

Wirkungsanalyse einer Ausdünnung von ÖV-Haltstellen in Basel

BSc-Arbeit Studiengang Bauingenieurwesen Trinational



Tim Cotti

Karlsruhe, 11.01.2024

Beteiligte

Betreuer FHNW

Prof. Dr. Alexander Erath
FHNW
Hofackerstrasse 30
4132 Muttenz

Alexander.Erath@fhnw.ch

Externer Betreuer

Dr. Michael Arendt
Arendt Consulting
Rottmansbodenstrasse 12
4102 Binningen

Arendt@arendt.ch

Kurzfassung

Die Haltestellenabstände im Tram und Busnetz in der Region Basel sind für eine optimale Fahrgastattraktivität teilweise zu kurz. In neueren Tramsystemen welche heute grosse Erfolge verzeichnen können sind die Haltestellenabstände teilweise deutlich grösser. Durch eine Reduktion der Haltestellen im ÖV-Netz Basel ist eine Beschleunigung des bestehenden Netzes möglich was sowohl für Fahrgäste, insbesondere aber für die Betreiber zu Vorteilen führen kann.

Anhand einer GIS-Methodik wurden zwei Varianten ausgearbeitet in welchen 3 Linien im ÖV-Netz Basel (6, 8, 34) mithilfe Haltestellenaufhebungen beschleunigt werden. Im Gesamtverkehrsmodell Basel wurden diese Varianten eingearbeitet.

Die Auswertung ergibt, dass durch eine Beschleunigung der gewählten Linien um 7,5 Minuten ein Fahrgastzuwachs im ÖV-Netz Basel von knapp 2000 Passagieren verzeichnet werden kann. Dieser Gewinn ist möglich, weil sich die Anzahl an MIV Fahrten um einen ähnlichen Anteil verringert. Eine noch radikalere Beschleunigung, wie sie in einer zweiten Variante untersucht wurde, hat jedoch keine weiteren positiven Verkehrsmittelwahleffekte.

Schlagworte

GVMB, Tram, Bus, Haltestellenabstand, Beschleunigung ÖV-Netz

Zitierungsvorschlag

Cotti, Tim (2024) Wirkungsanalyse einer Ausdünnung von ÖV-Haltestellen in Basel, Bachelorarbeit, Studiengang Bauingenieurwesen trinational, FHNW, Muttenz.

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen Publikationen, Vorlagen und Hilfsmitteln als die angegebenen benutzt habe. Alle Teile meiner Arbeit, die wörtlich oder dem Sinn nach anderen Werken entnommen sind, wurden unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht. Gleiches gilt für von mir verwendete Internetquellen. Die Arbeit ist weder von mir noch von einem/einer Kommilitonen/in bereits in einem anderen Seminar vorgelegt worden.

Datum

Unterschrift

11.01.2024

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	7
1.1	Ausgangslage	7
1.2	Ziel der Arbeit	7
2	Literatur	8
2.1	Bisherige Pläne zur Beschleunigung des Tramnetzes	8
2.2	Optimale Haltestellenabstände	8
2.3	Vergleich	10
2.4	Fazit	10
3	GIS-Methodik zur Überprüfung der Haltestellensituation	11
3.1	Problemstellung und Ziel	11
3.2	Daten	11
3.3	Methodik	12
3.3.1	Verschneidung Strukturdaten und Gebäudegrundrisse	12
3.3.2	Berechnung netzbasierte Isochronen	12
3.3.3	Mehrfachabdeckung	13
3.3.4	Indikatoren zur Haltestellenabdeckung	14
3.3.5	Zeitgewinn pro Haltestelle	17
3.3.6	Auswahlverfahren	17
3.4	Anwendung auf drei Linien	18
3.5	Linie 6	18
3.6	Linie 8	21
3.7	Linie 34	23
4	Modellierung	26
4.1	Das Gesamtverkehrsmodell Region Basel	26
4.2	ÖV-Netz	26
4.3	Fahrplan	28
4.4	Anpassung der Szenarien	28
4.5	Anpassung der Auswertung	30
4.6	Berechnung	31
5	Auswertung	32
5.1	Beispiel: Routenwahl nach Beschleunigung (Variante A)	32
5.2	Variante A (7,5 min Einsparung)	35

5.2.1	Fahrgastzahlen	35
5.2.2	Verkehrsmittelwahl	42
5.2.3	Reisezeit	43
5.3	Variante B (Beschleunigter 6-min-Takt)	46
5.3.1	Fahrgastzahlen	46
5.3.2	Verkehrsmittelwahl	51
5.3.3	Reisezeit	52
5.4	Vergleich Variante A und Variante B	53
5.5	Kostenänderungen	55
5.5.1	Personalkosten	55
5.5.2	Fahrzeugkosten	55
5.5.3	Sozialwirtschaftlicher Nutzen nach SN 641 822a im Kerngebiet	56
6	Diskussion	58
7	Fazit	60
8	Handlungsempfehlungen	61
9	Literaturverzeichnis	62
10	Danksagung	63
11	Anhang A: GIS Bemessung Bestehender Tramnetze	64
12	Anhang B: Abgedeckte Bevölkerung und Arbeitsplätze nach Haltestelle	68
13	Anhang C: Bearbeitete Routen nach Haltestelle und Linie	71
14	Anhang D: Gebietseinteilung	74
15	Abbildungsverzeichnis	75
16	Tabellenverzeichnis	76
17	Abkürzungsverzeichnis	77

1 Einführung

1.1 Ausgangslage

Mit der Eröffnung der elektrischen «Basler Strassenbahnen» (BStB) im Jahr 1895 erhielt Basel die erste Strassenbahn der Schweiz, welche direkt durch eine staatliche Behörde betrieben wurde. In den folgenden Jahrzehnten wurden an diesem Netz kontinuierlich Anpassungen vorgenommen (BVB 2021).

Auch aufgrund der langen Historie des Netzes in der Region Basel weist diese eine sehr hohe Haltestellendichte auf. Dies begünstigt den Zugang zu den öffentlichen Verkehrsmitteln für mobilitätseingeschränkte Personen, hat aber auch zur Folge, dass die Fahrzeuge im Stadtbereich langsamer unterwegs sind als auf moderneren Netzen.

Nach einem Vergleich von Avenir Suisse (Schnell, Rühli *et al.* o. J.) liegt die durchschnittliche Verkehrsgeschwindigkeit der öffentlichen Verkehrsmittel in Basel bei 7,3 km/h und somit deutlich unter anderen Schweizer Städten wie Zürich mit 10,4 km/h und Bern mit 9,4 km/h.

1.2 Ziel der Arbeit

Die Arbeit versucht die möglichen Auswirkungen aus einer Ausdünnung von Haltestellen auf verschiedenen Tram- und Buslinien zu untersuchen. Mithilfe des GVMB sollen die Fahrgastzahlen, welche aus einer solchen Ausdünnung resultieren würden, untersucht werden. Die Beschleunigung soll hierbei ausreichend sein, um Kosten Einsparungen im Bereich der Linienbetreiber zu ermöglichen und die Fahrt für Passagiere zu kürzen. Die in dieser Arbeit untersuchten Linien umfassen die Tramlinien Linie 6 und 8 sowie die Buslinie 34.

2 Literatur

2.1 Bisherige Pläne zur Beschleunigung des Tramnetzes

Die Fahrgastzahlen auf dem Netz der Basler Verkehrs-Betriebe (BVB) waren in den Jahren 2015 bis 2019 vor der Coronapandemie leicht rückläufig. So waren 2015 noch 133,5 Mio. Fahrgäste mit den öffentlichen Verkehrsmitteln unterwegs (BVB 2015), 2019 hingegen waren es noch 126,6 Mio. (BVB 2019). In den Folgejahren sind die Zahlen aufgrund der Coronapandemie und ihren Auswirkungen nicht vergleichbar.

Die BVB sind sich der rückläufigen Zahlen bewusst und versuchen entsprechende Massnahmen zu treffen (Schreier 2020). Zu diesen Massnahmen gehörten unter anderem eine geplante Integration von Mikromobilität in das Angebot des ÖV, aber auch das Aufheben und zusammenlegen von Haltestellen zur Beschleunigung des Netzes.

So wurde entschieden die Haltestellen Airolostrasse, Im Westfeld zwischen den Jahren 2024 und 2028 aufzuheben. Zusätzlich sollen auch die Stationen Bernerring und Laupenring zusammengelegt werden. Weiterhin stehen auch Streichungen und Zusammenfassungen für die Haltestellen Ensisheimerstrasse, Musical Theater, Riehenring, St.-Johanns-Tor und Mülhauserstrasse in der Diskussion (Baumgartner 2021).

Die Pläne treffen sowohl in der allgemeinen Bevölkerung als auch in der Politik auf Widerstand. So wurde auf dem Bruderholz eine Petition lanciert, welche auch zukünftig die Bedienung der Haltestelle Airolostrasse fordert (Schrade 2023). Im Grossen Rat wurde 2021 eine Motion eingereicht, sie fordert einen Maximalabstand von 300 m von jeder Haustür und Geschäftseingang zur nächstmöglichen Haltestelle (Jermann 2021). Die Motion wurde am 09.02.2022 mit 66 zu 19 abgelehnt (Grosser Rat 2022).

2.2 Optimale Haltestellenabstände

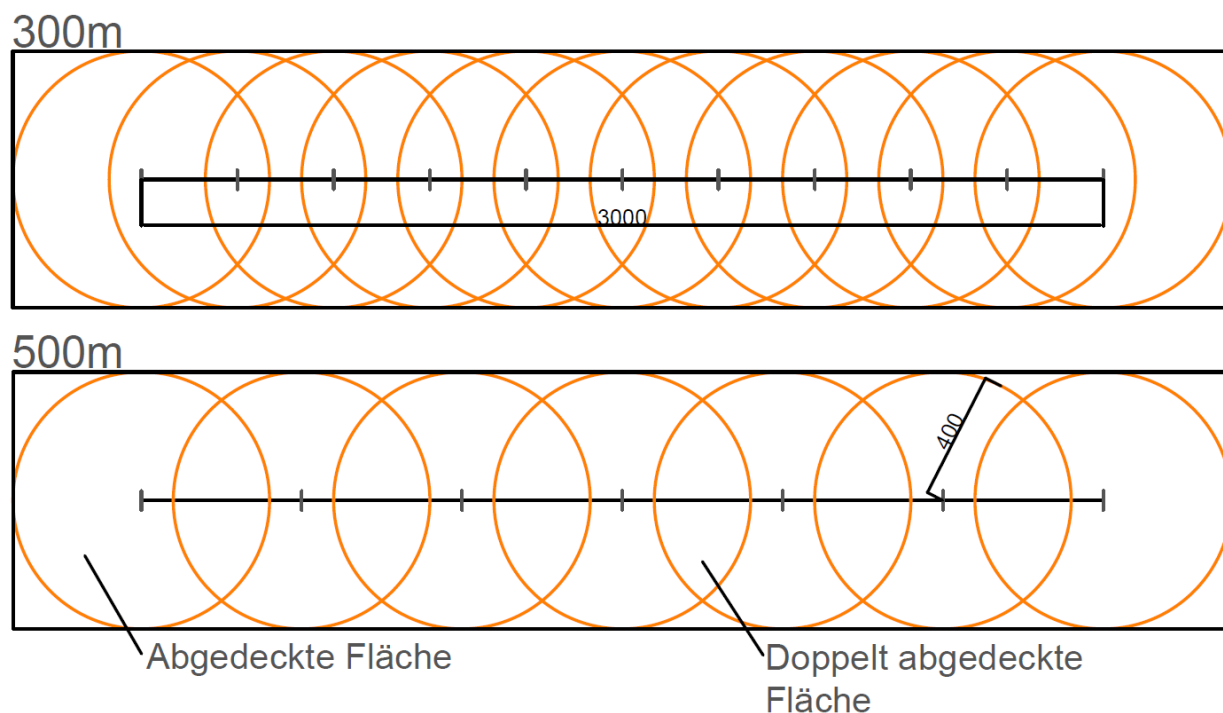
Wie weit Passagiere bereit sind zu Haltestellen des öffentlichen Verkehrs zu laufen, ist Thema vieler akademischer Diskussionen. Diese Annahme beeinflusst, wie weit die Haltestellen auf den jeweiligen Linien auseinander sein sollten.

Nach Vuchic (2005) ist davon auszugehen, dass die meisten potenziellen Nutzer eines ÖV-Netzes, welche sich in einem Abstand von 400 m einer Station befinden dieses auch nutzen werden. Um eine geeignete Balance zwischen Reisegeschwindigkeit und Netzabdeckung zu erhalten, sollte der Abstand zwischen Haltestellen somit nicht kleiner sein als 300-500 m.

