
Potenzialanalyse zur Konzeption von Maßnahmen zur Ermittlung der Betriebsqualität der Braunschweiger Buslinien M19 und M29

Anna-Maria Ademeit
(Matrikelnummer: 70241699)

Eingereichte Abschlussarbeit
zur Erlangung des Grades
Master of Arts

im Studiengang

Verkehr und Logistik

an der
Karl-Scharfenberg-Fakultät
der Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Christoph Menzel

Eingereicht am: 10. Oktober 2013

Zweitprüfer: Dr.-Ing. Lars Schnieder

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	V
Abbildungsverzeichnis	VI
Tabellenverzeichnis	VII
Symbolverzeichnis.....	VIII
1 Einleitung.....	1
1.1 Zielstellung der Arbeit	1
1.2 Aufbau der Arbeit	2
1.3 Methodischer Ansatz zur Verkehrsdatengewinnung	3
2 Qualitätsdenken im ÖPNV	5
2.1 Qualitätsbegriffe im Nahverkehr	7
2.2 Definition der Betriebsqualität	7
2.3 Messbarkeit von Qualitätszielen	8
3 Bewertungsrahmen der Betriebsqualität.....	11
3.1 Grundlage für den Bewertungsrahmen.....	11
3.2 Bewertungsskala.....	12
3.3 Bewertungsrahmen der Qualitätsmerkmale.....	12
3.3.1 Fahrplanangebot -Taktung.....	12
3.3.2 Beförderungsgeschwindigkeit	13
3.3.3 Pünktlichkeit.....	14
3.3.4 Zuverlässigkeit - Fahrt- und Haltestellenbedienungsausfälle.....	15
3.3.5 Anschlusssicherung	16
3.3.6 Sitzplatzverfügbarkeit.....	17
3.3.7 Niederflurigkeit	18
3.4 Bewertungsformblatt der Betriebsqualität.....	19

4	Braunschweiger Metroringlinien M19/ M29	20
4.1	Linienverlauf und Haltestellenbedienung.....	20
4.2	Bedienungszeitraum und Taktintervall.....	23
4.3	Fahrzeugeinsatz auf den Ringlinien M19/29.....	24
5	Datengrundlage zur Bestimmung der Betriebsqualität	25
5.1	Automatische Fahrgastzählung	26
5.1.1	Schema zur Entwicklung der Fahrgastwechselzeiten.....	28
5.1.2	Soll- Ist-Vergleich gezählter Fahrtenumläufe.....	29
5.2	Fahrscheinverkäufe und Haltestellenaufenthaltszeiten.....	30
5.3	Auswertung der Sicherheitskamera zum Platzwahlverhalten	31
5.4	Pünktlichkeitsanalyse anhand von RBL-Daten.....	33
5.5	Besondere Vorkommnisse im Erhebungszeitraum.....	34
5.5.1	Baumaßnahmen und Straßensperrungen	34
5.5.2	Technische Komplikationen	35
6	Bewertung der Betriebsqualität der Ringlinien M19/ M29	36
6.1	Fahrplandichte der Metroringlinien	36
6.2	Beförderungsgeschwindigkeit im Linienbetrieb.....	36
6.2.1	Fahrgastwechselzeit im Linienverlauf.....	38
6.2.2	Zeitverlust durch Fahrscheinverkauf im Fahrzeug.....	40
6.3	Fahrplanstabilität der Ringlinien	42
6.3.1	Pünktlichkeitsanalyse im Linienbetrieb.....	42
6.3.2	Fahrten- und Haltestellenbedienungsausfälle.....	45
6.3.3	Anschlusssicherungen an Umsteigehaltestellen.....	46
6.4	Beförderungsaufkommen und Besetzung	47
6.4.1	Sitzplatzverfügbarkeit im Betrieb	49
6.4.2	Sitzplatzbezogener Belegungsgrad und Umschlagfrequenz.....	52
6.4.3	Nutzung der Sonderflächen.....	55
6.5	Barrierefreiheit durch Niederflurigkeit.....	56
6.6	Gesamtbewertung der Betriebsqualität	57

7	Kritische Reflexion	59
7.1	Fehlerbetrachtung der Verkehrsdatengewinnung	59
7.2	Kritische Reflexion der Methodischen Vorgehensweise	61
8	Handlungsempfehlungen	62
8.1	Empfehlungen an den Betreiber	62
8.2	Empfehlungen zum methodischen Ansatz	63
9	Fazit und Ausblick	64
	Literaturverzeichnis	65
	Anhang	68
	Anhang A – Qualitätsbericht Betriebsqualität	68
	Anhang B – Erhebungsbogen Ticketverlustzeiten.....	70
	Anhang C – Erhebungsbogen Videobasierte Auswertung	70
	Anhang D – Maximalbesetzung werktags M19	71
	Anhang E – Durchschnittliche Besetzung werktags M19	71
	Anhang F – Qualitätsbericht Betriebsqualität M19 in W3	72
	Eidesstattliche Erklärung	74

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
AFGZ	Automatisches Fahrgastzählsystem
BSVAG	Braunschweiger Verkehrs-AG
csv	Comma-separated values
DIN	Deutsches Institut für Normung
EN	Europäische Norm
HBS	Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen
HVZ	Hauptverkehrszeit
IBIS	Integriertes Bordinformationssystem
ISO	International Organization for Standardization
KW	Kalenderwoche
MIV	Motorisierter Individualverkehr
NBGG	Niedersächsischen Behindertengleichstellungsgesetz
NVZ	Nebenverkehrszeit
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PBefG	Personenbeförderungsgesetz
RIN	Richtlinie integrierter Netzgestaltung
SVZ	Schwachverkehrszeit
TU	Technische Universität
VDV	Verband deutscher Verkehrsunternehmen
W	Werktag

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Qualitätskreis nach DIN EN 13816	6
Abbildung 2: Linienverlauf der M19/ M29	22
Abbildung 3: Bedienungszeitraum- und Intervall der Linien M19/ M29	23
Abbildung 4: Fahrgastwechselzeit im Linienverlauf der M19	39
Abbildung 5: Fahrgastwechselzeit im Linienverlauf der M29	40
Abbildung 6: Fahrplanabweichung der M29	44
Abbildung 7: Fahrplanabweichung der M19	44
Abbildung 8: Ein- und Aussteiger der M19 in W3	47
Abbildung 9: Ein- und Aussteiger der M29 in W3	48
Abbildung 10: Maximalbesetzung der M29 werktags.....	50
Abbildung 11: Mittlerer Besetzungsgrad der M29	51
Abbildung 12: Wege der Fahrgäste beim Zustieg in das Fahrzeug	52
Abbildung 13: Thermographie sitzplatzbezogener Belegungsgrad	53
Abbildung 14: Thermographie sitzplatzbezogene Umschlagfrequenz.....	54

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Qualitätsstufen der Beförderungsgeschwindigkeit im städtischen Betrieb	13
Tabelle 2: Pünktlichkeitsqualitätsstufen im straßengebundenen städtischen ÖPNV	15
Tabelle 3: Qualitätsstufen der Anschlusssicherung im städtischen Nahverkehr	16
Tabelle 4: Qualitätsstufen der Sitzplatzverfügbarkeit	17
Tabelle 5: Einteilung der Verkehrszeiträume in Braunschweig	25
Tabelle 6: Vergleich Ist- und Soll Anzahl der Zählerfahrten der M19	29
Tabelle 7: Vergleich Ist- und Soll Anzahl der Zählerfahrten der M29	30
Tabelle 8: Beförderungsgeschwindigkeit werktags im Linienverlauf der M19	37
Tabelle 9: Beförderungsgeschwindigkeit werktags im Linienverlauf der M29	37
Tabelle 10: Fahrscheinverkaufszeit pro Fahrscheinart	41
Tabelle 11: Fahrplanzuverlässigkeit der Linie M19	42
Tabelle 12: Fahrplanzuverlässigkeit der Linie M29	43
Tabelle 13: Nicht barrierefreie Haltestellen im Linienverlauf der M19/ M29	56
Tabelle 14: Bewertung der Betriebsqualität der M19 und M29 in W3	57

Symbolverzeichnis

Symbol	Bedeutung
d_r	Max. zulässiger relativer Fehler
F	Anzahl der Zählerfahrten, die ein Fahrzeug im Erhebungszeitraum ausführen kann
k	Tabellenwert in Abhängigkeit der Statistischen Sicherheit
$k(Z)$	Einsatzkoeffizient des Zählsystems
n	Stichprobenumfang im Erhebungszeitraum
N	Anzahl der Fahrten im Erhebungszeitraum (Grundgesamtheit)
N_A	Anzahl der ausgefallen Fahrten oder nicht bedienten Haltestellen
N_G	Anzahl gemessener Fahrten bzw. Haltestellen
n_N	Stichprobenumfang (Anzahl der statistisch notwendigen Erhebungsfahrten)
N_p	Anzahl pünktlich verkehrender Fahrten bzw. Haltestellen
N_{si}	Anzahl der vorhandenen Sitzplätze im Fahrzeug
$n(Z)$	Anzahl der mit einem Automatischen Fahrgastzählssystem ausgerüsteten Fahrzeuge
P	Anzahl der Fahrgäste im Fahrzeug
Q_P	Pünktlichkeitsquote
Q_Z	Zuverlässigkeitsquote
R_{si}	Sitzplatzverfügbarkeit
s_L	Fahrstrecke in km
$t_{\text{ÖV}}$	Fahrzeit des ÖPNV in Minuten
V	Relative Streuung
$v_{\text{ÖV}}$	Mittlere Beförderungsgeschwindigkeit des ÖPNV in km/h

1 Einleitung

Mit der zunehmenden Qualitätswahrnehmung folgte in Deutschland im Rahmen der Regionalisierung ein Umdenken im öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV). Verkehrsunternehmen befördern ihre Fahrgäste nicht ausschließlich, sie treten ihren Kunden als Dienstleister gegenüber.¹ Um ein optimales Bedienungskonzept zu ermitteln, müssen nachfragegerechte (quantitative) und qualitätsgerechte Gestaltung verknüpft werden.² Zur Beurteilung der Qualität der Betriebserbringung im öffentlichen Nahverkehr bedarf es valider Informationen, um Schwachstellen aufzudecken, Angebotsengpässe zu erkennen und daraus Potenziale ableiten zu können.³

In Braunschweig ist eine Steigerung der Fahrgastzahlen zu verzeichnen. Jedoch ist die Datenbasis in Braunschweig über räumliche und zeitliche Struktur der Nachfrage unzureichend, da die Braunschweiger Verkehrs-AG (BSVAG) nur Verkehrszählungen im gesetzlich vorgeschriebenen Rahmen durchführt. Eine Betrachtung der Qualität des ÖPNV anhand von Kennzahlen erfolgt nicht.⁴

Das aktuell vorhandene Bedienungsangebot der Braunschweiger Verkehrs-AG entlang des Braunschweiger Innenstadtrings zeichnet sich durch zwei entgegenverkehrende Metrobuslinien M19 und M29, die im Ringbetrieb von bzw. zum Hauptbahnhof verkehren, aus. Diese sind entlang des Linienweges mit einer Vielzahl von Tangential- und Durchmesserlinien verknüpft und weisen ein hohes Fahrgastaufkommen auf. Daher haben die Ringlinien eine erhebliche Bedeutung im Liniennetz der Stadt Braunschweig und sollen im Rahmen der Masterarbeit vertieft betrachtet werden.⁵

1.1 Zielstellung der Arbeit

Der Begriff Qualität bzw. Qualitätsdenken in Dienstleistung stellt zunehmend höhere Ansprüche an den Nahverkehr. Um die abstrakte Eigenschaft Qualität mit quantifizierbaren Messergebnissen zu belegen, soll im Rahmen der Masterarbeit ein

¹ Vgl. (Klein, 2007, S. 31)

² Vgl. (ÖPNV-Zukunftskommission NRW, 2013, S. 122)

³ Vgl. (Anreiter; Schaaffkamp, 2006, S. 27)

⁴ nach Gespräch bei J. Meier (BSVAG) 02.2013)

⁵ Vgl. (Braunschweiger Verkehrs-AG, 2013a)

Rahmen zur Beurteilung der Betriebsqualität erstellt werden. Ausgehend von der begrifflichen Definition und Abgrenzung der Betriebsqualität zu anderen Qualitätsbegriffen des ÖPNV sind geeignete Messgrößen bzw. Kennzahlen für die Bemessung abzuleiten. Dazu sind geeignete valide Datenquellen für die Operationalisierung zu identifizieren, die neben Daten aus den Fahrzeugen und der Leitstelle ebenso Daten aus der Konzeption von Verkehrserhebungen enthalten sollen.

Ziel der Masterarbeit ist es, den erarbeiteten Bewertungsrahmen der Betriebsqualität exemplarisch für die Braunschweiger Buslinien M19 und M29 anzuwenden. Dazu sollen die abgeleiteten Datenquellen zur Gewinnung der Datenstruktur analysiert werden, um eine Bewertung der Betriebsqualität der zwei straßengebundenen ÖPNV-Linien vornehmen zu können. Abschließend sollen Handlungsempfehlungen aus den Ergebnissen abgeleitet werden.

1.2 Aufbau der Arbeit

Das Entwickeln eines methodischen Ansatzes für die Ermittlung der Betriebsqualität ist Zielsetzung der Ausarbeitung. Die begriffliche Abgrenzung und Einordnung des Begriffes Betriebsqualität wird in Kapitel 2 vorgenommen. Darauf aufbauend umfasst das Kapitel 3 die zu bewertenden Qualitätskriterien und deren Standards, die zusammenfassend im Bewertungsrahmen dargestellt werden.

Das vierte Kapitel wird die exemplarisch ausgewählten Buslinien M19/ M29 zur Bestimmung der Betriebsqualität der Braunschweiger Verkehrs-AG vorstellen. Dabei wird der Linienverlauf, die Taktung sowie der Fahrzeugeinsatz näher erläutert.

Im fünften Kapitel wird die Datengrundlage zur Bestimmung der Betriebsqualität detailliert beschrieben. Diese unterteilt sich in die folgenden vier Erhebungen:

- Automatische Fahrgastzählung zur Ermittlung des Fahrgastaufkommens
- Datenerhebung im Feld zur Bestimmung der Fahrscheinverkäufe im Fahrzeug sowie der Haltestellenaufenthaltszeiten
- Auswertung eines Videoüberwachungssystems zur Ermittlung des Sitzplatzangebotes und deren Ausnutzung im Betrieb
- Verspätungsanalyse anhand von Verspätungsdaten des Rechnergestützten Betriebsleitsystem (RBL).

Darüber hinaus werden in dem Abschnitt technischen Probleme und externe Ereignisse aufgezeigt, die die Datengrundlage der Erhebungen beeinflussten.

Die gewonnenen Daten der Verkehrserhebungen werden im Kapitel 6 anhand der Kenngrößen der Betriebsqualität dargestellt. Aufbauend auf den Ergebnissen erfolgt die Bewertung der Betriebsqualität sowie die Einordnung in die definierten Qualitätsstufen. Abgeschlossen wird der Abschnitt mit einer Gesamtbewertung der Betriebsqualität der Braunschweiger Metrobuslinien M19/ M29.

Das Kapitel 7 betrachtet die Ergebnisse hinsichtlich des methodischen Ansatzes bzw. der Vorgehensweise kritisch. Dies beinhaltet insbesondere systematische Fehler, die bei der Bearbeitung aufgetreten oder festgestellt wurden.

Handlungsempfehlungen, die sich aus den Ergebnissen und der Bearbeitung der Themenstellung ergeben, beinhaltet das Kapitel 8. Dabei werden Empfehlungen für den Betreiber sowie an der methodischen Vorgehensweise aufgezeigt.

Abschließend werden im Kapitel 9 ein Fazit sowie ein Ausblick dargestellt. Dabei wird über weitere Forschungsaktivitäten und –fragen eingegangen.

1.3 Methodischer Ansatz zur Verkehrsdatengewinnung

Als Grundlage zur Bestimmung der Betriebsqualität sind differenzierte Informationen u.a. über die Beförderungsanzahl, die Auslastung der Fahrzeuge, die Pünktlichkeit notwendig. Diese Datenbasis kann über differenzierte Verkehrserhebungen und gezielte Messungen aufgebaut werden.⁶ Insbesondere für die differenzierte Beurteilung der Qualität in den Haupt- und Schwachverkehrszeiten sind Angaben zu unterschiedlichen Tageszeiten notwendig, um z.B. abweichende Qualitätsstufen der Sitzplatzverfügbarkeit abzuleiten.

Für die sich aus der Definition ergebenden Kenngrößen der Betriebsqualität sind geeignete Methoden der Verkehrserhebung auszuwählen.⁷ Dabei sind die folgenden Erhebungsverfahren im Zeitraum April bis Juni 2013 im Rahmen der Masterarbeit durchgeführt wurden:

⁶ Vgl. (Anreiter, W.; Schaaffkamp, C. 2006, S. 29f.)

⁷ Vgl. (Anreiter, W.; Schaaffkamp, C. 2006, S. 30)

- Verkehrszählung im Fahrzeug (Fahrgastzählung)
- Verkehrsbeobachtung im Fahrzeug (Videoanalyse)
- Verkehrserhebung im Fahrzeug (Haltestellenaufenthaltszeit und Ticketverkäufe im Fahrzeug)

Im Rahmen der Masterarbeit wird eine dreimonatige **Automatische Fahrgastzählung** (AFGZ) auf Basis der Vorschrift 457 des Verbands Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) durchgeführt. Die empirische Datenerfassung wird durch ein stereokamerabasiertes Fahrgastzählsystem der Firma I+ME-Actia, welches in zwei Mercedes Benz Citaro Gelenkbusse der Braunschweiger Verkehrs-AG installiert ist, durchgeführt. Durch Verknüpfung dieser Daten mit denen aus dem Integrierten Bordinformationssystem (IBIS) des Fahrzeugs, können zeitliche Abbildungen der Fahrt dargestellt sowie die Ortsinformationen analysiert werden. Die Auswertung der Daten ermöglicht neben der Ermittlung des Fahrgastaufkommens eine Analyse der Pünktlichkeit der Linien. Durch einen Vergleich mit den **RBL-Daten** können systematische Abweichungen der Daten abgeleitet werden.

In einer **Datenerhebung im Feld** wird der Einfluss der Fahrscheinverkaufsereignisse an der Fahrzeit bzw. an der Haltestellenaufenthaltszeit manuell erhoben. Die Untersuchung mit dem Ziel, das Zeitintervall zwischen dem Tür-auf und Tür-zu sowie die Verkaufszeit von Fahrscheinen zu ermitteln, beschränkt sich auf die zwei festgelegten Buslinien M19/ M29. Diese empirische Datenerhebung erfolgt in einem repräsentativen Erhebungszeitraum werktags und wird als Stichprobenerhebung durchgeführt.

Im Zusammenhang mit der Erhebung der Fahrscheine wurden die Aufnahmen der BOP-Kamerabilder für einen Betriebstag zur Verfügung gestellt. Die Bilddateien werden durch manuelle Beobachtung hinsichtlich des Sitzplatzwahlverhaltens der Fahrgäste und die Nutzungsfrequenz der Sitzplätze ausgewertet. Darüber hinaus erfolgt exemplarisch für eine Fahrt eine Abbildung der im Fahrzeug zurückgelegten Wege. Gleichzeitig dient die Auswertung der **Videoaufzeichnung** zur Validierung der Ein- und Aussteigerzahlen des Automatischen Fahrgastzählsystems.

Diese Datenstruktur sowie die sich daraus ableitenden Kennzahlen und Strukturgrößen bilden die Grundlage für die fundierte Analyse der Betriebsqualität und die Bewertung der Ringlinien M19/ M29 der Braunschweiger Verkehrs-AG.

2 Qualitätsdenken im ÖPNV

Im Rahmen des zunehmenden Wettbewerbes müssen sich Verkehrsunternehmen immer häufiger mit dem Begriff Qualität, Qualitätsstandards und Qualitätsmanagement befassen. Der Ursprung des Begriffes Qualität geht auf das lateinische Wort *qualitas* (Verhältnis zu Dingen) und *qualita* (Beschaffenheit) zurück. Bereits die Wortherkunft zeigt, dass Qualität mehrere Dimensionen umfasst und subjektive wie objektive Betrachtungen enthält.⁸

Die Norm bzw. die Normreihe ISO 9000 ff. bildet die Grundlage des heutigen Qualitätsmanagements. Im Rahmen der allgemeingültigen Norm DIN EN ISO 9000 wird der Begriff Qualität als Maß, in dem eine Anzahl von inhärenter Merkmale Anforderungen erfüllen⁹, definiert. Produkte und Dienstleistungen unterliegen dabei branchenabhängig anderen Erwartungen. Für den ÖPNV ist die Europäische Norm für den Nachweis der Servicequalität von Verkehrsunternehmen DIN EN 13816 von enormer Bedeutung. Sie befasst sich neben der Methodik mit der Festlegung von Qualitätskriterien, ohne dabei ein bestimmtes Qualitätsniveau aufzuzeigen.¹⁰ Das heißt, die Norm beinhaltet zwar acht Kriterien setzt jedoch dabei keine Qualitätsstandards durch Werte, die als Grundlage für eine Bewertung fungieren können. Als Adressat werden sowohl Verkehrsunternehmen und Aufgabenträger, die als Behörden mit der Funktion, die ausreichende Bedienung der Bevölkerung mit Verkehrsleistungen sicherzustellen, betraut sind (Personenbeförderungsgesetz-PBefG §8(3))¹¹, angesprochen. Innerhalb der Norm werden die zwei Akteure als Dienstleistungsanbieter zusammengefasst.¹² Ergänzend stellt der Kunde bzw. Fahrgast einen weiteren Akteur mit Qualitätsanforderungen dar. Daraus entsteht das Spannungsverhältnis Aufgabenträger-Verkehrsunternehmen-Kunde, weil der Begriff „Qualität im ÖPNV“ von den Akteuren unterschiedlich verstanden wird.¹³ Dabei steht die geplante Qualität der Dienstleistung der tatsächlichen Qualität gegenüber, die wiederum der durch den Kunden erwarteten Qualität entsprechen muss.¹⁴ Diese sich

⁸ Vgl. (Zollondz, 2011, S. 9)

⁹ Vgl. (DIN EN ISO 9000, S. 18)

¹⁰ Vgl. (DIN EN 13816, S. 12 ff.)

¹¹ Vgl. (Personenbeförderungsgesetz (PBefG), §8(3))

¹² Vgl. (DIN EN 13816, S. 6)

¹³ Vgl. (Klein, 2007, S. 31)

¹⁴ Vgl. (DIN EN 13816, S. 6)

daraus ableitende Diskrepanz beschreibt der Qualitätskreis, der für die Bestimmung der Servicequalität im Rahmen der DIN 13816 enthalten ist (Abbildung 1).

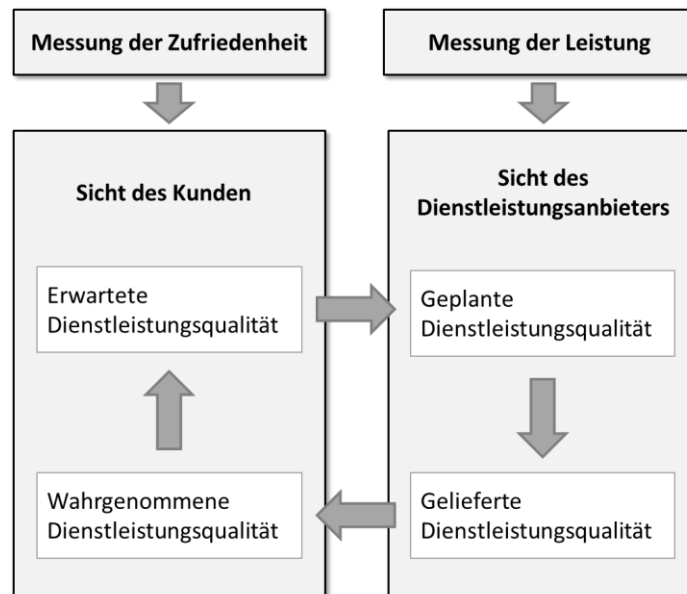


Abbildung 1: Qualitätskreis nach DIN EN 13816¹⁵

Der Aufgabenträger und die Verkehrsunternehmen vertreten in der Regel eine wirtschaftliche und prozessorientierte Sichtweise (objektive Sicht bzw. Messung der Leistung), wogegen der Kunde durch eine subjektiv ergebnisorientierte Wahrnehmung geleitet (subjektive Einschätzung bzw. Messung der Zufriedenheit) wird. Ein erfolgreiches Qualitätsmanagement muss daher die Interessen des Kunden mit der politischen Sicht des Aufgabenträgers sowie mit der Wirtschaftlichkeit des Unternehmens vereinen. Nur dies trägt langfristig zu einer stetigen Verbesserung des Betriebs und der Prozesse bei und steigert die Kundenzufriedenheit. Daher ist es aufbauend auf der Abbildung 1 unabdingbar, ein Niveau bzw. Standards für die geplante Qualität zu definieren und die gelieferte Leistung zu messen.¹⁶

¹⁵ Eigene Darstellung in Anlehnung an (DIN EN 13816, S. 6)

¹⁶ Vgl. (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2006, S. 6)

2.1 Qualitätsbegriffe im Nahverkehr

Qualität im ÖPNV umfasst alle Bereiche, die mit der Erbringung der Dienstleistung in Zusammenhang stehen. Häufig verwendete Qualitätsbegriffe im Nahverkehr sind u.a. folgende¹⁷:

- Servicequalität
- Erschließungsqualität
- Angebotsqualität
- Bedienungsqualität
- Beförderungsqualität.

