslinie 154 (inkl. abschnittsweise 54, 153 und 184) - Projektkosten (Kostenobergrenze), <http://www.ris-muenchen.de/RII/RII/DOK/SITZUNGSVORLAGE/3093830.pdf> (abgerufen: 2015-04-12)

Stadtrat München, Sitzungsvorlage: Beschleunigung der Buslinien 56 und 166 - Projektkosten (Kostenobergrenze), <http://www.ris-muenchen.de/RII/RII/DOK/SITZUNGSVORLAGE/3448671.pdf> (abgerufen: 2015-04-12)

Stadtrat München, Sitzungsvorlage: Beschleunigung der Buslinie 100 - Projektkosten (Kostenobergrenze), <http://www.ris-muenchen.de/RII/RII/DOK/SITZUNGSVORLAGE/2146441.pdf> (abgerufen: 2014-10-20)

Anlage 5 Fachgespräch mit Hrn. Eicher, Wiener Linien, Referat V4p, Bevorrangung des öffentlichen Personennahverkehrs vom 13. Februar 2015

Wie ermitteln Sie, wo Bevorrangungsmaßnahmen sinnvoll sind?

Die Mitarbeiter unserer Abteilung sind nicht nur im Büro, um z.B. Anträge zu schreiben, sondern auch fast täglich und zu jeder Tageszeit im Netz unterwegs, um Schwachstellen aufzudecken und Gegenmaßnahmen zu eruiieren. Das ist die wichtigste Voraussetzung, um bedarfsgerecht Maßnahmen umzusetzen.

Wurden die Maßnahmen dabei nach Linien gebündelt oder wurden auch Maßnahmen an Einzelknoten durchgeführt?

Die Maßnahmen werden nahezu immer linienmäßig ausgeführt, nur sehr selten werden einzelne Punkte im Netz behandelt.

Welche Effekte beabsichtigen Sie durch die Bevorrangung des öffentlichen Verkehrs und inwieweit können diese tatsächlich umgesetzt werden?

Grundsätzlich verfolgen wir bei der Umsetzung von Maßnahmen zur Bevorrangung des ÖPNV das Ziel, die Pünktlichkeit zu erhöhen. Als Beispiel sei hier die Linie 26A von Kagran nach Groß-Enzersdorf genannt: bei einer theoretischen Fahrzeit von ungefähr 30 Minuten waren die Fahrzeuge hier oft bis zu 20 Minuten verspätet. Durch Umsetzung verschiedener Bevorrangungsmaßnahmen, unter anderem einer längeren Busspur, konnte die Pünktlichkeit signifikant erhöht werden, die Verspätungen sind deutlich zurückgegangen.

Insgesamt haben ungefähr 90-95% der umgesetzten Maßnahmen das Ziel, die Pünktlichkeit zu erhöhen. Dass durch Bevorrangungsmaßnahmen die planmäßigen Fahrzeiten verkürzt werden und dadurch Fahrzeuge freigesetzt werden, kommt eher selten vor.

Leider kann nicht immer der vollständige gewünschte Effekt umgesetzt werden, da im Laufe der Planung von Bevorrangungsmaßnahmen und den dabei geführten Gesprächen mit den Bezirken oftmals ein Kompromiss eingegangen werden muss, um die Maßnahme überhaupt genehmigt zu bekommen. Das, was umgesetzt wird, erzielt in den allermeisten Fällen auch die prognostizierten Verbesserungen.

Daneben gibt es noch Busspuren, die eigentlich weniger der Beschleunigung des Busses dienen, als mehr der Verkehrssicherheit. Zum Beispiel, wenn an einer Kreuzung drei Spuren vorhanden sind, aber an der rechten Spur eine Haltestelle angebracht ist, entstehen oft Unfälle, weil von der zweiten Spur auch nach rechts abgebogen wird. Wenn nun die rechte Spur keine Haltestelle, sondern eine Busspur ist, kann nur von der zweiten Spur rechts abgebogen werden und der Konflikt ist

somit einfach und kostengünstig behoben. Für den Bus gibt es direkt keinen Nutzen daraus, jedoch dient es der Verkehrssicherheit.

Woher stammt der Platz für eine Busspur? Und wie breit werden Busspuren in der Regel ausgeführt?

Wenn eine Busspur umgesetzt wird, wird zumeist ein Fahrstreifen dafür aufgelassen. Es kommt dabei vor, dass durch verschiedene Rahmenbedingungen der Individualverkehr größtenteils nur eine von zwei Spuren nutzt, da ist es keine große Sache, aus der einen Spur, die eh kaum genutzt wird eine Busspur zu machen. Ansonsten werden oftmals Parkstreifen für Sonderfahrspuren aufgelöst, was natürlich je nach Örtlichkeit auch schwierig sein kann, wenn die Anrainer sich dagegen wehren. Die Breite der Busspuren ist sehr unterschiedlich, je nach Platz, der zur Verfügung steht, mindestens jedoch 3 Meter.

Wie funktioniert die Finanzierung von Bevorrangungsmaßnahmen in Wien?

Die Stadt Wien zahlt den Wiener Linien eine gewisse Summe an Ausgleichszahlungen, da öffentlicher Nahverkehr ja nur sehr selten eigenwirtschaftlich betrieben werden kann. Aus diesem Topf können die einzelnen Abteilungen Geld beantragen, so auch unsere Abteilung, die die Bevorrangungsmaßnahmen plant und umsetzt. In den letzten Jahren haben wir konstant 3 Millionen Euro für Bevorrangungsmaßnahmen beantragt und im Mittel ca. 1,25 Millionen Euro gewilligt bekommen.

Es gibt also keine durch die Politik fest zugeschiedene Summe für Bevorrangungsmaßnahmen, sondern nur eine interne Aufteilung innerhalb der Wiener Linien.

Inwieweit sind Busspuren oder eigene Straßenbahntrassen für andere Verkehrsmittel (z.B. Taxen) freigegeben?

Laut österreichischer StVO sind Busspuren grundsätzlich für Taxen freigegeben, soweit dies nicht explizit durch ein Sonderschild ausgenommen ist. Solche Ausnahmen sind zum Beispiel notwendig, wenn aufgrund der Ampelanlage oder anderen technischen Gründen eine Mitbenützung durch Taxen nicht sinnvoll ist. Auch Rettungs- und Einsatzfahrzeuge dürfen natürlich die Sonderspuren mitnutzen, um den Individualverkehr zu umgehen.

Außerdem sind viele unserer ÖPNV-Spuren auch für Fahrradfahrer freigegeben (aus politischem Willen), was leider den Effekt der Busspur minimiert, da die Spuren nicht breit genug sind, um die Radfahrer zu überholen. An einigen Stellen sind die Spuren auch für Krankentransporte (nicht Rettungs-Einsatzfahrzeuge) freigegeben, damit diese schneller vorankommen.

Zudem gibt es aktuell eine politische Diskussion, die Busspuren grundsätzlich auch für Motorräder, sowie flächendeckend für Fahrräder freizugeben. Gegen den Vorschlag, Motorrädern die Mitbenüt-

zung der ÖPNV-Spuren zu gestatten haben wir als Verkehrsunternehmen grundsätzlich keinen Einwand, da diese ja in ungefähr gleicher Geschwindigkeit unterwegs sind, wie die Busse und Bahnen, Fahrradfahrer sind aufgrund der langsameren Geschwindigkeit an einigen Stellen doch eine erhebliche Behinderung des öffentlichen Verkehrs und machen den Nutzen der Sonderspur zunichte.

Gibt es denn Überlegungen – wie sie in Deutschland aktuell angestellt werden – Busspuren auch für Carsharing- und/oder Elektro-Fahrzeuge zu öffnen?

Ja, von politischer Seite gibt es auch hier in Wien solche Überlegungen. Aus unserer Sicht als Verkehrsunternehmen würde dies aber den Rahmen an Ausnahmen sprengen, sodass vermutlich durch die wachsende Anzahl an Mitbenutzern der Sonderspuren der beschleunigende Effekt für den ÖPNV größtenteils wieder aufgezehrt werden würde.