Für Linien, welche eine lokale Bedienfunktion erfüllen wird als optimale Haltestellendistanz oft ein Wert zwischen 400 und 800 Metern genannt (Walker 2009). Die optimale Haltestellendistanz nimmt mit zunehmender mittlerer Gesamtreisedistanz pro Passagier zu. So ist das ausschlaggebende Kriterium für die Wahl des ÖV weiterhin die Reisezeit von Tür zu Tür (Weinstein Agrawal, Schlossberg *et al.* 2008). Schäffler (2004) fand für eine mittlere Reisedistanz von 2 km einen idealen Haltestellenabstand von 550 m.

In einer Studie der McGill Universität wurden die Geh Distanzen der Passagiere zu ihren jeweiligen Haltestellen untersucht. (El-Geneidy, Grimsrud *et al.* 2014) Nach jener Untersuchung liegen die typischen Geh Distanzen deutlich über den 400 m. Selbst bei Lokalen Buslinien legt ein Viertel der Passagiere weitere Distanzen zurück. Nach der Studie liegt die akzeptierte Gehdistanz wohl im Bereich von 520 m.

Abb. 1 Service Abdeckung einer Linie mit unterschiedlichen Haltestellenabständen



Quelle: Angepasste Abbildung basierend auf (Walker 2009).

Während die Abdeckung mit zunehmender Haltestellendistanz auf einer Linie allgemein abnimmt, nimmt auch die Fläche ab, welche Mehrfach abgedeckt ist, sich also im Einzugsbereich mehrerer Haltestellen befindet. In der folgenden Tabelle soll für eine fiktive 3 km lange Linie mit unterschiedlichen Halteabständen die Abdeckungsgrade dargestellt werden. Es wird von einem Service Radius von 400 Metern ausgegangen. Auf eine aufwändigere Darstellung der Isochronen wurde im Modell verzichtet. Für Haltestellenabstände von 300 m und 500 m ergeben sich folgende Werte:

Tab. 1 Abdeckung nach Haltestellenabständen

Haltestellenabstand	300m	500m
Anzahl Haltestellen	11	7
Anteil abgedeckt	93.6%	90%
Einfach abgedeckt	26.8%	64.3%
Doppelt abgedeckt	66.8%	25.7%
Anteil nicht abgedeckt	6.4%	10%

Bombardier rechnet für die 7-teiligen Fahrzeuge des Typs Flexity der BVB mit einer durchschnittlichen Beschleunigung von $0,64 \text{ m/s}^2$ und einer regulären Verzögerung von $1,3 \text{ m/s}^2$ (Bombardier Transportation

2014). Für die folgende Berechnung wird von einer maximalen Streckengeschwindigkeit von 50 km/h ausgegangen.

$$\text{Reisezeit zwischen Stationen.: } t_s = \sqrt{\frac{2(a+b)s}{ab}} \quad (\text{Vuchic 2005})$$

Die maximale Streckengeschwindigkeit wird nicht erreicht. Die Standzeit in der Berechnung wird mit 25s pro Haltestelle angenommen. Somit ergeben sich folgende Werte für Reisezeiten und Geschwindigkeiten.

Tab. 2 Berechnung durchschnittliche Reisegeschwindigkeit

Haltestellenabstand	300m	500m
Reisezeit zwischen Stationen t_s (s)	36.7	47.3
Bewegzeit (s)	367	284
Standzeit (s)	225	125
Reisezeit End-to-end (s)	592	409
Durchschnittsgeschwindigkeit (km/h)	12.2	17.6

2.3 Vergleich

Im Folgenden soll ein Vergleich aus einigen ausgewählten Städten mit Tram und Light-Rail-Transit (LRT) Netzwerken aus der ganzen Welt. Dabei wurden hauptsächlich Städte ausgewählt dessen Netzwerke einer neueren Generation angehören als jenes in Basel.

Tab. 3 Vergleich Haltestellenabstände von Tram Systemen

Stadt	Eröffnung	Streckenlänge (km)	Haltestellenzahl	Durchschnittliche Haltestellendistanz (km)
Tunis, TU ⁴	1985	61.3	83	0.746
Île-de-France, FR ¹	1992	126	235	0.712
Sydney, AU ⁴	1997	24.7	42	0.623
Strassburg, FR ⁴	1994	71.8	90	0.537
Bern, CH ²	1890	30	71	0.409
Basel, CH ³	1895	79	191	0.402
Zürich, CH ⁴	1882	97	221	0.400

¹(Statista 2023) ²(Bernmobil 2017) ³(BVB 2015) ⁴Bemessung nach GIS, Anhang A

Hierbei ist festzustellen, dass insbesondere die französischen Tramsysteme deutlich grössere Haltestellenabstände haben als Basel. Der Vergleich mit anderen Schweizer Städten zeigt, dass Basel in diesem Vergleich auf ähnlichem Gelände Unterwegs ist. Diese Systeme gehören auch können auch aufgrund ihres Alters in eine ähnliche Kategorie wie Basel gestellt werden. Die Haltestellenabstände bei neueren Systemen befinden sich zwischen 500 m und 700 m.

2.4 Fazit

Welche Haltestellen in den konkreten Fällen für die Modellierung entfernt bzw. zusammengelegt werden wird anhand einer Abwägung auf Basis von relevanten GIS Daten entschieden. Basierend auf den

Ergebnissen aus der Literatur sowie dem Vergleich wurde jedoch entschieden allgemein folgende Haltestellenabstände anzustreben.

- 400 – 600 Meter in der Innenstadt sowie in Gebieten mit ausgeprägter Aktivitätendichte
- 500 – 700 Meter in den Vororten

Zusätzlich zum Fahrzeitgewinn für Fahrgäste entsteht durch die Beschleunigung eine Chance zu Kosteneinsparungen auf Seiten der Linienbetreiber. So wurde in dieser Arbeit versucht entlang der untersuchten Linien einen ausreichend Zeitgewinn zu realisieren, um entweder ein gleichbleibendes Angebot mit weniger Ressourceneinsatz oder ein verbessertes Angebot mit gleichem Ressourceneinsatz fahren zu können.

3 GIS-Methodik zur Überprüfung der Haltestellensituation

3.1 Problemstellung und Ziel

Von einer Beschleunigung des ÖV-Netzes sollten möglichst viele Reisende profitieren können und möglichst wenige von Haltestellenaufhebungen direkt betroffen sein. Deshalb wurde für die Auswahl der Haltestellen, welche für eine solche Beschleunigung aufgehoben werden könnten auf eine Methodik gesetzt, welche sich die geografische Auswertung und Darstellung von Daten zunutze macht. Mit GIS wurden verschiedene Datenebenen für 3 ausgesuchte Linien verschnitten und für jede Haltestelle relevante Entscheidungskriterien berechnet. Ziel ist es eine ausreichende Anzahl von aufzuhebenden Haltestellen zu identifizieren, um relevante Einsparungen bei den Betriebskosten erzielen zu können und dabei die kleinstmögliche Anzahl an Einwohnern und Arbeitsplätzen vom Netz und den jeweiligen Linien abzuhängen.

Die Ermittlung erfolgte in QGIS 3.28.3 (Firenze). QGIS ist eine Open-Source Geoinformationssoftware welche sich für die Bearbeitung, Betrachtung, Auswertung und Darstellung räumlicher Daten eignet. In dieser Arbeit wäre auch eine Wahl der Haltestellen anhand anderer Daten, z.B. Ein- und Aussteigezahlen und anderer Software möglich gewesen. TransCAD stand zu diesem Zeitpunkt der Arbeit aber noch nicht zur Verfügung.

3.2 Daten

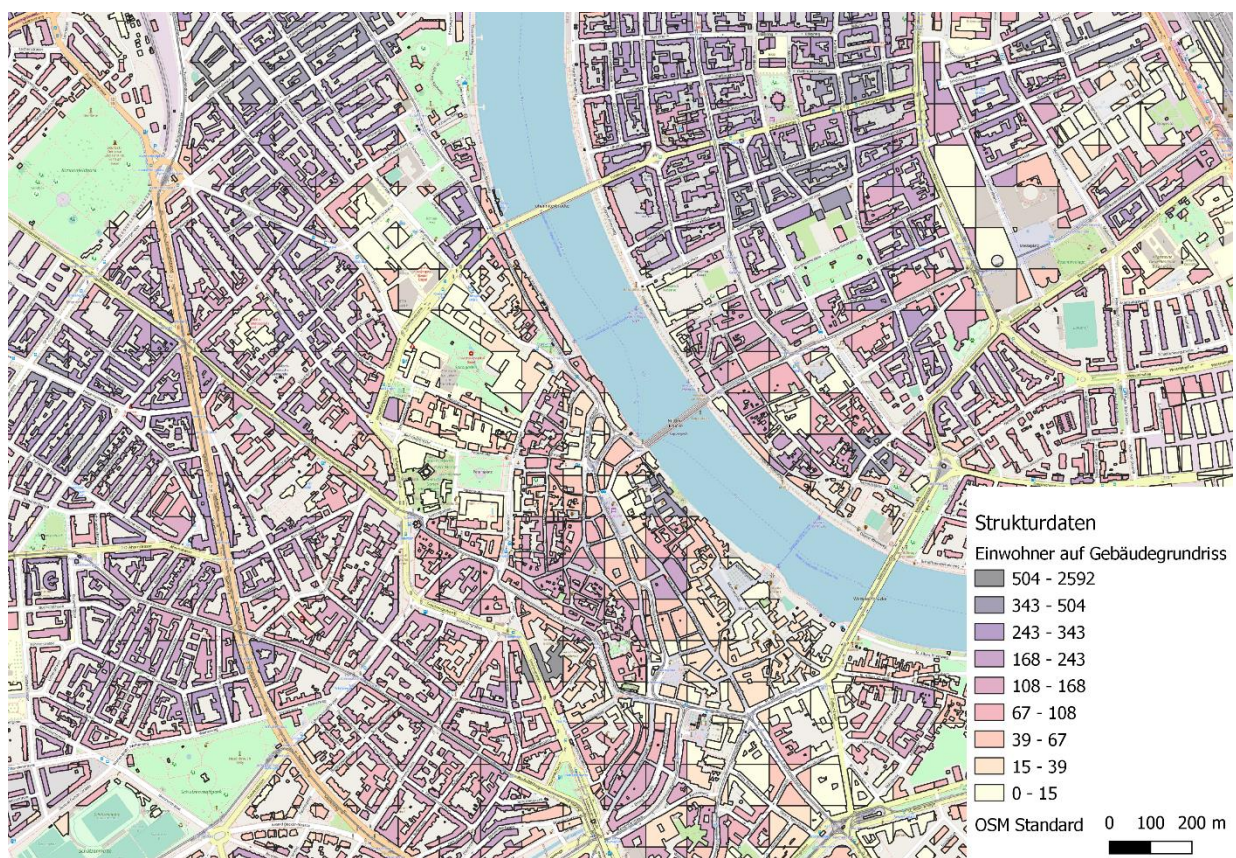
Die Strukturdaten bezüglich Einwohner, Arbeitsplätze und Demografie lagen in Form eines Hektarrasters vor. Diese Daten stammen vom Bundesamt für Statistik (STATPOP 2019). Sie enthalten für jeweils ein Hektar die Bevölkerungszahl aufgeteilt nach Altersgruppen und Geschlecht sowie auch die Anzahl Arbeitsplätze nach Arbeitsbereich. Auch sind die Daten bezüglich der Besitzrate von Fahrzeugen und ÖV-Abonnemente im Hektarraster verfügbar, diese wurden für die GIS-Analyse jedoch nicht verwendet. Zusätzlich wurde das Kartenmaterial von OpenStreetMap (OSM) genutzt. Aus OSM stammen insbesondere die Kartenebene der Gebäudegrundrisse, welche für die räumliche Verfeinerung der Hektarrasterdaten genutzt wurde. Ausserdem ist das Kartenmaterial welches als Hintergrund in Kartendarstellungen verwendet wurde von OSM.

3.3 Methodik

3.3.1 Verschneidung Strukturdaten und Gebäudegrundrisse

Die Daten aus dem Hektarraster wurden auf die Gebäudegrundrissfläche nach OSM projiziert. Die Einwohner und Arbeitsplatzdichte eines Rasterblocks bezieht sich nicht mehr auf 10'000 m², sondern auf die darin vorkommende Grundrissfläche (Abb. 2). Es wurde angenommen, dass die Arbeitsplätze und Einwohner innerhalb eines Rasters gleich verteilt sind. Die jeweilige Gebäudehöhe wurde somit nicht betrachtet.