Dabei umfassen die einzelnen Qualitätsbegriffe verschiedene Anforderungsbereiche, die an den ÖPNV gestellt werden. Der Fachterminus Bedienungsqualität beschreibt die räumliche und zeitliche Bedienung des Nahverkehrs und kann in die Erschließungs- und der Angebotsqualität unterteilt werden. Dabei stellt die Erschließungsqualität das räumliche Kriterium und die Angebotsqualität die zeitliche Komponente dar. Für die Erschließung ist die Entfernung, mit der ein Fahrgast ein Verkehrsmittel erreichen kann, entscheidend. Dabei wird der Haltestelleneinzugsbereich herangezogen, der sich nach Verkehrsmittel und geografischer Lage unterscheidet. Die Angebotsqualität beinhaltet die zeitliche Verfügbarkeit des ÖPNV-Angebotes, die Bedienungshäufigkeit und die Pünktlichkeit.¹⁸ Dagegen umfasst die Beförderungsqualität Kriterien, die im Zusammenhang mit der Beförderung stehen, wie z.B. die Beförderungsgeschwindigkeit.¹⁹

Eine exakte Abgrenzung der Fachbegriffe voneinander, daraus resultierend eine Zuordnung einzelner Kriterien und Kenngrößen, ist schwierig, da die Verwendung der Begriffe zum Teil synchron erfolgt. Darüber hinaus werden die Begriffe durch einzelne Akteure unterschiedlich interpretiert und im Rahmen von Veröffentlichungen anders verwendet.

2.2 Definition der Betriebsqualität

Der Begriff Betriebsqualität setzt sich aus den zwei Worten Betrieb und Qualität zusammen. Ausgehend von der Qualitätsdefinition nach der DIN 9000 umschreibt die

¹⁷ Vgl. (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2006, S. 24ff.)

¹⁸ Vgl. (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, 2001, S. 6ff.)

¹⁹ Vgl. (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, 2001, S. 12)

Betriebsqualität den Grad der Erfüllung der Anforderungen, die an die betriebliche Abwicklung des öffentlichen Personennahverkehrs gestellt werden.²⁰

Um eine gute Betriebsqualität sicherzustellen, die den Anforderungen aller Akteure entspricht, müssen verschiedene Qualitätsmerkmale zur Beurteilung herangezogen werden. Diese umfassen die Bereiche Fahrzeug, Haltestelle und die Fahrt.²¹ Dadurch kann die Definition im vorherigen des Begriffes Anforderungen konkretisiert werden:

Die Betriebsqualität beschreibt für einen abgegrenzten Verkehrsraum den Grad, in dem Kriterien des Angebotes und des Bedienungsstandards während der betrieblichen Abwicklung erfüllt werden.

Der Betrieb des Nahverkehrs umfasst dabei sowohl die Sicht des Betriebes sowie für den Kunden entscheidende Kriterien. Zur Bestimmung der Betriebsqualität werden im Rahmen der Masterarbeit die folgenden Kenngrößen festgelegt:

- Taktung
- Beförderungsgeschwindigkeit
- Pünktlichkeit
- Fahrt- bzw. Haltestellenbedienungsausfall
- Anschlusssicherung
- Sitzplatzverfügbarkeit
- Niederflurigkeit.

Die Zielstellung der Betriebsqualität sollte sein, den Qualitätsmerkmalen und –vorgaben bestmöglich zu entsprechen. Eine Erreichung der Qualitätsziele führt dabei zu einem für den Kunden attraktiven ÖPNV.²²

2.3 Messbarkeit von Qualitätszielen

Für die Bemessung von Qualitätszielen ist eine Unterteilung in objektive und subjektiv zu bewertende Kenngrößen vorzunehmen. Dabei lassen sich objektive Kennzahlen durch Zahlen bemessen, beispielsweise Erhöhung der

²⁰ Vgl. (Hanau LNO - Lokale Nahverkehrsorganisation GmbH, 2009, S. 26ff)

²¹ Vgl. (Rhein-Sieg-Kreis, 2013, S. 59ff.)

²² Vgl. (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2006, S. 8)

Pünktlichkeitsquote, Bestimmung der Auslastungsgrade und Verbesserung der Beförderungsgeschwindigkeit. Dagegen beruhen subjektive Bewertungen (zum Beispiel Fahrkomfort im Fahrzeug, Sauberkeit und Freundlichkeit) auf der Einschätzung von Personen bzw. Fahrgästen.²³

Je nach Bemessungsziel werden unterschiedliche Ansätze genutzt. Dazu ist es unerlässlich, eine räumliche Abgrenzung vorzunehmen sowie den Erhebungsumfang, die Erhebungstechnik und den Erhebungsort festzulegen. Der Erhebungsumfang kann dabei als Vollerhebung oder Stichprobenerhebung über einen Stichtag oder einen Erhebungszeitraum festgesetzt werden. Eine Vollerhebung kann im Betrieb jedoch kaum realisiert werden, deshalb finden Erhebungen als Stichprobenanalysen statt. Verkehrserhebungen untergliedern sich in folgende Erhebungstechnik:

- Verkehrszählung und -messungen
- Beobachtungen
- Befragungen.²⁴

Verkehrszählungen und Beobachtungen stellen dabei kundenunabhängige Verfahren dar und dienen u.a. zur Erfassung des Fahrgastaufkommens. Dagegen wird der Fahrgast bei Befragungen nach seiner subjektiven Einschätzung/ Beurteilung gefragt. Somit lassen sich durch die verschiedenen Datenerhebungsmethoden unterschiedliche Fragestellungen beantworten bzw. andere Zielsetzungen verfolgen.²⁵

Auf diesen grundlegenden Verkehrserhebungen aufbauend, empfiehlt die Europäische Norm DIN EN 13816 für die Bemessung der Servicequalität drei verschiedene Messverfahren:

- Technische Leistungsmessungen (Direct Measurement)
- Testkundenverfahren (Mystery Shopping Survey)
- Kundenbefragungen (Customer Satisfaction Survey).²⁶

²³ Vgl. (Klein, 2007, S. 33ff.)

²⁴ Vgl. (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, 1992, S. 36ff.)

²⁵ Vgl. Ebd. S.36ff.

²⁶ Vgl. (DIN EN 13816, S. 21ff.)

Dadurch wird gewährleistet, dass die Messung der Zufriedenheit (Kundensicht) und die Messung der Leistung (Sichtweise des Verkehrsunternehmens) abgebildet werden.²⁷

Im Rahmen der Arbeit wird ausschließlich die Messung der Leistung vorgenommen. Daher kommen als Erhebungsmethoden objektive technische Leistungsmessungen zum Einsatz. Eine Betrachtung der Zufriedenheit des Kunden wird nicht beleuchtet bzw. keine Kundenbefragung durchgeführt.

²⁷ Vgl. (DIN EN 13816, S. 6)

3 Bewertungsrahmen der Betriebsqualität

Für die Bewertung der Betriebsqualität wird aufbauend auf verschiedenen theoretischen Grundlagen (Kapitel 3.1) jeweils ein Bewertungsrahmen für die festgelegten Kriterien erarbeitet (Kapitel 3.3). Diese bilden die Basis des Bewertungsformblattes (Kapitel 3.4), welches das Format für die Gesamtbewertung der Betriebsqualität darstellt.

3.1 Grundlage für den Bewertungsrahmen

Methoden für die Ermittlung und Bewertung von Qualitätskriterien, die den Betrieb des Nahverkehrs tangieren, sind in technischen Regelwerken integriert. Insbesondere das Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS)²⁸ sowie die Richtlinie für die integrierte Netzgestaltung (RIN)²⁹ enthalten Qualitätsstandards. Darüber hinaus weist die VDV-Schrift 4: „Verkehrerschließung und Verkehrsangebot im ÖPNV“ Empfehlungen für die räumliche und zeitliche Bedienung in besiedelten Regionen auf³⁰.

Die Qualitätsstufen in der vorliegenden Arbeit beruhen darüber hinaus auf in Nahverkehrsplänen integrierten Anforderungen und Zielgrößen. Bei der Präzisierung der Qualitätsziele unterscheiden sich Nahverkehrspläne grundlegend voneinander, da es keine gesetzlichen Standards zur Gestaltung oder Detailierungstiefe gibt. Die Bundesländer können laut dem Personenbeförderungsgesetz (PBefG §8(3)) Einzelheiten festlegen. Daraus begründet sich, dass zum Teil ausschließlich pauschale Aussagen zur Qualität des Nahverkehrs für das zugrunde liegende Planungsgebiet gestellt werden. In anderen Nahverkehrsplänen werden jedoch konkrete quantitative Zielvereinbarungen festgesetzt.³¹ Aufgrund eines Planungs-horizontes von fünf Jahren, gemäß des Niedersächsischen Nahverkehrsgesetzes (NNVG §6(3)), beinhalten die Nahverkehrspläne ÖPNV-Verbesserungsmaßnahmen und Standards, die den aktuellen öffentlichen Verkehrsinteressen und -bedürfnissen entsprechen.³² Technische Regelwerke integrieren die aktuellen Verkehrsanforderungen nicht im gleichen Maße, beispielsweise datiert die VDV-Schrift 4 aus dem Jahr 2001.

²⁸ (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2009)

²⁹ (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2008)

³⁰ Vgl. (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, 2001, S. 4)

³¹ Vgl. (Küpper et al., 2003, S. 48)

³² Vgl. (Aachener Verkehrsverbund GmbH, 2011, S. 3)

3.2 Bewertungsskala

Um eine Bewertung der Kriterien vorzunehmen, wird eine 6-skalige Bewertungsskala in Anlehnung an das Schulnotensystem, welches auch als Grundlage für den Bewertungskatalog innerhalb der in Kapitel 3.1 genannten technischen Regelwerken bildet, für jedes Kriterium ausgearbeitet. Das Bewertungssystem umfasst die Kategorie A bis F, dabei stellt die Kategorie A die bestmögliche Punktzahl „*sehr gut*“ dar. Die Kategorie B entspricht „*gut*“, die Stufe C einem „*befriedigend*“, die weiteren Abstufungen D bis F einem „*ausreichend*“, „*mangelhaft*“ und „*ungenügend*“.³³

Das Gesamtergebnis resultiert aus der Einzelbewertung der Kriterien und wird durch Gewichtung der Qualitätsmerkmale berechnet.

3.3 Bewertungsrahmen der Qualitätsmerkmale

Die im folgenden Abschnitt festgelegten Qualitätsstufen dienen zur Bewertung des ÖPNV-Betriebs in urbanen Siedlungsstrukturen. Eine Festlegung der Standards für ländliche Räume wird im Rahmen der Arbeit nicht beleuchtet.

3.3.1 Fahrplanangebot -Taktung

Die Einstufung des Qualitätsniveaus der Taktung erfolgt anhand der fahrplanmäßigen ausgewiesenen Taktung in den Verkehrszeiträumen. Abweichende Taktmuster in den morgendlichen und abendlichen Nebenverkehrszeiten werden dabei nicht negativ bewertet, da diese ein niedrigeres Fahrgastpotenzial aufweisen.³⁴

Die Bewertung erfolgt anhand der üblichen Taktintervalle im städtischen Nahverkehr. Eine Bedienung im 5 Minuten Takt wird dabei als Stufe A bewertet. Die Abstufung erfolgt im weiteren 10/ 15/ 30/ 60 Minuten-Takt.³⁵ Das bedeutet, eine stündliche Bedienung im dichtbesiedelten Stadtgebiet wird als nur „*mangelhaft*“ bzw. nicht attraktiv angesehen.

³³ Vgl. (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2009, S. 20)

³⁴ Vgl. (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, 2001, S. 18ff.)

³⁵ Vgl. Ebd.

3.3.2 Beförderungsgeschwindigkeit

Für die Beurteilung des Verkehrsablaufes wird die mittlere Beförderungsgeschwindigkeit ($v_{\text{ÖV}}$) herangezogen. Diese berechnet sich als Quotient aus der Fahrtweite (s_L) und der ($t_{\text{ÖV}}$) Fahrzeit nach Formel (1).³⁶

$$(1) v_{\text{ÖV}} = \frac{s_L}{t_{\text{ÖV}}} \times 60$$

- $v_{\text{ÖV}}$ Mittlere Beförderungsgeschwindigkeit des ÖPNV in km/h
- s_L Fahrstrecke in km
- $t_{\text{ÖV}}$ Fahrzeit des ÖPNV in Minuten

In der Fahrzeit eingeschlossen ist dabei neben der Fahrzeit zwischen den Haltestellen auch die Haltestellenaufenthaltszeit. Der Begriff wird im weiteren Verlauf entgegen der Definition³⁷, für die Zeit zwischen dem Tür-auf und dem Tür-zu Signal, synchron zur Fahrgastwechselzeit verwendet.

Für die Beurteilung der mittleren Geschwindigkeit werden die Qualitätsstufen aus dem HBS, siehe Tabelle 1, verwendet.

Qualitätsstufe	Beförderungsgeschwindigkeit ($v_{\text{ÖV}}$) in km/h
A	≥ 24
B	≥ 22
C	≥ 19
D	≥ 15
E	≥ 10
F	< 10

Tabelle 1: Qualitätsstufen der Beförderungsgeschwindigkeit im städtischen Betrieb³⁸

Die Richtwerte nehmen keinen Bezug auf die Erschließungsqualität. Geringe Haltestellenabstände bzw. eine gute Erschließung wirken sich aber negativ auf die Beförderungsgeschwindigkeit aus. Jedoch führt es zu einer positiveren Bewertung des ÖPNV-Angebotes durch den Fahrgast und einem höheren Fahrgastpotenzial.³⁹

³⁶ (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2009, S. 9-6)

³⁷ Vgl. Ebd. S.9-3

³⁸ (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2009, S. 9-7)

³⁹ Vgl. (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, 2001, S. 10)

3.3.3 Pünktlichkeit

Inwieweit eine Fahrt als pünktlich definiert wird, beziffert die Abweichung zwischen der im Fahrplan vorgegebenen und der tatsächlich realisierten Abfahrtszeit.⁴⁰ Für die Bewertung des Kriteriums wird der Begriff *pünktlich* für Fahrten, die 30 Sekunden vor und drei Minuten nach planmäßiger Abfahrt verkehren, verwendet. Bei Zeitabweichungen von mehr als drei Minuten sind diese als *Verspätung* zu interpretieren. Als *verfrühte* Abfahrten werden Fahrten bewertet, die mehr als 30 Sekunden vor der im Fahrplan geschriebenen Zeit verkehren.⁴¹

Die Berechnung der Pünktlichkeitsquote (Q_P) erfolgt anhand der Formel (2). Ermittelt wird dabei der Anteil fahrplanmäßig verkehrender Fahrten (N_p) am Gesamtfahrtenaufkommen (N_G).⁴²

$$(2) Q_P = \frac{N_p}{N_G} \times 100$$

Q_P	Pünktlichkeitsquote in Prozent
N_p	Anzahl pünktlich verkehrender Abfahrten an Haltestellen
N_G	Anzahl gemessener Fahrten bzw. Haltestellen

Prinzipiell ist auf eine Pünktlichkeitsquote von 100% hinzusteuern. Aufgrund von im Betrieb auftretenden Behinderungen, wie zum Beispiel Verzögerungen durch hohes Verkehrs- und/ oder Fahrgastaufkommen, Parksuchverkehr oder witterungsbedingten Ereignissen, kann dieses Ziel im Betrieb, insbesondere in der Hauptverkehrszeit (HVZ), nahezu nicht erreicht werden. Daraus resultiert, dass für die Verkehrszeiträume HVZ, Nebenverkehrszeit (NVZ) und Schwachverkehrszeit (SVZ) verschiedene Qualitätsstufen festgelegt werden.⁴³

Dabei stellt die Qualitätsstufe A der HVZ, die Stufe B der NVZ und die Stufe C der SVZ dar. Die Quote für die beschriebenen Kategorien beläuft sich auf 90% pünktlicher verkehrender Abfahrten.

⁴⁰ Vgl. (DIN EN 13816, S. 18)

⁴¹ Vgl. (Landeshauptstadt Mainz, 2013, S. 46)

⁴² Vgl. (DIN EN 13816, S. 18)

⁴³ (Landeshauptstadt Mainz, 2013, S. 45f.)

Die Übersicht der Kategorien ist für alle drei Verkehrszeiträume in Tabelle 2 zusammengefasst.

Qualitätsstufe	Pünktlichkeitsquote in Prozent		
	HVZ	NVZ	SVZ
A	≥ 90	≥ 95	≥ 98
B	≥ 85	≥ 90	≥ 95
C	≥ 80	≥ 85	≥ 90
D	≥ 75	≥ 80	≥ 85
E	≥ 70	≥ 75	≥ 80
F	< 70	< 75	< 80

Tabelle 2: Pünktlichkeitsqualitätsstufen im straßengebundenen städtischen ÖPNV⁴⁴

Die Berechnung der Quote für die Verspätung oder Verfrühung folgt in Anlehnung an die Formel (2) mit dem Anteil der verspäteten oder verfrühten Fahrten an der Gesamtanzahl der bedienten Haltestellen im Bewertungszeitraum. Verfrühte Fahrten sind insbesondere zu vermeiden, da diese vom Kunden besonders negativ wahrgenommen werden.⁴⁵

3.3.4 Zuverlässigkeit - Fahrt- und Haltestellenbedienungsausfälle

Neben der Eigenschaft der Einhaltung des Fahrplanes ist die Zuverlässigkeit der Durchführung der Fahrten entscheidend. Dazu wird die prozentuale Ausfallquote (Q_Z) der ausgefallenen Fahrten bzw. nicht bedienten Haltestellen (N_A) an der Gesamtfahrtenanzahl (N_G) im Bewertungszeitraum herangezogen, vergleiche Formel (3).⁴⁶

$$(3) Q_Z = \frac{N_A}{N_G} \times 100$$

Q_Z Zuverlässigkeitsquote

N_A Anzahl der ausgefallenen Fahrten oder nicht bedienten Haltestellen

N_G Anzahl gemessener Fahrten bzw. Haltestellen

Für die Berechnung der Quote fließen dabei neben Fahrten, die vollständig nicht gefahren wurden, auch die Fahrten ein, die aufgrund ihrer Verspätung einer Nichtbedienung der Fahrt gleichkommen.⁴⁷ Das heißt, dass durchgeführte Fahrten,

⁴⁴ Eigene Darstellung in Anlehnung an (Landeshauptstadt Mainz, 2013, S. 46)

⁴⁵ (Aachener Verkehrsverbund GmbH, 2011, S. 48)

⁴⁶ Vgl. (DIN EN 13816, S. 18)

⁴⁷ Vgl. (Rhein-Sieg-Kreis, 2013, S. 62)

die eine größere Verspätung als das Taktintervall aufweisen, ebenfalls als ausgefallene Fahrt gelten.

Die Ausfallquote muss auf ein Minimum gesenkt werden. Zielstellung sollte dabei ein Wert unter 1% sein.⁴⁸ Dieser Wert wird als Kriterium für die Stufe B gesetzt, da verfrühte Fahrten, entgegen dem vorliegenden Nahverkehrsplan, im Qualitätsmerkmal Pünktlichkeit verankert sind. Für die Erreichung der Stufe A dürfen maximal 0,5% der Fahrten nicht stattfinden. Die Abstufung erfolgt im Weiteren in Schritten von 0,5 Prozentpunkten. Somit erfolgt die Einstufung der Zuverlässigkeit bei einer Ausfallquote von mehr als 2,5 Prozent in die Kategorie F.

3.3.5 Anschlusssicherung

Innerhalb eines städtischen Nahverkehrsnetzes fungieren einige Haltestellen als Verknüpfungspunkt zu anderen Linien oder Verkehrsmitteln. Bei der Fahrplangestaltung sind die Umsteigebeziehungen zu beachten und möglichst auf den Hauptachsen mit direkten Anschlüssen bzw. mit geringen Wartezeiten zu gewährleisten. Bei der Erstellung der Fahrpläne bzw. Umsteigezeiten ist dabei auf ein ausreichendes Zeitintervall für den Vorgang zu achten.⁴⁹

Um die Anschlusssicherungen bewerten zu können, wird die Wartezeit auf das Anschlussverkehrsmittel an wichtigen Verknüpfungspunkten gemessen. Dazu werden die in Tabelle 3 dargestellten Standards festgelegt, die sich an der VDV-Schrift 4 orientieren.

Qualitätsstufe	Wartezeit in min auf Anschlussverkehrsmittel
A	< 5,0
B	<10
C	< 15
D	< 20
E	< 30
F	> 30

Tabelle 3: Qualitätsstufen der Anschlusssicherung im städtischen Nahverkehr⁵⁰

In urbanen Räumen ist jedoch die Pünktlichkeit der Anschlusssicherung aufgrund der Taktung und einer Vielzahl von Verknüpfungspunkten im Betrieb vorzuziehen.

⁴⁸ Vgl. (Rhein-Sieg-Kreis, 2013, S. 62)

⁴⁹ Vgl. (Aachener Verkehrsverbund GmbH, 2011, S. 49)

⁵⁰ (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, 2001, S. 31)

Trotzdem sind insbesondere in den Abend- und Nachtstunden gesicherte Anschlüsse mit geringer Wartezeit (z.B. Angst aufgrund der einsetzenden Dunkelheit) für den Fahrgast von Wichtigkeit.⁵¹

3.3.6 Sitzplatzverfügbarkeit

Neben der Geschwindigkeit der Beförderung ist das Vorhandensein von Sitzplätzen für die Beurteilung der Qualität und den Fahrkomfort von Kunden bedeutend.⁵²

Als Grundlage zur Berechnung dient das HBS, dabei wird die Sitzplatzverfügbarkeit (R_{Si}) anhand der Formel (4) berechnet⁵³:

$$(4) R_{Si} = \frac{N_{Si}}{P}$$

R_{Si} Sitzplatzverfügbarkeit
 N_{Si} Anzahl der vorhandenen Sitzplätze im Fahrzeug
 P Anzahl der Fahrgäste im Fahrzeug

Diese Quote stellt dabei die Verfügbarkeit von Sitzplätzen zu einem Zeitpunkt dar. Die Betrachtung der Stehplatzverfügbarkeit erfolgt auf Basis der Quadratmeter pro Person. Im Linienverlauf variieren die Werte pro Haltestelle.⁵⁴ Die Qualitätsstufen werden durch das HBS definiert, siehe Tabelle 4.

Qualitätsstufe	Lange Fahrt (über 3 km)		Kurze Fahrt (bis ca.3 km)	
	Sitzplatzverfügbarkeit (Sitzplatz/ Fahrgast)	Stehflächenverfügbarkeit (m ² / stehender Fahrgast)	Sitzplatzverfügbarkeit (Sitzplatz/ Fahrgast)	Stehflächenverfügbarkeit (m ² / stehender Fahrgast)
A	≥1,75	Freie Platzwahl	≥1,33	Freie Platzwahl
B	≥1,33	Freie Platzwahl	≥1,00	Freie Platzwahl
C	≥1,00	Freie Platzwahl	<1,00	≥0,25
D	<1,00	≥0,25	<1,00	≥0,20
E	<1,00	≥0,20	<1,00	≥0,15
F	<1,00	<0,20	<1,00	<0,15

Tabelle 4: Qualitätsstufen der Sitzplatzverfügbarkeit⁵⁵

Der Ansatz nach Formel (4) berücksichtigt dabei die Dauer des Stehplatzes nicht, diese wird auch im Bewertungsansatz nicht weiter verfolgt.