Wie groß sind Ihre Probleme mit Falschparkern auf Sonderspuren?

Es kommt durchaus häufiger vor, dass Busspuren zugeparkt werden. Konkrete Zahlen kann ich hier keine nennen, aber es ist schon mehrmals am Tag notwendig, einen Abschlepper zu rufen, um Busspuren von Falschparkern zu befreien. Wir gehen hier ähnlich strikt vor, wie bei zugeparkten Haltestellen, womit es auch immer wieder Probleme gibt.

Kommt es auch vor, dass durch unsauber geparkte Fahrzeuge die Straßenbahn behindert wird? Welche Maßnahmen unternehmen Sie dagegen?

Ja, auch solche Probleme sind uns durchaus bekannt und kommen mindestens täglich vor, als Beispiel sei hier die Kaiserstraße genannt, die recht schmal ist. Da unsere Straßenbahnfahrer und Straßenbahnfahrerinnen aber nicht einfach den Rückspiegel des Autos einklappen dürfen, muss in solchen Fällen die Feuerwehr gerufen werden, die schließlich den Rückspiegel einklappen.

Auch Gegenmaßnahmen zu dieser Problematik fallen unter die Verantwortung unserer Abteilung: auf der einen Seite setzen wir dort, wo das Problem häufig auftritt darauf, die Parkplätze deutlicher zu markieren, damit der Fahrzeuglenker bzw. die Fahrzeuglenkerin einfacher sieht, wenn sie in den Lichtraum der Straßenbahn hineinragt. Hier ist aber das Problem, dass breitere Fahrzeuge oftmals nicht in die vorgesehen Parkplatzbreite passen und daher zwangsläufig zumindest der Seitenspiegel in die Straße ragt. Desweiteren haben wir es auch schon mit verschiedenen „Werbemaßnahmen“ versucht, unter anderem durch Großplakate, die die Autofahrer und Autofahrerinnen der Problematik gegenüber sensibilisieren sollen. Leider war der Effekt dieser Maßnahmen eher gering.

Der Statistik über die VLSA-Beeinflussungen ist zu entnehmen, dass die Beeinflussung über Datentelegram erst seit den 2000er Jahren genutzt wird und aus der Frühzeit der Bevorrant-

gung noch viele Anlagen mit analogen Beeinflussungen vorhanden sind. Ist angestrebt, diese analogen Beeinflussungsanlagen auf den Datenfunk umzustellen?

Grundsätzlich ist hierbei zu berücksichtigen, dass überall dort, wo die Beeinflussung wirklich Sicherheitsaspekte verfolgt, weil zum Beispiel der Querverkehr angehalten wird, damit die Straßenbahn queren kann oder ohne Beeinflussung überhaupt keine Grünphase für den ÖPNV geschaltet werden würde, weiterhin auf die analoge Technik gesetzt werden muss, da unsere Schulungs- und Sonderfahrzeuge (wie Schneeräumer) nicht über den Datenfunk verfügen. Daher kann nur dort auf Datenfunk gesetzt werden, wo auch ohne Beeinflussung nach gewisser Zeit eine Grünschaltung für den öffentlichen Nahverkehr erfolgt.

Erfolgt die Verarbeitung der Datenfunk-Beeinflussungen lokal oder über ein Betriebsleitsystem?

Die Beeinflussung über Datenfunk erfolgt vollständig lokal. Als Referenzort gilt dabei grundsätzlich die davorliegende Haltestelle, da hier der Wegzähler zurückgesetzt wird und somit eine gewisse Genauigkeit bei der Lokalisierung vorausgesetzt werden kann. Das Fahrzeug meldet sich anhand der hinterlegten Streckeninformationen an der nächsten VLSA an bzw. entsprechend später wieder ab.

Wie erfolgt die Erfassung von Störungen an Beeinflussungen von VLSA? Gibt es regelmäßige Abstimmungen zwischen Ihrer Abteilung und anderen beteiligten Stellen z.B. der Stadt oder der Polizei?

Die Meldung von gestörten Beeinflussungen erfolgt durch das Fahrpersonal an die Funkleitstelle, die das dann entsprechend an den technischen Dienst bzw. die Signalbaufirmen weiterleitet. Sollte dies zu keinem Erfolg führen, so werden über die Gruppenleiter des Fahrpersonals oftmals solche Meldungen auch direkt an unsere Abteilung herangetragen, dann kümmern wir uns selbst um die Störungsbehebung, indem wir Kontakt mit den zuständigen Stellen aufnehmen.

Regelmäßig festgesetzte Gespräche mit anderen Stellen gibt es keine mehr. Wir hatten dies früher, dass wir uns monatlich mit allen Beteiligten getroffen haben. Wir sind aber der Meinung, dass der Kontakt mit diesen Stellen inzwischen so gut ist, dass wir Probleme, die auftreten sofort und direkt per Telefon klären können, dass solche Gesprächsrunden nicht notwendig ist.

Anlage 6 Fachgespräch mit Hrn. Seifert, Stadtwerke München GmbH, Strategische Planungsprojekte, Leiter Projekte Bus/ÖPNV-Beschleunigung am 13. März 2015

Wie ermitteln Sie, auf welchen Strecken eine Beschleunigung des ÖPNV sinnvoll ist?

Für sämtliche Linien des Busnetzes der Münchner Verkehrsgesellschaft mbH (MVG) wurde eine Bewertung nach folgenden Kriterien vorgenommen:

- die Relevanz für den Fahrgast
- die Anzahl der Fahrgäste pro Werktag
- die Taktdichte
- das Potenzial der Beförderungszeiteinsparung
- die Fahrzeug- und Personaleinsparung und
- die Projektdauer.

Die im Hinblick auf die angestrebten Ziele aussagekräftigen Kriterien führten zur Auswahl der bisher realisierten Busbeschleunigungsprojekte:

- Linie 58, 1995
- Linie 55/155, 2003 abschnittsweise
- Linie 52, 2006
- Linie 53, 2008
- Linie 54, 2009
- Linie 55, 2010
- Linie 100, 2011
- Linie 152 (jetzt 62), 2012
- Linie 144 (jetzt 59), 2013
- Linie 145, 2013
- Linie 154, 2014

Das Straßenbahnnetz ist bereits komplett beschleunigt.

Die Bevorrangung erfolgt also linienweise?

Zuerst haben wir das Straßenbahnnetz beschleunigt. Jetzt sind wir dabei Schritt für Schritt das Busnetz zu beschleunigen. Dabei wird seit 2006 in jedem Jahr mindestens eine Buslinie für die Beschleunigung umgesetzt. Zudem werden Signalanlagen, die z.B. aufgrund der veralteten Signaltechnik ersetzt werden müssen, auch mit den technischen Komponenten der ÖPNV-Beschleunigung ausgerüstet.

Inwieweit treten Ihre als realistisch bezeichneten Reisezeitprognosen in der Praxis nach Umsetzung der Beschleunigungsmaßnahmen tatsächlich ein?

Vor der Projektumsetzung werden Reisezeitprognosen für die zu beschleunigende Tram- bzw. Buslinie erstellt. Diese Prognosen dienen als Grundlage für die Fahrplanerstellung nach Inbetriebnahme der Busbeschleunigung. Aufgrund der langjährigen Erfahrungen mit der ÖPNV-Beschleunigung in München stimmen die Reisezeitprognosen mit den tatsächlichen Reisezeiten nach Inbetriebnahme der ÖPNV-Beschleunigung gut bis sehr gut überein.

Wer kommt für die Finanzierung der Maßnahmen auf?

Die Beschleunigungsmaßnahmen werden finanziert durch das Baureferat der Landeshauptstadt München, durch ein Beschleunigungsbudget der Landeshauptstadt München und durch die Stadtwerke München GmbH (SWM). Darüber hinaus sind Beschleunigungsprojekte grundsätzlich nach dem BayGVFG (Bayerisches Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz) und FAG (Finanzausgleichsgesetz) zuwendungsfähig. Ein Rechtsanspruch auf Förderung besteht allerdings nicht.