Abb. 2: Strukturdaten der Bevölkerung auf Basis der Gebäudegrundrisse nach OSM und des Hektarrasters

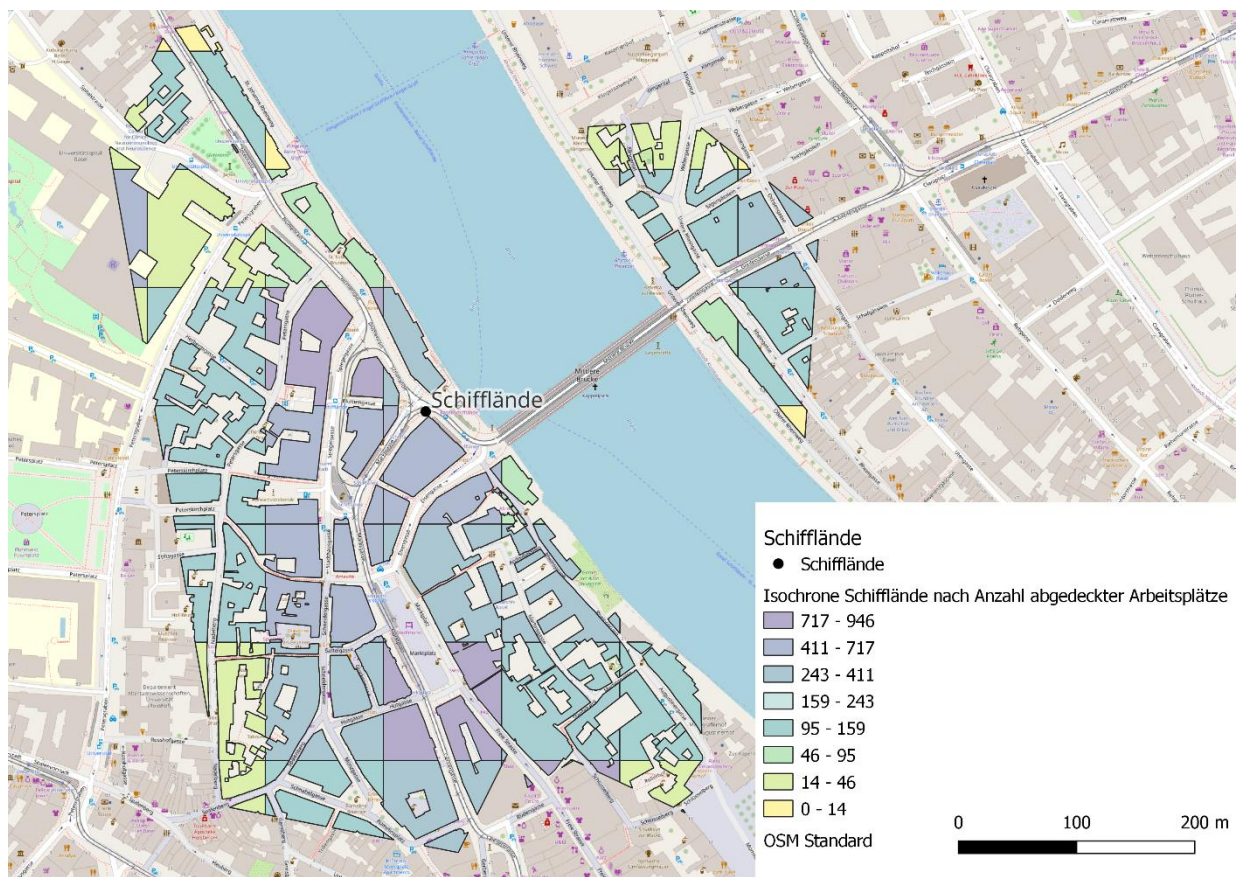


Quelle: Eigene Darstellung, Hintergrundkarte OSM

3.3.2 Berechnung netzbasierte Isochronen

Als Einzugsgebiet von Haltestellen wurde davon ausgegangen, dass Nutzer sich innerhalb von 400 m zur Haltestelle befinden sollten. Somit wurde für die Haltestellen im Raum Basel Isochronen erstellt, welche diesen Zugangsweg abbilden. Für die Erstellung wurde auf das QGIS Plugin Valhalla gesetzt. Valhalla erstellt die Isochronen auf Basis des OSM Netzes. Als Resultat entstehen somit mehrere Flächen auf Gebäudegrundrissen, welche im Einflussbereich einer Haltestelle liegen (Abb.3).

Abb. 3: Einzugsgebiet der Haltestelle Schiffflände im Modell projiziert auf die Gebäudegrundrisse.



Quelle: Eigene Darstellung, Hintergrundkarte OSM

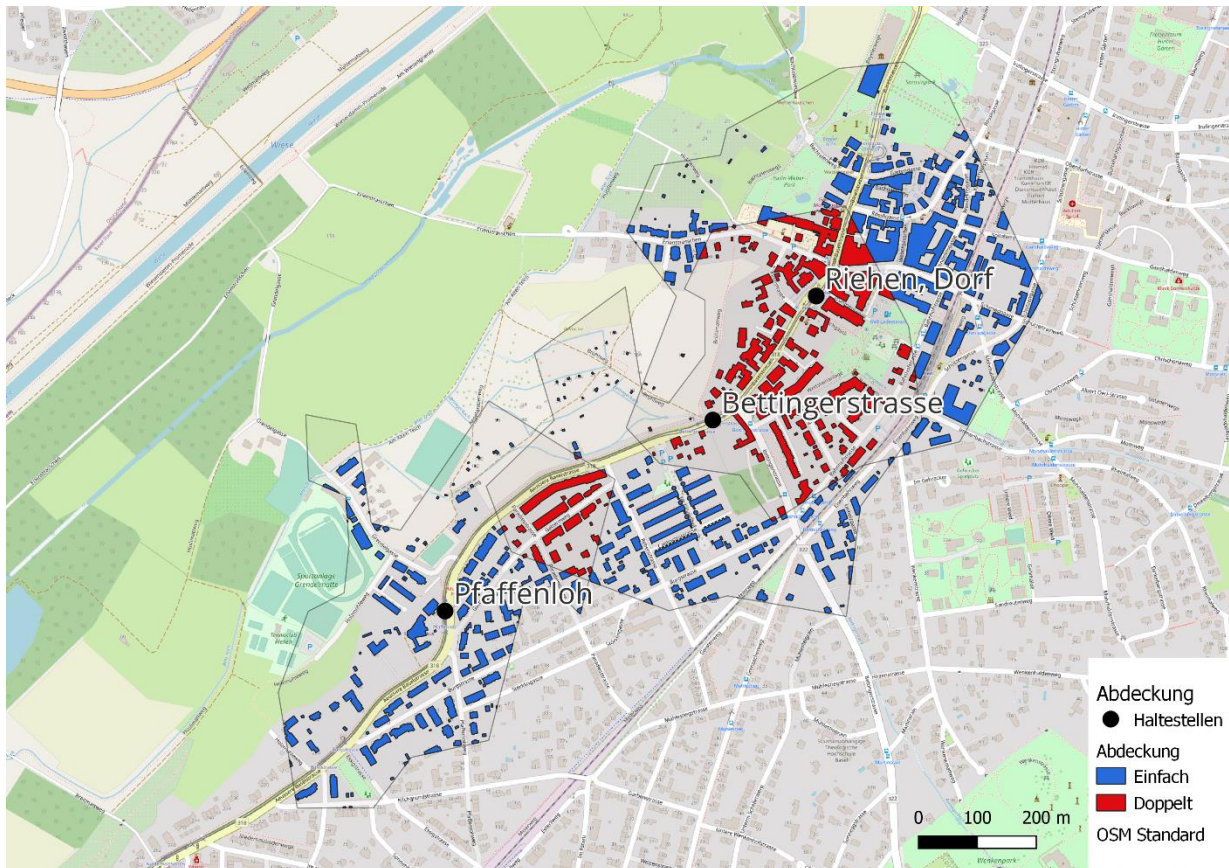
3.3.3 Mehrfachabdeckung

Für die Auswertung wurden zusätzlich Daten bezüglich der Mehrfachabdeckung beziehungsweise insbesondere zu jenen Gebieten erhoben, welche nur durch eine Haltestelle abgedeckt werden.

Die Isochronen wurden untereinander Verschnitten und jene Gebiete entfernt, welche von mehreren Haltestellen abgedeckt sind. Ein Beispiel hierfür ist in Abb. 4 ersichtlich.

Durch Unterscheidung welche Haltestellen in die Verschneidung eingeflossen entstehen unterschiedliche Kennwerte. Der Prozess wurde einmal für sämtliche Haltestellen im Bereich Basel ausgeführt (netzweite Abdeckung) und pro Linie einmal nur mit den Haltestellen dieser Linie (Linienbezogene Abdeckung).

Abb. 4: Linienbezogene Abdeckung durch die Haltestellen Riehen, Dorf; Bettingerstrasse und Pfaffenloh der Tramlinie 6. Bereiche in Blau werden nur durch eine der 3 Haltestellen erschlossen, Rot Bereiche sind im Erschliessungsbereich von 2 Haltestellen.



Quelle: Eigene Darstellung, Hintergrundkarte OSM

3.3.4 Indikatoren zur Haltestellenabdeckung

Zur Identifikation von Haltestellen, welche aufgehoben werden könnten, wurden für alle Haltestellen im Raum Basel einige Grunddaten bestimmt. Die bestimmten Kennwerte waren die folgenden:

- Haltestellenabstand
- Erschlossene Bevölkerungszahl in 400 m Entfernung (ew)
- Erschlossene Arbeitsplätze in 400 m Entfernung (ap)
- Mehrfachabdeckung
 - Netzweit einfach erschlossene Bevölkerung (ewNSC)
 - Netzweit einfach erschlossene Arbeitsplätze (apNSC)
 - Linienbezogen einfach erschlossene Bevölkerung (ewLSC)
 - Linienbezogen einfach erschlossene Arbeitsplätze (apLSC)
- Knotenpunkt

Haltestellenabstand (Intervall)

Die Linie wurde in QGIS trassiert und mittels Feldrechner wurden die Haltestellenabstände entlang der trassierten Linie bestimmt. Hierbei ist zu beachten, dass die Haltestellen im Modell lediglich aus einem einzelnen Punkt bestehen. Die tatsächlichen Abstände können aufgrund der Haltestellenlänge und einem Versatz der jeweiligen Richtungshaltekanten von den bestimmten Werten abweichen.

Erschlossene Bevölkerung/Arbeitsplätze in 400 m Entfernung (ew/ap)

Die Einzugsisochronen wurden mit den Strukturdaten auf Gebäudegrundrissbasis geschnitten. Sowohl die Bevölkerung als auch die Arbeitsplätze können von mehreren Haltestellen bedient werden, diese werden in dieser Ermittlung jeder Haltestelle zugerechnet.

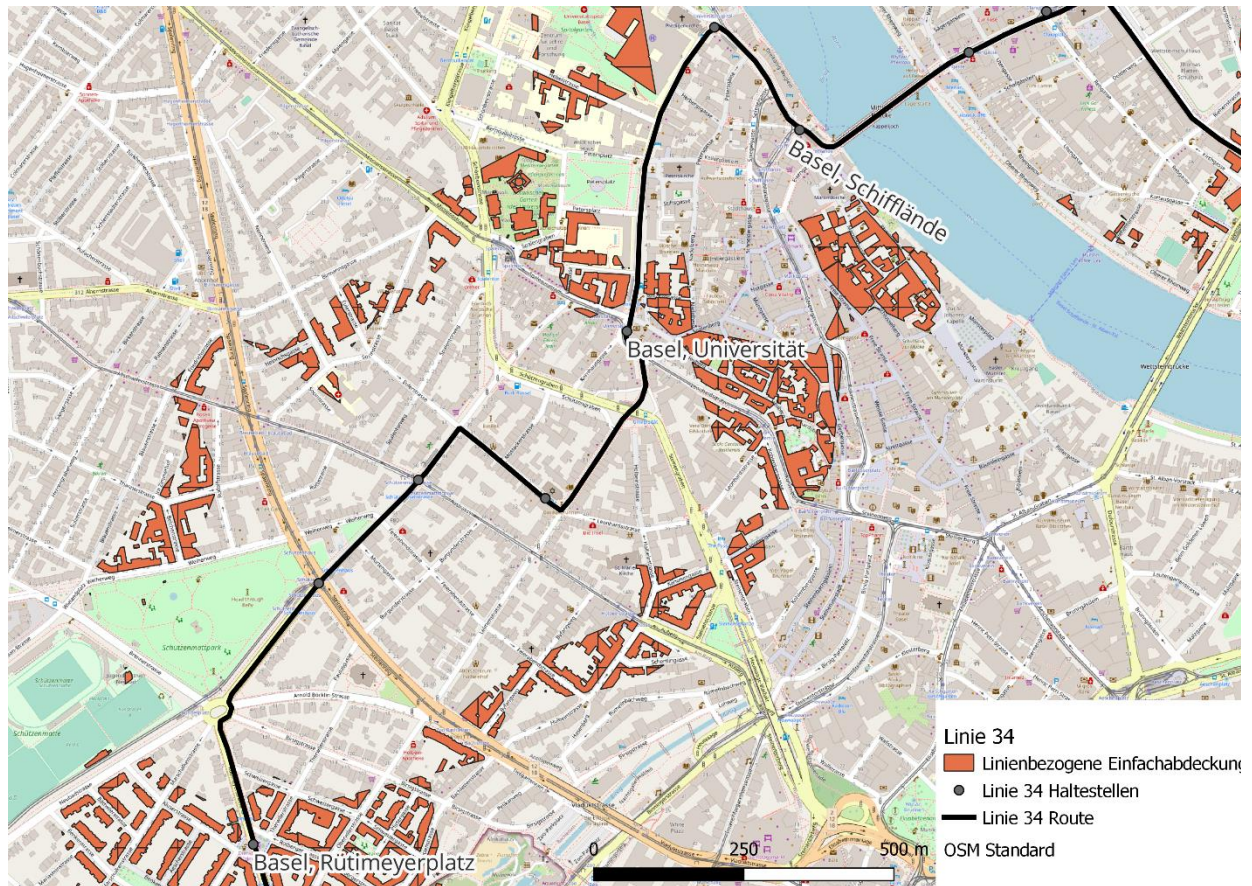
Netzweit einfach abgedeckte Bevölkerung/Arbeitsplätze (ewNSC/apNSC)

Die Einzugsbereiche sämtlicher Haltestellen im Raum Basel wurden untereinander geschnitten und Bereiche, welche durch mehr als eine Haltestelle abgedeckt werden, entfernt. Somit verblieben lediglich die Gebiete, welche sich nur im Einzugsbereich einer Haltestelle befinden. Haltestellen, bei welchen ein besonders grosser Wert an einfach abgedeckter Bevölkerung oder Arbeitsplätzen anfällt, sollten im Sinne einer ausreichenden Netzabdeckung nicht entfernt werden. Bei der Ermittlung wurde der variierenden Bedienungshäufigkeit von unterschiedlichen Haltestellen keine Rechnung getragen.