⁵¹ Vgl. (Aachener Verkehrsverbund GmbH, 2011, S. 49)

⁵² Vgl. (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, 2001, S. 25)

⁵³ (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2009, S. 9-6)

⁵⁴ Vgl. Ebd.

⁵⁵ (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2009, S. 9-8)

3.3.7 Niederflurigkeit

Barrierefreiheit im Zugang und in der Nutzung des ÖPNV ist ein grundlegender Faktor. Im Niedersächsischen Behindertengleichstellungsgesetz (NBGG) §4 wird der Begriff Barrierefrei für *„bauliche und sonstige Anlagen, Verkehrsmittel, [...] wenn sie für Menschen mit Behinderungen in der allgemein üblichen Weise, ohne besondere Erschwernis und grundsätzlich ohne fremde Hilfe zugänglich und nutzbar sind“*⁵⁶ definiert.

Zur Bewertung des Kriteriums im Rahmen der vorliegenden Arbeit gliedert sich dieses in die zwei Komponenten Fahrzeug- und Haltestelleninfrastruktur. Für die Bewertung erfolgt die Überprüfung der Haltestellen auf das Vorhandensein eines Hochbordes (Kasseler Busbords) sowie auf Seiten des Fuhrparkes über die Niederflurtechnik des Fahrzeuges.

Inwieweit Komponenten wie das Haltestellenumfeld dem Kriterium Barrierefreiheit entsprechen, wird dabei nicht ermittelt. Darüber hinaus fließt die Einhaltung des Spaltmaßes im Betrieb ebenfalls nicht in die Bewertung ein, da eine Überprüfung der Einhaltung nicht gemessen werden kann.

Im Rahmen des Personenbeförderungsgesetzes wird bis 2022 eine vollständige Barrierefreiheit im ÖPNV festgelegt.⁵⁷ Dieser Tatsache zu Grunde liegend, leiten sich daraus die Qualitätsstufen ab. Eine vollständige, das heißt zu 100 % barrierefrei Linie wird mit der Stufe A bewertet. Die weiteren Stufen leiten sich linear ab, die Stufe F wird für eine Niederflurigkeit von unter 50 % vergeben. Dabei fließen bei der Einstufung die Ergebnisse aus der Haltestelleninfrastruktur sowie der Fahrzeugtechnik zu gleichen Teilen ein.

⁵⁶ (Niedersächsisches Behindertengleichstellungsgesetz (NBGG), S. §4)

⁵⁷ (Personenbeförderungsgesetz (PBefG), §8(3))

3.4 Bewertungsformblatt der Betriebsqualität

Die Kenngrößen der Betriebsqualität werden zusammengefasst auf einem Formblatt notiert, um eine übersichtliche Darstellung zu ermöglichen. Dabei unterteilt sich es sich in zwei Komponenten. Der erste Teil beinhaltet allgemeine Informationen zur Linie, wie z.B. Linienverlauf, Charakteristik, Liniennummer, Haltestellenanzahl.

Der zweite Teil beinhaltet die Qualitätsbewertung. Dabei werden neben der Einstufung der Ergebnisse in die Qualitätsstufen auch die detaillierten Ergebnisse eingetragen, um eine bessere Aussagekraft zu ermöglichen. Das Formblatt beinhaltet darüber hinaus noch eine Zeile, in der besondere Vorkommnisse oder Probleme festgehalten werden, um bei späterer Betrachtung eine einfachere Zuordnung der Ergebnisse zu erhalten. Das gesamte Formblatt ist im Anhang A beigefügt.

4 Braunschweiger Metroringlinien M19/ M29

Die niedersächsische Großstadt Braunschweig ist mit einer Einwohnerzahl von 246.272 (Stand 31.12.2012)⁵⁸ die zweitgrößte des Bundeslandes. Die Braunschweiger Verkehrs-AG ist Betreiber des städtischen ÖPNV. Mit einem Fahrgastaufkommen von 37,8 Mio. Fahrgästen im Jahr 2012, dies entspricht ca. 100.000 beförderten Kunden pro Tag, trägt das Unternehmen zu einem umweltfreundlichen Verkehr in der wachsenden Stadt bei. Die BSVAG beschäftigt ca. 540 Mitarbeiter und erzielt einen Jahresumsatz von rund 38 Mio. Euro. Das ÖPNV-Angebot der BSVAG umfasst fünf Stadtbahnlinien und 37 Buslinien. Darüber hinaus wird das Angebot durch weitere Linien anderer Verkehrsunternehmen aus der Region, u.a. der KVG-Braunschweig mbH und der Wolfsburger Verkehrs-GmbH ergänzt.⁵⁹

Für die Bestimmung der Betriebsqualität des ÖPNV in Braunschweig werden exemplarisch die Linien M19 und M29, die im Ringbetrieb den städtischen Innenstadtring von und zum Hauptbahnhof bedienen, ausgewählt. Als Metroringlinien weisen die Buslinien das höchste Fahrgastaufkommen auf und dienen als wichtige Verknüpfungs- und Umsteigelinien im innerstädtischen Liniennetz der Großstadt. Die neben drei der fünf Straßenbahnlinien einzigen Metrolinien in Braunschweig sind mit insgesamt 16 Buslinien und allen fünf Straßenbahnlinien verknüpft, die entweder einzelne Teilabschnitte des Linienwegs bedienen oder den Linienverlauf kreuzen⁶⁰.

4.1 Linienverlauf und Haltestellenbedienung

Die Fahrstrecke der M19, die vom Hauptbahnhof über den Leonhardtplatz zum Hauptbahnhof führt, beträgt 11,6 km. Die entgegenverkehrende M29 mit Fahrtrichtung Hauptbahnhof – John-F.-Kennedy-Platz – Hauptbahnhof ist um 0,1 km länger und misst 11,7 km.⁶¹ Entlang des Streckenverlaufes werden insgesamt 27 Haltestellen pro Fahrtrichtung bedient.⁶² Dabei wird die Anfangs- und Endhaltestelle (Hauptbahnhof) jeweils zweimal gezählt.

⁵⁸ Vgl. (Stadt Braunschweig, 2013a)

⁵⁹ Vgl. (Braunschweiger Verkehrs-AG, 2013b)

⁶⁰ Vgl. (Braunschweiger Verkehrs-AG, 2013a)

⁶¹ anhand Google-Maps (2013)

⁶² Vgl. (Braunschweiger Verkehrs-AG, 2013a)

Im Einzugsgebiet der Linien M19/ M29 befinden sich neben einer Vielzahl von Wohngebieten bedeutende Institutionen, Freizeiteinrichtungen und Einkaufsareale, die zu einem Fahrgastpotenzial führen. Zum Fahrgastaufkommen trägt insbesondere der Zentralcampus der Technischen Universität Braunschweig (TU Braunschweig) bei. Derzeit sind 16.300 Studenten an dem Bildungsinstitut immatrikuliert sowie 6.500 Mitarbeiter angestellt (Stand Sommersemester 2013)⁶³. Des Weiteren befinden sich die Hochschule für Bildende Künste sowie ein Vielzahl von Schuleinrichtungen entlang des Linienvlaufes.

Für den Bereich Freizeit wichtige Veranstaltungsorte, wie z.B. die Stadthalle, die Volkswagen Halle Braunschweig sowie das Messezentrum, werden durch die M19/29 mit dem Braunschweiger Hauptbahnhof verbunden. Dies ermöglicht auch fernreisenden Besuchern eine attraktive, umweltfreundliche Anreise zu den Events. Durch die Bedienung des Shoppingarsenals „Weißer Ross“ sowie des Gewerbegebiets an der Theodor-Heuss-Straße entsteht weiteres Fahrgastaufkommen auf den Ringlinien.⁶⁴

Aufgrund der geografischen Begebenheiten und der Verkehrsführung entlang des Braunschweiger Innenstadtrings weicht die Linienführung im südlichen Teil der Fahrtstrecke voneinander ab. Daraus resultiert, dass die Linie M19 die Haltestelle „Am Wassertor“ bedient und im Fahrtverlauf der M29 der „Friedrich-Wilhelm-Platz“ angefahren wird. Im weiteren Linienvlauf kommt es im östlichen Ringgebiet wiederholt zur Bedienung unterschiedlicher Haltestellen. Die Haltestelle „Bültenweg“ (M19) befindet sich im Fahrtprofil der M29 an der „Hans-Sommer-Straße“. Dies beruht nicht auf der Linienführung, sondern ist der Verkehrsführung am Knotenpunkt Hagenring - Rebenring geschuldet.⁶⁵

⁶³ Vgl. (Technische Universität Braunschweig, 2013)

⁶⁴ Vgl. (Stadt Braunschweig, 2013b)

⁶⁵ Vgl. (Braunschweiger Verkehrs-AG, 2013a)

Zusammenfassend sind die Fahrstrecke beider Buslinien sowie die Lage und Namen der Haltestellen (A bis Z) in der Stadtkarte, vergleiche Abbildung 2 dargestellt.



Abbildung 2: Linienverlauf der M19/ M29⁶⁶

Der Braunschweiger Innenstadtring zeichnet sich durch eine zweiseitige Straßenstruktur pro Fahrtrichtung aus. Aufgrund des Verkehrsaufkommens, insbesondere im östlichen Streckenabschnitt zwischen Haltestelle Hauptbahnhof und Hamburger Straße, sowie im schwächeren Maße im westlichen Ringgebiet (Haltestelle Rudolfplatz bis Cyriaksring) sind die Linien M19/M29 in den Hauptverkehrszeiten verspätungsanfällig. Dennoch sind für den straßengebundenen Verkehr keine Priorisierungsmaßnahmen durch Lichtsignalsteuerung oder Busspuren realisiert.⁶⁷

⁶⁶ Eigene Darstellung anhand Straßenkarte von Google Maps, 2013

⁶⁷ Vgl. Braunschweiger Verkehrs AG

4.2 Bedienungszeitraum und Taktintervall

Der Betriebstag der Ringlinien umfasst werktags insgesamt 21 Stunden von 04:30 Uhr bis 01:30 Uhr, wobei der Bedienungszeitraum der zwei Linien zeitlich um eine Stunde versetzt ist. Das heißt, der Betriebsbeginn der M19 findet eine Stunde nach dem der M29 statt, dagegen endet die Bedienung der M29 bereits eine Stunde früher.⁶⁸

Werktags zeichnen sich die Linien durch ein 10 minütiges Taktintervall in der Zeit von 06:00 Uhr bis 18:00 Uhr aus. In der Nebenverkehrszeit wird das Bedienungsangebot auf ein 15-Minuten-Intervall sowie in den Tagesrandzeiten auf einen 30-Minuten-Takt reduziert, vergleiche Abbildung 3. Als Besonderheit weist die Linie M29 werktags eine verkürzte Fahrt von der Hamburger Straße (Abfahrt 20:10 Uhr) zum Hauptbahnhof auf. Dies führt auf dem Streckenabschnitt zu einem 15-Minuten Bedienungsintervall bis 20:30 Uhr, wogegen der restliche Streckenverlauf im 30 Minuten Takt bedient wird. Insgesamt werden 92 Fahrten je Fahrtrichtungen an Werktag durchgeführt.⁶⁹

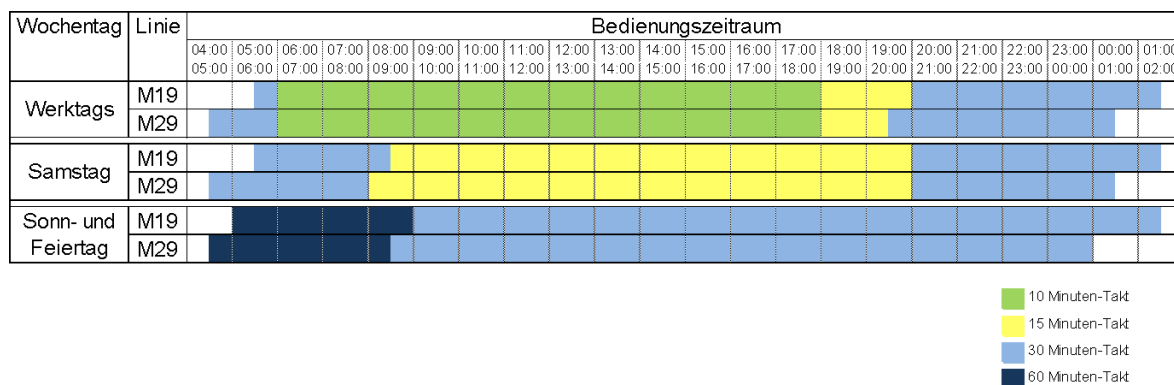


Abbildung 3: Bedienungszeitraum- und Intervall der Linien M19/ M29⁷⁰

Die Bedienung der Linien am Wochenende erfolgt, wie der Abbildung 3 zu entnehmen ist, in einem reduzierten Taktintervall. Samstag verkehren 61 Fahrten pro Linie sowie an Sonn- und Feiertagen 37.⁷¹

⁶⁸ Vgl. (Braunschweiger Verkehrs-AG, 2013c)

⁶⁹ Vgl. Ebd.

⁷⁰ Eigene Darstellung

⁷¹ Vgl. (Braunschweiger Verkehrs-AG, 2013c)

4.3 Fahrzeugeinsatz auf den Ringlinien M19/29

Die Fahrten verkehren anhand von der BSVAG definierten Wagenlaufplänen. Insgesamt verkehren 24 unterschiedliche Wagenläufe auf dem Ring. Die Linien M19/ 29 werden dabei mit Ausnahme der Tagesrandzeiten durch linienreine Umläufe bedient. Das bedeutet, dass ein Fahrzeug im Tagesverlauf ausschließlich auf den beiden Ringlinien verkehrt. Maximal werden 22 Fahrten der M19/29 durch einen Wagenlaufnummer bedient. Ein Fahrtumlauf dauert im Regelfall 55 Minuten, dieser gliedert sich in 39 Minuten Fahrt und 16 Minuten Pause auf.⁷²

Die Bedienung der Ringlinien erfolgt tagsüber ausschließlich durch Gelenkbusse, die mit Niederflurtechnik ausgestattet sind. Bei einer Fahrzeuglänge von bis zu 18,75 m können dabei bis zu 154 Fahrgäste befördert werden. Die Sitzplatzkapazität beträgt ca. 45.⁷³ Im Fuhrpark der BSVAG sind zwei Mercedes Benz Citaro Gelenkbusse mit einem Automatischen Fahrgastzählsystem ausgestattet. Der Bus „Ölper“ 08/11 des Baujahr 2008 und seit Mai 2013 ein zweiter Bus des gleichen Typs (09/01).⁷⁴

⁷² (Braunschweiger Verkehrs-AG, 2013d)

⁷³ Nach Gespräch J. Meier (BSVAG) im März 2013

⁷⁴ Nach Gespräch A. Florek (BSVAG) im Mai 2013

5 Datengrundlage zur Bestimmung der Betriebsqualität

Für eine fundierte Analyse der Betriebsqualität der Braunschweiger Ringlinien M19/M29 bilden die in Kapitel 3.3 aufgezeigten Kennzahlen und Strukturgrößen die Grundlage. Die Datenstruktur dafür ist im Erhebungszeitraum April bis Juni 2013 aufgebaut wurden.

Der Zeitraum eignet sich für die Bestimmung der Betriebsqualität im Normalbetrieb. Für die Erhebungen wurde darauf geachtet, dass ein Zeitraum gewählt wurde indem die Vorlesungszeit der Technischen Universität Braunschweig integriert sowie nur wenige Erhebungstage sich mit den Ferien des Landes Niedersachsen überschneiden. Diese kann verschiebende Wirkung auf die Ergebnisse haben.

Zur Vorbereitung der Datenerhebung und um valide Aussagen über Tages- und Wochenzeiten zu bekommen, werden Verkehrszeiträume definiert. Die BSVAG unterteilt insgesamt neun Verkehrszeiträume, abgebildet in Tabelle 5: Einteilung der Verkehrszeiträume in Braunschweig. Für Montag bis Freitag ergeben sich vier Zeiträume, die im Weiteren mit W1 bis W4 abgekürzt werden. Der Samstag wird in drei sowie Sonntag in zwei Zeitintervallen unterteilt.⁷⁵

Wochentag	Verkehrszeitraum			
Werktags (W1 – W4)	bis 09:00 Uhr	09:00 Uhr - 12:00 Uhr	12:00 Uhr - 18:00 Uhr	ab 18:00 Uhr - Betriebsschluss
Samstag (Sa1 – Sa3)	bis 09:00 Uhr	09:00 Uhr - 19:00 Uhr	ab 19:00 Uhr - Betriebsschluss	
Sonntag/ Feiertag (So1 – So2)	bis 12:00 Uhr	ab 12:00 Uhr - Betriebsschluss		

Tabelle 5: Einteilung der Verkehrszeiträume in Braunschweig⁷⁶

Die Einteilung kann jedoch auch nicht ausschließen, dass es aufgrund der empirischen Datenerhebung nicht zu einer Glättung bzw. Angleichung der Ergebnisse kommt.

⁷⁵ Vgl. (Braunschweiger Verkehrs-AG, 2013e)

⁷⁶ (Braunschweiger Verkehrs-AG, 2013e)

5.1 Automatische Fahrgastzählung

Die Bedeutung von Automatischen Fahrgastzählungen für Verkehrsunternehmen nimmt stetig zu. Klassische Erhebungen bilden aufgrund hoher finanzieller Aufwände, insbesondere im Personaleinsatz durch immer kürzere Untersuchungsintervalle ein großes Hindernis. Mit Hilfe von automatisierten Erhebungsansätzen können Sachverhalte und Fragestellungen über eine zeitlich lange Periode, bei vergleichsweise geringem Personaleinsatz, erfasst und beantwortet werden.⁷⁷

Die Grundlage der Automatischen Fahrgastzählung bzw. die Erhebungsvorschrift bildet das Rahmenlastheft für Automatische Fahrgast Zählssysteme des Verbandes deutscher Verkehrsunternehmen (VDV-Schrift 457). Die Erhebung des Fahrgastaufkommens entlang der Ringlinien M19/29 wird dabei als Stichprobenerhebung durchgeführt. Um eine valide Aussage der Erhebung zu erzielen, erfolgt die Berechnung des notwendigen Stichprobenumfanges unter Anwendung der Formel (5).⁷⁸

$$(5) \quad n = \frac{k^2 * V^2 * N}{k^2 * V^2 + (N-1) * d_r^2}$$

- n Stichprobenumfang im Erhebungszeitraum
- N Anzahl der Fahrten im Erhebungszeitraum (Grundgesamtheit)
- V Relative Streuung
- d_r Max. zulässiger relativer Fehler
- k Tabellenwert in Abhängigkeit der Statistischen Sicherheit

Die Grundgesamtheit der Fahrten stellt dabei die Ausgangsgröße dar. Dabei ermittelt sich die Anzahl der Fahrten für die einzelnen Verkehrszeiträume anhand des Fahrplans. Für die Berechnung ist der relative Fehler mit 0,05 festgelegt, das heißt, die Ergebnisse haben eine Sicherheit von 95 %. Maßgebend für die Formel (6) ist die Abschätzung der relativen Streuung. Diese kann aus zuvor erhobenen Verkehrserhebungen abgeleitet oder abgeschätzt werden. Bei der Schätzung wird in heterograden Erhebungen eine Streuung von maximal 1,5 bzw. 150 % angenommen⁷⁹. Aufgrund der geringen Anzahl der Fahrzeuge der Braunschweiger

⁷⁷Vgl. (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, 2006, S. 7)

⁷⁸Vgl. Ebd., S. 19f.

⁷⁹Vgl. Ebd., S. 20

Verkehrs-AG, die mit einem Fahrgastzählssystem ausgestattet sind, kann der Wert jedoch bei der dreimonatigen Erhebung nicht realisiert werden. Die relative Streuung wurde für die Berechnung auf einen Wert von 0,25 festgesetzt. Um die Validität der Ergebnisse zu gewährleisten, soll insgesamt jeder der Umläufe der M19/ M29 mindestens zweimal während der Periode bedient werden.

Neben der Stichprobenhäufigkeit lässt sich die Zahl der benötigten Fahrzeuge nach der Formel (6) berechnen:⁸⁰

$$n(Z) = \frac{n_N}{F \cdot k(Z)}$$

- $n(Z)$ Anzahl der mit einem Automatischen Fahrgastzählssystem ausgerüsteten Fahrzeuge
- n_N Stichprobenumfang (Anzahl der statistisch notwendigen Erhebungsfahrten)
- F Anzahl der Zählfahrten, die ein Fahrzeug im Erhebungszeitraum ausführen kann
- $k(Z)$ Einsatzkoeffizient des Zählsystems

Der Ausstattungsumfang der Braunschweiger Verkehrs-AG belief sich zu Beginn der Fahrgastzählung im April 2013 auf einen Mercedes-Benz Citaro Gelenkbus Baujahr 2008 (Wagen 08/11- „Ölper“). Mitte Mai 2013 wurde ein zweites Fahrzeug der Baureihe (Wagen 09/01) mit einem Fahrgastzählssystem ausgestattet. Aus der vorhandenen Infrastruktur lässt sich ableiten, dass eine valide Datengrundlage ausschließlich bei einem optimalen Einsatz der Fahrzeuge zu erreichen ist.

Die Daten des Fahrgastzählsystems der Firma I+ME Actia wurden manuell durch die BSVAG ausgelesen. Hierzu erfolgte im ca. ein- bis zweiwöchigen Rhythmus ein Festplattenwechsel an der Haltestelle Hauptbahnhof am Fahrzeug. Die Auslesung der Daten erfolgte anschließend im Werkstattbereich des Verkehrsunternehmens.⁸¹ Die dazu benötigte Software wurde von der Firma Actia implementiert.⁸² Zur Verfügung gestellt wurden die Daten der Braunschweiger Verkehrs-AG in Form von csv-Dateien. Diese beinhalten neben den gezählten Ein- und Aussteigerdaten, die pro Tür separat erfasst und ausgewiesen werden, jeweils einen Zeitstempel mit

⁸⁰ Vgl. (Verband Deutscher Verkehrsunternehmen, 2006, S. 20f.)

⁸¹ Nach Gespräch mit A. Florek (BSVAG) im März 2013

⁸² Nach Gespräch mit U. Hosse (I+ME Actia) im März 2013

Datum und Uhrzeit. Ferner wurden die IBIS-Daten des Fahrzeuges bereitgestellt. Neben der Ortsinformation (Haltestelle) mit dazugehörigem Zeitpunkt enthalten sie die Liniennummer. Außerdem beinhalten die Dateien die Fahrzeugnummer, die Fahrnummer und die Haltestellennummer, die für die Bearbeitung jedoch keine Bedeutung haben. Durch Verknüpfung der Zähl- und IBIS-Daten mittels der Zeitstempel können die erfassten Fahrgastwechsellvorgänge den Haltestellen zugeordnet werden.

Die Einordnung der Fahrten in die Verkehrszeiträume erfolgt anhand der Abfahrtszeiten an der Haltestelle Hauptbahnhof. Dabei sind die Umläufe der M19, die fahrplanmäßig um 08:58 Uhr, 11:58 Uhr und 17:58 Uhr beginnen in den jeweils späteren zugeordnet wurden.

5.1.1 Schema zur Entwicklung der Fahrgastwechselzeiten

Zur Bestimmung der Fahrgastwechselzeit wurde ein Schema auf Basis der Daten des Zählsystems entwickelt. Die Übertragung der Ein- und Aussteigevorgänge erfolgt nach dem Kriterium des Türschließens.⁸³ Für die Berechnung der Haltestellenaufenthaltszeit wird der Zeitstempel für den Beginn des Öffnens der Fahrzeugtür benötigt. Mit Hilfe von gemessenen Zeiten für das Tür öffnen und der Zeitspanne für das Verschließen der Tür und Festlegung der Zeitdauer des Ein- und Ausstieges pro Fahrgast, wurde dies im ersten Schritt angenommen. Die Annahme des Ein- und Ausstieges pro Fahrgast von zwei Sekunden stellte sich dabei als nicht plausibel heraus. Die Theorie führte zu sehr kurzen Fahrzeiten bei fahrgastreichen Stopps. Beispielsweise betrug die Fahrzeit zwischen der Haltestelle Hamburger Straße und Maschplatz nur 10 Sekunden bei 540 m Entfernung.