Sofern ein Beschleunigungsprojekt gefördert wird, ist gegenüber dem Fördergeber nachzuweisen, dass die vorher prognostizierten Fahrzeiteinsparungen tatsächlich im beschleunigten Betrieb erreicht werden. Dies erfolgt im Rahmen eines so genannten Verwendungsnachweises.

Wie erfolgt die Umsetzung von LSA-Beeinflussungen?

Bereits aus mehreren hundert Metern Entfernung kündigt der Bus bzw. die Tram der nächsten Ampel per Funk an, dass das Fahrzeug des ÖPNV die Kreuzung erreicht. Diese Funkanmeldung dient der zielgenauen Steuerung der Ampel, um rechtzeitig für das Fahrzeug des ÖPNV Freigabe zu schalten.

Inwieweit dürfen auch andere Verkehrsmittel die Busspuren mit nutzen?

Grundsätzlich sind unsere Busspuren nur für ÖPNV-Fahrzeuge freigegeben. Dabei dürfen auch Fahrzeuge von anderen Öffentlichen Verkehrsunternehmen im Regelfall die Spuren mit nutzen, soweit sie die technischen Anforderungen zur LSA-Beeinflussung beherrschen. Eine Mitbenutzung durch andere Verkehrsmittel lehnen wir ab, da diese unsere ÖPNV-Fahrzeuge behindern und die Einhaltung des Fahrplans gefährden. Jede Störung oder Verzögerung des ÖPNV-Betriebs macht diesen teurer und erhöht den Finanzierungsbedarf für den ÖPNV.

Welche Auswirkungen konnten Sie durch die Beschleunigungen erfahren?

Höhere Pünktlichkeit?

Ja, eine deutliche Steigerung der Pünktlichkeit ist zu sehen. Dies hat zwei wesentliche Gründe:

- Die geringere Streuung der Wartezeiten an beschleunigten Knotenpunkten führt zu einer besseren Einhaltung des Fahrplans.

- Mit eigenen ÖV-Trassen werden Behinderungen und Störungen durch den Autoverkehr verhindert.

Neben der Verbesserung der Pünktlichkeit und Einhaltung des Fahrplans wird durch die ÖPNV-Beschleunigung der Fahrgastkomfort (weniger oft Bremsen und Anfahren) und die Wirtschaftlichkeit (Einsparung von Fahrzeugen und Personal, die an anderer Stelle eingesetzt werden können) gesteigert.

Fahrgastzuwächse? Höhere Zufriedenheit der Kunden?

Nach Beschleunigungsmaßnahmen stellen wir in der Regel höhere Fahrgastzahlen fest. Es ist allerdings schwer zu ermitteln, ob die Fahrgastzuwächse ausschließlich auf die ÖPNV-Beschleunigung zurück zu führen sind oder ob weitere Gründe die Fahrgaststeigerungen verursachen. Grundsätzlich lässt sich aber sagen, dass aufgrund von höherer Pünktlichkeit die Fahrgäste zufriedener sind und aufgrund der gestiegenen Zufriedenheit auch öfter und regelmäßiger mit dem ÖPNV fahren.

Einsparung von Kraftstoff oder Traktionsenergie?

Es ist davon auszugehen, dass mit der ÖPNV-Beschleunigung Energieeinsparungen verbunden sind, weil der Fahrbetrieb aufgrund weniger Anfahr- und Bremsvorgänge wesentlich harmonischer verläuft.

Zitat: „Durch die Busbeschleunigung allein verbrauchen etwa die Busse 10% weniger Kraftstoff, so dass 310 Tonnen CO₂ weniger emittiert werden.“ (Quelle: Energiewinner 2008, Ausgezeichnete Projekte der EnergieOlympiade in Schleswig-Holstein, Innovationsstiftung Schleswig-Holstein, Stiftung des öffentlichen Rechts, Seite 34)

Wie erfolgt die Qualitätskontrolle der Beschleunigungsmaßnahmen?

Die Qualitätssicherung der ÖPNV-Beschleunigung in München nimmt einen hohen Stellenwert ein. Aus unserer Sicht ist eine hochwertige Qualitätsüberwachung sehr wichtig, um langfristig die Effekte der ÖPNV-Beschleunigung aufrecht zu erhalten.

Insbesondere im Bereich Bus spielt ja auch die Ausführung der Haltestellen eine wichtige Rolle. Wie ist München hier positioniert? Findet die Methode der Fahrbahnaufdopplung hier Anwendung?

In München sind wir aktuell dabei, die Haltebuchten soweit es geht durch Haltestellenkaps zu ersetzen. Dadurch wird der Fahrtverlauf harmonischer und weniger störanfällig, weil das Ausfädeln aus und das Einfädeln in den fließenden Verkehr entfällt. Diese Umbauten erfolgen vielfach im Rahmen des barrierefreien Ausbaus der Haltestellen oder bei der Anpassungen der Haltekantenlänge für die neuen Buszüge, die zunehmend in München aufgrund der Fahrgastzuwächse eingesetzt werden.

Fahrbahnaufdopplungen zur Realisierung von Haltestellen in beengten Straßenräumen gibt es in München nicht.

Eine wichtige Frage bei Knoten, an denen beschleunigte Verkehrsmittel aus mehreren Richtungen aufeinander treffen ist die Frage der Priorisierung, also welches Fahrzeug vor den anderen Fahrzeugen des ÖPNV bevorzugt wird. Hierbei gibt es ja verschiedene Ansätze; welchen verfolgen Sie hierbei in München?

Bei der Frage nach unterschiedlicher Priorisierung an Knotenpunkten unterscheiden wir nur nach Straßenbahn und Bus. Aufgrund der höheren Transportkapazität der Straßenbahn wird diese im Regelfall an Knotenpunkten gegenüber dem Bus bevorzugt behandelt. Ansonsten sind alle Busse und Straßenbahnen untereinander gleich berechtigt, werden also am Knotenpunkt der Reihenfolge der Anmeldung nach abgearbeitet.

Anlage 7 Fragebogen Umfrage

Allgemeine Angaben

1. Unternehmen, für das Sie antworten: *

2. Betreiben Sie ein Busnetz? Bzw. möchten Sie zu dem von Ihnen betriebenen Busnetz in dieser Umfrage Angaben machen? *

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

Sollten Sie ein Busnetz betreiben, an diesem jedoch keinerlei Maßnahmen zur Bevorrangung durchgeführt haben, bitte ich Sie dennoch, diese Frage mit "ja" zu beantworten und diesen Umstand in den nächsten Fragen entsprechend anzugeben!

3. Wieviele Kilometer umfasst das von Ihnen betriebene Busnetz? *

(falls Frage 2 mit „ja“ beantwortet wurde)

4. Wie viele Fahrgäste befördern Sie jährlich mit den von Ihnen betriebenen Bussen?

(falls Frage 2 mit „ja“ beantwortet wurde)

5. Betreiben Sie ein Straßenbahnnetz? Bzw. möchten Sie zu dem von Ihnen betriebenen Straßenbahnnetz in dieser Umfrage Angaben machen? *

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

Sollten Sie ein Straßenbahnnetz betreiben, an diesem jedoch keinerlei Maßnahmen zur Bevorrangung durchgeführt haben, bitte ich Sie dennoch, diese Frage mit "ja" zu beantworten und diesen Umstand in den nächsten Fragen entsprechend anzugeben!

Im Sinne dieser Umfrage gelten auch Stadtbahnen oder ähnliche Systeme, die zum Teil im Mischverkehr oder in unmittelbarer Nähe des MIV verkehren als Straßenbahn.