Linienbezogen einfach abgedeckte Bevölkerung/Arbeitsplätze (ewLSC/apLSC)

Die Einzugsbereiche der Haltestellen einer einzelnen Linie wurden untereinander geschnitten und Polygone, welche durch mehr als eine Haltestelle abgedeckt wurden entfernt. Durch die Restriktion auf die Linie ist sichergestellt, dass sämtliche Haltestellen die gleiche Mindestattraktivität in Form der Bedienungshäufigkeit erfüllen.

Abb. 5: Einfach Abgedeckte Gebäudegrundrissfläche entlang der Linie 34. Orange Bereiche werden nur durch eine Haltestelle der Linie 34 bedient. Können aber durch alternative Haltestellen anderer Linien welche nicht von der Linie 34 bedient werden ebenfalls abgedeckt sein.



Quelle: Eigene Darstellung, Hintergrundkarte OSM

Knotenpunkt

Jeder Haltestelle wurde zusätzlich ein Disqualifikationskriterium «Knotenpunkt» zugeordnet. Eine Haltestelle welche als Umsteigeknoten zwischen unterschiedlichen Linien einzustufen ist, wurde nicht angepasst. Auf Abschnitten, auf denen mehrere Haltestellen mit mindestens einer Linie geteilt werden, wurde nur jene Haltestelle als Knotenpunkt eingestuft welche die meisten Umsteigemöglichkeiten bietet, z.B. Schifflande, aber nicht Marktplatz. Besteht die Umsteigebeziehung nur zu einer weiteren Linie so wurde die letzte Haltestelle gewählt, bevor sich die Linien trennen, bzw. die erste ab welcher sie auf gleicher Spur unterwegs sind. Die Endstationen der Linien wurden ebenfalls als Knotenpunkt eingestuft unabhängig von tatsächlich verfügbaren Verbindungen an den Endhaltestellen.

Keine Verschiebung der Haltestellenstandorte

Um den Umfang dieser Arbeit erreichbar zu halten, wurden keine Haltestellen verschoben oder zusammengelegt. Für verschiedene Haltestellen wäre hierbei zusätzlich eine Anpassung am zugrunde gelegten Infrastrukturnetz notwendig gewesen.

3.3.5 Zeitgewinn pro Haltestelle

Auf den Haltestellen der 3 Linien wird nach dem Fahrplan eine mittlere Haltezeit für den Fahrgastwechsel von 12 Sekunden gerechnet (Median).

Als Geschwindigkeit vor und nach den Haltestellen wurde von 40 km/h ausgegangen. Es ist davon auszugehen, dass dieser Wert in der Innenstadt nicht erreicht wird, in weiter aussenliegenden Gebieten jedoch eher überschritten wird. Die Beschleunigung und reguläre Verzögerung entsprechen den in Kapitel 2.2 verwendeten Werten von 0,64 m/s² zur Beschleunigung und 1,3 m/s² zur Verzögerung (Bombardier Transportation 2014).

Die Verzögerung von 40 km/h auf 0 km/h benötigt 8,55 s und 47,5 m, zur Beschleunigung sind es weitere 17,36 s und 96,5 m. Somit werden insgesamt 25,91 s für den Beschleunigungs- und Bremsvorgang aufgewendet. Könnte auf der gleichen Distanz mit 40 km/h durchgefahren werden so wären nur 12,95 s notwendig.

Wird von einer Geschwindigkeit von 25 km/h ausgegangen, liegt der Zeitgewinn bei 8,1 s, mit 60 km/h sind es 19,4 s.

Für den kombinierten Zyklus zur Türöffnung und Schliessung wurde von insgesamt weiteren 5 Sekunden ausgegangen.

Somit wird für einen möglichen Zeitgewinn pro Haltestelle von 30 Sekunden angenommen.

3.3.6 Auswahlverfahren

Zur Wahl welche Haltestellen gestrichen werden könnten wurde ihnen ein Prioritätswert zugewiesen. Dieser Prioritätswert wurde mit der folgenden Formel ermittelt:

$$\text{Priorität} = \text{Haltestellenintervall} * (1 + ewNSC + apNSC)^2 * (1 + ewLSC + apLSC)$$

Ein hoher Prioritätswert weist auf Haltestellen hin, welche nicht aufgehoben werden sollten. Im Folgenden wurden die Prioritätswerte vereinfacht und in aufsteigender Reihenfolge durchnummeriert. Ein Prioritätswert von 2 entspricht jener Haltestelle, welche als Zweites aufgehoben werden sollte.

Das Ziel der Formel war es Haltestellen, welche für besonders viele Einwohner und Arbeitsplätze die einzige Zugangsstelle zum ÖV-Netz darstellen, nicht zu entfernen. Sowohl Einwohner als Arbeitsplätze wurden als gleichermassen wichtig eingestuft. Die tatsächliche Verkehrserzeugung der einzelnen kann aber unterschiedlich sein, dem wurde keine Rechnung getragen.

Die Haltestellen wurden in aufsteigender Reihenfolge des Prioritätswerts gewählt. Es wurden jedoch nicht 2 aufeinanderfolgende Haltestellen aufgehoben, so kann es sein, das Haltestellen mit höherem Prioritätswert entfernt wurden. Dieser Prozess wurde wiederholt, bis die gewünschte Beschleunigung erreicht wurde. Hierbei wurde zwischen zwei Varianten unterschieden.

- **Variante A (Betriebskosteneinsparung):** Es wurde darauf geachtet, dass auf den gesamten Umlauf betrachtet ein Fahrzeug und Fahrer eingespart werden können. Auf den untersuchten Linien entspricht dies einer Beschleunigung von 7,5 Minuten pro Umlauf
- **Variante B (Taktverdichtung):** Um die Attraktivität der Linie angesichts der aufgehobenen Haltestellen zu steigern wurde der Takt auf 6 Minuten verdichtet. Um dies mit möglichst geringen Betrieblichen Kosten zu ermöglichen wurde darauf geachtet, dass nur eine zusätzliche Fahrzeug-

/Fahrerkombination auf der Linie zum Einsatz kommen muss. Mögliche Kapazitätsbeschränkungen der durch die Linie genutzten Infrastruktur wurden dabei aber nicht berücksichtigt.

Die durch die jeweiligen Haltestellen abgedeckten Populationswerte sowie Anzahl Arbeitsplätze können dem Anhang B entnommen werden.

3.4 Anwendung auf drei Linien

Die untersuchte Beschleunigung in dieser Arbeit beschränkte sich aufgrund des Arbeitsumfangs auf drei Linien. Hierfür wurden die Tramlinien 6 und 8 sowie die Buslinie 34.

Die Tramlinien 6 und 8 wurden gewählt da es sich hierbei um die meistgenutzten Linien im Netz der BVB handelt und somit die grösstmögliche Veränderung durch die Anwendung auf diese Linien erhofft wurde. Die meistgenutzten Buslinien der BVB sind die Linien 36 und 50. Beide Linien stellen einen speziellen Fall dar und wurden für die Effektuntersuchung als weniger geeignet eingestuft. Die Linie 36 verbindet eine Vielzahl anderer Linien ausserhalb des Zentrums. Aufgrund dieser zahlreichen Umsteigepunkte wurde angenommen, dass relevante Reisezeitgewinne nicht realistisch sind. Die Linie 50 verbindet den Bahnhof SBB mit dem Euroairport Basel-Mulhouse-Freiburg und stellt bereits heute eine Expressverbindung dar. Auch für die Linie 50 schien es nicht realistisch relevante Reisezeitgewinne umzusetzen.

Durch die Beschränkung auf die drei Linien ist davon auszugehen, dass die Effekte bezüglich Passagierzahlen nur bedingt dargestellt werden. Der tatsächliche Effekt auf die Passagierzahlen ist nur für Wegbeziehungen gegeben, für welche der kürzeste Weg die Nutzung einer dieser Linien vorsieht.

Für Haltestellen, welche von mehr als einer Linie angefahren werden, jedoch nicht als Knotenpunkt eingestuft wurden, z.B. Haltestelle Marktplatz, wurde diese Haltestellen bei allen Linien gestrichen, welche diese Haltestelle bedienen. Die dadurch auf den betroffenen Linien entstehenden Fahrzeitgewinne auf wurden auch in dem im Modell hinterlegten Fahrplänen angepasst.

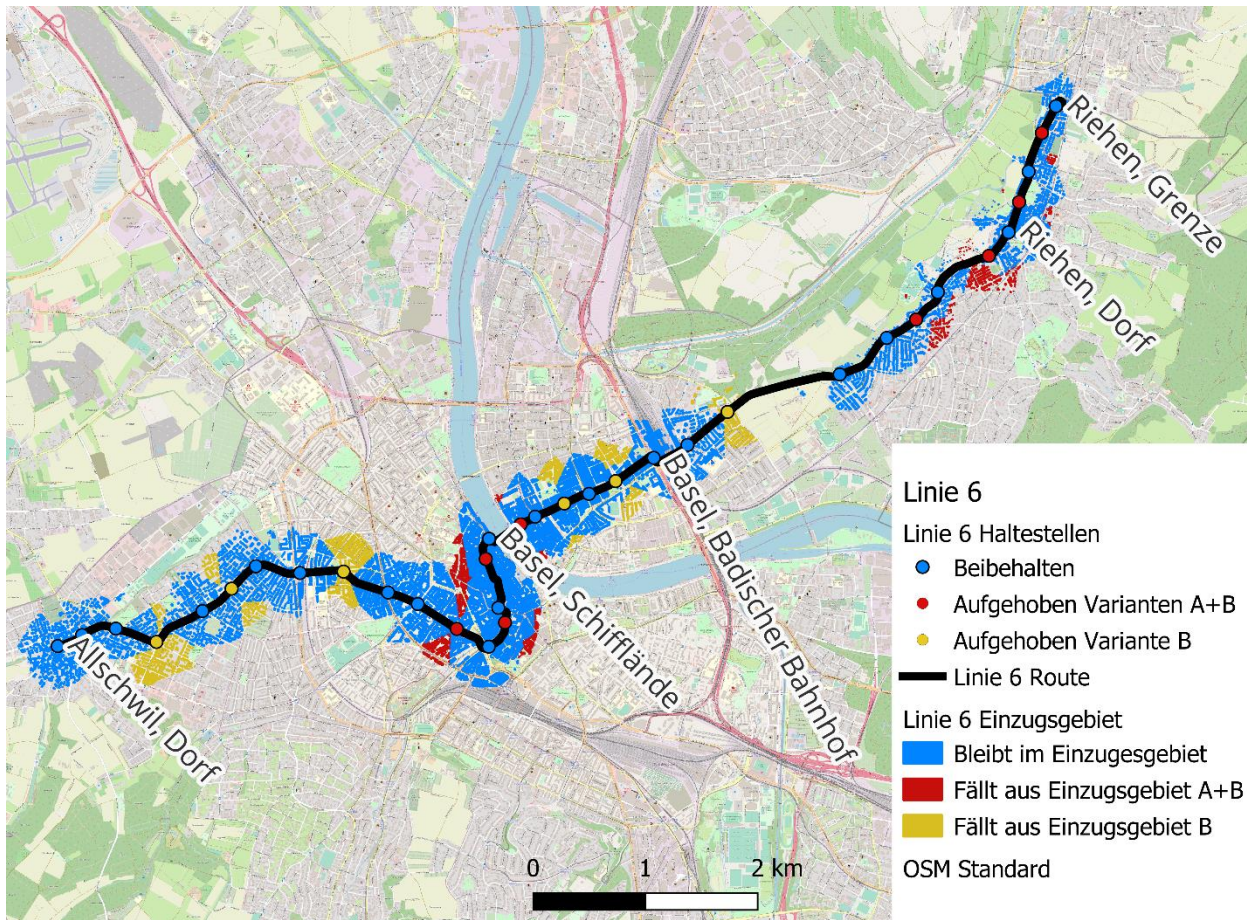
3.5 Linie 6

Die Linie 6 verbindet Allschwil über die Basler Innenstadt mit Riehen. Sie nutzt dabei die Innerstädtische Achse vom Barfüsserplatz über die mittlere Rheinbrücke zum Claraplatz und zum Badischen Bahnhof. Mit 33,04 Millionen Personenkilometern im Jahr 2022 ist sie die Linie mit der grössten Transportleistung im Netz der BVB (BVB 2022).