Durch Anpassung der Zeiten für den Ausstieg von Fahrgästen konnten realistische Zeiten erreicht werden. Die Zeitintervalle für die Berechnung der Fahrgastwechselzeit pro Vorgang betragen:

- Tür öffnen: zwei Sekunden
- Einstieg Fahrgast: zwei Sekunden pro Fahrgast
- Ausstieg Fahrgast: eine Sekunde pro Fahrgast
- Tür schließen: drei Sekunden.

⁸³ Nach Gespräch mit U. Hosse (I+ME Actia) im März 2013

5.1.2 Soll- Ist-Vergleich gezählter Fahrtenumläufe

Während des Erhebungszeitraumes konnten insgesamt 760 Fahrten der Linien M19/M29 erfasst werden, davon sind 560 valide Datensätze. Insgesamt ergibt sich jedoch keine repräsentative Datenqualität mit den erhobenen Daten der Fahrgastzählung. Die benötigte Quantität der Fahrten, anhand der Formel (5) berechnet, konnte ausschließlich im Verkehrszeitraum Werktag 3 (W3) zwischen 12:00 Uhr und 18:00 Uhr bei beiden Linien erzielt werden.

In der Tabelle 6 sind die Ergebnisse der benötigten Datensätze sowie die gemessenen Fahrten (Ist-Abdeckung vom 24. April bis 30. Juni 2013) als Überblick für die Buslinie M19 dargestellt. Dabei kann festgestellt werden, dass im Verkehrszeitraum W3 ca. 33% mehr Fahrten gezählt wurden als nach der Berechnung notwendig. Aufgrund des sehr gering angesetzten Streuungskoeffizienten kann die Sicherheit der Ergebnisse dadurch erhöht werden.

Zeitraum			Benötigte Zählfahrten (Soll)	Abdeckung 24.04-30.06 (Ist)	Saldo
W 1	Betriebsbeginn	09:00	87	42	-45
W 2	09:00	12:00	86	59	-27
W 3	12:00	18:00	91	122	31
W 4	18:00	Betriebsschluss	86	52	-34
Sa 1	Betriebsbeginn	09:00	47	2	-45
Sa 2	09:00	19:00	78	6	-72
Sa 3	19:00	Betriebsschluss	54	2	-52
So 1	Betriebsbeginn	12:00	58	3	-55
So 2	12:00	Betriebsschluss	75	5	-72

Tabelle 6: Vergleich Ist- und Soll Anzahl der Zählfahrten der M19⁸⁴

Die Abdeckung bzw. Anzahl der Fahrten in den weiteren Verkehrszeiträumen werktags verteilen sich gleichmäßig, jedoch fehlen für eine repräsentative Abdeckung zwischen 27 und 45 Fahrten, was bis zu 50% der benötigten Datensätze entspricht.

Für die Verteilung der Fahrten der M29 ergibt sich ein homogeneres Ergebnis über die Verkehrszeiträume W1 bis W3. Zwar konnten auch hier die benötigte Anzahl der

⁸⁴ Eigene Darstellung

Fahrten in W1 und W2 nicht vollständig erzielt werden, jedoch ist die Zahl der fehlenden Fahrten mit rund 10 gering (siehe Tabelle 7).

Zeitraum			Benötigte Zählfahrten (Soll)	Abdeckung 24.04-30.06 (Ist)	Saldo
W 1	Betriebsbeginn	09:00	88	78	-10
W 2	09:00	12:00	86	74	-12
W 3	12:00	18:00	91	103	12
W 4	18:00	Betriebsschluss	85	31	-54
Sa 1	Betriebsbeginn	09:00	54	0	-54
Sa 2	09:00	19:00	77	5	-72
Sa 3	19:00	Betriebsschluss	49	5	-44
So 1	Betriebsbeginn	12:00	58	3	-55
So 2	12:00	Betriebsschluss	74	7	-67

Tabelle 7: Vergleich Ist- und Soll Anzahl der Zählfahrten der M29⁸⁵

Für die Verkehrszeiträume Samstag und Sonntag/ Feiertag ist frühzeitig die nicht Erreichung der Fahrtenhäufigkeit erkennbar gewesen, da die Einsatzquote des Gelenkbusses 08/11 nicht ausreichend war. Die Daten für die Verkehrszeiträume am Wochenende beruhen jeweils nur auf zwei Betriebstagen. Daraus resultiert, dass im Folgenden ausschließlich auf die Ergebnisse Werktags mit Fokussierung auf den Verkehrsraum W3 eingegangen wird.

5.2 Fahrscheinverkäufe und Haltestellenaufenthaltszeiten

In Braunschweig findet der Verkauf von Fahrscheinen im Fahrzeug statt. Neben der Möglichkeit, Fahrscheine in den Vorverkaufsstellen bzw. Online zu kaufen, gibt es im Stadtgebiet der Braunschweiger Verkehrs-AG keinen Fahrscheinautomaten.⁸⁶ Aus dem Verkaufsvorgang im Fahrzeug resultieren jedoch Verzögerungen während der Fahrzeit, die nur schwer im Fahrplan kalkulierbar sind.

Um die Verlustzeiten durch den Fahrscheinverkauf im Fahrzeug zu quantifizieren, wird eine Datenerhebung im Feld im vollständigen Linienverlauf der M19 und M29 durchgeführt. Der Erhebungszeitraum befindet sich innerhalb der dreimonatigen Fahrgastzählung. Am 04. Und 05.Juni fand in der Zeit zwischen 07:00 Uhr und

⁸⁵ Eigene Darstellung

⁸⁶ Nach Gespräch mit J. Meier (BSVAG) im März 2013

17:30 Uhr die Erhebung auf dem Fahrzeug 08/11 statt. Dabei ist die Messung der folgenden Kenngrößen primäres Ziel:

- **Anzahl verkaufter Fahrscheine**
- **Anteile der Fahrscheinarten**
- **Fahrscheinverkaufszeit pro Fahrscheinart**
- **Haltstellenaufenthaltszeit.**

Sekundäres Ziel bei der Erhebung ist die Erfassung der Pünktlichkeit bzw. die Erkennung von Ereignissen, die eine Verzögerung der Fahrt bewirken. Darüber hinaus wurde das Vorhandensein von Kasseler Hochborden im Linienverlauf überprüft.

Die zu erhebenden Kenngrößen wurden durch Beobachtung (Art des Fahrscheines) mithilfe einer Stoppuhr (Verkaufszeit eines Fahrscheins) sowie einer Funkuhr (Haltstellenaufenthaltszeit) erfasst und während der Busfahrt handschriftlich in einen Erhebungsbogen (vgl. Anhang B) durch das Erhebungspersonal eingetragen. Darüber hinaus wurden Besonderheiten im Fahrtverlauf (z.B. Einsatz von Rettungsfahrzeugen) oder an den Haltestellen (beispielsweise der Ein- und Ausstieg mobilitätseingeschränkter Personen) dokumentiert. Die manuelle Auswertung erfolgte im Anschluss.

Im Rahmen der stichprobenhaften Erhebung wurden auf der Linie M19 sieben, auf der M29 acht komplette Fahrten, insgesamt 15 Fahrten gemessen. Dadurch konnte circa die Hälfte der Fahrten des Wagenlaufes 42906 innerhalb der zwei Messtage abgedeckt werden.

5.3 Auswertung der Sicherheitskamera zum Platzwahlverhalten

Im Zusammenhang mit der Betriebsqualität ist die Fragestellung, inwieweit eine Sitzplatzverfügbarkeit gewährleistet werden kann von Interesse. Um diesen Sachverhalt ergründen zu können, wurden die Videoaufnahmen der in den Fahrzeugen eingebauten BOP-Kamerasystems exemplarisch für einen Betriebstag ausgewertet. Dazu wurde durch die BSVAG die Festplatte des Gelenkbusses 08/11, Fahrzeug mit Fahrgastzählsystem, am Ende des Betriebstags 05.Juni sichergestellt. Die benötigte Soft- und Hardware zum Auslesen der Kamerabilder stellte die Firma I+ME Actia zur Verfügung.

Mit Hilfe der Auswertung kann das Platzwahlverhalten der Fahrgäste an einem Betriebstag beobachtet werden. Die Analyse fand anhand des Bildmaterials vom Mittwoch, 05. Juni 2013 statt. An diesem Tag verkehrte das Fahrzeug 08/11 anhand des Wagenlaufplans 42906 von 06:23 Uhr bis 20:24 Uhr. Dies entspricht 16 Fahrten auf den Linien M19/29.⁸⁷

Bei der Auswertung der Fahrzeuginnenbildaufnahmen werden die folgenden Eigenschaften aufbereitet:

- **Sitzplatzauslastung pro Sitzplatz**
- **Wechselfrequenz pro Sitzplatz**
- **Nutzung der Sondernutzungsflächen**
- **Wege im Fahrzeug**

Die Auswertung der sechs Videokameras erfolgte manuell durch Auszählung und Beobachtung der Fahrgäste anhand des Bildmaterials. Dazu wurden die Ein- und Aussteigevorgänge pro Haltestelle gezählt und die Wahl des Platzes (Sitz- oder Stehplatz) in einem Erhebungsbogen (Anhang C), der dem Model des Citaro-Gelenkbusses nachempfunden ist, eingetragen. Änderungen bei der Platzwahl während der Fahrt wurden dabei mit erfasst.

Für die Bemessung der Belegungszeit der Sitzplätze werden die Zustände der Sitzplätze (belegt oder frei) pro Haltestelle eingetragen. Die Änderung des Belegungszustandes eines Sitzplatzes während der Fahrt wird der nächsten Haltestelle zugeordnet. Das bedeutet, wenn ein Fahrgast zwischen zwei Haltestellen seinen Sitzplatz aufgeben hat, wird dieser trotzdem bis zur Haltestelle als belegt festgesetzt. Die Berechnung der Belegungsdauer erfolgt anhand der Addition der einzelnen Zeitstempel. Der Belegungsgrad wird abschließend durch das Verhältnis der Belegungsdauer zur Wagenlaufzeit berechnet.

Neben der sitzplatzbezogenen Belegungsdauer spiegelt die Umschlagfrequenz die Attraktivität einzelner Plätze wieder. Dabei wird die Anzahl der Personen gezählt, die einen Sitzplatz pro Fahrt nutzen. Der Wert zeigt dabei auf, inwieweit die Belegungsdauer aus einer Vielzahl von kurzen Belegungen oder aus langen

⁸⁷ Vgl. (Braunschweiger Verkehrs-AG, 2013d)

resultiert. Für die Darstellung des sitzplatzbezogenen Belegungsgrades und der Frequenz wird eine Art thermografische Abbildung des Sitzplatzes gewählt.

Die Nutzung der zwei Sonderflächen konnten bei der Analyse genauer beobachtet werden. Dabei wurde neben der Anzahl der stehenden Fahrgäste auch die Belegung der Fläche durch Kinderwagen, Rollatoren oder Gepäckstücke niedergeschrieben.

Im Zusammenhang mit der Betrachtung der Sitzplatzverteilung wurde sekundär das Ziel verfolgt, die Genauigkeit des Fahrgastzählsystems zu überprüfen, indem die Fahrgastbewegungen mit den Daten des Automatischen Fahrgastzählsystems pro Haltestelle und pro Fahrzeugtür verglichen wurden.

5.4 Pünktlichkeitsanalyse anhand von RBL-Daten

Die automatische Erfassung der Abfahrtszeiten mittels des Rechnergestützten Betriebsleitsystem wurde exemplarisch für eine Woche, Kalenderwoche 23 (KW), ausgewertet.⁸⁸ Dabei sind die Abfahrtszeiten mit denen der AFGZ verglichen wurden.

Für jeden Wagenumlauf gibt es einen in Papierform ausgegebenen Fahrplan, den die Fahrzeugführer benutzen. Dabei sind neben der Abfahrtszeit der Anfangshaltestellen und Ankunftszeit an der Endhaltestelle die Abfahrtszeiten für wichtige Umstiegs- bzw. Zwischenhaltestellen angegeben. Für die Ringlinien werden folgende Haltestellen ausgewiesen:

- Hauptbahnhof
- Otto-von-Guericke-Straße
- Cyriaksring
- Madamenweg
- Rudolfplatz
- Hamburger Straße
- Gliesmaroder Straße
- Hamburger Straße

Die Haltestelle „Madamenweg“ bildet dabei eine Ausnahme, da diese nur für die M29 protokolliert wird.⁸⁹

⁸⁸ Nach Absprache mit A. Florek, T. Kyrath (BSVAG) im Juni 2013

⁸⁹ Vgl. (Braunschweiger Verkehrs-AG, 2013d)

Für die Bewertung der Pünktlichkeit wird dabei sowohl die Pünktlichkeitsquote für den gesamten Umlauf berechnet sowie anhand der im Wagenumlauf integrierten Haltestelle untersucht. Hintergrund des Vergleichs ist, inwieweit der ausgedruckte Einsatzplan insbesondere Verfrühungen vermeidet.

Eine Bewertung der pünktlichen Abfahrt an der Anfangshaltestelle ist anhand der RBL-Daten nicht durchführbar, da die Daten erst ab der zweiten Haltestelle ausgewiesen werden. Der Grund dafür ist die schwierige Ortung der Busse an den Anfangshaltestellen bzw. die Zuordnung des Beginns der Fahrt.⁹⁰

5.5 Besondere Vorkommnisse im Erhebungszeitraum

Die Datenerhebung innerhalb des dreimonatigen Erhebungszeitraumes wurde von externen Störungen (Baumaßnahmen an Haltestellen und Straßensperrungen) sowie von technischen Komplikationen begleitet. Die Vorkommnisse wirken sich quantitativ und/ oder qualitativ auf die Ergebnisse aus.

5.5.1 Baumaßnahmen und Straßensperrungen

Während der Datenerhebung traten beidseitige Baumaßnahmen an der Haltestelle Johannes-Selenka-Platz sowie in Fahrtrichtung der M19 an der Kastanienallee auf. Im Rahmen des Neubaus der Haltestellen zu barrierefreien wurde der Verkehr einspurig an den Baumaßnahmen vorbeigeführt. Die Ersatzhaltestellen wurden auf dem Braunschweiger Innenstadtring um wenige Meter versetzt. Dies hatte jedoch keine Auswirkungen auf den Fahrplan der Ringlinien.⁹¹ Jedoch stellte sich die Anfahrt an die Haltestelle Johannes-Selenka-Platz, aufgrund der Platzierung der Sicherheitsbaken, als teils schwierig heraus. Die Gelenkfahrzeuge mussten gelegentlich auf der Fahrspur halten und konnten den markierten Ersatzhaltestellenbereich nicht anfahren. Im Falle der Kastanienallee kam es infolge der verschiedenen Straßenführungen und möglichen Abbiegebeziehungen⁹² am Knotenpunkt Kastanienallee-Altewiekring teils zu einer erheblichen Staubildung in der Hauptverkehrszeit. Daraus resultierten zum Teil massive Verspätungen der Ringlinie M19.

⁹⁰ Nach Gespräch mit T. Kyrath (BSVAG) im Juni 2013

⁹¹ Vgl. (Stadt Braunschweig, 2013c)

⁹² Vgl. Ebd.

Aufgrund der Hochwassersituation der Schunter kam es in der 21. und 22. Kalenderwoche zu Straßensperrungen. Die Buslinien M19/ M29 waren von der Vielzahl der Absperrungen nicht direkt betroffen. Indirekte Auswirkungen auf die Fahrzeit konnten, aufgrund eines verstärkten Verkehrsaufkommens, speziell auf dem Östlichen Ringgebiet, dagegen festgestellt werden.⁹³

5.5.2 Technische Komplikationen

In den ersten Erhebungswochen (bis Mitte April 2013) traten Fehlmessungen an der ersten Tür des Citaro-Busses 08/11 auf. Es wurde kein Kontakt/ Datentransfer zwischen der Zähleinheit und dem Tür-Schließen ausgelöst⁹⁴, woraufhin es zu massiven Unterschieden der Ein- und Aussteigerzahlen kam und die Verwendung der Datensätze nicht möglich. Nach dem ersten Datentransfer wurde dies erkannt und behoben.

Zum Ende des Erhebungszeitraums (ab Mitte Juni 2013) trat durch einen Defekt an einer Festplatte eine weitere technische Komplikation auf. Das BOP-HD System konnte nicht mehr auf die Festplatte zugreifen und die Daten der Zähleinheit aufschreiben.⁹⁵ Dies wurde im Rahmen einer Reparatur der Videoanlage erkannt, welche im Juli 2013 erfolgte. Die Daten der Festplatte konnte durch die Firma I+ME Actia zum Teil widerhergestellt werden.

Darüber hinaus wurde bei der Installation des zweiten Fahrgastzählsystems, welches in das Fahrzeug 09/01 des Typ Citaro Benz in der 23. Kalenderwoche eingebaut wurde, eine 24-Stunden Konfiguration bei der Aufzeichnung der Daten eingestellt, das entspricht den Einstellungen der Altsysteme der BSVAG⁹⁶. Daher konnte die Aufzeichnung nur für den Zeitraum gewährleistet werden und brachte für die Untersuchung keine Daten.

⁹³ Vgl. (Fiene & Stachura, 2013)

⁹⁴ Nach Information von U. Hosse (I+ME Actia) im April 2013

⁹⁵ Nach Information von A. Florek, G. Fitzner (BSVAG) im August 2013

⁹⁶ Nach Information von G. Fitzner (BSVAG) im August 2013

6 Bewertung der Betriebsqualität der Ringlinien M19/ M29

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Datenerhebungen anhand der sieben Bewertungskriterien (Kapitel 3.3) dargestellt.

6.1 Fahrplandichte der Metroringlinien

Die Bedienung der M19 sowie der M29 erfolgt werktags zwischen 06:00 Uhr und 18:00 Uhr durchgängig im 10 Minuten Takt, siehe Abbildung 3 (Kap. 4.2). Während der Erhebung kam es auch zu keiner baustellenbedingten Änderung des Fahrplanes. Anhand der Qualitätsstandards aus Kapitel 3.3.1 ergibt sich für beide Ringlinien die Qualitätsstufe B. Auch die Betrachtung der Taktintervalle einzelnen Werktagszeitfenster (W1 bis W3) führt zu einer Note „gut“. Darüber hinaus stellt die Betriebszeit von 04:30 Uhr bis 01:30 Uhr eine lange Versorgung des Ringgebietes sicher, auch der Übergang zum Schienenpersonenverkehr am Hauptbahnhof wird dadurch gewährleistet.

In Teilabschnitten wird darüber hinaus das Bedienungsintervall der M19/ M29 durch die Verknüpfung mit anderen Linien verdichtet, insbesondere zwischen den Haltestellen Hauptbahnhof und Gliesmaroder Straße kann es zu einer Bedienungshäufigkeit führen, die der Qualitätsstufe A entspricht. Dies kann auch auf die Fahrtrelation Hauptbahnhof bis John-F.-Kennedy-Platz übertragen werden.

6.2 Beförderungsgeschwindigkeit im Linienbetrieb

Der Braunschweiger Innenstadtring zeichnet sich durch eine hohe Verkehrsstärke ab. Das Verkehrsaufkommen hat insbesondere Folgen auf die Beförderungsgeschwindigkeit der Linien M19/ M29.

Die Fahrzeit der M19/M9 beträgt laut Fahrplan 39 Minuten. Bei der Streckenlänge von ca. 11,6 km bedeutet dies, dass rechnerisch die Qualitätsstufe D mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 17,8 km/h erreicht wird. In den Nebenverkehrszeiten verkürzt sich die Fahrzeit auf 32 Minuten. Dadurch wird eine Verbesserung der mittleren Beförderungsgeschwindigkeit auf 21,75 km/h erzielt. Das entspricht dem Qualitätsniveau C.

Die Ergebnisse - laut Fahrplanberechnung - können in ihrer Größenordnung durch die Datenerhebung bestätigt werden. Über die Gesamtzahl der erhobenen Fahrten ergeben sich Beförderungsgeschwindigkeiten sowohl für die M19 (Tabelle 8) als auch für die M29 (Tabelle 9) von ca. 18 km/h pro Stunde. Darüber hinaus enthalten die Tabellen die minimale und maximale Fahrzeit der jeweiligen Linie, die im Erhebungszeitraum gemessen wurden.

Verkehrs- zeitraum	Minimum $t_{\text{öV}}$ in min	Maximum $t_{\text{öV}}$ in min	$\emptyset t_{\text{öV}}$ in min	$v_{\text{öV}}$ in km/h	Qualitäts- stufe
W1	36:44	55:53	40:22	17,24	D
W2	34:33	47:27	39:05	17,81	D
W3	34:13	50:03	41:03	16,95	D
W4	30:25	45:38	36:50	18,90	D

Tabelle 8: Beförderungsgeschwindigkeit werktags im Linienvorlauf der M19⁹⁷

Für die Linie M19 zeigt sich, dass die die Beförderungsgeschwindigkeit der Linie in allen Verkehrszeiträumen werktags mit dem Qualitätsstandard „ausreichend“ erfolgt. Für die M29 ergibt sich ein ähnliches Bild, lediglich weicht die erreichte Qualitätsstufe in W4 ab. Hier konnte die Linie ein „befriedigend“ erreichen, vergleiche Tabelle 9.

Verkehrs- zeitraum	Minimum $t_{\text{öV}}$ in min	Maximum $t_{\text{öV}}$ in min	$\emptyset t_{\text{öV}}$ in min	$v_{\text{öV}}$ in km/h	Qualitäts- stufe
W1	34:50	53:00	42:01	16,71	D
W2	36:15	70:34	40:42	17,25	D
W3	36:39	55:43	42:49	16,49	D
W4	31:23	42:56	36:50	19,06	C

Tabelle 9: Beförderungsgeschwindigkeit werktags im Linienvorlauf der M29⁹⁸

Bei den gemessenen Fahrten kam es dabei mehrmals zu einer kürzeren Fahrzeit als im Fahrplan ausgewiesen, insbesondere in Umläufen mit wenig Haltestopps und einem geringen Fahrgastaufkommen konnte dies festgestellt werden. Anhand der Daten aus der AFGZ zeigt sich, dass die Fahrzeit meist über der geplanten liegt, dies führt zu einer geringeren $v_{\text{öV}}$ als theoretisch berechnet. Die Fahrzeit ist dabei insbesondere von der Tageszeit bzw. dem Verkehrsaufkommen abhängig. Längere

⁹⁷ Eigene Darstellung

⁹⁸ Eigene Darstellung

Fahrzeiten resultieren hauptsächlich auf einen langsamen Verkehrsfluss sowie auf ein hohes Fahrgastaufkommen. Jedoch können auch externe Störgrößen einwirken.

Die maximale Fahrzeit der M19 im Erhebungszeitraum beträgt 55:53 Minuten und die der M29 70:34 Minuten. Diese Zeiten wurden am 27.Mai 2013 gemessen. Ursache für die stark abweichenden Fahrzeiten war das Hochwasser der Schunter und die daraus resultierenden Straßensperrungen im Stadtbereich.⁹⁹ Auch wenn die Fahrstrecke der Ringlinien nicht direkt betroffen war, wirkte sich das Naturereignis auf den Betrieb aus.

Eingeschlossen in der Beförderungszeit sind die Haltestellenaufenthaltszeiten inklusive der Fahrscheinverkaufszeit. Aufgrund des Bar-Verkaufes im Fahrzeug entstehen Verzögerungen im Fahrtverlauf, die schwer kalkulierbar sind. Diese werden in den nachfolgenden Kapiteln betrachtet und zeigen auf, wie sich interne Prozesse im ÖPNV auf die Beförderungsgeschwindigkeit auswirken.