6. Wie viele Kilometer umfasst das von Ihnen betriebene Straßenbahnnetz? *

(falls Frage 5 mit „ja“ beantwortet wurde)

7. Wie viele Fahrgäste befördern Sie jährlich mit den von Ihnen betriebenen Straßenbahnen?

(falls Frage 5 mit „ja“ beantwortet wurde)

8. Wie viele Einwohner wohnen in dem von Ihnen bedienten Verkehrsgebiet?

BUS: Bauliche Maßnahmen (I)

(falls Frage 2 mit „ja“ beantwortet wurde)

9. Welche der folgenden baulichen Maßnahmen finden in Ihrem Busnetz Anwendung?

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- keine
- Dauerhafte Busspuren
- Zeitweise Busspuren (z.B. nur zur Hauptverkehrszeit)
- Richtungsversible Busspuren (Richtung wird durch Wechselschilder dem Verkehr angepasst)
- Kurzbusspuren im Kreuzungsbereich/Busaufstellspuren an Kreuzungen
- Haltebucht
- Haltekap
- andere/weitere: _____

BUS: Bauliche Maßnahmen (II)

(falls Frage 9 mit einer der vorgegebenen Antwortmöglichkeiten beantwortet wurde)

10. Wieviele dauerhafte Busspuren gibt es und welche Gesamtlänge haben diese?

(falls Frage 9 mit „dauerhafte Busspuren“ beantwortet wurde)

- Anzahl:

- Gesamtstrecke in km:

11. Welche Belastung erfährt die am geringsten belastete dauerhafte Busspur? (Eingabe in Busse pro h)

(falls Frage 9 mit „dauerhafte Busspuren“ beantwortet wurde)

12. Wie wird der Platz geschaffen, der für die Einrichtung einer Busspur notwendig ist?

(falls Frage 9 mit „dauerhafte Busspuren“ beantwortet wurde)

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- Verschmälerung der Fahrstreifen
- Wegfall von Fahrstreifen
- Umbau der Straße/Verbreiterung des Straßenraums
- Wegfall von Parkstreifen
- Wegfall von Grünstreifen
- Sonstiges: _____

13. Wieviele temporäre Busspuren gibt es und welche Gesamtlänge haben diese?

(falls Frage 9 mit „zeitweise Busspuren“ beantwortet wurde)

- Anzahl:

- Gesamtstrecke in km:

14. Wieviele richtungsversible Busspuren gibt es und welche Gesamtlänge haben diese?

(falls Frage 9 mit „richtungsversible Busspuren“ beantwortet wurde)

- Anzahl:

- Gesamtstrecke in km:

15. Wie breit werden die Busspuren in Ihrem Verkehrsnetz im Regelfall ausgeführt? (Eingabe in Meter)

Beantworten Sie diese Frage nur, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

(falls Frage 9 mit „dauerhafte Busspuren“, „zeitweise Busspuren“ oder „richtungsversible Busspuren“ beantwortet wurde)

16. Wie viele Kurzbusspuren/Aufstellspuren im Kreuzungsbereich gibt es?

(falls Frage 9 mit „Kurzbusspuren“ beantwortet wurde)

17. Wie häufig kommen Bushaltebuchten in Ihrem Verkehrsnetz zur Anwendung? Im Vergleich zur Gesamtanzahl an Haltestellen...

(falls Frage 9 mit „Haltebucht“ beantwortet wurde)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

(1= selten, 5 = häufig)

18. Wie häufig kommen Bushaltekapts in Ihrem Verkehrsnetz zur Anwendung? Im Vergleich zur Gesamtanzahl an Haltestellen...

(falls Frage 9 mit „Haltekapp“ beantwortet wurde)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

(1=selten, 5=häufig)

BUS: Technische (telematische) Maßnahmen

(falls Frage 2 mit „ja“ beantwortet wurde)

19. Welche technischen Maßnahmen kommen beim Bus zum Einsatz?

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- Sonderphasen für ÖPNV
- dynamische Modifikation von Grünphasen ("Mitschwimmen" im Verkehr)
- Sonstiges: _____

20. Welche Arten von Sonderphasen kommen dabei zum Einsatz?

(falls Frage 19 mit „Sonderphasen“ beantwortet wurde)

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- Feste Sonderphasen (im Vor- oder Nachlauf zum MIV) (immer)
- Feste Sonderphasen (im Vor- oder Nachlauf zum MIV) auf Anforderung
- Variable Sonderphasen auf Anforderung

Nach welcher Priorität wird bei angeforderten Sonderphasen oder Grünzeitmodifikation gewertet, wenn mehrere Fahrzeuge eine entsprechende Freigabe anfordern?

(falls Frage 19 mit „dynamische Modifikation“ oder Frage 20 mit „Feste Sonderphasen auf Anforderung“ oder „Variable Sonderphasen auf Anforderung“ beantwortet wurde)

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- Fahrzeugpriorität (keine Abstufung/first-in first-out)
- Fahrgastpriorität (nach Fahrzeugbesetzung)
- Unpünktlichkeitspriorität (Unpünktlichster Bus hat Vorfahrt)

21. Um die von Ihnen gewählten Funktionen zu nutzen müssen Fahrzeuge und Lichtsignalanlagen (LSA) mit entsprechender Telematik ausgestattet sein. Zu welchem Grad sind Fahrzeuge und Anlagen mit solcher Technik ausgestattet?

(falls Frage 19 mit „dynamische Modifikation“ oder Frage 20 mit „Feste Sonderphasen auf Anforderung“ oder „Variable Sonderphasen auf Anforderung“ beantwortet wurde)

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- Busse gesamt
- davon Busse mit technischer Ausstattung zur Grünlichsanforderung
- LSA gesamt (durch Busse angefahren)
- davon LSA mit Beschleunigungsfunktion (durch Busse angefahren)

TRAM: Bauliche Maßnahmen

(falls Frage 5 mit „ja“ beantwortet wurde)

22. Welche der folgenden baulichen Maßnahmen kommen bei der Straßenbahn zum Einsatz?

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- eigener Gleiskörper
- Mitnutzung von Busspuren oder anderen Sonderspuren
- Untertunnelung (z.B. von stark frequentierten Kreuzungen oder Plätzen)
- Durchfahrt durch Fußgängerzonen

23. Auf welcher Länge verkehrt die Straßenbahn auf besonderem Gleiskörper (Schotter- oder Rasengleis)?

(falls Frage 22 mit „eigener Gleiskörper“ beantwortet wurde)

Es geht hierbei um Gleiskörper im Straßenbündigen oder -nahen Bereich. Sollte Ihre Straßen-/Stadtbahn eine U-Bahn-ähnliche Trasse nutzen oder z.B. auf Gleisen der DB Netz ("Karlsruher Modell") verkehren, so zählen die Abschnitte nicht dazu.

Angabe bitte in Kilometern

24. Auf welcher Länge nutzt die Straßenbahn Busspuren oder andere Sonderspuren mit?

(falls Frage 22 mit „Mitnutzung von Bus- und anderen Spuren“ beantwortet wurde)

25. An wievielen Stellen kreuzt die Straßenbahn den Straßenverkehr niveaufrei, um eine Beeinflussung des Straßenbahnverkehrs durch den MIV zu vermeiden?

(falls Frage 22 mit „Untertunnelung“ beantwortet wurde)

Bitte geben Sie Ihre Antwort(en) hier ein:

- Anzahl niveaufreier Kreuzungen

- Gesamtlänge Tunnel/Brücken für niveaufreie Kreuzung (in km)

26. Auf welcher Länge durchfährt die Straßenbahn Fußgängerzonen oder andere für den regulären Verkehr nicht freigegebene Straßenabschnitte?

(falls Frage 22 mit „Durchfahrt Fußgängerzone“ beantwortet wurde)

TRAM: Technische (telematische) Maßnahmen

(falls Frage 5 mit „ja“ beantwortet wurde)

27. Welche technischen Maßnahmen kommen bei der Straßenbahn zum Einsatz?

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- Sonderphasen für ÖPNV
- dynamische Modifikation von Grünphasen ("Mitschwimmen" im Verkehr)
- Sonstiges: _____

28. Welche Arten von Sonderphasen kommen dabei zum Einsatz?

(falls Frage 27 mit „Sonderphasen“ beantwortet wurde)

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- Feste Sonderphasen (im Vor- oder Nachlauf zum MIV) (immer)
- Feste Sonderphasen (im Vor- oder Nachlauf zum MIV) auf Anforderung
- Variable Sonderphasen auf Anforderung

29. Nach welcher Priorität wird bei angeforderten Sonderphasen oder Grünzeitmodifikation gewertet, wenn mehrere Fahrzeuge eine entsprechende Freigabe anfordern?