Die Reisezeit von Allschwil, Dorf nach Riehen, Grenze beträgt 45 Minuten. Inklusive Wende- und Pausenzeiten braucht ein Fahrzeug für einen Umlauf 1 Stunde 45 Minuten. Somit befinden sich im Regelverkehr mit einem 7.5-Minuten-Takt 14 Fahrzeuge im Einsatz. Eine durch Fahrzeitverringerung erzielte Reduktion auf 13 Fahrzeuge würde also tagsüber die Betriebskosten um rund 7 % reduzieren.

Zur Realisierung der Variante A ist ein Zeitgewinn von 7,5 Minuten pro Umlauf notwendig. Für die Variante B müsste die Umlaufzeit um 15 Minuten reduziert werden.

Abb. 6: Linie 6 mit ihren Haltestellen und Einzugsgebiet



Quelle: Eigene Darstellung, Hintergrundkarte OSM

Tab. 4: Haltestellen der Linie 6

Haltestelle	Knotenpunkt	Distanz (m)	Intervall (m)	Priorität	Status (Beschl.)	Status (6-min-Takt)
A., Dorf	Ja	0	0			
A., Binningerstrasse	Ja	230,1	230,1			
A., Gartenstrasse	Ja	554,5	324,4			
A., Ziegelei	Nein	939,6	385,1	18		Aufgeh.
A., Kirche	Nein	1446,4	506,8	17		
A., Merkurstrasse	Nein	1777,5	331,1	13		Aufgeh.
A., Lindenplatz	Nein	2073,1	295,6	15		
B., Morgartenring	Ja	2482,4	409,3			
B., Allschwilerplatz	Nein	2873,2	390,8	16		Aufgeh.
B., Brausebad	Ja	3319,4	446,2			
B., Schützenmattstr.	Ja	3604,1	284,7			
B., Holbeinstrasse	Nein	4016,3	412,2	4	Aufgeh.	Aufgeh.
B., Heuwaage	Ja	4374,9	358,6			
B., Theater	Nein	4655,5	280,6	1	Aufgeh.	Aufgeh.
B., Barfüsserplatz	Ja	4835,8	180,3			
B., Marktplatz	Nein	5314,9	479,1	2	Aufgeh.	Aufgeh.
B., Schifflande	Ja	5521,9	207,0			
B., Rheingasse	Nein	5863,8	341,9	5	Aufgeh.	Aufgeh.
B., Claraplatz	Ja	6010,2	146,4			
B., Clarastrasse	Nein	6294,3	284,1	14		Aufgeh.
B., Messeplatz	Ja	6532,9	238,6			
B., Gewerbeschule	Nein	6797,1	264,2	10		Aufgeh.
B., Badischer Bahnhof	Ja	7218,3	421,2			
B., Hirzbr./Claraspital	Nein	7585,8	367,5	19		
B., Eglisee	Nein	8048,9	463,1	12		Aufgeh.
R., Habermatten	Ja	9124,9	1076,0			
R., Niederholzboden	Nein	9676,0	551,1	11		
R., Burgstrasse	Nein	9986,9	310,9	7	Aufgeh.	Aufgeh.
R., Pfaffenloh	Nein	10314,7	327,8	9		
R., Bettingerstrasse	Nein	10913,6	598,9	8	Aufgeh.	Aufgeh.
R., Dorf	Ja	11192,4	278,8			
R., Fondation Beyeler	Nein	11482,0	289,6	3	Aufgeh.	Aufgeh.
R., Weilstrasse	Ja	11771,0	289,0			
R., Lörracherstrasse	Nein	12139,0	368,0	6	Aufgeh.	Aufgeh.
R., Grenze	Ja	12408,8	269,8			

Um den gesamten notwendigen Zeitgewinn für die Variante B mittels Aufhebungen von Haltestellen zu realisieren wäre es notwendig 15 Haltestellen aufzuheben. Nach den Ausschlusskriterien ist dies nicht möglich. Die verbleibende Umlaufverkürzung von 1 Minute wird zulasten der Wende- und Pufferzeit an den Endhaltestellen gehen.

3.6 Linie 8

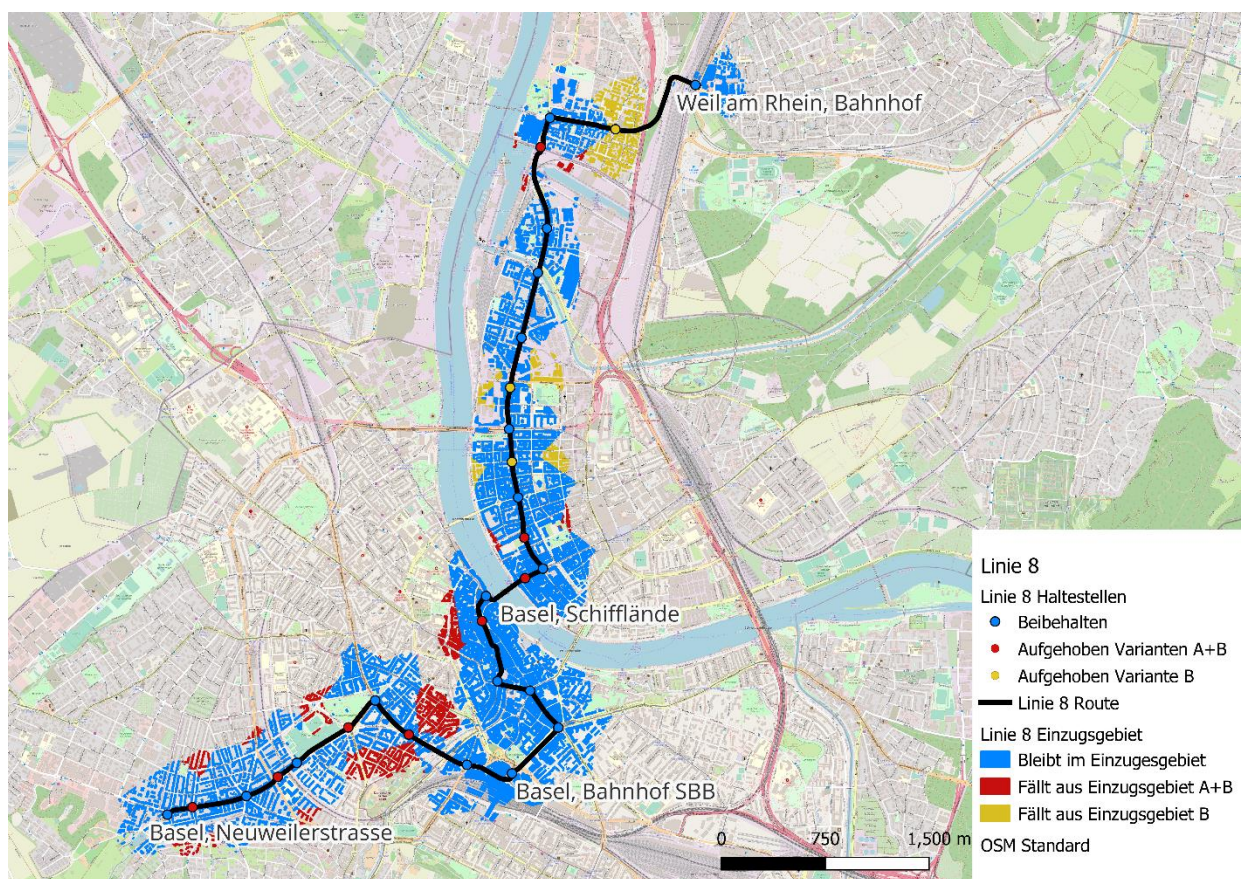
Die Linie 8 verbindet Bachletten über die Basler Innenstadt mit Weil am Rhein. Für das Tramnetz 2030 soll sie vom Bahnhof, Weil am Rhein bis zum Läublinpark verlängert werden. In der Innenstadt nutzt sie die gleiche Achse wie die Linie 6. Sie ist mit 31,62 Millionen Personenkilometer die Linie mit dem Dritthöchsten Transportleistung im Netz der BVB. Sie verzeichnet jedoch mit 13,07 Millionen Einsteigern die meisten Passagiere (BVB 2022).

Die Reisezeit von Basel, Neuweilerstrasse bis Weil am Rhein, Bahnhof dauert 40/42 Minuten. Inklusive Wende- und Pausenzeiten braucht ein Fahrzeug für einen Umlauf 1 Stunde 30 Minuten. Somit befinden sich im Regelverkehr mit einem 7,5-Minuten-Takt 12 Fahrzeuge im Einsatz. Eine durch Fahrzeitverringereung erzielte Reduktion auf 11 Fahrzeuge würde also tagsüber die Betriebskosten um rund 8 % reduzieren.

Zur Realisierung der Variante A ist ein Zeitgewinn von 7,5 Minuten pro Umlauf notwendig.

Für die Variante B müsste die Umlaufzeit um 12 Minuten reduziert werden.

Abb. 7: Linie 8 mit ihren Haltestellen und Einzugsgebiet



Quelle: Eigene Darstellung, Hintergrundkarte OSM

Tab. 5: Haltestellenabstände auf der Linie 8

Haltestelle	Knotenpunkt	Distanz (m)	Intervall (m)	Priorität	Status (Beschl.)	Status (6-min-Takt)
B., Neuweilerstrasse	Ja	0,6	0			
B., Im Langen Loh	Nein	195,2	194,6	10	Aufgeh.	Aufgeh.
B., Neubad	Ja	593,9	398,7			
B., Laupenring	Nein	864,2	270,3	1	Aufgeh.	Aufgeh.
B., Bernerring	Nein	1035,6	171,4	5		
B., Bundesplatz	Nein	1488,0	452,4	3	Aufgeh.	Aufgeh.
B., Schützenhaus	Ja	1766,9	278,9			
B., Zoo Bachletten	Nein	2112,3	345,4	7	Aufgeh.	Aufgeh.
B., Markthalle	Ja	2589,1	476,8			
B., Bahnhof SBB	Ja	2966,0	376,9			
B., Aeschenplatz	Ja	3437,0	471,0			
B., Bankverein	Ja	3774,5	337,5			
B., Barfüsserplatz	Ja	4026,1	251,6			
B., Marktplatz	Nein	4504,9	478,8	6	Aufgeh.	Aufgeh.
B., Schiffflände	Ja	4711,9	207,0			
B., Rheingasse	Nein	5053,9	342,0	8	Aufgeh.	Aufgeh.
B., Claraplatz	Ja	5197,5	143,6			
B., Kaserne	Nein	5460,0	262,5	2	Aufgeh.	Aufgeh.
B., Feldbergstrasse	Ja	5754,5	294,5			
B., Bläsiring	Nein	6015,1	260,6	11		Aufgeh.
B., Dreirosenbrücke	Ja	6253,8	238,7			
B., Ciba	Nein	6555,7	301,9	12		Aufgeh.
B., Wiesenpl./Inselstr.	Nein	6925,1	369,4	15		
B., Kleinhüningen	Ja	7409,8	484,7			
B., Kleinhüningeranlage	Nein	7737,3	327,5	14		
W., Grenze	Nein	8355,1	617,8	9	Aufgeh.	Aufgeh.
W., Dreiländerbrücke	Nein	8580,9	225,8	4		
W., Riedlistr./Kesselhaus	Nein	9062,4	481,5	13		Aufgeh.
W., Bahnhof	Ja	9887,6	825,2			

Um den gesamten notwendigen Zeitgewinn für die Variante B mittels Aufhebungen von Haltestellen zu realisieren wäre es notwendig 12 Haltestellen aufzuheben. Nach den Ausschlusskriterien ist dies nicht möglich. Die verbleibende Umlaufverkürzung von 1 Minute würde zulasten der Wende- und Pufferzeit an den Endhaltestellen gehen.