6.2.1 Fahrgastwechselzeit im Linienverlauf

Durch das Bedienen von Haltestellen und den Fahrgastwechseln entstehen im Fahrtverlauf erhebliche Zeitintervalle. Dabei hängt die Haltestellenaufenthaltszeit neben der Wartezeit bei der Anfahrt und dem Verlassen der Haltestelle bzw. Einordnen in den Verkehr maßgebend von dem Zeitintervall ab, indem der Fahrgastwechsellvorgang stattfindet.¹⁰⁰ Dieser wird im Folgenden näher beleuchtet. Zur Bestimmung der Fahrgastwechselzeit werden die Ergebnisse der Automatischen Fahrgastzählung und der Datenerhebung im Feld herangezogen.

Für die Fahrstrecke der Buslinien benötigt man laut Routenplaner mit dem Motorisierten Individualverkehr (MIV) 22 Minuten Fahrzeit¹⁰¹, dies entspricht einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 31,9 km/h. Somit besteht zwischen der Fahrzeit des MIV und des ÖPNV ein Saldo von 17 bzw. 10 Minuten auf dem Linienweg. Das bedeutet, dass die Fahrzeit des ÖPNV dem 1,8-fachen der des MIV entspricht. An den Tagesrandzeiten kann das Reisezeitverhältnis auf 1,45 verbessert werden. Die Zeitverluste des ÖPNV resultieren aus der Bedienung der Haltestellen.

⁹⁹ Vgl. (Fiene & Stachura, 2013)

¹⁰⁰ (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, 2009, S. 9-3)

¹⁰¹ Berechnung anhand (Google Maps, 2013)

Im Linienverlauf der Ringlinien zeichnen sich die Haltestellen Hauptbahnhof, Giesmaroder Straße, Hamburger Straße und Amalienplatz durch ein hohes Fahrgastaufkommen auf (Kapitel 6.4). Dies spiegelt sich auch in der Dauer der Fahrgastwechselzeit wieder, dargestellt in Abbildung 4. Die anhand des Schemas (Kapitel 5.1.1) errechneten Aufenthaltszeiten an der Haltestelle ergeben, gemessen über die Gesamtheit der Haltestellen, für die Linie M19 eine Verzögerung pro Haltestelle von 11,5 Sekunden. Die Zeitdauer konnte durch die Erhebung im Feld bestätigt werden. Die gemessene Zeit für den Fahrgastwechsel beträgt pro Haltestelle 11,4 Sekunden.

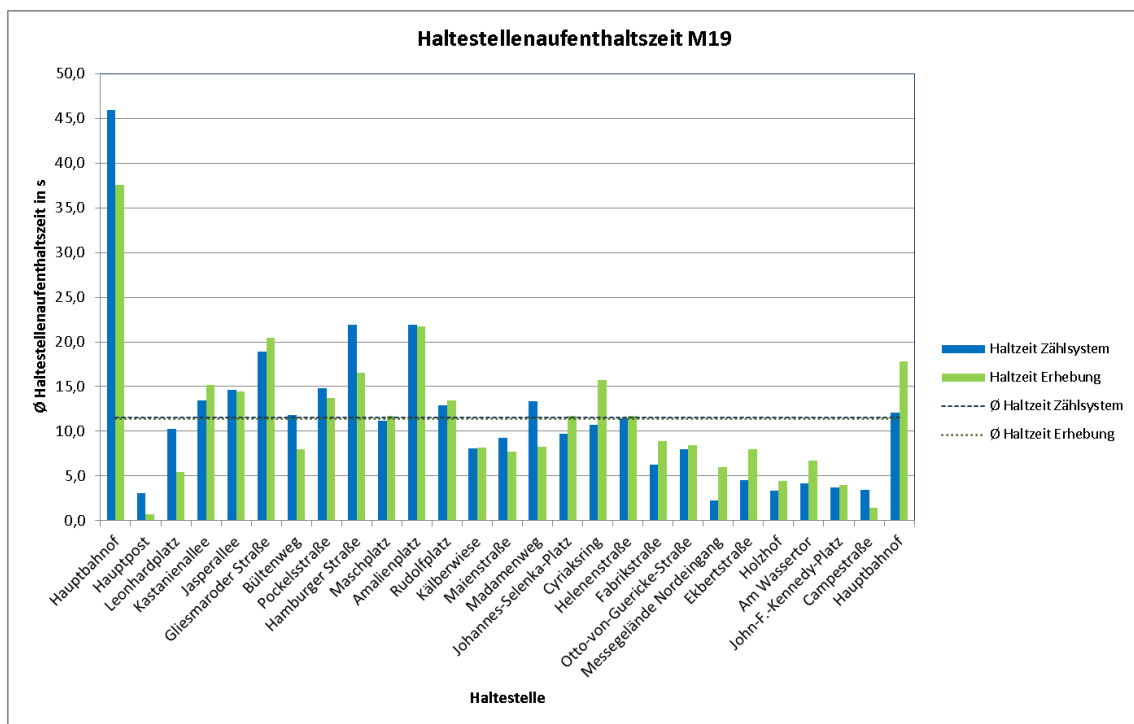


Abbildung 4: Fahrgastwechselzeit im Linienverlauf der M19¹⁰²

Der Vergleich der Daten zeigt, dass die Ergebnisse der einzelnen Haltestellen Unterschiede aufweisen. Die Fahrgastwechselzeiten an den Haltestellen Hauptbahnhof, Leonhardplatz, Hamburger Straße, Madamenweg sowie Cyriaksring weichen dabei am meisten voneinander ab. Die größte Differenz hat dabei mit 8,4 Sekunden die Anfangshaltestelle. Während der Erhebung zeigte sich, dass der Haltestellenaufenthalt am Hauptbahnhof sehr unterschiedlich ist. Zum einen ist der Zeitpunkt zur Anfahrt der ersten Haltestelle fahrerabhängig, zum anderen blockieren teils Fahrzeuge eine Anfahrt zur Haltestelle. Darüber hinaus können auch kurzzeitig

¹⁰² Eigene Darstellung

vor der Abfahrt ankommende Fahrgäste die Haltestellenaufenthaltszeit beeinflussen. Diese komplexe Struktur der Haltestelle Hauptbahnhof kann dabei durch das Schema nicht ausreichend abgebildet werden.

Für die M29 ergibt sich eine abweichende Situation. Im Gegensatz zur M19 ist die Haltestellenaufenthaltszeit, die bei der Erhebung im Fahrzeug festgestellt wurde, länger als die aus dem AFGZ datierende. Sie weisen einen Saldo von 1,9 Sekunden auf, vergleiche Abbildung 5. Ursache dafür ist, im Vergleich über den gesamten dreimonatigen Erhebungszeitraum, das erhöhte Fahrgastaufkommen auf der M29 an den Erhebungstagen im Fahrzeug.

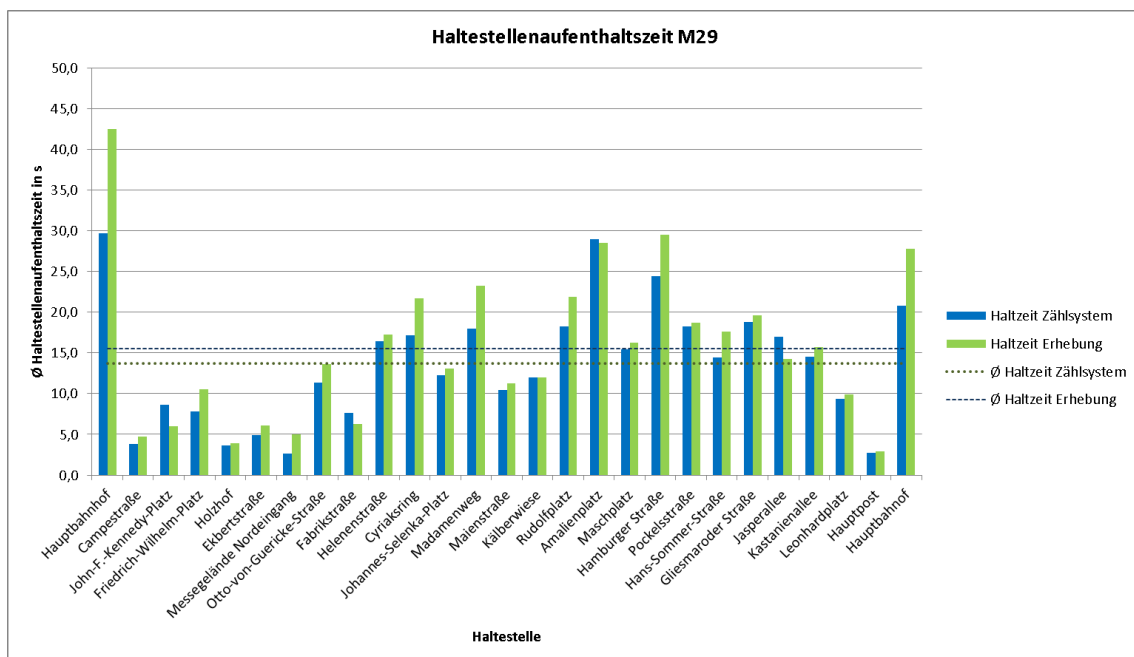


Abbildung 5: Fahrgastwechselzeit im Linienerlauf der M29¹⁰³

Aus den Ergebnissen resultiert, dass die Fahrgastwechselzeit zwischen 5 und 6 Minuten der Fahrzeit im Linienerlauf der M19 und M29 entspricht. Darüber hinaus führen die An- und Abfahrten zu weiterem Zeitverlust, dieser kann im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht quantifiziert werden.

6.2.2 Zeitverlust durch Fahrscheinverkauf im Fahrzeug

Zur Verlängerung der Haltestellenaufenthaltszeit in Braunschweig trägt der Fahrscheinverkauf beim Fahrzeugführer bei. Während der Datenerhebung im Feld konnten 85 Verkaufsvorgänge registriert werden, was einer durchschnittlichen

¹⁰³ Eigene Darstellung

Verkaufszahl von 5,6 Fahrscheinen pro Fahrt auf der Linie M19/ M29 entspricht. Dabei variiert die Zahl der verkauften Fahrscheine pro Fahrt zwischen zwei und dreizehn. Neben der Quantität unterscheidet sich auch der Zeitverlust je nach Fahrscheinart markant, dargestellt in Tabelle 10. Am häufigsten wird neben dem Einzelfahrschein Stadttarif Braunschweig mit einem Anteil von 63,75 %, die 2er Karte mit 11,7 % verkauft. Jedoch ist auch die Häufigkeit des Erwerbs eines Monatsickets mit einem prozentualen Wert von 5,9 % im Vergleich zu anderen Zeit- und Mehrfahrkarten sehr hoch.

Fahrscheinart	Anzahl Fahrscheine	Verkaufszeit in s
Einzel (Stadttarif)	51	10,2
Einzel Kind (Stadttarif)	9	12,0
Einzel anderer Tarif	3	11,9
2er Karte	10	10,6
10er Karte	3	21,0
Tageskarte	4	35,5
Monatskarte	5	41,8

Tabelle 10: Fahrscheinverkaufszeit pro Fahrscheinart¹⁰⁴

Im arithmetischen Mittel werden pro Umlauf 1:18 Minuten für den Erwerb von Fahrscheinen benötigt. Inbegriffen in dieser Zeit ist die Auswahl bzw. Bestellung des Fahrscheins, das Drucken der Fahrkarte und der Bezahlvorgang mit ggf. der Ausgabe des Wechselgeldes. Dabei stellt die Abwicklung des Geldgeschäftes in der Regel den zeitintensivsten Prozess dar. Bei den Zeitkarten dauert der Bezahlvorgang darüber hinaus erheblich länger. Zum einem ist dies durch die Höhe des Fahrtentgeltes zu erklären, da das Bargeschäft mit Geldscheinen abgewickelt wird, die Geldscheine jedoch nicht im Kassenautomat, sondern in separaten Geldbörsen untergebracht werden und zum anderen muss im Regelfall Wechselgeld ausgegeben werden. Daher kann der Erwerb eines Fahrscheines bis zu 81 Sekunden andauern. Besonders am Monatsanfang entstehen dadurch längere Fahrzeiten, da vermehrt Monatskarten erworben werden. Dies resultiert aus der ehemaligen Verkaufsstrategie der BSVAG, Zeitkarten mit der Gültigkeit eines Kalendermonates und nicht mit gleitender Geltungsdauer von einem Monat zu verkaufen.

¹⁰⁴ Eigene Darstellung

Während der Erhebung sind insbesondere im Verkauf mit Zeitkarten Schwierigkeiten in der gezielten Auswahl des Fahrscheines bzw. der Wahl der Tarifzone auf Seiten der Fahrgäste aufgetreten. Darüber hinaus konnten Probleme im Finden des bestellten Fahrscheins im Kassenautomat seitens des Fahrpersonals festgestellt werden. Auch die Abwicklung mit Geldscheinen stellte sich als schwierig heraus, da dieses vom Personal separat untergebracht werden muss.

6.3 Fahrplanstabilität der Ringlinien

Für die Analyse der Pünktlichkeit sind mehrere der Erhebungen eingeflossen und verglichen wurden. Basis bildet die Automatische Fahrgastzählung, darüber hinaus werden die RBL-Daten der 23. Kalenderwoche des Fahrzeugs 08/11 sowie die Abfahrtszeiten der Datenerhebung im Feld genutzt.

6.3.1 Pünktlichkeitsanalyse im Linienbetrieb

Gemessenen an allen Haltestellen der vorhandenen 560 Datensätze werktags sind insgesamt 65,2 % der Abfahrten pünktlich. Das entspricht nach den Qualitätsstufen aus dem Kapitel 3.3.3 einem „ungenügend“, Kategorie F. Auch die Betrachtung der einzelnen Verkehrszeiträume zeigt, dass der Wert der Pünktlichkeitsquote nur um wenige Prozentpunkt variiert. Auffällig bei der Bedienung der M19 und der M29 sind die hohen Quoten an verfrühten Abfahrten. Durchschnittlich wird an jeder sechsten Haltestelle verfrüht abgefahren. Dabei weisen die Verkehrszeiträume ohne HVZ einen erhöhten Anteil auf (W2 und W4). Die Pünktlichkeitsquote Q_p sowie der Anteil der verspäteten und verfrühten Abfahrten ist in Tabelle 12 für die Linie M19 dargestellt.

Verkehrs- zeitraum	Pünktlich- keitsquote	Quote der Verfrühung	Quote der Verspätung	Ausfall- quote
W1	66,5 %	11,7 %	20,0 %	1,8 %
W2	68,2 %	19,1 %	10,6 %	2,1 %
W3	63,8 %	10,1 %	25,7 %	0,4 %
W4	65,6 %	15,6 %	18,8 %	0 %

Tabelle 11: Fahrplanzuverlässigkeit der Linie M19¹⁰⁵

Für die Linie M29 ergibt sich ein ähnliches Bild, jedoch neigt die Linie noch mehr zu Verfrühungen. In W4 wird jede vierte Haltestelle vor 24,3 % verfrühten abgefahren,

¹⁰⁵ Eigene Darstellung

vergleiche Tabelle 12. Diese sehr hohen Quoten sprechen für eine nicht optimale Gestaltung des Fahrplans bzw. einer nicht Einhaltung des Fahrplans durch das Fahrpersonal der BSVAG.

Verkehrszeitraum	Pünktlichkeitsquote	Quote der Verfrühung	Quote der Verspätung	Ausfallquote
W1	61,9 %	17,3 %	19,4 %	1,4 %
W2	69,0 %	17,4 %	13,1 %	0,5 %
W3	65,7 %	13,8 %	19,8 %	0,7 %
W4	60,5 %	24,3 %	15,2 %	0 %

Tabelle 12: Fahrplanzuverlässigkeit der Linie M29¹⁰⁶

Die Pünktlichkeit der Abfahrtszeiten hängt sehr stark von der Uhrzeit ab. Während in den Hauptverkehrszeiten, das bedeutet zwischen 06:30 Uhr und 09:30 Uhr und von 15:00 Uhr bis 18:00 Uhr, die Fahrten Verspätungen ausweisen, neigen die Fahrten in verkehrsschwachen Zeiten zu Verfrühungen. Die Verkürzung der Fahrzeit von 39 Minuten auf 32 Fahrminuten in den Abendstunden gleicht diese zum Teil aus. Jedoch fanden Abfahrten auf der M19 bis zu 3:00 Minuten vor der Abfahrt statt, bei der M29 sogar 3:32 Minuten. Insgesamt neigt die Linie M29 eher zu Verfrühungen als die M19, weil in der Fahrtrichtung John-F.-Kennedy-Platz zu Beginn viele Haltestellen aufgrund der niedrigen Zahl der Ein- und Aussteiger nicht bedient werden.

Die Bewertung der Pünktlichkeit an den in den Wagenumläufen der Fahrer ausgewiesenen sieben bzw. acht Haltestellen (Kap. 5.4) zeigt keine höhere Pünktlichkeit im Vergleich zur Gesamtbetrachtung aller Haltestellen. Dies lässt vermuten, dass der ausgedruckte Fahrplan von den Fahrern nicht ausreichend berücksichtigt wird.

Die Tendenz zu Verfrühungen zeigt sich auch in den RBL-Daten. Auch wenn der Prozentsatz der verfrühten Fahrten in der zugrundliegenden Kalenderwoche niedriger liegt als der des AFGZ in diesem Zeitraum, wird die 10 Prozent Marke

¹⁰⁶ Eigene Darstellung

erreicht. Auch die Quote der pünktlichen Abfahrten liegt mit 69,8 % weit von einer guten Pünktlichkeitsquote entfernt, vergleiche Abbildung 6.

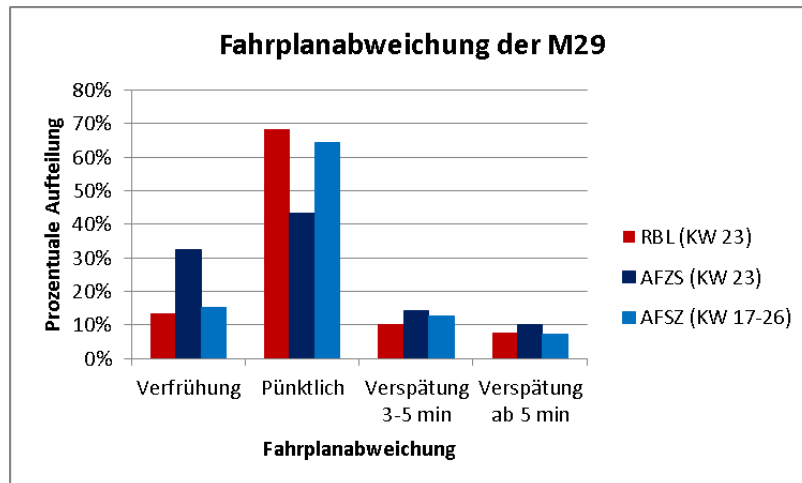


Abbildung 6: Fahrplanabweichung der M29¹⁰⁷

Der Unterschied lässt sich durch das Nutzen unterschiedlicher Zeitstempel erklären. Während das Tür-Schließkriterium bei den Daten des AFSZ als Abfahrtszeit genutzt wird, fließt bei den RBL-Daten noch die Wartezeit bis zur Abfahrt von der Haltestelle ein, was eine Verschiebung der Kategorien bewirkt. Fahrten, die laut RBL-System pünktlich verkehren, werden daher teils zu verfrühten Fahrten im AFSZ. Auch lassen sich bei den Zählenden keine Aussagen darüber machen, inwieweit die Fahrer an Haltestellen auf die Abfahrtszeit warten. Für die M19 weichen die Daten des RBL und des AFSZ geringer voneinander ab, dargestellt in Abbildung 7.

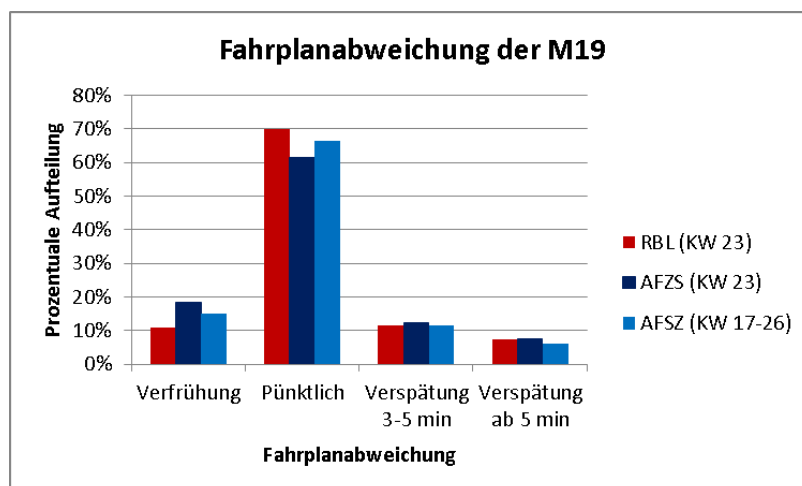


Abbildung 7: Fahrplanabweichung der M19¹⁰⁸

¹⁰⁷ Eigene Darstellung

¹⁰⁸ Eigene Darstellung

Darüber hinaus zeigen die Abbildungen 6 und 7 die Fahrplanabweichung, die anhand der Daten des AFGZ ermittelt wurden, für den gesamten Erhebungszeitraum April bis Juni 2013 auf.

Neben den verfrühten Fahrten kommt es insbesondere in den Hauptverkehrszeiten zu Verspätungen. Das bedeutet, dass Fahrten bis zu 10 Minuten nach der regulären Zeit verkehren. Dabei gleichen sich die prozentualen Werte an. Circa jede fünfte Abfahrt verkehrt mit drei Minuten Verspätung. Die Abfahrten, die als verspätet kategorisiert werden, haben dabei auf der M19 je nach Verkehrszeitraum durchschnittlich zwischen 3:30 Minuten (W2) bis 6:08 Minuten (W1) Verspätung. Bei der M29 sind es 4:21 Minuten (W4) bis 6:40 Minuten (W2).

Als kritischer Linienabschnitt stellt sich insbesondere der Bereich Hauptbahnhof bis Hamburger Straße heraus. Auf diesem entstehen ca. 90 Prozent der Verspätungen. Darüber hinaus stellt die Feuerwehrausfahrt mit separater Lichtsignalanlage an der Tunicastraße in Höhe der Haltestelle Maschplatz¹⁰⁹ einen kritischen unkalkulierbaren Faktor dar. Es konnten Verzögerungen von bis zu 150 Sekunden auf dem Teilabschnitt festgestellt werden.

6.3.2 Fahrten- und Haltestellenbedienungsausfälle

In den Verkehrszeiträumen zählen neben den Fahrten, die den gesamten Umlauf nicht bedienen, auch Abfahrten, die an Haltestellen eine Verspätung aufweisen, die größer sind als das Taktintervall.

Innerhalb des dreimonatigen Erhebungszeitraumes ist in der Linienbedienung der M19 eine ausgefallene Fahrt aufgetreten. Im Verlauf der M29 wurde kein Fahrtausfall eines Umlaufes festgestellt. Jedoch traten bei beiden Ringlinien im Fahrbetrieb Verspätungen auf, die über der Taktzeit liegen. Insbesondere in der HVZ neigen die Linien zu extremen Verspätungen auf dem östlichen Ringgebiet zwischen der Hamburger Straße und dem Hauptbahnhof. Für die im Uhrzeigersinn verkehrende Linie M29 konnte ein aus extremen Verspätungen resultierender Prozentsatz von bis zu 1,4 % Haltestellenbedienungsausfällen an der Gesamtzahl der Haltestellen ermittelt werden (siehe Tabelle 12). Für die M19 beträgt der Wert in W2 sogar 2,1% (vergleiche Tabelle 11). Für die Bewertung der Haltestellenbedienungsausfälle der

¹⁰⁹ Vgl. (Stadt Braunschweig, 2013b)

Linie M19 ergibt sich für die einzelnen Verkehrszeiträume eine Bewertung die von „sehr gut“ bis „mangelhaft“ reicht.

Während der Datenerhebung konnte die Problematik beobachtet werden, dass im Streckenverlauf Fahrzeuge das 10-Minuten davor verkehrende Fahrzeug einholten. Dies führte dazu, dass zwei Busse derselben Liniennummer eine Haltestelle angefahren haben und für den Kunden somit eine Fahrt als ausgefallen gilt. Die Ursachen können dabei vielseitig sein, zum einen kann der Verkehrsfluss die Fahrzeit stark beeinflussen, zum anderen kann das Fahrgastaufkommen oder der vermehrte Verkauf von Fahrscheinen zu dieser Situation führen.