(falls Frage 27 mit „dynamische Modifikation“ oder Frage 28 mit „Feste Sonderphasen auf Anforderung“ oder „Variable Sonderphasen auf Anforderung“ beantwortet wurde)

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- Fahrzeugpriorität (keine Abstufung/first-in first-out)
- Fahrgastpriorität (nach Fahrzeugbesetzung)
- Unpünktlichkeitspriorität (Unpünktlichster Bus hat Vorfahrt)

30. Um die von Ihnen gewählten Funktionen zu nutzen müssen Fahrzeuge und Lichtsignalanlagen (LSA) mit entsprechender Telematik ausgestattet sein. Zu welchem Grad sind Fahrzeuge und Anlagen mit solcher Technik ausgestattet?

(falls Frage 27 mit „dynamische Modifikation“ oder Frage 28 mit „Feste Sonderphasen auf Anforderung“ oder „Variable Sonderphasen auf Anforderung“ beantwortet wurde)

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- Busse gesamt
- davon Busse mit technischer Ausstattung zur Grünlichtanforderung
- LSA gesamt (durch Busse angefahren)
- davon LSA mit Beschleunigungsfunktion (durch Busse angefahren)

Organisatorische Maßnahmen

Diese Maßnahmen dienen nicht direkt einer **Bevorrangung**, sind aber durch ihre grundsätzlich beschleunigende Wirkung sicher zusammen mit der eigentlichen Bevorrangung eine weitere Komponente in der Attraktivierung des urbanen ÖPNV.

31. Welche organisatorischen Maßnahmen wurden zur weiteren Verkürzung der Reisezeit im urbanen ÖPNV umgesetzt?

Bitte wählen Sie alle zutreffenden Antworten aus:

- Einstellung des Ticketverkaufs durch Fahrpersonal
- Anpassung der Haltestellenabstände
- Weglassen von Stich- oder Umwegfahrten bzw. Auslagerung in eigene Zubringerlinien
- neue Linienführung
- Anpassung von Fahrzeugen (z.B. größere Auffangbereiche im Türbereich, Anzahl Türen etc.)
- Aufbau und Bewerbung von P+R-Plätzen und ähnlichen Einrichtungen in Randlage zur Vermeidung von Spitzlastverkehr

32. Falls Sie noch andere Maßnahmen ergriffen haben, die organisatorischer Natur waren, so können Sie diese gerne hier angeben und beschreiben:

Wurde dabei der Haltestellenabstand im Mittel eher verkürzt oder verlängert?

(falls Frage 31 mit „Anpassung der Haltestellenabstände“ beantwortet wurde)

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- verkürzt
- insgesamt nahezu gleich
- verlängert

Kriterien und Rahmenbedingungen

33. Welche Gewichtung hatten/haben die folgenden Kriterien bei der Auswahl der Strecken, an denen eine Beschleunigungsmaßnahme umgesetzt wird?

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	1	2	3	4	5
Hohe Zeitverluste	<input type="radio"/>				
Erreichen möglichst vieler Linien/Fahrgäste/Fahrten	<input type="radio"/>				
aktuelle/prognostizierte Verkehrsaufkommen	<input type="radio"/>				
prognostizierte Einsparungen	<input type="radio"/>				
Investitionsbedarf auch ohne Bevorrangungsmaßnahme (z.B. LSA an Strecke sind am Ende der Einsatzdauer)	<input type="radio"/>				

(1=niedrige Gewichtung; 5=hohe Gewichtung)

34. Bitte sortieren Sie, welche Ziele Sie mit einer Beschleunigungsmaßnahme verfolgen:

Bitte nummerieren Sie die folgenden Kriterien in der Reihenfolge Ihrer Präferenz von 1 (höchste) bis 6 (niedrigste Priorität)

Erhöhung der Pünktlichkeit

Attraktivierung der Strecken für Fahrgäste

Gewährleistung von Anschlüssen

Wirtschaftliche Einsparungen (durch eingesparte Fahrzeuge/Fahrpersonal)

Umweltaspekte (weniger Treibstoffausstoß, ggf. geringere Lärmbelastung der Anwohner)

Erhöhung der Reisegeschwindigkeit

35. Wie hoch ist das Investitionsvolumen, das bisher in Bevorrangungsmaßnahmen gesetzt wurde?

36. Wer trägt die Kosten für den Umbau des Straßenraumes bzw. die technische Aus-/Umrüstung?

Bitte wählen Sie die zutreffenden Punkte aus und schreiben Sie einen Kommentar dazu:

- Stadt/städtische Behörden (z.B. KVR, Bauamt) oder ähnliches

- Leistungsbesteller/Aufgabenträger

- Verkehrsunternehmen

- Sonstiges:

Sollte es verschiedene Formen der Finanzierung geben, so ziehen Sie bitte die üblichste oder die letzte angewendete Form als Maßstab zur Beantwortung.

In das Textfeld rechts können Sie gegebenenfalls den Anteil eintragen, den die jeweilige Partei finanziert. Möchten/Können Sie hierzu keine Angabe machen, tragen Sie bitte eine Strich "-" ein, da die Antwort sonst nicht übernommen wird.

37. Welche Gewichtung hatten/haben die folgenden Kriterien bei der Auswahl der angewendeten Maßnahme, die umgesetzt wird?

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	1	2	3	4	5
geringe Anschaffungs-/Baukosten	<input type="radio"/>				
geringe Unterhaltskosten	<input type="radio"/>				
schnelle Amortisation der Anschaffungskosten (z.B. durch Einsparung Fahrzeuge/Personal)	<input type="radio"/>				
hoher Nutzen für ÖPNV (Fahrzeit, Anschlüsse,...)	<input type="radio"/>				

	1	2	3	4	5
hoher gesamtverkehrlicher Nutzen	<input type="radio"/>				
geringe Auswirkungen auf MIV/andere Verkehrssysteme	<input type="radio"/>				
Kompatibilität zu anderen bestehenden Systemen	<input type="radio"/>				

abschließende Fragen/Angaben

38. Inwiefern konnten folgende Ergebnisse nach der Umsetzung von Bevorrangungsmaßnahmen erzielt werden?

Bitte wählen Sie die zutreffende Antwort für jeden Punkt aus:

	Ja	Unsicher	Nein
Verkürzung der Fahrzeit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Erhöhung der Pünktlichkeit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Erhöhung der Anschlussreichungsquote	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Einsparung von Fahrzeugen (oder Fahrzeugneutrale Taktverdichtungen)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Einsparung von Personal (oder Erhöhung der Personalreserve)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Einsparung von Kraftstoff bzw. Energie (aufgrund weniger Brems- und Beschleunigungsvorgänge)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Steigerung der Fahrgastzufriedenheit	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

39. Die folgenden Angaben dürfen Sie gerne anhand einer konkreten Maßnahme machen. Falls sich die Angaben auf eine konkrete Maßnahme beschränken, darf ich Sie bitten, diese hier kurz zu beschreiben, andernfalls lassen Sie dieses Feld bitte einfach frei.