Ein spezieller Fall stellt die Haltestelle Weil am Rhein, Grenze dar. Sie wird nur in Richtung Basel, Neuweilerstrasse bedient und dient auch der Zollkontrolle. Um staatlichen Anforderungen gerecht zu werden ist es wohl nicht möglich diese Haltestelle aufzuheben.

3.7 Linie 34

Die Linie 34 verbindet Bottmingen über die Universität und Kleinbasel mit Riehen. Mit 16,46 Millionen Personenkilometern befindet sie sich nach den Linien 36 und 50 an Dritter Stelle der Buslinien.

Die Reisezeit von Bottmingen, Schloss nach Riehen, Bahnhof beträgt 43 Minuten. Zusätzlich fährt verdichtend alle 15 Minuten ein Bus auf der Teilstrecke von Bottmingen, Schloss nach Riehen, Otto-Wenk-Platz. Die Reisezeit auf diesem Abschnitt ist 35 Minuten. Die Fahrzeuge wechseln zwischen den Endstationen Riehen, Bahnhof und Riehen, Otto-Wenk-Platz bei aufeinanderfolgenden Kursen.

Für 2 Umläufe benötigt ein Fahrzeug 3h mit folgenden Wendezeiten:

Bottmingen, Schloss: 7 Min

Riehen, Bahnhof: 3 Min

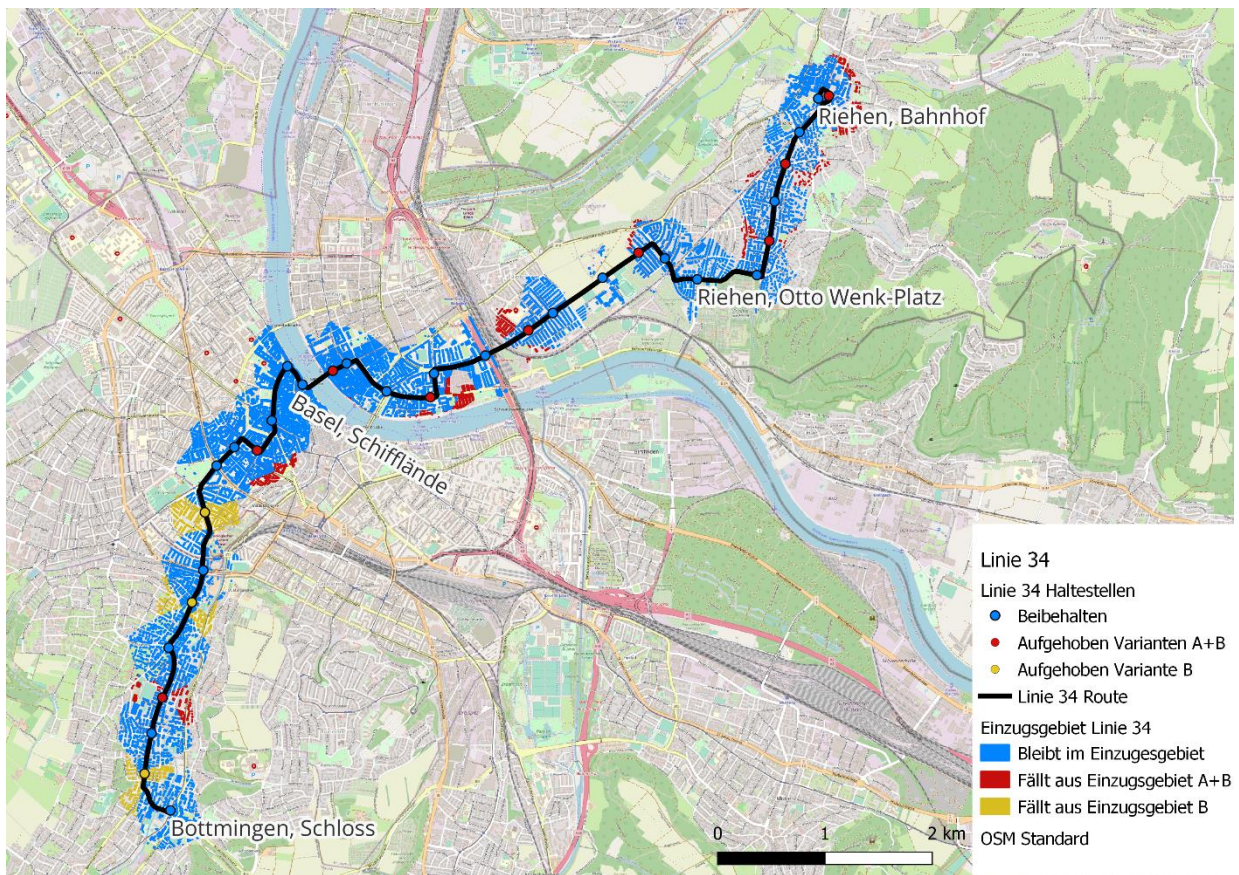
Riehen, Otto-Wenk-Platz: 4 Min

Es befinden sich 12 Fahrzeuge auf der Linie im Einsatz.

Zur Realisierung der Variante A ist ein Zeitgewinn von 15 Minuten pro 2 Umläufe notwendig, oder 7.5 Minuten auf dem Umlaufteilstück zwischen Bottmingen, Schloss und Riehen, Otto-Wenk-Platz.

Für die Variante B müsste die Zeit für 2 Umläufe um 24 Minuten reduziert werden. Alternativ könnte die Zeit auf dem Umlaufteilstück zwischen Bottmingen, Schloss und Riehen, Otto-Wenk-Platz um 12 Minuten reduziert werden.

Abb. 8: Linie 34 mit ihren Haltestellen Einzugsgebieten



Quelle: Eigene Darstellung, Hintergrundkarte OSM

Tab. 6: Haltestellenabstände auf der Linie 34

Haltestelle	Knotenpunkt	Distanz (m)	Intervall (m)	Priorität	Status (Beschl.)	Status (6-min-Takt)
Bot., Schloss	Ja	0	0			
Bot., Blauenstrasse	Nein	500,3	500,3	17		Aufgeh.
Bin., Zeigerweg	Nein	881,3	381,0	11		
Bin., Spiegelfeld	Nein	1229,4	348,1	2	Aufgeh.	Aufgeh.
Bin., Kronenplatz	Ja	1730,1	500,7			
Bin., Hohle Gasse	Nein	2216,5	486,4	14		Aufgeh.
B., Zoo Dorenbach	Ja	2542,9	326,4			
B., Rütimyerplatz	Nein	3108,1	565,2	16		Aufgeh.
B., Schützenhaus	Ja	3612,4	504,3			
B., Schützenmattstrasse	Ja	3851,6	239,2			
B., Synagoge	Nein	4147,3	295,7	3	Aufgeh.	Aufgeh.
B., Universität	Ja	4537,0	389,7			
B., Universitätsspital	Nein	5076,5	539,5	19		
B., Schiffflände	Ja	5304,7	228,2			
B., Rheingasse	Nein	5645,7	341,0	4	Aufgeh.	Aufgeh.
B., Claraplatz	Ja	5791,1	145,4			
B., Wettsteinplatz	Ja	6299,3	508,2			
B., Rosengartenweg	Nein	6716,2	416,9	8	Aufgeh.	Aufgeh.
B., Peter Rot-Strasse	Nein	6994,3	278,1	9		
B., Wettsteinallee	Ja	7539,4	545,1			
B., Im Heimatland	Nein	8005,4	466,0	13	Aufgeh.	Aufgeh.
B., Käferholzstrasse	Nein	8284,6	279,2	18		
B., Drei Linden	Nein	8852,6	568,0	15		
R., Gotenstrasse	Nein	9260,8	408,2	1	Aufgeh.	Aufgeh.
R.N., Bahnhof	Ja	9599,7	338,9			
R., Otto-Wenk-Platz	Ja	10043,7	444,0			
R., Rudolf Wackernagel-St	Nein	10631,7	588,0	12		
R., Tiefweg	Nein	11026,6	394,9	6	Aufgeh.	Aufgeh.
R., Lachenweg	Nein	11399,0	372,4	7		
R., Mühlestieg	Nein	11761,9	362,9	5	Aufgeh.	Aufgeh.
R., Bahnübergang	Ja	12086,9	325,0			
R., Schmiedgasse	Nein	12544,8	457,9	10	Aufgeh.	Aufgeh.
R., Bahnhof	Ja	12740,9	196,1			

Da die Haltestellen nach Riehen, Otto-Wenk-Platz nur jeden zweiten Umlauf angefahren werden, ist es notwendig auf dieser Linie mehr Haltestellen aufzuheben, um die gewünschte Beschleunigung zu erhalten.

Um den gesamten notwendigen Zeitgewinn für die Variante B mittels Aufhebungen von Haltestellen zu realisieren wäre es notwendig zusätzliche Haltestellen aufzuheben. Mit Ausnahme des Universitätsspitals ist dies nach den Ausschlusskriterien nicht möglich. Die Haltestelle Universitätsspital wurde als zu wichtig angesehen. Die verbleibende Umlaufverkürzung von 3 Minuten für 2 Umläufe gehen zulasten der Wende- und Pufferzeit an den Endhaltestellen.

4 Modellierung

4.1 Das Gesamtverkehrsmodell Region Basel

Das Gesamtverkehrsmodell Region Basel (GVMB) ist ein aggregiertes Verkehrsmodell, welches den Verkehr im Metropolraum Basel darstellen soll. In dieser Arbeit wurde ein Modell verwendet welches von Arendt Consulting für den Zustand 2016 erstellt und für 2019 angepasst (Arendt Consulting, Roland Müller *et al.* 2019).

Das GVMB wurde mithilfe der Software TransCAD von Caliper Corporation entwickelt und umfasst 21'000 Zonen, welche im Kernbereich Hektarfein aufgelöst sind. Das GVMB stellt die Netze für MIV, Fuss, Velo und ÖV anhand von Links zwischen einzelnen Knoten dar.

4.2 ÖV-Netz

Das ÖV-Netz des GVMB ist im Allgemeinen aufgeteilt auf 3 verschiedene Ebenen. Diese sind die Linien (*routes*), die physische Haltestelleninfrastruktur (*physical stops*) und die Haltepunkte welche eine Route mit einem «physical stop» verbinden (*route stops*).

- **Physical Stops**

Die *physical stops* stellen die physische Haltestelleninfrastruktur in der Region dar. Eine Linie, welche an einer gegebenen Stelle halten soll, benötigt einen *physical stop* an jener Stelle. Sollte ein solcher bei der Erstellung einer Linie nicht vorhanden sein, erfragt TransCAD ob ein solcher erstellt werden soll. Bei der Erstellung einer Linie erkennt TransCAD an welchen *physical stops* die Linie vorbeiführt und fragt an, an welchen davon ein *route stop* erstellt werden soll.







- **Route Stops**

Die *route stops* verknüpfen eine Linie mit dem *physical stop* an welchem sie hält und dienen als Datenstruktur um routenspezifische Attribute zu speichern, wie zum Beispiel die Distanz entlang der Route sowie die Dauer bis zum Erreichen der nächsten Haltestelle.

- **Routes**

Die *Routes* entsprechen den tatsächlich befahrenen Linien, jedoch entspricht eine «Route» nur dem Befahren in einer Richtung mit einer gegebenen Start- und Zielhaltestellenkombination. Eine reguläre übliche Linie wie die Linie 6 wird dementsprechend auf 2 *Routes* aufgeteilt, eine je Richtung. Für die Linien 34 und 8 existieren jeweils 4 *Routes*. Auf der Linie 34 je 2 für die Endhaltestellen «Otto-Wenk-Platz» und «Riehen, Bahnhof». Auf der Linie 8 existieren vereinzelt Kurse welche nur von/bis Kleinhüningen unterwegs sind, diese sind in eigenen *Routes* enthalten (Abb.9).

Abb. 9: Codierung der Linien nach Linienkonfiguration

Linientyp	Linienkonfiguration	Codierung
<p>Homogene Linie von A nach B</p> <p>Dies ist der Normalfall; die Linie wird als 2 Linien codiert (je Hin- und Rückrichtung separat). Vor allem bei Buslinien sind die beiden Linien nicht identisch, weil bei Kreiseln, Einbahnstrassen (z.B. im Gundeli) und Strassen mit Richtungsverkehr unterschiedliche Streckenlinks benützt werden.</p>		
<p>Linie mit Abzweiger an einem Ende</p> <p>Für diese „Y“ Linienführung werden 4 Linien codiert. Beispiel dafür ist die Buslinie 34</p>		
<p>Linienende mit grösseren Taktintervallen</p> <p>Codiert werden 2 kurze und 2 lange Linien. Beispiel dafür ist die Linie 10</p>		

Quelle: S.74 (Arendt Consulting, Roland Müller *et al.* 2019)

4.3 Fahrplan

TransCAD bietet die Option Fahrpläne nach Uhrzeit ins Modell einzuarbeiten. Im GVMB wurde von dieser Variante abgesehen. Die Definition der Fahrpläne auf den Linien erfolgt stattdessen, anhand definierter Taktzeiten und der in den *Route stops* definierten Fahrzeiten. In den *Routes* werden die Anzahl Kurse und der damit zusammenhängende Taktintervall definiert (Tab. 7). Hierbei kann zwischen der Anzahl Kursen für die Zeiträume 6 – 22Uhr und 22 – 6 Uhr unterschieden werden. Zusätzlich wird die Anzahl Kurse während der Morgenspitzenstunde (MS) und Abendspitzenstunde (AS) definiert.