6.3.3 Anschlusssicherungen an Umsteigehaltstellen

Im Tagesverlauf werden auf dem Linien M19 und M29 keine gesicherten Anschlusssicherungen geplant. Die Planung von gesicherten Anschlüssen ist aufgrund der Verspätungsanfälligkeit auf dem Braunschweiger Innenstadtring sehr schwierig. Dennoch soll aufgrund des 10-Minuten-Taktes der Linien eine minimale Wartezeit an den Umsteigehaltstellen gewährleistet werden. In den Abendstunden sind Anschlüsse zur Straßenbahnlinie M1 vorgesehen. Die Anschlüsse werden, jedoch nur bei Wunsch des Fahrgasts, über die Leitstelle sichergestellt. Zu jeder Tageszeit sollen jedoch grundsätzlich Sichtanschlüsse an allen Haltestellen eingehalten werden.¹¹⁰

Für die Bewertung der Wartezeit auf Anschlussverbindungen stellt sich die Strategie der BSVAG als schwierig heraus. Die Datengrundlage kann ausschließlich die Ankunfts- und Abfahrtszeit der M19 und M29 abbilden. Sie enthält jedoch keine Aussagen über die Radiallinien. Deswegen wird die Bewertung der Anschlusssicherung anhand des Fahrplanes durchgeführt. Die Auswertung zeigt dabei planmäßig Wartezeiten von zwei bis fünf Minuten beim Übergang zur Straßenbahn. Die Einstufung der fahrplanmäßigen Anschlüsse erfolgt für die M19 und M29 in die Qualitätsstufe A. Aufgrund der ermittelten Verspätungen- und Verfrühungen kann sich jedoch die Wartezeit verlängern. Dazu tragen auch die nicht gesicherten Anschlüsse bei. Im Extremfall kann die Wartezeit zu einer Bewertung der Kategorie F führen, wenn eine Linie mit einem 30-minutigen Taktintervall nicht erreicht wird.

¹¹⁰ nach Gespräch mit J. Meier (BSVAG) März 2013

6.4 Beförderungsaufkommen und Besetzung

Für die Analyse der Ein- und Aussteigevorgänge im Linienverlauf der M19 und M29 wird, aufgrund der Repräsentativität der zugrundeliegenden Daten, ausschließlich auf die Ergebnisse aus dem Verkehrszeitraum W3 eingegangen.

Im Linienverlauf der M19 und der M29 stellen die Haltestellen Hauptbahnhof, Gliesmaroder Straße, Hamburger Straße und Amalienplatz die fahrgastreichsten Haltestellen dar. Insbesondere die Haltestelle Hauptbahnhof im Linienbetrieb der M19 weist mit einer Anzahl von maximal 89 einsteigenden Fahrgästen (Mittelwert 15,6 Fahrgäste) ein starkes Aufkommen auf. Im weiteren Streckenverlauf hat die Haltestelle Hamburger Straße mit durchschnittlich 9,8 Einsteigern, aufgrund der Umsteigemöglichkeit auf die Straßenbahn eine enorme Bedeutung. Ebenso bedeutsam ist der Amalienplatz mit 5,5 zusteigenden Fahrgästen. In dem Verkehrszeitraum werden durchschnittlich pro Fahrt ca. 67,5 Personen befördert. Die Abbildung 8 zeigt die Verteilung der Ein- und Aussteiger pro Haltestelle. Darüber hinaus verdeutlicht die Spannweite, farbige gekennzeichneten Balken, wie viele Fahrgastwechsel minimal bzw. maximal an der Haltestelle stattfinden.

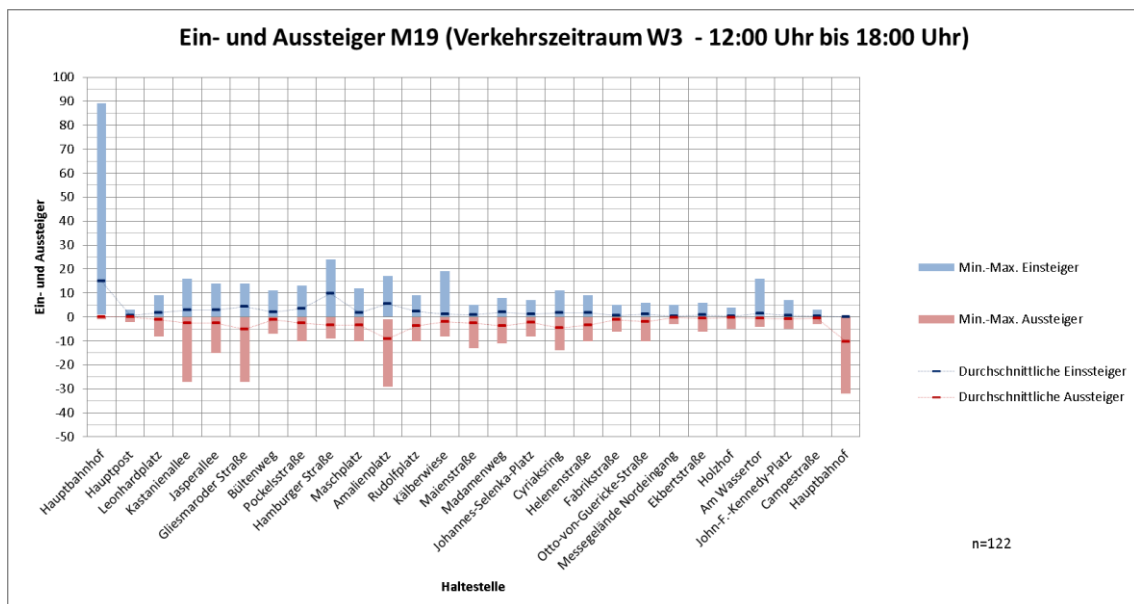


Abbildung 8: Ein- und Aussteiger der M19 in W3¹¹¹

Gemessen an den Aussteigern belegt ebenfalls der Hauptbahnhof, in diesem Falle als Endhaltestelle, den ersten Rang (10,4 Fahrgäste). An den weiteren Positionen

¹¹¹ Eigene Darstellung

folgen der Amalienplatz mit neun und die Gliesmaroder Straße mit insgesamt fünf im Mittel aussteigenden Fahrgästen pro Fahrt.

Im südlichen Streckenabschnitt zwischen den Haltestellen Fabrikstraße und Holztor finden sehr wenige Wechselvorgänge statt. Rechnerisch werden die sechs Haltestellen nur bei jeder zweiten Fahrt der M19 bedient. Die Aussage kann auch auf die Linie M29 übertragen werden.

Die Ringlinie M29 befördert pro Fahrtumlauf 89 Personen, das entspricht ca. einem Drittel mehr an Fahrgästen gegenüber der M19. Diese Tatsache spiegelt sich auch in der Höhe der Amplituden der maximalen Einsteiger pro Haltestelle wieder. Während bei der M19 maximal 24 Fahrgäste (Amalienplatz) durch das AFGZ gezählt wurden, registrierte das System am Halt Hamburger Straße der M29 39 Fahrgäste.

Im Linienverlauf der M29 steigen pro Halt zwischen der Helenenstraße bis zur Kastanienallee drei bis fünf Fahrgäste, mit Ausnahme des Amalienplatz mit 10,6 Kunden, ein. Die Aussage kann auf die Aussteiger übertragen werden, vergleiche Abbildung 9.

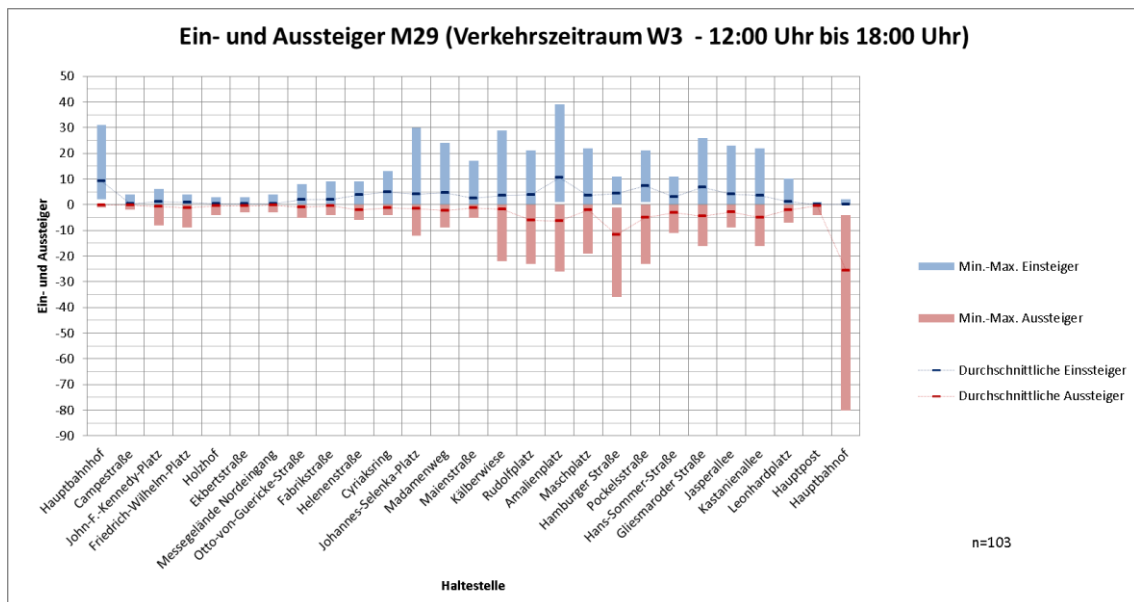


Abbildung 9: Ein- und Aussteiger der M29 in W3¹¹²

Über den Streckenverlauf der M19 und M29 zeigt sich, dass an den Haltestellen des östlichen und nördlichen Ringgebietes der Stadt Braunschweig das höchste

¹¹² Eigene Darstellung

Fahrgastaufkommen entsteht. Zwischen dem Hauptbahnhof und der Haltestelle Rudolfplatz finden ca. 75 Prozent der Ein- und Aussteigevorgänge statt.

Die Ergebnisse der anderen Verkehrszeiträume W1, W2 und W4 unterscheiden sich in ihren Aussagen nicht von denen aus W3. Zwar weichen die Amplituden und die durchschnittliche Anzahl von Ein- und Aussteigern ab, jedoch zeigen sie denselben Grundverhalt.

6.4.1 Sitzplatzverfügbarkeit im Betrieb

In Abhängigkeit des Wagenumlaufes und der Abfahrtszeit unterscheiden sich die Fahrgastein- und Ausstiege sowie die daraus resultierende Belegung teils erheblich. Insbesondere die Haltestelle Hauptbahnhof zeichnet sich durch ein stark unterschiedliches Aufkommen aus, das zum einen von der Tageszeit (Haupt- und Nebenverkehrszeit), zum anderen von der Ankunft- und Abfahrt vieler Bahnverbindungen zur vollen Stunde¹¹³, abhängig ist. Die Effekte überschneiden sich zwischen 06:30 Uhr und 8:30 Uhr und zwischen 15:30 Uhr und 17.30 Uhr, sodass kurzfristig eine hohe Auslastung der Fahrzeuge auf einzelnen Streckenabschnitten erfolgt. Dies kann insbesondere auf dem Streckenabschnitt Hauptbahnhof bis Gliesmaroder Straße sowie Amalienplatz bis Rudolfplatz festgestellt werden. Jedoch wird die ausgewiesene Fahrzeugkapazität des Gelenkbusses 08/11 zu keinem Zeitpunkt der Fahrgastzählung überschritten. Der Mercedes-Citaro-Bus verfügt über eine Kapazität von 154 Plätzen, 45 Sitzplätze und 109 Stehplätze.

Die Messung des Fahrgastaufkommens auf den Ringlinien enthält jedoch keine Aussage, inwieweit andere Bus- und Straßenbahnlinien die Funktion der Metrobuslinien übernehmen. Durch einen gemeinsamen Streckenverlauf nutzen Fahrgäste andere Linien, die zu Kapazitätsengpässen auf den dort folgenden Linien führen, da diese zum Teil mit Solobussen bedient werden. Ein Beispiel dafür stellt die Linie 436 dar, die einen Halbstundentakt ausweist. Die Linie verkehrt fahrplanmäßig zwei Minuten vor der M19 ab Hauptbahnhof. Daraus resultiert, dass eine Vielzahl von Fahrgästen die Linien 436 bis zur Haltestelle Gliesmaroder Straße nutzt. Die kurz danach verkehrende M19 weist dann eine sehr niedrige Anzahl an Einsteigern auf

¹¹³ Vgl. Fahrplan Deutsche Bahn AG, 2013

dem Teilstück auf. Wie groß der beschriebene Effekt ist, kann durch die ausschließliche Fahrgastzählung der Linien M19 und M29 nicht belegt werden.

Die maximale Besetzung der M29 ist in Abbildung 10 dargestellt. Die Grafik zeigt, dass innerhalb der vier Verkehrszeiträume werktags die maximale Anzahl von Personen im Fahrzeug in W1 erreicht wurde. Zu diesem Zeitpunkt befanden sich 93 Fahrgäste im Fahrzeug. Für die M19 wird die Maximalbesetzung im Erhebungszeitraum in W3 gemessen, siehe Anhang D.

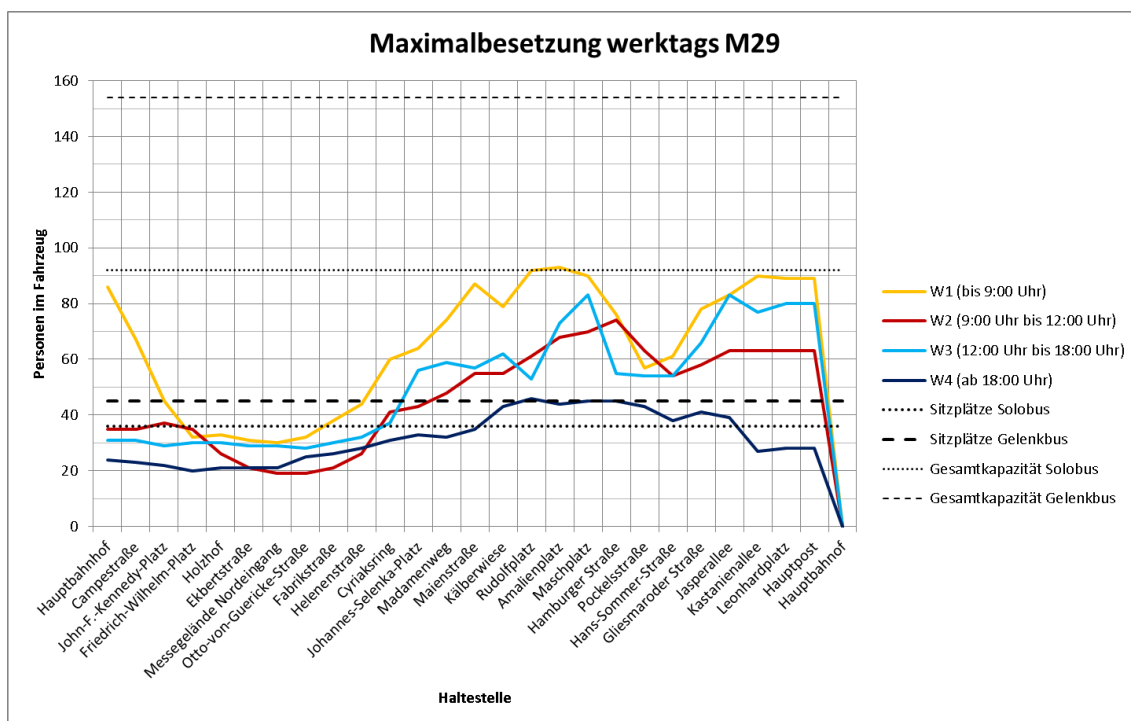


Abbildung 10: Maximalbesetzung der M29 werktags¹¹⁴

Die abgebildeten Maximalbesetzungen werden jedoch nur in den Hauptverkehrszeiten innerhalb weniger Fahrten gezählt. Auf Basis dieser Daten ergibt sich für die Sitzplatzverfügbarkeit nach Formel (4) ein Qualitätsstandard für die einzelnen Verkehrszeiträume von „gut“ bis „ausreichend“.

Für die Bewertung wird jedoch die Berechnung mit der durchschnittliche Besetzung durchgeführt. Aus den Fahrgastzählungen- und der videobasierten Beobachtung der Fahrgäste ergibt sich, dass ein Fahrgast ca. sechs Haltestellen fährt. Dies entspricht einer Reiseentfernung von ca. 2,5 km. Nach HBS-Richtlinie bedeutet das eine kurze Fahrtstrecke (vgl. Kapitel 3.3.6; Tabelle 4).

¹¹⁴ Eigene Darstellung

Für die zwei Braunschweiger Ringlinien zeigt sich, dass gemessen an der mittleren Besetzung die Zahl der verfügbaren Sitzplätze über der Zahl der sich im Fahrzeug befindenden Fahrgäste liegt. Die Abbildung 11 veranschaulicht den Aspekt für den Linienvorlauf der M29. Darüber hinaus zeigt die Grafik, dass der Verlauf der mittleren Besetzung entlang des Linienbands die gleiche Charakteristik in allen vier Verkehrszeiträumen aufweist.

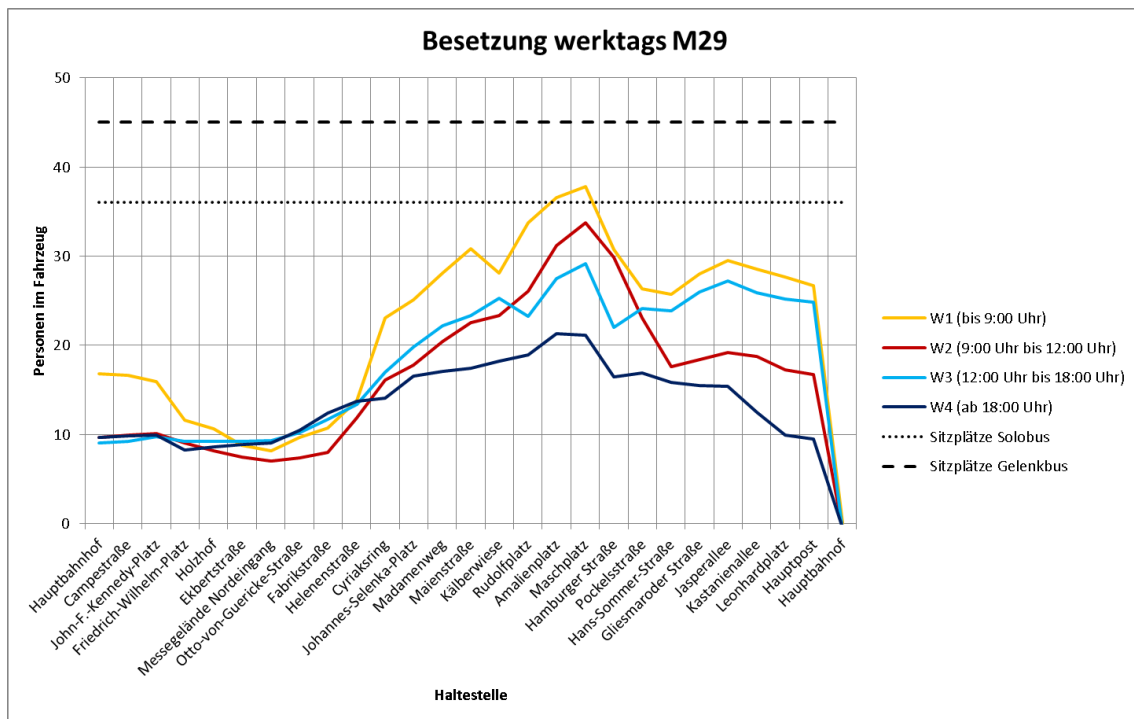


Abbildung 11: Mittlerer Besetzungsgrad der M29¹¹⁵

Eine sehr geringe Besetzung zeigt sich für den Streckenabschnitt Hauptbahnhof bis Helenenstraße. Die These lässt sich auch auf die Linie M19 übertragen, vergleiche Anhang E. Entgegen der M29 weist der Verkehrszeitraum W4 bei der M19 die höchste Amplitude auf und W1 die niedrigste. Als Ursachen können die Verschiebung der Ergebnisse aufgrund der nicht repräsentativen Fahrtenanzahl und des vermehrten Messens einzelner Abfahrtszeiten genannt werden.

Zusammenfassend lässt sich für die rechnerische Ermittlung der Sitzplatzverfügbarkeit festhalten, dass in einzelnen Zeitpunkten eine vollständige Auslastung der Sitzplätze, insbesondere im Verkehrszeitraum W1 und W3, erreicht wird. Im Durchschnitt ergibt sich dagegen an keiner Haltestelle eine Vollausslastung

¹¹⁵ Eigene Darstellung

der vorhandenen Sitzflächen. Dies führt zur Einstufung der Sitzplatzverfügbarkeit der M19 sowie der M29 im gesamten Tagesverlauf in die Kategorie A oder B.

6.4.2 Sitzplatzbezogener Belegungsgrad und Umschlagfrequenz

Bei der videobasierten Auswertung konnte zu keinem Zeitpunkt eine 100%ige Auslastung der vorhandenen Sitzplätze festgestellt werden. Mindestens zwei freie Sitzplätze waren immer vorhanden. Fahrgäste nutzen verfügbare freie Sitzoptionen nicht. Dies kann vermehrt im hinteren Abschnitt des Fahrzeuges festgestellt werden. Als Ursache dafür kann der Fronteinstieg genannt werden. Fahrgäste bleiben bei bereits stehenden Kunden im Bereich der ersten Sonderfläche stehen und treten nicht bis in den hinteren Teil des Fahrzeuges durch. Die Abbildung 12 zeigt die Wege, die Fahrgäste im Fahrzeug beim Einsteigen bis zur Platzwahl zurücklegen. Für die Auswertung wurde die Fahrt der M19 mit der Abfahrtszeit 15:28 Uhr am 05. Juni analysiert.

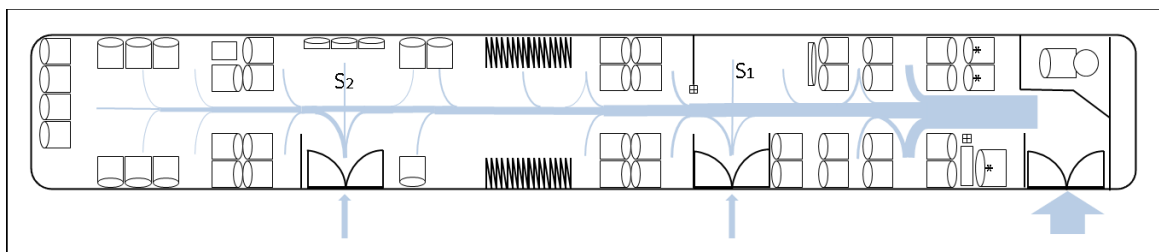


Abbildung 12: Wege der Fahrgäste beim Zustieg in das Fahrzeug¹¹⁶

Aufgrund der gezielten Auswahl der Sitzplätze kommt es an Haltestellen mit einem hohen Fahrgastaufkommen zu Verzögerungen beim Einsteigen. Dagegen treten beim Ausstieg nur selten Komplikationen auf, da die Fahrgäste vor dem Stopp an der Haltestelle bereits zur Tür gehen. Dabei wird in der Regel der Ausstieg mit dem kürzesten Weg gewählt.

Für die Bestimmung des sitzplatzbezogenen Belegungsgrades und der Umschlagfrequenz wurde der gesamte Umlauf (Wagenumlaufnummer 42906) mit seinen 16 Fahrten analysiert. Die Auswertung der Kamerabilder ergibt, dass der Belegungsgrad aller Sitzplätze im Fahrzeug bei 39,3 % liegt. Dabei weisen die Sitzplätze im vorderen Fahrzeugabschnitt eine längere Belegungsdauer (44,6 %), gegenüber den Sitzplätzen im Nachläufer mit 23,4 % auf. Insbesondere ältere Menschen und Familien mit Kinderwagen bevorzugen diesen Abschnitt des Busses.

¹¹⁶ Eigene Darstellung

Dagegen sitzen junge Erwachsene und Schüler im hinteren Teil des Fahrzeuges. Als Ursache für die ungleichmäßige Verteilung kann der Einstieg beim Fahrer benannt werden, weil der Frontzustieg zu langen Wegen zu den Sitzflächen im Nachläufer führt. Der Belegungsgrad der einzelnen Sitzplätze ist in Abbildung 13 dargestellt.