(falls Frage 38 mit „Verkürzung der Fahrzeit“, „Erhöhung der Pünktlichkeit“, „Einsparung von Fahrzeugen“, „Einsparung von Kraftstoff“ oder „Steigerung der Fahrgastzufriedenheit“ beantwortet wurde)

40. Wieviel Fahrzeit wurde durch Bevorrangungsmaßnahmen eingespart?

(falls Frage 38 mit „Verkürzung der Fahrzeit“ beantwortet wurde)

Einsparung in %

41. Um wieviel Prozent konnte die Pünktlichkeit erhöht werden?

(falls Frage 38 mit „Erhöhung der Pünktlichkeit“ beantwortet wurde)

42. Wieviele Fahrzeuge konnten durch Bevorrangungsmaßnahmen eingespart werden?

(falls Frage 38 mit „Einsparung von Fahrzeugen“ beantwortet wurde)

43. Wieviel Kraftstoff bzw. Energie konnte durch Bevorrangungsmaßnahmen eingespart werden?

(falls Frage 38 mit „Einsparung von Kraftstoff“ beantwortet wurde)

Einsparung in %

44. Um wieviel Prozent konnte die Fahrgastzufriedenheit auf der genannten Strecke gesteigert werden?

(falls Frage 38 mit „Steigerung der Fahrgastzufriedenheit“ beantwortet wurde)

45. Sind insgesamt die erwarteten Effekte eingetreten bzw. wurden die prognostizierten Verbesserungen erreicht?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

- Ja
- Nein

46. Gerne dürfen Sie Ihre Antwort aus der vorherigen Frage hier begründen:

47. Planen Sie aufgrund Ihrer bisherigen Erfahrungen weitere Maßnahmen zur Beschleunigung des ÖPNV?

Bitte wählen Sie nur eine der folgenden Antworten aus:

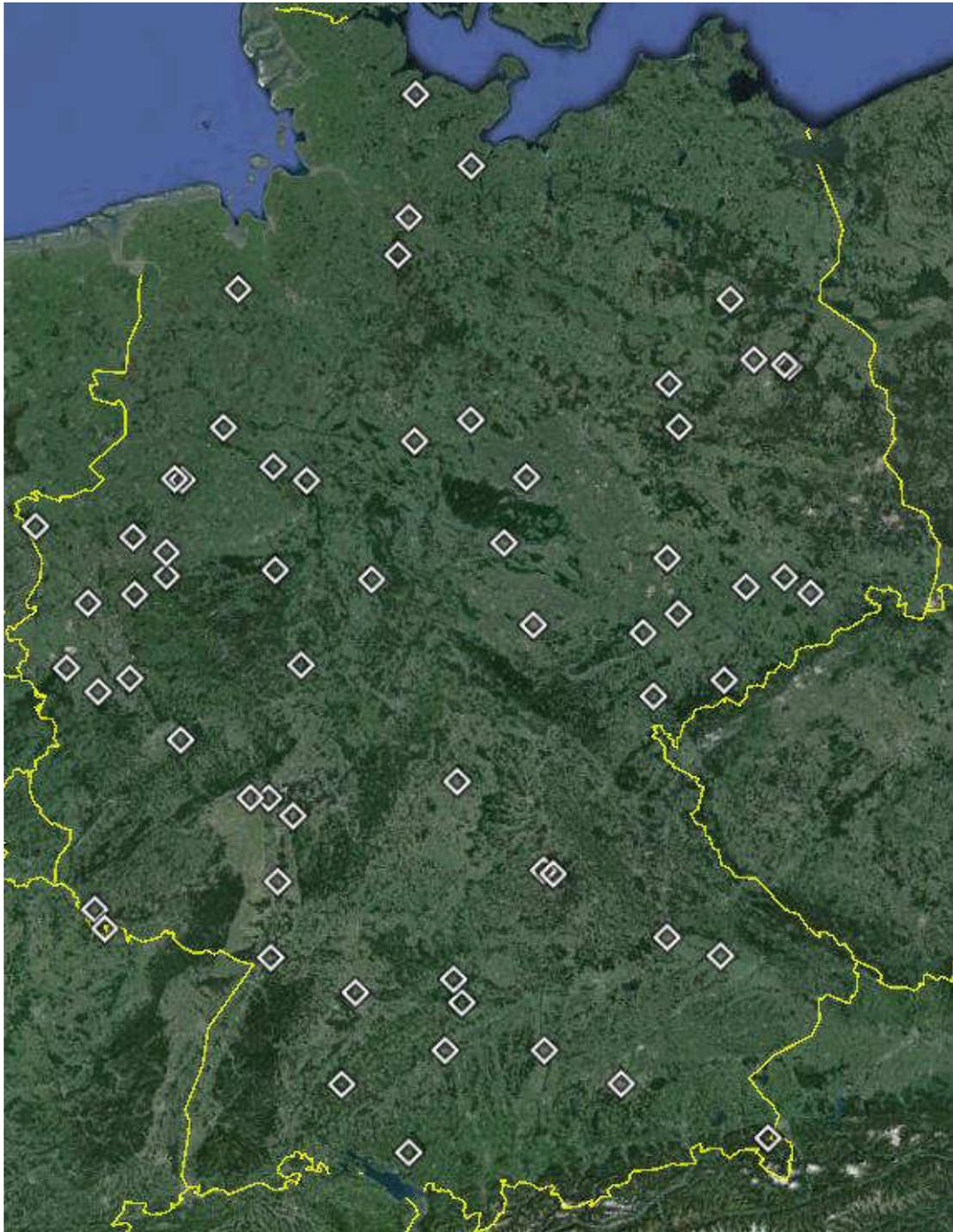
- Ja
- Nein

48. Falls nein, wieso nicht?

49. Gab es durch die Bevorrangungsmaßnahme negative Effekte zu verzeichnen?

Anlage 8 Teilnehmer Umfrage

In der folgenden Karte sind die an der Befragung teilnehmenden Verkehrsunternehmen anhand ihres Unternehmenssitzes bzw. Bediengebietes lokalisiert dargestellt.



Quelle: eigene Darstellung; Kartengrundlage: Google Earth

Literatur- und Quellenverzeichnis

- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). (2014). *Straßenverkehrslärm. Abgerufen am 09. 02 2015 von* <http://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/verkehrslaerm/strassenverkehrslaerm>
- Ammoser, H., & Hoppe, M. (2006). *Glossar Verkehrswesen und Verkehrswissenschaften*. Dresden.
- Behindertengleichstellungsgesetz vom 27. April 2002 (BGBl. I S. 1467, 1468), das zuletzt durch Artikel 12 des Gesetzes vom 19. Dezember 2007 (BGBl. I S. 3024) geändert worden ist.* (2007).
- Dresdner Verkehrsbetriebe AG. (07. 08 2014). *Eingebaute Grüne Welle - DVB AG testet eine neue Ampelschaltung auf der Nord-Süd-Verbindung in Dresden*. Abgerufen am 19. 05 2015 von <https://www.dvb.de/~ /media/files/die-dvb/dvb-broschuere-neue-ampelschaltung.pdf>
- Entwurf eines Gesetzes zur Bevorrechtigung der Verwendung elektrisch betriebener Fahrzeuge (Elektromobilitätsgesetz - EmoG).* (2014). Berlin.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. (2013). *Empfehlungen für Anlagen des öffentlichen Personennahverkehrs (EAÖ), Ausgabe 2013*. Köln.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. (2010). *Richtlinie für Lichtsignalanlagen (RiISA)*. Köln.
- Große, C. (2010). *Grundlagen Verkehrsträger (Vorlesungsskript an der FH Erfurt)*. Erfurt.
- Hamburger Hochbahn AG. (2014). *Neuer Bus für Hamburg! Mehr Komfort durch 5 Türen*. Abgerufen am 11. 02 2015 von http://www.hochbahn.de/wps/portal/de/home/hochbahn/presse/Artikeluebersicht/Neuer+Bus+fuer+Hamburg?1dmy¤t=true&urile=wcm%3Apath%3A%2FHochbahn_Content%2Fhome%2Fhochbahn%2Fpresse%2FArtikeluebersicht%2FNeuer%2BBus%2Bfuer%2BHamburg
- Heipp, G. (2010). *Projektinformation Neubaustrecke Tram Westtangente*. München.
- Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen. (2007). *Handbuch für Verkehrssicherheit und Verkehrstechnik*. Wiesbaden.
- Hoffmann, M. (kein Datum). *Schwabing · Freie Fahrt für Tramtrasse*. Abgerufen am 08. 06 2015 von Münchner Wochenanzeiger: <http://www.wochenanzeiger.de/article/78257.html>
- Klein, N., Stork, W., & Theis, T. J. (1985). *Untersuchung von Maßnahmen zur räumlich-zeitlichen Verkehrsaufteilung des straßengebundenen ÖPNV und IV*. Bonn.