Tab. 7: Auszug Attributen Tabelle der Tramlinie 6

Route_Name	T_6_Allsch_RiehenG	T_6_RiehenG_Allsch
Route_ID	1175	1181
Side	R	R
Headway_DWV622	8	8
Headway_AS	7.5	7.5
Headway_MS	7.5	7.5
Headway_NSP	7.5	7.5
Anz_Kurse_0622	120	120
Anz_Kurse_2206	10	10
Anz_Kurse_DWV024h	130	130
AnzKurse_MSP	8	8
AnzKurse_ASP	8	8
Mode	3	3
LinkTime Weight	1	1
MaxWeight	0	0
Long_Name	T-6-Allschwil-Riehen Grenze	T-6-Riehen Grenze-Allschwil
Betreiber	BVB	BVB

Quelle: GVMB (Arendt Consulting, Roland Müller *et al.* 2019)

Die Fahrzeiten zwischen den Haltestellen werden in den Attributen der *Route Stops* definiert. Sie müssen für jede Linie einzeln angegeben werden. Fahrzeiten werden als *In Vehicle Travel Time* (IVTT) festgehalten. Die Angabe erfolgt in Dezimalminuten und beschreibt die Zeit, welche vom gegebenen *Route Stop* bis zum nächsten Halt auf der Linie benötigt wird. Die Haltezeit an den jeweiligen Haltestellen wird in diese Fahrzeit mit einberechnet.

4.4 Anpassung der Szenarien

Für diese Arbeit wurde das Modell nach dem folgenden Ablauf angepasst.

1. Erstellung Zusammenstellung von Routen, welche aufgrund aufgehobener Haltestellen angepasst werden müssen. (Anhang C)
2. Nach den gesammelten Routen
 - a. Anpassung des Fahrplans. Die Fahrzeiten der Vorhaltestelle und der betroffenen Haltestellen, welche aufgehoben werden sollen, wurden zusammenaddiert und der Fahrzeitgewinn von 0,5 Minuten abgezogen. Beispielhaft sind die Anpassungen auf der Linie 1175 (Tram 6: Allschwil – Riehen, Grenze) in Tabelle 8 dargestellt. Da TransCAD die Fahrzeit ansonsten falsch interpretieren würde, musste dies auf allen

betroffenen Linien getan werden, nicht nur jenen 3 welche anhand der GIS-Methodik untersucht wurden.

b. Löschen der betroffenen *Route Stops* auf allen Linien

Diese Änderungen wurden in einer ersten Version, der Variante A, gespeichert. Für die Variante B waren diese Anpassungen für zusätzliche Haltestellen und damit verbundene Linien notwendig. Auch wurde für die Variante B das Intervall und damit verbunden die Anzahl Kurse auf den untersuchten Linien angepasst.

Tab. 8: Fahrplan der Linie 6, Allschwil, Dorf nach Riehen, Grenze nach dem GVMB

ID	Milepost	Distance to Next Stop	IVTT Basis	IVTT A	IVTT B	Stop Name
10356	0.01	0.15	0.9	0.9	0.9	A_Dorf
10347	0.15	0.22	1.2	1.2	1.2	A_Binningerstr
10343	0.37	0.23	1	1	1.9	A_Gartenstr
10342	0.60	0.31	1.4	1.4	-	A_Ziegelei
10354	0.91	0.19	0.9	0.9	1.4	A_Kirche
10349	1.10	0.20	1	1	-	A_Merkurstr
10352	1.30	0.24	1.6	1.6	1.6	A_Lindenpl
10353	1.54	0.27	1.4	1.4	2.5	B_Morgartenring
10348	1.81	0.28	1.6	1.6	-	B_Allschwilerpl
10350	2.08	0.19	1	1	1	B_Brausebad
10351	2.27	0.27	1.3	2.5	2.5	B_Schützenm
10355	2.54	0.19	1.7	-	-	B_Austrasse
10336	2.73	0.19	1.2	2.2	2.2	B_Heuwaage
10337	2.92	0.13	1.5	-	-	B_Theater
10335	3.05	0.26	1.8	2.7	2.7	B_Barfüsserpl
10775	3.31	0.20	1.4	-	-	B_Marktplatz
10367	3.50	0.16	1.3	2.1	2.1	B_Schiffpl
10368	3.66	0.14	1.3	-	-	B_Rheing
10357	3.80	0.14	0.7	0.7	1.6	B_Clarapl
10346	3.94	0.20	1.4	1.4	-	B_Clarastr
10358	4.14	0.14	1.1	1.1	2.2	B_Messe
10345	4.29	0.26	1.6	1.6	-	B_GewSchul
10344	4.54	0.21	1.3	1.3	1.3	B_Badischer_Bhf
10359	4.75	0.33	1.1	1.1	2.6	B_Hirzbr
10360	5.08	0.64	2	2	-	B_Eglisee
10361	5.72	0.33	1.4	1.4	1.4	R_Haberm
10362	6.06	0.21	1	1.3	1.3	R_Niederholz
10363	6.27	0.14	0.8	-	-	R_Burgstr
10364	6.41	0.41	1.7	2.5	2.5	R_Pfaffenloh
10339	6.82	0.19	1.3	-	-	R_Bettstr
10365	7.01	0.17	1	1.5	1.5	R_Dorf
10366	7.18	0.17	1	-	-	R_Beyeler
10340	7.35	0.25	0.9	1.7	1.7	R_Weilstr
10338	7.60	0.13	1.3	-	-	R_Löstr
10341	7.73	-	-	-	-	R_Grenze

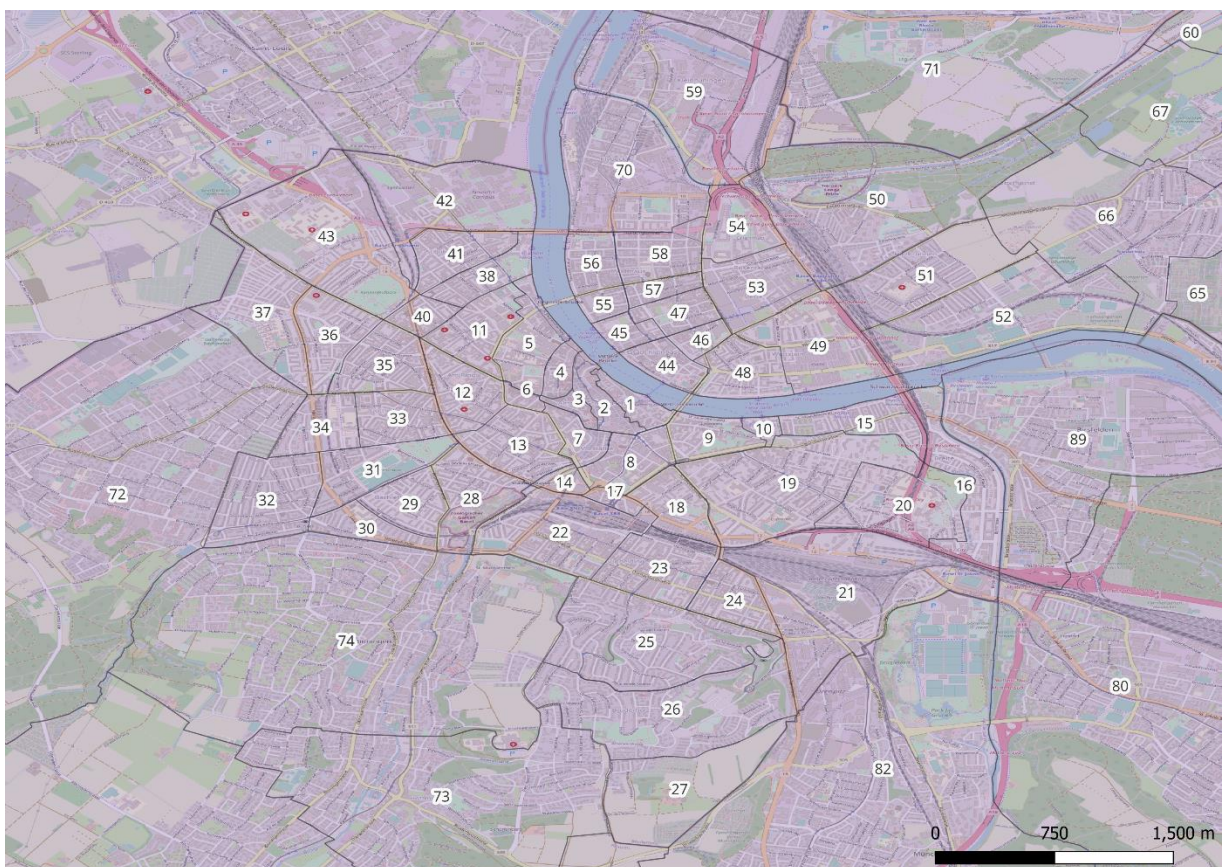
Quelle: Auszug aus GVMB (Arendt Consulting, Roland Müller *et al.* 2019) mit eigener Ergänzung (IVTT A und B)

4.5 Anpassung der Auswertung

Gebiete

Zur Evaluation der Auswertung wurde das Modellgebiet in feinere Gebiete eingeteilt, für welche das GVMB im Rahmen des Gesamtdurchlaufs Daten rechnet. Im Innerstädtischen Bereich wurde hierbei auf die statistische Raumeinheit der Bezirke des Kantons Basel-Stadt zurückgegriffen. Ausserhalb von Basel-Stadt wurde das Gebiet entlang ausgewählter Korridore in auf Gemeinden aufgeteilt. Die Aufteilung geschah dabei in Kooperation mit einer Bachelorarbeit zum S-Bahn-Netz Basel von Noè Fiabane, weshalb auch Korridore, welche das Tram- und Busnetz nicht betreffen detailliert dargestellt wurden. Alle Zonen sind in Anhang E aufgeführt.

Abb. 10: Gebiete im Bereich um Basel-Stadt



Quelle: Eigene Darstellung, Hintergrundkarte OSM

4.6 Berechnung

Die Berechnung des GVMB wickelt sich durch eine Vielzahl von Makros ab, welche einzelnen Aspekte des Modells berechnen. Ein Grossteil der Makros werden im Rahmen eines Gesamtdurchlaufs automatisch berechnet. Es besteht aber auch die Möglichkeit gewisse Makros einzeln zu starten.

Zur Prüfung, ob eine Variante korrekt implementiert wurde, kann das Makro «umlegung_oev_dwv» ausgeführt werden. Dieses Makro führt mit den bestehenden Quell-/Zielmatrizen eine Zuordnung auf die ÖV-Routen aus. Da keine neuen Quell-/Zielmatrizen und keine neue Verkehrsmittelwahl berechnet wird, ist die benötigte Rechenleistung für die Ausführung dieses Makros gering. Durch die Berechnung werden die Belastungen auf den Routen neu zugewiesen. Es findet jedoch keine Evaluation statt, ob das ÖV-Netz als gesamtes an Attraktivität gewonnen oder verloren hat. Dieses Makro wurde mit den Quell-/Zielmatrizen des Basiszustands 2016 für beide Varianten dieser Arbeit ausgeführt und die Resultate wurden als plausibel eingestuft.

Da in dieser Arbeit die Attraktivität des Tram- und Busnetzes als Ganzes von besonderem Interesse ist, war das Makro «umlegung_oev_dwv» nicht ausreichend.

Um auch Daten bezüglich der Verkehrsmittelwahl zu erhalten, wurde mit beiden Varianten ein Gesamtdurchlauf für den durchschnittlichen Werktagesverkehr durchgeführt. Der Gesamtdurchlauf umfasst eine neue Berechnung der Quell-/Zielmatrizen, Wegematrizen und Belastungen für alle Verkehrsmittel. Aufgrund begrenzter Rechenkapazität und mangelnder Relevanz für diese Arbeit wurde auf die Belastungsberechnung des MIV verzichtet.