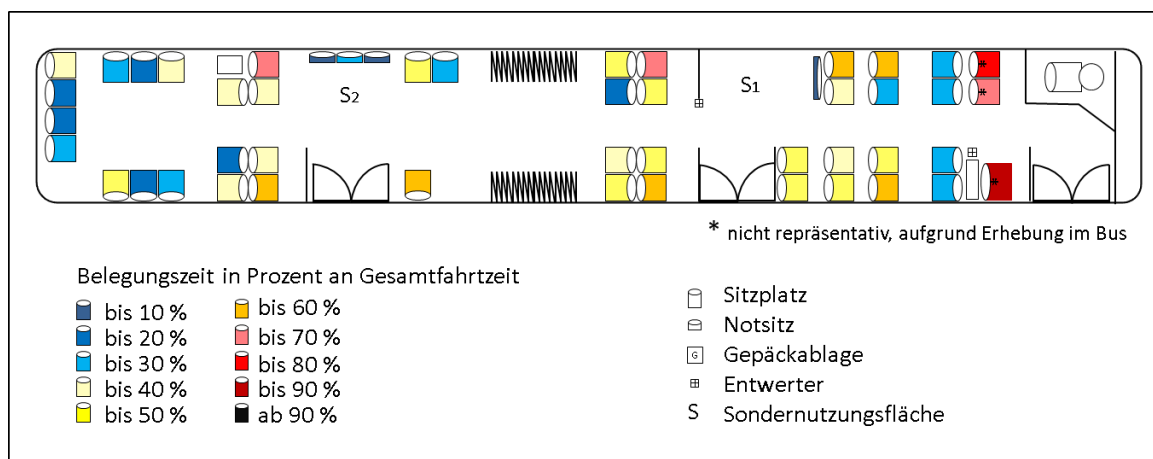


Abbildung 13: Thermographie sitzplatzbezogener Belegungsgrad¹¹⁷

Gegen den allgemeinen Trend der Nutzung befindet sich der attraktivste Sitzplatz gemessen an der Belegungszeit im Nachläufer des Fahrzeuges. Von der Bewertung ausgenommen sind die drei Sitzplätze direkt am Fronteinstieg, da sich aufgrund der stattfindenden Datenerhebung im Bus (Kapitel 5.2) für diese keine repräsentativen Aussagen ableiten lassen. Mit einer Belegungszeit von 62 % der Fahrzeit wird die Sitzfläche, die sich direkt an der Sondernutzungsfläche 2 angliedert, am längsten genutzt. Für die Nutzung des Sitzplatzes sprechen zum einen das großzügige Platzangebot, da dieser über einen großen Beinfreiraum verfügt und zum anderen die Nähe zur Tür. Dass die Entfernung bis zum Ausstieg von Bedeutung ist, zeigt sich auch an dem Sitzplatz an der Sondernutzungsfläche 1, der mit 60,6 % Belegung am zweitlängsten genutzt wird. Auch werden die weiteren Sitzpositionen in der Umgebung von Türen bevorzugt.

Die als U-Form aufgebaute Sitzgruppe im Nachläufer ist durch die kürzeste Belegungszeit gekennzeichnet. Dabei weisen die Sitzplätze, die zwischen zwei weiteren Sitzflächen liegen, eine nochmals kürzere Belegung auf. Durch den Kunden wird der mittige Sitzplatz in der Dreiergruppe auf der in Fahrtrichtung rechten Seite als unattraktivste Sitzposition im Fahrzeug empfunden. Dieser wurde nur bei 7 der 16 Fahrten genutzt. Trotzdem weist der gegenüberliegende Sitzplatz auf der linken

¹¹⁷ Eigene Darstellung

Fahrtseite mit einem Belegungsgrad von 11,2 % der Fahrzeit den niedrigsten Wert auf.

Allgemein zeigt sich, dass Fahrgäste während der Beförderung bevorzugt Sitzplätze am Fenster und in Fahrtrichtung wählen. Entgegen der Fahrtrichtung montierte Positionen werden, wenn die Möglichkeit der Platzwahl besteht, vermieden. Darüber hinaus kann anhand des Videomaterials beobachtet werden, dass Fahrgäste bevorzugt alleine sitzen.

Zusätzlich zum Belegungsgrad wurde die Wechselfrequenz ausgewertet. Diese zeigt auf, wie viele Personen einen einzelnen Sitzplatz während eines Fahrtumlaufes nutzen. Maximal konnten fünf Fahrgäste pro Sitzfläche beobachtet werden. Dabei wurden neben den Einsteigern auch die Fahrgäste gezählt, die innerhalb des Fahrzeuges ihren Platz ändern.

Verhältnismäßig häufig konnte der Wechsel des Platzes während der Fahrt festgestellt werden, wenn eine Sitzreihe frei wurde. Insbesondere wechseln junge Erwachsene und Schüler überdurchschnittlich häufig. Den Extremfall bildet ein Fahrgast, der viermalig den Platz wechselte.

Die Analyse zeigt, dass die Umschlagfrequenz im vorderen Abschnitt des Fahrzeugs größer ist. Drei der vier von den Kunden am meisten gewählten Sitzplätze befinden sich hier, vergleiche Abbildung 14.

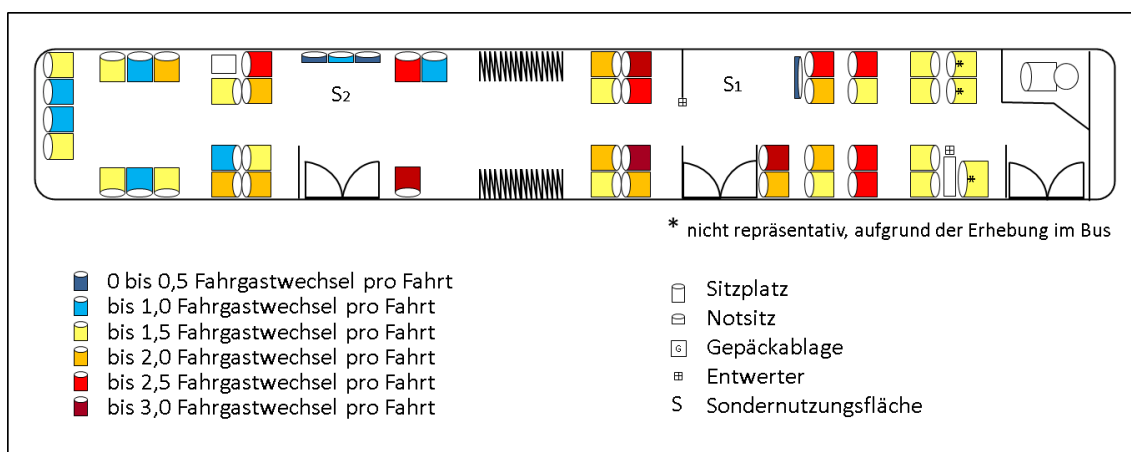


Abbildung 14: Thermographie sitzplatzbezogene Umschlagfrequenz¹¹⁸

¹¹⁸ Eigene Darstellung

Am wenigsten genutzt werden die Notsitze innerhalb der Sonderfläche S2. Die als Notsitz deklarierten Sitzplätze werden von den Fahrgästen nicht als Sitzplatz wahrgenommen. Mit einer Umschlagfrequenz von 0,6 bis 1,5 Personen pro Fahrt werden die in der U-förmigen Sitzgruppe bedienenden Sitzplätze als besonders unattraktive wahrgenommen.

Die Auswertung der Kamerabilder zeigt, dass die Sitzplätze an den Sonderflächen eine sehr hohe Umschlagfrequenz aufweisen. Die Ursache dafür sind die stehenden Fahrgäste, die durch den Ausstieg von Kunden die frei werdenden Plätze einnehmen.

6.4.3 Nutzung der Sonderflächen

Bei der Nutzung der Sonderflächen konnten drei unterschiedliche Varianten festgestellt werden:

- Nutzung als Stehplätze
- Beförderung von Kinderwagen und Rollatoren
- Ablage von Gepäckstücken.

Die Auswertung der Bilder des Sicherheitssystems zeigt, dass das Platzangebot der Sondernutzungsflächen vorwiegend als Stehfläche genutzt wird. Maximal konnten 34 stehende Fahrgäste registriert werden.

Bei der Beförderung von Gepäck können zwei Gruppen unterschieden werden. Zum einen steigen Kunden mit Handgepäck (z.B. Rucksack, Trolley-Koffern oder Aktentaschen) ein. Auf der anderen Seite werden zudem Fahrgäste mit Sperrgepäckstücke befördert. Zu dieser Kategorie zählen, beispielsweise Gepäckstücke mit großem Umfang, Rucksäcke mit Riemen, Kinderwagen oder Rollstühle/ Rollatoren¹¹⁹. Die beiden letzteren werden jedoch separat behandelt. Personen, die mit kleinen Gepäckstücken reisen, legen das Gepäck meist auf einen freien Sitzplatz neben sich ab, wogegen große Gegenstände auf der Sondernutzungsfläche transportiert werden.

Am 05.Juni 2013 fuhren 19 Familien mit Kinderwagen im ausgewerteten Wagenlauf mit. Dabei nutzten diese, mit einer Ausnahme, die Sonderfläche S1. Auf kurzen Teilabschnitten (max. fünf Haltestellen) befanden sich zwei Kinderwagen

¹¹⁹ Vgl. (Fraport AG, 2013)

im Fahrzeug. Dies stellt jedoch nicht den Regelfall dar. Die Beförderung von Kinderwagen kann zeitlich nicht eingegrenzt werden, da sie im ganzen Tagesverlauf auftraten. Dagegen nutzten die Personen mit Gehhilfen (z.B. Rollatoren) den Nahverkehr ausschließlich zwischen 09:00Uhr und 15:00 Uhr.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Sondernutzungsflächen zu 90% als Stehfläche für Kunden dient und ca. 10% der Nutzung durch den Transport von Kinderwagen und Gehhilfen sowie Gepäckstücken erfolgt.

6.5 Barrierefreiheit durch Niederflrigkeit

Niederflurgerechte Haltestellen ermöglichen einen niveaugleichen Einstieg in Fahrzeuge, die mit Niederflurtechnik ausgestattet sind. Die Haltestellen zeichnen sich zum einen durch eine hohe Busteigkante, die den Höhendifferenz zum Fahrzeug minimieren bzw. vermeiden, zum anderen durch einen minimale Spaltbreite aus.

Die M19 und M29 bedienen 27 Haltestellen. Davon sind 19 bzw. 20 Haltepunkte mit Hochborden (Kasseler Bord) ausgestattet. Während des Zeitraumes der Verkehrserhebungen wurden die Haltestellen Johannes-Selenka-Platz (beidseitig) sowie Kastanienallee der Linie M19 barrierefrei umgebaut. Die noch nicht barrierefrei umgestalteten Haltestellen sind getrennt nach Buslinie in der Tabelle 13 dargestellt.

M19	M29
- Leonhardtplatz	- Jasperallee
- Jasperallee	- Rudolfplatz
- Bültengeweg	- Madamenweg
- Rudolfplatz	- Cyriaksring
- Madamenweg	- Messegelände Nordeingang
- Otto-von-Guericke-Straße	- Ekbertstraße
- Ekbertstraße	- Holzhof
	- Campestraße

Tabelle 13: Nicht barrierefreie Haltestellen im Linienvverlauf der M19/ M29

Insbesondere die Haltestellen Rudolfplatz und die in Fahrtrichtung der M29 sich befindende Haltestelle Cyriaksring sind trotz des hohen Fahrgastaufkommens noch nicht umgestaltet. Für die Bewertung der Barrierefreiheit der Haltestellen ergibt sich für die M19 ein Wert von 74% und für die M29 von 70%. Für die Komponente Fahrzeuginfrastruktur zeigt sich, dass der Busfuhrpark der BSVAG vollständig mit

Niederflurtechnik ausgestattet ist. Das bedeutet, dass den Fahrgästen an mindestens einer Tür ein niveaugleicher Einstieg gewährleistet werden kann. Aus den beiden Komponenten ergibt sich für die M19 sowie die M29 die Qualitätsstufe C.

Inwieweit die Barrierefreiheit im Betrieb eingehalten wurde, konnte nicht ermittelt werden. Auffällig bei der Erhebung im Feld war das Nicht-Einhalten des Spaltmaßes an Busbuchthaltestellen.

6.6 Gesamtbewertung der Betriebsqualität

Die Ergebnisse der einzelnen Qualitätskriterien zeigen, dass die Betriebsqualität der Braunschweiger Ringlinien einer Gesamtnote „befriedigend“ entspricht. In der Tabelle 14 sind die Bewertungen der sieben Merkmale und deren Gewichtung¹²⁰ für den Verkehrszeitraum W3 zusammengefasst.

Qualitätskriterium	Gewichtung	M19	M29
Fahrplanangebot	15	B	B
Beförderungsgeschwindigkeit	10	D	D
Pünktlichkeit	25	F	F
Zuverlässigkeit	15	A	B
Anschlussicherung	5	A	A
Sitzplatzverfügbarkeit	15	A	A
Barrierefreiheit (Niederflurigkeit)	15	C	C
Gesamtbewertung		Befriedigend	Befriedigend

Tabelle 14: Bewertung der Betriebsqualität der M19 und M29 in W3¹²¹

Die Bewertung der Betriebsqualität der M19 und M29 zeigt mit Ausnahme des Kriteriums Pünktlichkeit, ein akzeptables Ergebnis unter Berücksichtigung der verkehrlichen Randbedingungen. Jedoch besteht bei einigen Qualitätskriterien ein Verbesserungspotenzial, was zu einer besseren Bewertung führen kann.

Das Fahrplanangebot der Ringlinien kann mit der Bedienungszeit von 21 Stunden pro Werktag und einem 10-Minuten Intervall mit gut bewertet werden. Es entspricht dem Fahrgastaufkommen und stellt mit der Taktung ein attraktives Verkehrsmittel zum MIV dar.

¹²⁰ Nach Information von J. Meier (BSVAG) 07. Oktober 2013

¹²¹ Eigene Darstellung

Für die Beförderungsgeschwindigkeit lässt sich feststellen, dass neben dem Verkehrsaufkommen des Braunschweiger Innenstadtrings, der Fronteinstieg sowie der Verkauf von Fahrscheinen im Fahrzeug eine höhere durchschnittliche Beförderungsgeschwindigkeit verhindern. Auch die mittlere Haltestellenentfernung trägt zu der geringen Beförderungsgeschwindigkeit bei.

Für die Ringlinien besteht hauptsächlich für das bedeutungsvollste Merkmal der Pünktlichkeit Handlungsbedarf. Dabei ist speziell der enorm hohe Prozentsatz der verfrühten Abfahrten im Linienverlauf kritisch zu betrachten, der für den Kunden nicht akzeptabel ist. Ferner ist auch die Anzahl der Fahrten mit enormen Verspätungen (größer als das Taktintervall) im Linienverlauf zum Teil bedenklich, da sie als nicht bediente Fahrten in die Bewertung einfließen. Dagegen sind die sich aus dem Fahrplan ergebenden Wartezeiten auf die Radial- und Tangentiallinien (Anschlussicherung) sehr gut. Die tatsächlichen Umsteigezeiten im Betrieb können dagegen abweichend sein und zur Bewertung in eine schlechtere Kategorie führen.

Das Platzangebot der Ringlinien M19 und M29 weist keine Kapazitätsengpässe im Fahrzeug auf. Es besteht ein großzügiges Platzangebot im Bus, bei dem der Fahrgast in der Regel eine Wahlfreiheit des Sitzplatzes hat. Auch wenn Fahrgäste im Bus stehen müssen wird die Richtlinie für die Stehplatzdauer von 15 Minuten nie überschritten.

Beim Qualitätsmerkmal Barrierefreiheit zeigt sich noch Verbesserungspotenzial im Bereich der Haltestelleninfrastruktur, da auch teils Haltestellen mit hohem Fahrgastaufkommen noch keinen niveaugleichen Ein- und Ausstieg zum Nahverkehr ermöglichen.

Die Gesamtbewertung verdeutlicht, dass die zwei Metrolinien M19 und M29 im Braunschweiger Nahverkehrsnetz in der Bewertung ihrer Betriebsqualität keine erheblichen Abweichungen zeigen. Um abschließend eine übersichtliche und ausführliche Bewertung der Betriebsqualität aufzuzeigen, ist exemplarisch das Bewertungsformblatt für die Linie M19 im Verkehrszeitraum W3 in Anhang F beigefügt.

7 Kritische Reflexion

Um eine Bewertung der Ergebnisse abschließend vornehmen zu können, müssen die Ergebnisse der Datenstruktur sowie das Bewertungsrasters kritisch betrachtet werden.

7.1 Fehlerbetrachtung der Verkehrsdatengewinnung

Für die basisbildende Automatische Fahrgastzählung musste die Berechnung der notwendigen Fahrten, nach den Vorgaben des Verbands Deutscher Verkehrsunternehmen, durch Abschätzung des Streuungskoeffizienten festgelegt werden. Dabei wurde für alle Verkehrszeiträume die gleiche Streuung angenommen, was nicht die Realität widerspiegelt (z.B. Fahrgastaufkommen und Anzahl der Fahrten). Darüber hinaus ist die Ausstattung von einem bzw. zwei Fahrzeugen mit einem Zählsystem nicht ausreichend, um eine hohe Quantität von Fahrten (Validität der Daten) zu ermöglichen. Aufgrund der Wagen-umlaufplanung der BSVAG sind zwei Wagenumläufe (42906 und 42904) auf den Ringlinien besonders häufig, dagegen aber 13 Wagenlaufnummer (76 Fahrten) in der Erhebungszeit nie durch das Fahrzeug 08/11 bedient wurden. Dies verzerrt das Ergebnis und gewährleistet keine repräsentative Abbildung des Fahraufkommens und der Pünktlichkeit im gesamten Tagesverlauf.

Durch die Verknüpfung der IBIS-Daten und der Zählzeiten kam es im Bereich des Hauptbahnhofes zur falschen Zuordnung der Einsteiger. Fahrgäste wurden der nachfolgenden Haltestelle zugewiesen, da im Fahrzeug bereits die erste Haltestelle im Fahrtanzeiger angekündigt wurde. Dieser Fehler kann in der weiteren Streckenführung ebenfalls entstehen, jedoch ist er nicht zu erkennen. Als kritische Haltestelle in der Auswertung der Ein- und Aussteigerzahlenbetrachtung stellte sich der Johannes-Selenka-Platz insbesondere im Fahrtverlauf der M19 heraus. In ca. 5 % der Fahrten wurde der Fahrgastwechsel der nachfolgenden Haltestelle Cyriaksring zugeordnet. Es traten im Streckenverlauf auch vereinzelt Fehler an anderen Haltestellen auf. Bei einer Haltestellenaufenthaltszeit von über 60 Sekunden erfolgte eine manuelle Überprüfung der zugewiesenen Haltestelle auf ihre Plausibilität, um die Fehlerquelle zu vermindern bzw. bestmöglich zu vermeiden.

Die vom der Firma I+ME Actia angegebene Genauigkeit des Automatische Fahrgastzählsystems in Höhe von 95% kann ungefähr bestätigt werden. Allerdings

führen die Zählfehler dazu, dass an der letzten Haltestelle negative Besetzungen entstehen oder Restpersonen im Fahrzeug vorhanden sind. Der Abgleich der Zählzeiten mit der Videoauswertung zeigte dabei, dass es Probleme bei der Erkennung von Kindern bzw. Kleinkindern gibt. Sie werden vom System beim Einstieg nicht registriert, aber beim Ausstieg gezählt. Die Information wurde vom Verfasser an den Hersteller der Software weitergegeben.

Die Auswertung der erhobenen Kenngrößen auf Grundlage der manuellen Datenerhebungen im Fahrzeug kann Messfehler und systematische Fehler nicht ausschließen. Darüber hinaus stellt die Abdeckung von zwei Erhebungstagen bzw. 15 Messfahrten für die Auswirkung der Fahrscheinverkaufszeit auf die Fahrzeit einen geringen Stichprobenumfang dar. Insbesondere die Messung der Fahrscheinverkaufszeiten wird erschwert durch die subjektive Reaktionszeit und die Schwierigkeit, den Beginn und das Ende des Verkaufsvorganges festzulegen. Ursache ist die unterschiedliche Abwicklung des Fahrscheinerwerbs. Ebenso weisen die Zeiten der manuellen Messung im Bereich der Haltestellenaufenthaltszeit Unschärfe auf. Aufgrund der Sitzposition im vorderen Teil des Fahrzeuges konnte ausschließlich die Fronttür direkt eingesehen werden. Türschließvorgänge an der mittleren und der hinteren Tür des Fahrzeuges wurden durch das akustische Signal sowie die Bedienung des Türschließknopfes durch den Fahrer wahrgenommen. Außerdem weichen die gemessenen Uhrzeiten mit denen des Zählsystems zwischen 13 bis 16 Sekunden voneinander ab, da kein Uhrzeitenvergleich im Vorfeld der Erhebung vollzogen wurde.

Als zeitaufwendig und komplex stellt sich die Auswertung der Kamerabilder dar. Einige Sitzplätze können gar nicht oder nur sehr schwer eingesehen werden. Weiterhin ist die Stehfläche des Gelenkes auf der Videoaufzeichnung nur schemenhaft zu erkennen. Daraus resultierte eine lange Auswertdauer pro Fahrt und Ungenauigkeiten bei der Bestimmung der Aufenthaltszeit des Fahrgastes im Fahrzeug. Insbesondere zwei Faktoren verlängern die Auswertzeit exponentiell. Zum einen verringert eine hohe Auslastung des Fahrzeuges die Übersichtlichkeit, als Beispiel kann das gegenseitige Verdecken von Fahrgästen (Kindern) oder Wechsel des Sitzplatzes während der Fahrt angebracht werden. Zum anderen stellen Haltestellen mit viel Fahrgastwechsel eine komplexe Situation dar, die mehrmals abgespielt werden muss.

Die Bewertung einzelner Qualitätsmerkmale erfolgte auf einer Datenbasis, die teils unzureichend ist. Für die Abbildung der Anschlusssicherung sind keine Zeitstempel der Radiallinien verfügbar. Dadurch ist eine Bewertung der Umsteigezeit nicht im Betrieb durchführbar. Eine fehlende Datenbasis oder eine nicht valide kann zur Verschiebung einzelner Ergebnisse führen.

7.2 Kritische Reflexion der Methodischen Vorgehensweise

Neben der Fehlerbetrachtung der Verkehrsdatengewinnung muss der methodische Ansatz kritisch reflektiert werden.

Der Aufbau des Qualitätsbewertungsbogens erfolgte auf Basis von sieben Kriterien. Dies stellt keine vollständig umfassende Bewertung der Qualität dar, da beispielsweise technische Kenngrößen nicht enthalten sind. Darüber hinaus ist insbesondere die Kundensicht in der Betrachtung unzureichend.

Die Festlegung der Qualitätsstufen stellt sich aufgrund der Literatur bei einigen Kriterien als schwierig heraus, da Kennzahlensysteme und –metriken meist sehr individuell und auf das Unternehmen angepasst sind. Vorwiegend beschreibt ein Vergleich der Kennzahlen über mehrere Zeiträume die Veränderung des Qualitätsniveaus. Es muss des Weiteren überdacht werden, ob eine Bewertung nach festen Werten vollständig aussagekräftig ist, da durch die Verbesserung einzelner Eigenschaften und der daraus resultierenden besseren Gesamtbewertung, andere Kriterien sich verschlechtern können und für den Fahrgast als Nutzer zu einer schlechteren Betriebsqualität bzw. zur Verschlechterung des Angebotes führen.

Die Gesamtbewertung nimmt eine nur einseitige Gewichtung der Ergebnisse aus Betreibersicht vor. Die Wichtigkeit der Merkmale kann jedoch aus Sicht der Kunden und des Aufgabenträgers variieren. Um die Bewertung der Betriebsqualität den Anforderungen der drei Akteure anzupassen, müsste die Sichtweise der Aufgabenträger sowie Fahrgastverbände oder Kunden integriert werden.