Kreisverwaltungsreferat München. (17. 07 2007). *Grüne Wellen in München - Beschluss des Kreisverwaltungs Ausschusses vom 17.07.2007*. Abgerufen am 04. 02 2015 von <https://www.muenchen.de/rathaus/dms/Home/Stadtverwaltung/Kreisverwaltungsreferat/fachspezifisch/HA-III/Dokumente/Verkehrssteuerung/beschlusslang.pdf>

Krimmling, J. (2014). *Innovative Aspekte zur kooperativen Lichtsignalsteuerung mittels MIV und ÖPNV*. Braunschweig.

Leuthardt, H. (2010). Die Wirtschaftlichkeit von Gelenkbussen und Buszügen. *Der Nahverkehr 5/2010*, 30-34.

Minister für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr (MSWV). (1986). *Hinweise zur Berücksichtigung des ÖPNV bei Maßnahmen der Verkehrsberuhigung*. Düsseldorf.

Minister für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr (MSWV). (1990). *Maßnahmen zur Beschleunigung des schienengebundenen ÖPNV an der Oberfläche*. Düsseldorf.

Mott, P. (1982). *Signalsteuerungsverfahren zur Priorisierung des öffentlichen Personennahverkehrs*. Karlsruhe.

Münchener Verkehrsgesellschaft mbH (MVG). (2014a). *Busbeschleunigung - Projektbeschreibung*. Abgerufen am 25. 01 2015 von <https://www.mvg-mobil.de/projekte/busbeschleunigung.html>

Münchener Verkehrsgesellschaft mbH (MVG). (2010). *Mobilität für alle – mit der MVG barrierefrei unterwegs*. Abgerufen am 10. 02 2015 von <https://www.mvg-mobil.de/service/images/mvg-barrierefrei.pdf>

Münchener Verkehrsgesellschaft mbH (MVG). (2014b). *TramWesttangente*. Abgerufen am 02. 02 2015 von <http://www.mvg-mobil.de/projekte/westtangente/fakten.html>

Münchener Verkehrsgesellschaft mbH. (2007). *Die neue Tram 23 in die Parkstadt Schwabing*. München.

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (1977). *bus lanes and busway systems*. Paris.

OV-chipkaart. (kein Datum). *How does travelling work?* Abgerufen am 15. 01 2015 von <https://www.ov-chipkaart.nl/reizen/gebruikovchipkaart/>

ÖVG Österreichische Verkehrswissenschaftliche Gesellschaft, Arbeitskreis Öffentlicher Verkehr. (2009). *Handbuch Öffentlicher Verkehr, Schwerpunkt Österreich*. Wien.

Personenbeförderungsgesetz vom 21. März 1961 (BGBl. I S. 241), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 147 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I S. 3154) geändert worden ist. (2013).

Presseamt der Stadt Münster. (1991). Abgerufen am 08. 02 2015 von Nur mal Nachdenken: https://www.muenster.de/stadt/stadtplanung/pdf/Nur_ma_nachdenken2.pdf

Reinhardt, W. (2012). *Öffentlicher Personennahverkehr*. Wiesbaden.

Reutter, Oscar; Schütte, Franz Peter; Kreibich, Volker. (1991). *Reisezeitverkürzung im ÖPNV*. Dortmund.

Saarbahn GmbH. (2011). *Kneeling*. Abgerufen am 11. 02 2015 von http://www.saarbahn.de/service/barrierefreie_mobilitaet/fahrzeuge/kneeling

Schmietendorf, G. (2010). *Bewertung der Qualität des Verkehrsablaufs in städtischen Netzen*. Dresden.

Schnabel, W., & Lohse, D. (2011). *Grundlagen der Straßenverkehrstechnik und der Verkehrsplanung, Band 1* (Bd. 1). Berlin.

Siemens AG. (2013). *Straßenbahnsystem – ULF Wien, Österreich*. Abgerufen am 11. 06 2015 von <http://www.mobility.siemens.com/mobility/global/SiteCollectionDocuments/de/rail-solutions/trams-and-light-rail/ultra-low-floor/ulf-strassenbahnsystem-de.pdf>

Stadt Wiesbaden. (kein Datum). *Geschichtliches*. Abgerufen am 18. 12 2014 von <http://www.wiesbaden.de/tourismus/sehenswertes/rekorde/allgemeines.php>

Stadtrat München. (19. 10 2010). *Beschleunigung der Buslinie 100 - Projektkosten (Kostenobergrenze)*. Abgerufen am 20. 10 2014 von <http://www.ris-muenchen.de/RII/RII/DOK/SITZUNGSVORLAGE/2146441.pdf>

Stadtrat München. (24. 01 2012). *Beschleunigung der Buslinie 152 - Projektkosten (Kostenobergrenze)*. Abgerufen am 09. 05 2015 von <http://www.ris-muenchen.de/RII/RII/DOK/SITZUNGSVORLAGE/2562683.pdf>

Stadtrat München. (09. 12 2008). *Beschleunigung der Buslinie 54 zwischen Ostbahnhof und Sylvensteinstraße - Projektkosten (Kostenobergrenze)*. Abgerufen am 20. 10 2014 von <http://www.ris-muenchen.de/RII/RII/DOK/SITZUNGSVORLAGE/1579989.pdf>

Stadtrat München. (14. 10 2014). *Beschleunigung der Buslinien 56 und 166 - Projektkosten (Kostenobergrenze)*. Abgerufen am 12. 04 2015 von <http://www.ris-muenchen.de/RII/RII/DOK/SITZUNGSVORLAGE/3448671.pdf>

Stadtrat München. (19. 07 2005). *Busbeschleunigung Änderung des Mehrjahresinvestitionsprogramms 2005-2009 - Sitzungsvorlage Nr. 02-08 / V 06027*. Abgerufen am 19. 05 2015 von <http://www.ris-muenchen.de/RII/RII/DOK/SITZUNGSVORLAGE/684031.pdf>