8 Handlungsempfehlungen

Aufbauend auf den beschriebenen und interpretierten Ergebnissen und festgestellten Problemen werden Handlungsempfehlungen für den Betreiber gegeben. Ergänzend werden Verbesserungen zur Methodik aufgezeigt.

8.1 Empfehlungen an den Betreiber

Die geringe Ausstattungsquote von zwei Fahrzeugen mit einem AFGZ ermöglicht es nicht, eine repräsentative Aussage über das Fahrgastaufkommen im Linienverlauf bzw. im besonderen Maße dem gesamten Liniennetz zu erfassen. Es sind mindestens 10 % des Fuhrparks mit einem Automatischen Fahrgastzählsystem auszurüsten, um eine valide Aussage über die Fahrgastein- und ausstiege bzw. den beförderten Fahrgästen im Zeitraum zu gewährleisten und hochzurechnen. Darüber hinaus ist für die Ermittlung des Fahrgastaufkommens in Städten mit unterschiedlichen Verkehrsmitteln (z.B. Bus und Straßenbahn) die Ausrüstung der verschiedenen Verkehrsmittel notwendig.

Massive Fahrzeitenverschlechterungen ergeben sich durch den Front-Einstieg im Fahrzeug. Großes Fahrgastaufkommen führt zu sehr langen Haltezeiten an den betreffenden Haltestellen, die im Fahrtverlauf nicht eingeholt werden. Auch das Sitzangebot im Nachläufer eines Gelenkbusses wird aufgrund des Vordereinstieges (lange Wege im Fahrzeug) selten genutzt. Die Änderung der Einsteigstrategie weg vom Front-Einstieg zur Nutzung aller Türen, kann dabei die Haltestellenaufenthaltszeit verkürzen und eine gleichmäßigere Nutzung des Sitzplatzangebotes bewirken. Im Weiteren ist der Verkauf der Fahrscheine im Fahrzeug ein unkalkulierbarer Faktor bei der Planung der Fahrzeiten. Es ist zu überlegen weitere Vertriebskanäle einzusetzen bzw. einzuführen. Beispielsweise können elektronische Tickets oder Verkaufsautomaten an fahrgastreichen Haltestellen die vorhandenen Verkaufskanäle der BSVAG ergänzen, um die Anzahl der zu verkaufenden Fahrscheine im Fahrzeug zu verringern.

Bei der Gestaltung des Fahrplans muss eine Verfrühung weitestgehend ausgeschlossen werden. Ein hohes Maß an verfrühten Abfahrten zeigt eine Diskrepanz zwischen der geplanten und der benötigten Fahrzeit auf. Wenn keine Anpassungen der Abfahrtszeiten aufgrund der Merkfähigkeit des Fahrplanes vorgenommen werden soll, muss im Betrieb auf die Einhaltung der Abfahrtszeit

geachtet werden. Dies kann beispielsweise durch Anweisungen an das Fahrpersonal erfolgen oder durch optische Warnung im Fahrzeug durchgeführt werden.

Für die Auswertung der Sitzplatzauslastung und Umschlagfrequenz ist infolge der zeit- und personalintensiven Analyse eine Vereinfachung vorzunehmen. Durch den Einsatz von Sitzdetektoren und Sensoren zur Auswertung der Kamerabilder könnte die Analyse automatisiert werden. Informationen über die Sitzplatzwahl bzw. die Sitzplatzauslastung können für die Bestellung neuer Fahrzeuge angewandt werden, um die Konfiguration der Sitzpositionen nach den Wünschen der Fahrgäste zu gestalten.

8.2 Empfehlungen zum methodischen Ansatz

Technische Richtlinien und Vorschriften stellen für die Bestimmung einzelner Qualitätskriterien geeignete Methoden dar, jedoch berücksichtigen sie zum Teil die Verkehrsinteressen der Akteure oder die Ursachen nicht ausreichend. Beispielsweise zeigt die Beförderungsgeschwindigkeit nicht das Verhältnis der Reisezeit des MIV gegenüber dem ÖPNV auf. Des Weiteren kann ein einzelner Zahlenwert die Gründe für die Bewertung nicht aufzeigen. Für die Beschreibung der Qualitätsstufen sollte deswegen nicht nur das Ergebnis bestimmt werden, sondern auch die Ursache.

Für die Bewertung von Kennzahlen sind auch zweckmäßige Staffelungen nach z.B. Tageszeiten in die Bewertungsvorschriften, wie es in Nahverkehrsplänen teilweise realisiert wird, einzuführen. Dazu sind die Erhebungen auch in den einzelnen Verkehrszeiträumen durchzuführen. Eine Analyse des Ganztages kann zu Verzerrungen der Ergebnisse führen.

Die Einbindung neuer Techniken sollte für die Bestimmung von betrieblichen Kennzahlen sowohl für die Datengewinnung/ -erfassung sowie für deren Auswertung genutzt werden. Datenbanken, die Informationen in Echtzeit darstellen, können zum einen Fehlerquellen frühzeitig erkennen, zum anderen aber auch eine zeitnahe Auswertung ermöglichen und Schwachstellen des Betriebes aufdecken.

9 Fazit und Ausblick

Mit den durchgeführten Verkehrserhebungen- und Auswertungen kann eine Datenbasis aufgezeigt werden, die zur Bestimmung der Betriebsqualität des ÖPNV dienen kann. Dabei werden neben klassischen Erhebungsmethoden (z.B. Fahrgastzählungen) auch Daten aus videobasierten Analysen genutzt. Die Arbeit nutzt die beschriebenen Methoden und zeigt exemplarisch für die Braunschweiger Buslinien der M19 und M29 Stärken sowie Schwächen in deren Betrieb auf.

In der vorliegenden Untersuchung ergaben sich einige Fragestellungen, die nicht beantwortet werden konnten. Sie können als Grundlage für weitere Arbeiten dienen.

So ist bereits bei der Definition der Betriebsqualität die Schwierigkeit entstanden, geeignete Arbeitsdefinition zu formulieren und Kennzahlen bzw. Qualitätsstufen festzulegen. Dazu sollten die Qualitätskriterien überprüft bzw. ergänzt werden und durch Gewichtung aller am ÖPNV beteiligten Akteure in ihrer Bedeutung eingestuft werden.

Im Weiteren ergeben sich Zusammenhang mit der Auswertung der Datenbasis noch Forschungsfelder. Zum einen können weitere Datenquellen und –ressourcen erörtert sowie analysiert werden. Zum anderen stellt sich die Frage, inwieweit die Auswertung der Datenstruktur durch Teil- bzw. Vollautomatisierung vereinfacht bzw. verbessert werden kann.

Für die Verkehrszeiträume am Wochenende ist keine Bewertung durchführbar gewesen. Insbesondere im Hinblick auf den Eventverkehr, der durch die Teilnahme der Eintracht Braunschweig in der 1. Bundesliga entsteht, wäre eine Bewertung der Betriebsqualität interessant. Des Weiteren wäre eine Überprüfung weiterer Linien, des Gesamtnetzes oder ein Vergleich mit anderen Städten durchführbar, um die Betriebsqualität einordnen zu können.

Abschließend ist festzuhalten, dass die Arbeit eine Datenbasis und Methoden zur Beurteilung der Betriebsqualität aufzeigt. Die Bewertung zeigt Potenziale der M19 und M29 auf, die zu einer Attraktivitätssteigerung des Braunschweiger ÖPNV/ Verbesserung der Qualitätsstufe beitragen können, die zu einer stärkeren Nutzung des ÖPNV führen kann.

Literaturverzeichnis

- Aachener Verkehrsverbund GmbH. (2011). *Nahverkehrsplan der StädteRegion Aachen*. Aachen.
- Braunschweiger Verkehrs-AG. (2013a). *Liniennetz der Stadt Braunschweig*. Abgerufen am 21. 08 2013 von <http://www.braunschweiger-verkehrs-ag.de/fahrplan/fahrplaene-und-netzplaene-seit-03-september-2012.html>
- Braunschweiger Verkehrs-AG. (03 2013b). *Zahlen, Daten, Informationen. Wissenwertes!* Abgerufen am 13. 09 2013 von http://www.braunschweiger-verkehrs-ag.de/fileadmin/user_upload/downloads/Flyer/fl_dl_99x210_zdf_v_internet.pdf
- Braunschweiger Verkehrs-AG. (2013c). *Fahrplan M19/ M29*. Braunschweig.
- Braunschweiger Verkehrs-AG. (2013d). *Wagenumlaufplan M19/ M29 nach Osterferien 2013*. Braunschweig.
- Braunschweiger Verkehrs-AG. (2013e). *Einteilung der Verkehrszeiträume*. Braunschweig.
- DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2002). *Öffentlicher Personenverkehr - Definition, Festlegung von Leistungszielen und Messung der Servicequalität*.
- DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2005). *DIN EN ISO 9000: Qualitätsmanagementsysteme– Grundlagen und Begriffe (ISO 9000:2005)*. Berlin.
- Fiene, J., & Stachura, J. (27. 05 2013). *Hochwasser – Feuerwehr im Dauereinsatz*. Abgerufen am 27. 05 2013 von Braunschweiger Zeitung: <http://www.braunschweiger-zeitung.de/lokales/Braunschweig/hochwasser-feuerwehr-im-dauereinsatz-id1019807.html>
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. (2006). *Hinweise für die Qualitätssicherung im ÖPNV*. Köln.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. (2008). *Richtlinien für integrierte Netzgestaltung*. Köln: FGSV-Verlag.

- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. (2009). *Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen*. Köln: FGSV Verlag GmbH.
- Fraport AG. (2013). *Sperrgebäck*. Abgerufen am 18. 09 2013 von Frankfurt Airport: http://www.frankfurt-airport.de/content/frankfurt_airport/de/check-in_gepaeck/gepaeck1/sperrgepaeck.html
- Google. (2013). *Google Maps*. Abgerufen am 11. 09 2013 von <https://maps.google.com/maps>
- Hanau LNO - Lokale Nahverkehrsorganisation GmbH. (2009). *Stadt Hanau Nahverkehrsplan 2008-2012* . Hanau.
- Klein, A. (9 2007). Qualitätssicherung im ÖPNV. *Der Nahverkehr*, S. 31-36.
- Küpper et al., S.-A. (4 2003). Nahverkehrspläne in der Praxis. *Der Nahverkehr*, S. 48-54.
- Landeshauptstadt Mainz. (2013). *Nahverkehrsplan Mainz 2012-2017*. Mainz.
- Niedersächsisches Behindertengleichstellungsgesetz (NBGG). (2007). *Niedersächsisches Behindertengleichstellungsgesetz (NBGG)-Verkündet als Artikel 1 des Gesetzes zur Gleichstellung von Menschen mit Behinderungen vom 25. November 2007 (Nds. GVBl. S. 661)*.
- ÖPNV-Zukunftskommission NRW. (2013). *Zukunft des ÖPNV in NRW. Weichenstellung für 2020/ 2050*. Düsseldorf/ Berlin: Ministerium für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein Westfalen.
- Personenbeförderungsgesetz (PBefG). (2013). Personenbeförderungsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 8. August 1990 (BGBl. I S. 1690), das durch Artikel 2 Absatz 147 des Gesetzes vom 7. August 2013 (BGBl. I S. 3154) geändert worden ist".
- Rhein-Sieg-Kreis. (2013). *Rhein-Sieg-Kreis Nahverkehrsplan 2012plus*. Rhein-Sieg-Kreis.
- Stadt Braunschweig. (2013a). *Statistik Aktuell*. Abgerufen am 29. 08 2013 von Stadt Braunschweig: http://www.braunschweig.de/politik_verwaltung/statistik/ez_stadtbezirke.html

Stadt Braunschweig. (2013b). *Braunschweig Stadtplan & Verkehrsinfo*. Abgerufen am 10. 09 2013 von <http://stadtplan.braunschweig.de/stadtplan/stadtplan>

Stadt Braunschweig. (05 2013c). *Braunschweig Stadtplan & Verkehrsinfo*. Abgerufen am 10. 05 2013 von <http://stadtplan.braunschweig.de/stadtplan/stadtplan;jsessionid=B17D04388954EE2AF9A79CFCA39AB827?setmode=verkehr>

Technische Universität Braunschweig. (01. 07 2013). *TU in Zahlen*. Abgerufen am 29. 08 2013 von TU in Zahlen: <https://www.tu-braunschweig.de/wirueberuns/fakten/zahlen>

Verband Deutscher Verkehrsunternehmen. (1992). *Verkehrserhebungen*. Köln.

Verband Deutscher Verkehrsunternehmen. (2001). *VDV-Schrift 4 Verkehrserschließung und Verkehrsangebot im ÖPNV*. Köln.

Verband Deutscher Verkehrsunternehmen. (2006). *VDV-Schrift 457 Rahmenlastenheft Automatische Fahrgast Zählsysteme*. Köln.

Zollondz, H.-D. (2011). *Grundlagen Qualitätsmanagement*. München: Oldenbourg Verlag.

Gespräche und E-Mail

Fitzner, Gerrit (Betriebstechnik; Braunschweiger Verkehrs-AG) Mai bis Juli 2013

Florek, Andreas (Betriebstechnik/Fahrzeuge; Braunschweiger Verkehrs-AG) April bis September 2013

Kyrath, Thorsten (Betriebstechnik; Braunschweiger Verkehrs-AG) Juni 2013

Meier, Jörg (Bereichsleiter Marketing, Vertrieb und Angebotsplanung; Braunschweiger Verkehrs-AG) März bis Oktober 2013

Hosse, Uwe (Produktmanager; I+ME Actia) März bis August 2013

Anhang

Anhang A – Qualitätsbericht Betriebsqualität

Qualitätsbericht - Betriebsqualität		Datum: Seite 1 von 2 Ersteller:
Beschreibung der Linie		
Verkehrsaufgabe		
Linienverlauf		
	Fahrtweite	
	Haltstellenanzahl	
Pünktlichkeit		
Bedienung	Betriebszeit täglich:	
		Beförderungshäufigkeit
	Tagverkehr	
	Abendverkehr	
	Wochenende	
Fahrzeug		
Erscheinungsbild		

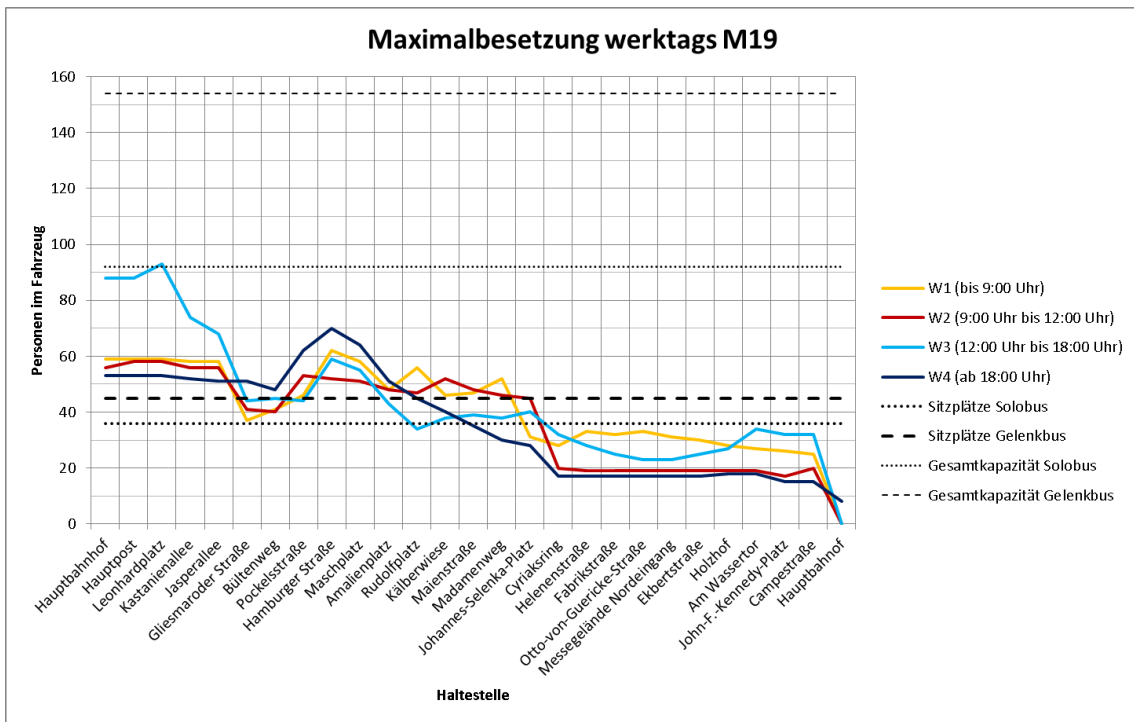
Qualitätsbericht - Betriebsqualität	Datum: Seite 2 von 2 Ersteller:
---	---

Bewertung der Linie

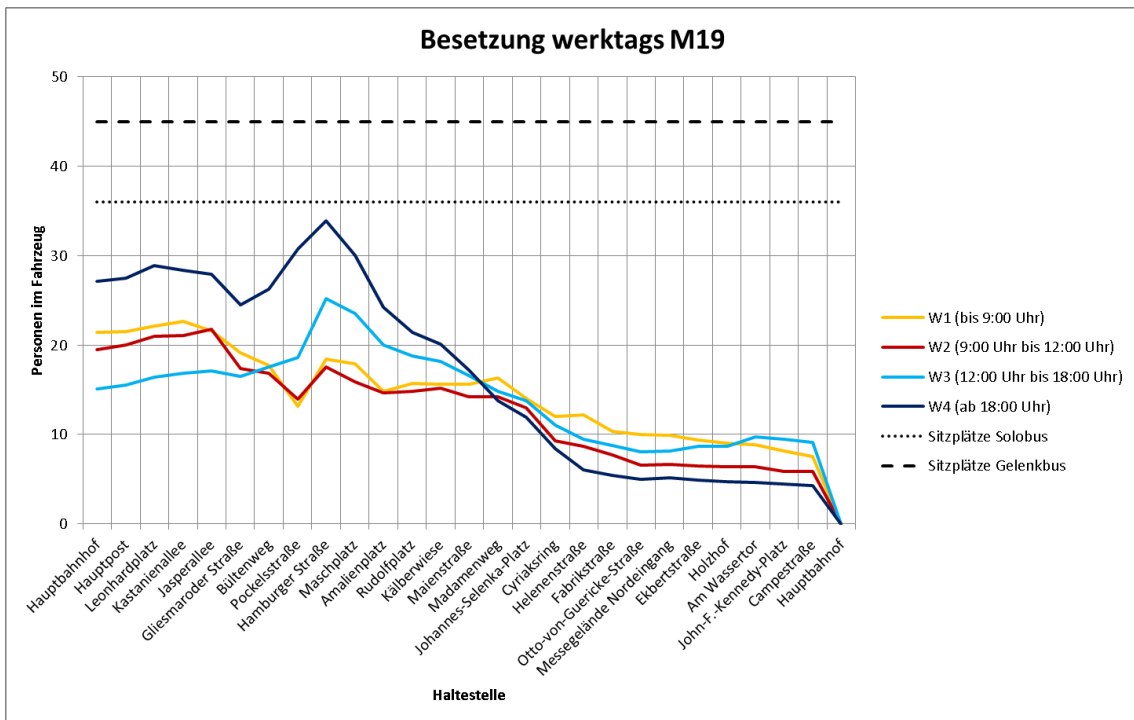
Bewertungszeitraum: Verkehrszeitraum:

Qualitätsmerkmal	Gewichtung	Ergebnis		Stufe
Fahrplanangebot		Taktung		
Beförderungsgeschwindigkeit		Fahrplan-Fahrzeit		
		Durchschnittlich gemessene Fahrzeit		
		Beförderungsgeschwindigkeit		
Pünktlichkeit		Pünktlichkeitsquote		
		Verspätungsquote		
		Verfrühungsquote		
Zuverlässigkeit		Ausfallquote		
Anschluss-sicherung		Wartezeit (Fahrplan)		
Sitzplatzverfügbarkeit		Maximalbesetzung im Fahrzeug		
		Durchschnittliche Besetzung im Fahrzeug		
		Sitzplatzverfügbarkeit		
		Stehplatzverfügbarkeit		
Niederflurigkeit		Fahrzeugausstattung		
		Haltestelleninfrastruktur		
		Gesamt		
Gesamtbewertung				
Handlungsmaßnahmen				
Besonderheiten				

Anhang D – Maximalbesetzung werktags M19



Anhang E – Durchschnittliche Besetzung werktags M19



Anhang F – Qualitätsbericht Betriebsqualität M19 in W3

<p>Qualitätsbericht - Betriebsqualität M19 Hauptbahnhof – Leonhardtplatz- Hauptbahnhof</p>	<p>Datum: 07.10.2013 Seite 1 von 2 Ersteller: Ademeit</p>
---	---

Beschreibung der Linie

Verkehrsaufgabe	Die M19 übernimmt die Erschließungsfunktion des Ringgebietes und trägt als Ringlinie durch die zahlreichen Verknüpfungen mit anderen Tangential- und Durchmesserlinien zur Verbindung der Stadtteile bei. Sie sichert die Anbindung an den Schienenverkehr am Braunschweiger Hauptbahnhof. Sie wird durch die Ringlinie M29 in entgegenverkehrender Richtung ergänzt.				
Linienverlauf					
	<table border="1"> <tr> <td>Fahrtweite</td> <td>11,6 km</td> </tr> <tr> <td>Haltestellenanzahl</td> <td>27</td> </tr> </table>	Fahrtweite	11,6 km	Haltestellenanzahl	27
	Fahrtweite	11,6 km			
Haltestellenanzahl	27				
<p>Pünktlichkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bedienung aller Haltestellen am Linienweg - Einheitliche Linienführung aller Fahrten - Umstieg auf andere Linien/ keine Anschlussicherung 					
Bedienung	Betriebszeit täglich: 05:30 Uhr bis 01:30 Uhr				
	Beförderungshäufigkeit				
	Tagverkehr	10 Minuten			
	Abendverkehr	15/ 30 Minuten			
Wochenende	15/ 30/ 60 Minuten				
Fahrzeug	Gelenkbus mit Niederflertechnik				
Erscheinungsbild	 <p style="text-align: right;">(Eigene Aufnahme)</p>				

Qualitätsbericht - Betriebsqualität M19 Hauptbahnhof – Leonhardtplatz- Hauptbahnhof	Datum: 07.10.2013 Seite 2 von 2 Ersteller: Ademeit
---	--

Bewertung der Linie

Bewertungszeitraum: April bis Juni 2013

Verkehrszeitraum: W3 (12:00 -18:00 Uhr)

Qualitätsmerkmal	Gewichtung	Ergebnis		Stufe
Fahrplanangebot	15	Taktung	10 Minuten	B
Beförderungsgeschwindigkeit	10	Fahrplan-Fahrzeit	39 Minuten	D
		Durchschnittlich gemessene Fahrzeit	41:03 Minuten	
		Beförderungsgeschwindigkeit	16,95 km/h	
Pünktlichkeit	25	Pünktlichkeitsquote	63,8 %	F
		Verspätungsquote	25,7 %	
		Verfrühungsquote	10,1 %	
Zuverlässigkeit	15	Ausfallquote	0,4 %	A
Anschluss-sicherung	5	Wartezeit (Fahrplan)	>5 Min. (nicht gesichert)	A
Sitzplatzverfügbarkeit	15	Maximalbesetzung im Fahrzeug	93	A
		Durchschnittliche Besetzung im Fahrzeug	25	
		Sitzplatzverfügbarkeit	1,8	
		Stehplatzverfügbarkeit	Freie Plätze	
Niederflurigkeit	15	Fahrzeugausstattung	100%	C
		Haltestelleninfrastruktur	74 %	
		Gesamt	87%	
Gesamtbewertung	Befriedigend (3,0)			C
Handlungsmaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> - Überprüfung der Fahrplanplanung (niedrige Quote der Pünktlichkeit, hohe Quote Verfrühungen) - Weitere Umbau der Haltestellen (Barrierefreiheit) 			
Besonderheiten	Technische Störungen: <ul style="list-style-type: none"> - Fehlmessungen des AFGZ bis 24. April, aufgrund Kontaktstörung an der Fronttür - Defekt der Festplatte (Reparatur) Ereignisse: 27.+27. Mai – Hochwasser der Schunter			

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, Anna-Maria Ademeit an Eides Statt, dass ich die vorliegende Ausarbeitung selbstständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Lutherstadt Wittenberg, 10. Oktober 2013

Anna-Maria Ademeit