- Stadtwerke München GmbH/MVG. (2011). *Bus 53: Fahrgastrekord nach Beschleunigung*. Abgerufen am 20. 10 2014 von http://www.mvg-mobil.de/presse/2011-03-14_mvg-pressemeldung.pdf
- Stadtwerke München GmbH/MVG. (2013). *Bus-Beschleunigung kommt voran: StadtBus 144 und 145 in den Startlöchern*. München.
- Stadtwerke München GmbH/MVG. (2012). *Buslinie 100: Beschleunigung steigert Kundenzufriedenheit*. Abgerufen am 11. 01 2015 von www.mvg-mobil.de/presse/2012-10-31_mvg-pressemeldung.pdf
- Stadtwerke München GmbH/MVG. (2010). *Strategische Planungsprojekte, Busbeschleunigung in München*. München.
- Stadtwerke München GmbH/MVG. (2014). *Zügig voran mit Bus und Tram: 20 Jahre ÖPNV-Beschleunigung bei der MVG*. Abgerufen am 20. 10 2014 von http://www.mvg-mobil.de/presse/2014-06-11b_mvg-pressemeldung.pdf
- Steinwede, F. (2010). Kommt der Bus voran oder bleibt er auf der Strecke? *Bus & Bahn* (4/2010), S. 8-9.
- Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung - BOStrab*. (1987). Bonn.
- Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV). (09 2014). *Positionspapier zum Elektromobilitätsgesetz: "Keine Freigabemöglichkeit von Busspuren für Elektroautos"*. Abgerufen am 22. 03 2015 von <https://www.vdv.de/va2314-positionen-emog-keinebuspurreigabe-18112014---final-internet.pdf?forced=true>
- Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV). (2001). *Telematik im ÖPNV in Deutschland*. Düsseldorf.
- Wikimedia Foundation Inc. (kein Datum). *Wikipedia: Niederflurtechnik*. Abgerufen am 10. 02 2015 von 2015: <http://de.wikipedia.org/wiki/Niederflurtechnik>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Platzbedarf verschiedener Verkehrsmittel (PKW, Fahrrad, Linienbus).....	1
Abbildung 2: Transportkapazitäten im Vergleich	2
Abbildung 3: Modal Split (Verkehrsaufkommen) in Deutschland 2008	3
Abbildung 4: Fahrzeitanteile mit und ohne Bevorrangung	4
Abbildung 5: ÖPNV-Fahrzeug in einer Grünen Welle.....	12
Abbildung 6: Übertragungstechniken bei der LSA-Beeinflussung.....	17
Abbildung 7: Zum Einordnen am Ende der Busspur im Knotenbereich erhält der Bus das Permissivsignal (München)	20
Abbildung 8: Lückenampel am Romanplatz in München oben: Grundstellung: alle Signale sind aus unten: Bus in Annäherung: MIV hat Rot, Bus erhält Freigabe (schräger Balken)	24
Abbildung 9: Zeitinsel mit Fahrbahnaufdopplung an der Haltestelle Boyneburgufer in Erfurt: während des Fahrgastwechsels werden Autos und Rad fahrende an der Ampel zurückgehalten.....	25
Abbildung 10: Behindertengerechte Haltestelle mit Zeitinsel und Gleisverschwenkung	27
Abbildung 11: Metrobüssystem in Istanbul.....	35
Abbildung 12: Prinzipdarstellung: nicht richtungskonforme Busspur in Seitenlage	35
Abbildung 13: Beschilderung einer zeitlich begrenzten Reservierung der Busspur nur zur Hauptverkehrszeit. Zu anderen Zeiten darf hier gehalten werden. (München, Fürstenrieder Straße)	37
Abbildung 14: Besonderer Gleiskörper mit Rasengleis in München	42
Abbildung 15: Kreuz-Pfeil-Signale geben die Reservierung der Mittelspur für die Straßenbahn bekannt (Wien)	43
Abbildung 16: Kombinierte Bus- und Straßenbahnspur in München	44
Abbildung 17: Prinzip Aufstellspur vor Knoten ohne ÖPNV-Sonderphase.....	45
Abbildung 18: Busaufstellspur in München, Candidstraße: der Bus kann die wartenden Linksabbieger überholen und parallel zu diesen in die Tegernseer Landstraße (3-spurig) einbiegen	45

Abbildung 19: Eine Straßenbahn unterquert die Kreuzung Boschetsrieder Straße/Drygalski-Allee in München (ca. 1980).....	46
Abbildung 20: Die Münchner Straßenbahnlinie 23 überquert den Mittleren Ring auf einer Tragseilbrücke.....	47
Abbildung 21: Busbucht mit Abmessungen gemäß EAÖ.....	48
Abbildung 22: Unfallkosten nach Haltestellenart	50
Abbildung 23: eine Straßenbahn durchfährt die Fußgängerzone in Erfurt	51
Abbildung 24: Prinzipdarstellung einer Busschleuse	53
Abbildung 25: Busschleuse in der Leopoldstraße, München	55
Abbildung 26: Prinzipdarstellung einer Busüberholschleuse	56
Abbildung 27: Beispiel für signalgeschützte Überschneidung von ÖPNV- und MIV-Spur	58
Abbildung 28: Prinzip verlängertes Halteverbot.....	60
Abbildung 29: Schwellen verhindern das Linksabbiegen, um Bus und Straßenbahn nicht zu behindern (Erfurt).....	61
Abbildung 30: Mögliche alternative Fahrwege bei Linksabbiegeverbot.....	62
Abbildung 31: Prinzipdarstellung Abknickende Vorfahrt durch Tempo 30-Zone	63
Abbildung 32: Fahrkartenautomat in einem Bus in München mit Möglichkeit der Bar- und Kartenzahlung.....	67
Abbildung 33: Verschiedene Sonderbord-Varianten.....	71
Abbildung 34: ein "ULF" am Wiener Westbahnhof	72
Abbildung 35: Ein Bus in St. Gallen mit aktivem Kneeling an einer Haltestelle	73
Abbildung 36: Klapprampe zum einfacheren Ein- und Ausstieg bei der Saarbahn	74
Abbildung 37: Hublift an der ersten Tür einer Münchner Straßenbahn (hier bei einem Pressetermin)	74
Abbildung 38: Vergleich Fahrzeitsteuerung mit deaktiviertem (links) und aktivierten (rechts) Beschleunigungsprogramm	79
Abbildung 39: Überblick über den Knoten Barer-/Schellingstraße aus Sicht des Straßenbahnfahrers	79

Abbildung 40: Haltestelle mit integrierter Echtzeit-Abfahrtsanzeige zur Fahrgastinformation	83
Abbildung 41: Fahrgastinformation im Fahrzeug mit hochgerechneter Fahrzeit zu den nächsten Haltestellen	84
Abbildung 42: Wartezeiten für IV und ÖV bei unterschiedlichen Steuerungsverfahren.....	86
Abbildung 43: Auswirkungen der Bevorrangungsmaßnahmen in Mannheim Jahr 2000 auf Stadtbahn und MIV	87
Abbildung 44: Durch das Rasengleis zwar optisch schön, dennoch eine Trennung des Verkehrsraums: die Straßenbahntrasse in Mittellage auf der Strecke nach St. Emmeram in München	88
Abbildung 45: Die Straßenbahnlinie 20 war in München die erste „beschleunigte“ Linie und verkehrt größtenteils auf eigenem Gleiskörper in Mittellage der Dachauer Straße.....	92
Abbildung 46: Verteilung der Finanzierung der Busbeschleunigung in München	93
Abbildung 47: ÖPNV-Beschleunigung im Liniennetz der MVG.....	94
Abbildung 48: Effekte der Straßenbahnbeschleunigung in München	95
Abbildung 49: Kriterien zur Auswahl von bevorzugten Linien	101
Abbildung 50: Kriterien zur Auswahl der Maßnahme.....	101
Abbildung 51: Platzierung der einzelnen Ziele von Bevorrangungsmaßnahmen	102
Abbildung 52: Auswirkungen der Bevorrangungsmaßnahmen.....	103
Abbildung 53: Anpassung des Verkehrsraums zur Schaffung einer Busaufstellspur an der Candidstraße in München (rote Fläche = früher Grünstreifen, heute Fahrspur).....	107

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Fahrzeitanteile.....	4
Tabelle 2: zugrundegelegte Werte zur Berechnung der Kraftstoffeinsparung.....	76
Tabelle 3: Investitionen und Einsparungen anhand der Metrobuslinie 59 (ex 144) München	110

Abkürzungsverzeichnis

BOStrab	Straßenbahn-Bau- und Betriebsordnung
EAÖ	Empfehlungen für Anlagen des öffentlichen Personennahverkehrs
KFZ	Kraftfahrzeug
KVR	Kreisverwaltungsreferat
LSA	Lichtsignalanlage
LZA	Lichtzeichenanlage
MIV	motorisierter Individualverkehr
MVG	Münchener Verkehrsgesellschaft
OECD	Organisation of Economic Cooperation and Development
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
P+R-Anlage	Park-and-Ride-Anlage
PBefG	Personenbeförderungs-Gesetz
PKW	Personenkraftwagen
PRM	Persons with reduced mobility - Personen mit eingeschränkter Mobilität
RBL	rechnergestütztes Betriebsleitsystem
RiISA	Richtlinie für Lichtsignalanlagen
StVO	Straßenverkehrsordnung
ULF	Ultra-Low-Floor-Vehicle
VDV	Verband Deutscher Verkehrsunternehmen
VwV-StVO	Verwaltungsvorschrift zur Straßenverkehrsordnung