Zur detaillierten Auswertung wurde von Arendt Consulting ein Makro zur Verfügung gestellt, welches die Verkehrsmittelwahl anhand der definierten Zonen aggregiert und eine Spinnenanalyse entlang definierter Routen ermöglicht. Konkret wurde in diesem Makro folgende Schritte des GVMB ausgeführt:

- 1000_pw_personenmatrix_erstellen
- 1010_wegematrizen_aggr_nach_gebieten
- 1030_OEV_Belastungen_Verkehrsmittel
- 1032_OEV_Einsteiger_Aussteiger_auf_Nodes
- 1060_OEV_Umlegung_Spinnen
- 1070_kenngroessen_aggr_nach_gebieten

5 Auswertung

In diesem Kapitel werden für beide Linienvarianten jeweils die Auswirkungen der Anpassungen auf die ÖV-Fahrgastzahlen sowie die Reisezeiten zwischen relevanten Gebieten entlang der angepassten Linien dargestellt. Zudem wird die Verkehrsmittelwahlwirkung auf den Quellverkehr vordefinierter Gebiete untersucht.

Hierbei wird im Folgenden zwischen zwei Untersuchungsräumen differenziert. Daten welche sich auf das «gesamte Modellgebiet» beziehen umfassen sämtliche Fahrten im GVMB, somit die Gebiete 1-99 nach Anhang D. Wird sich auf das «Kerngebiet» bezogen so umfasst dieses lediglich den Kanton Basel-Stadt und die direkt anliegenden Gemeinden, nach Anhang D sind dies die Gebiete 1-75. Mit dem Kerngebiet sollen insbesondere jene Gebiete abgedeckt werden, welche durch das Tram- und Busnetz der Stadt Basel bedient werden.

5.1 Beispiel: Routenwahl nach Beschleunigung (Variante A)

Im Folgenden soll anhand eines Beispiels errechnet werden, wie sich die Routenwahl in der Variante verändert. Als Startposition wurde die Brücke zur Querung der Eisenbahn auf der Essigstrasse in Riehen gewählt, Zielort ist ein Kaufhaus am Claraplatz. Die Strecke ist in Abb. 16 dargestellt, die Berechnungen in Tab. 9.

Abb. 11: Routenwahloptionen mit Start in Riehen und Ziel am Claraplatz



Quelle: Eigene Darstellung, Hintergrundkarte OSM

Für die in Tab. 9 dargestellte Berechnung der Optionen geht das Modell von unterschiedlichen Kosten für verschiedene Arten der Fortbewegung aus. Für Wege, welche zu Fuss zurückgelegt werden müssen, liegt dieser Zeitkosten wert 1,4-mal höher als für die Fahrzeit, welche im Fahrzeug verbracht wird.

Tab. 9 Elemente der generalisierten Kosten für Beispielweg

	Linie 6	Linie 34	Linie 6	Linie 34
	Variante Basis	Variante Basis	Variante A	Variante A
Zuweg Distanz (m)	400	375	635	375
Zuweg Zeit (min)	5,0	4,7	7,9	4,7
Kosten ($\beta = 1,4$)	7,0	6,6	11,1	6,6
Fahrzeit (min)	12,3	17,1	11,3	15,1
Kosten ($\beta = 1,0$)	12,3	17,1	11,3	15,1
Abgang Distanz (m)	80	60	80	60
Abgang Zeit (min)	1,0	0,8	1,0	0,8
Kosten ($\beta = 1,4$)	1,4	1,1	1,4	1,1
Gesamtreisezeit (min)	18,3	22,6	20,2	20,6
Gesamtreisekosten (min)	20,7	24,7	23,8	22,8

Somit ist dies ein Beispiel, bei welchem sich die Gesamtreisezeit aufgrund des verlängerten Zugangsweges verschlechtert. In der Basisvariante ist die Reisezeit mit der Linie 6 fast 4 Minuten kürzer als jene mit der Linie 34. Nach den Anpassungen ist diese Differenz auf 0,4 Minuten geschrumpft. Aufgrund des kürzeren Zugangsweges ist die Linie 34 für einen Reisenden nun attraktiver als die Linie 6.

5.2 Variante A (7,5 min Einsparung)

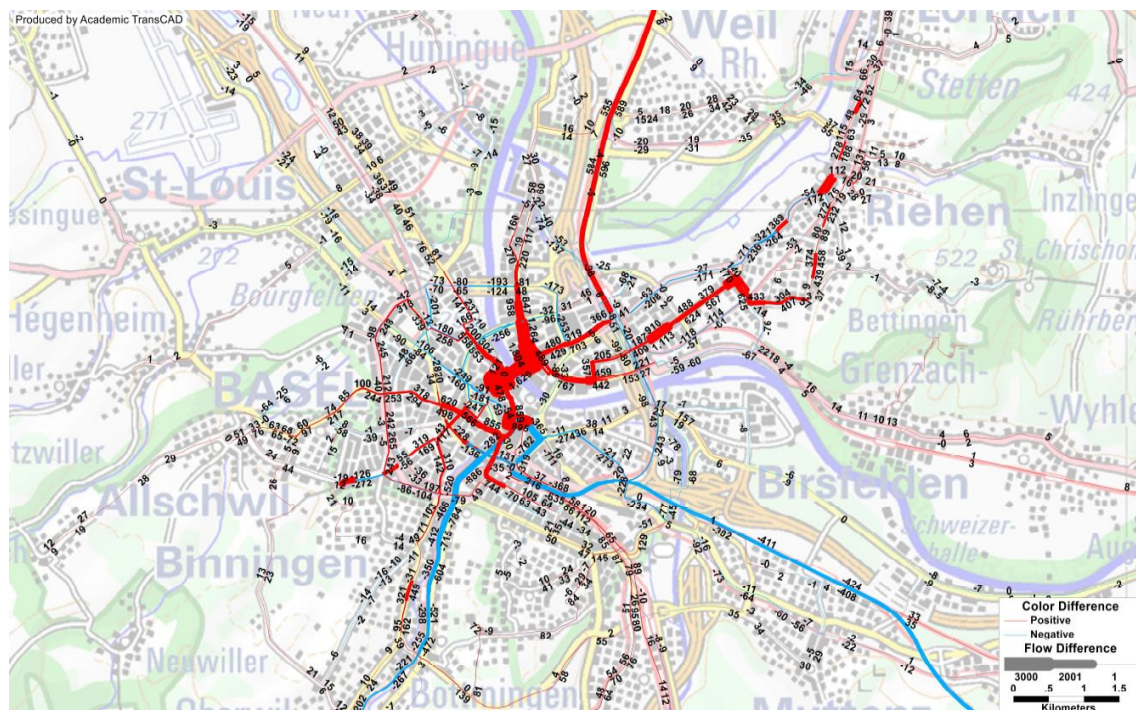
5.2.1 Fahrgastzahlen

Wird das gesamte Modellgebiet in Betracht gezogen, so ist mit der Variante A eine geringe Zunahme der ÖV Fahrgastzahlen um 0.3 Prozentpunkte zu beobachten, was 1950 Fahrten pro Tag entspricht. In der Innenstadt profitiert insbesondere die beschleunigte Innenstadtachse via Schiffplände und Claraplatz. Wie in Abb. 11 erkennbar, kann auf nahezu allen beschleunigten Achsen eine Fahrgastzunahme beobachtet werden. Ausnahme hierzu bildet der Streckenast der Linie 6 in Richtung Riehen.

Die Verlagerung der Fahrgäste von Süden nach Norden ist wohl auf Zielwahleffekte zurückzuführen. Dadurch, dass in Richtung Norden einige Haltestellen aufgehoben wurden, so zum Beispiel die Haltestelle Rheingasse, wird die Reisezeit in diese Richtung relativ gesehen zu Reisezeit in Richtung Süden verkürzt.

Für Fahrten innerhalb des Stadtgebiets sind Verlagerung aufgrund anderer Routenwahl erkennbar. So nehmen die Fahrgastzahlen auf allen Rheinquerungen ausser der mittleren Brücke erkennbar ab. Die Beschleunigten Routen ziehen Fahrgäste an, welche früher alternative Streckenachsen genutzt haben. Dies hat auch zur Folge, dass Zubringer-Routen auf die beschleunigten Achsen von leichten Fahrgastzunahmen profitieren können. Dieser Zuwachs ist beispielsweise auf der Spitalstrasse erkennbar.

Abb. 12: Fahrgastdifferenz zwischen der Variante A und Basis

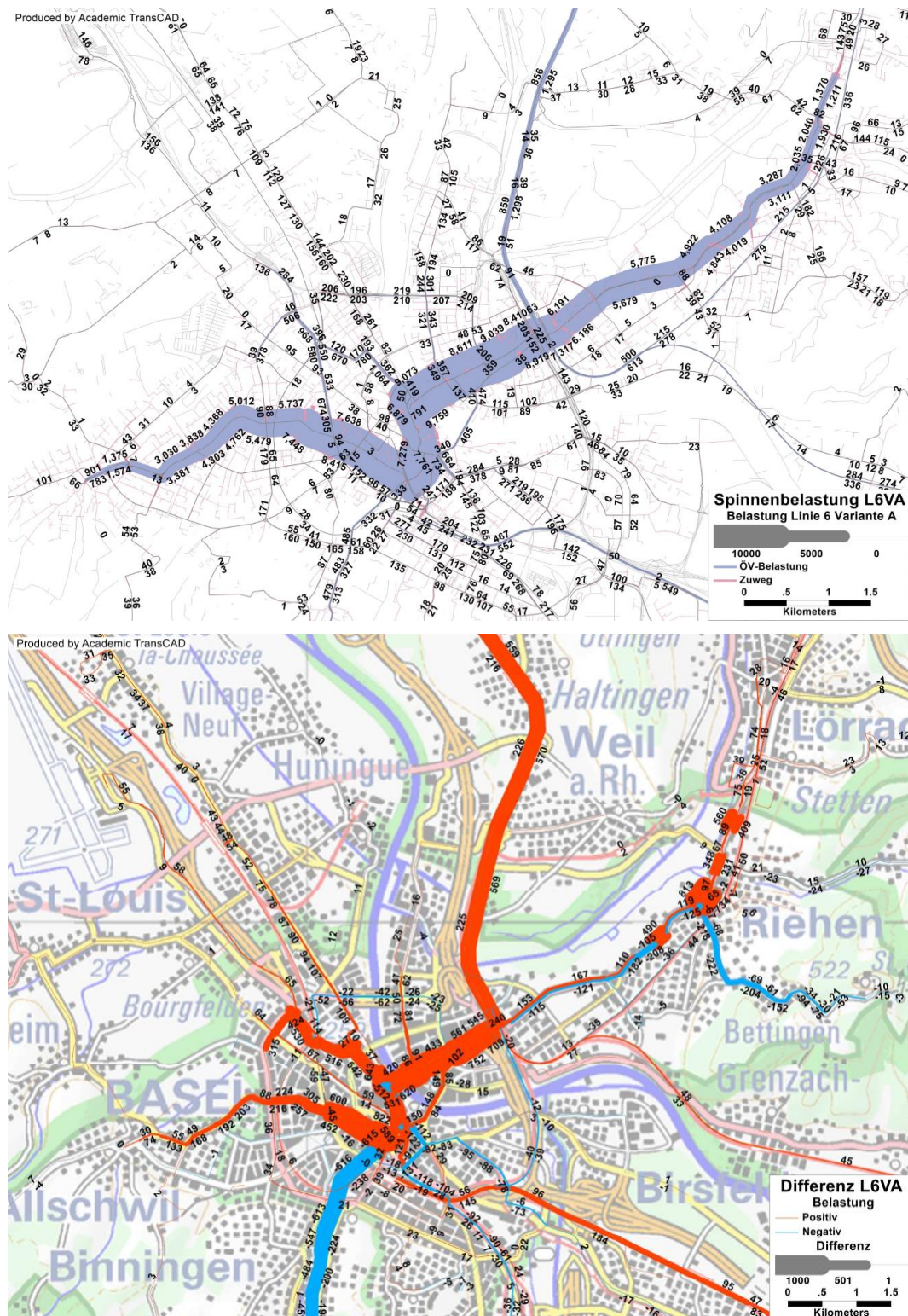


Quelle: Auswertung nach GVMB

Die Linie 6 profitiert hauptsächlich auf dem Streckenabschnitt Allschwil, Dorf bis Basel, Badischer Bahnhof (Abb. 12). Auf dem Streckenabschnitt Basel, Badischer Bahnhof bis Riehen, Niederholz verläuft sie parallel zur ebenfalls beschleunigten Buslinie 34, welche dort die Fahrgastzunahme verzeichnet. Nach dem Modell wird es somit mehrere Passagiere geben, welche anstelle der Linie 6 auf den Bus setzen würden. Die Gleiche Beobachtung lässt sich für Passagiere der Linie 32 durch Bettingen machen. Hier scheinen die Passagiere anstelle des Umstiegs auf die Tramlinie 6 nun den Umstieg auf die Buslinie 34 zu bevorzugen. Dieser Wechsel ist in grossen Teilen darauf zurückzuführen, dass auf der Linie 34 in diesem Bereich mehr Haltestellen aufgehoben wurden als auf der Linie 6. Die Linie 34 wurde in der Variante A in Richtung Riehen stärker beschleunigt.

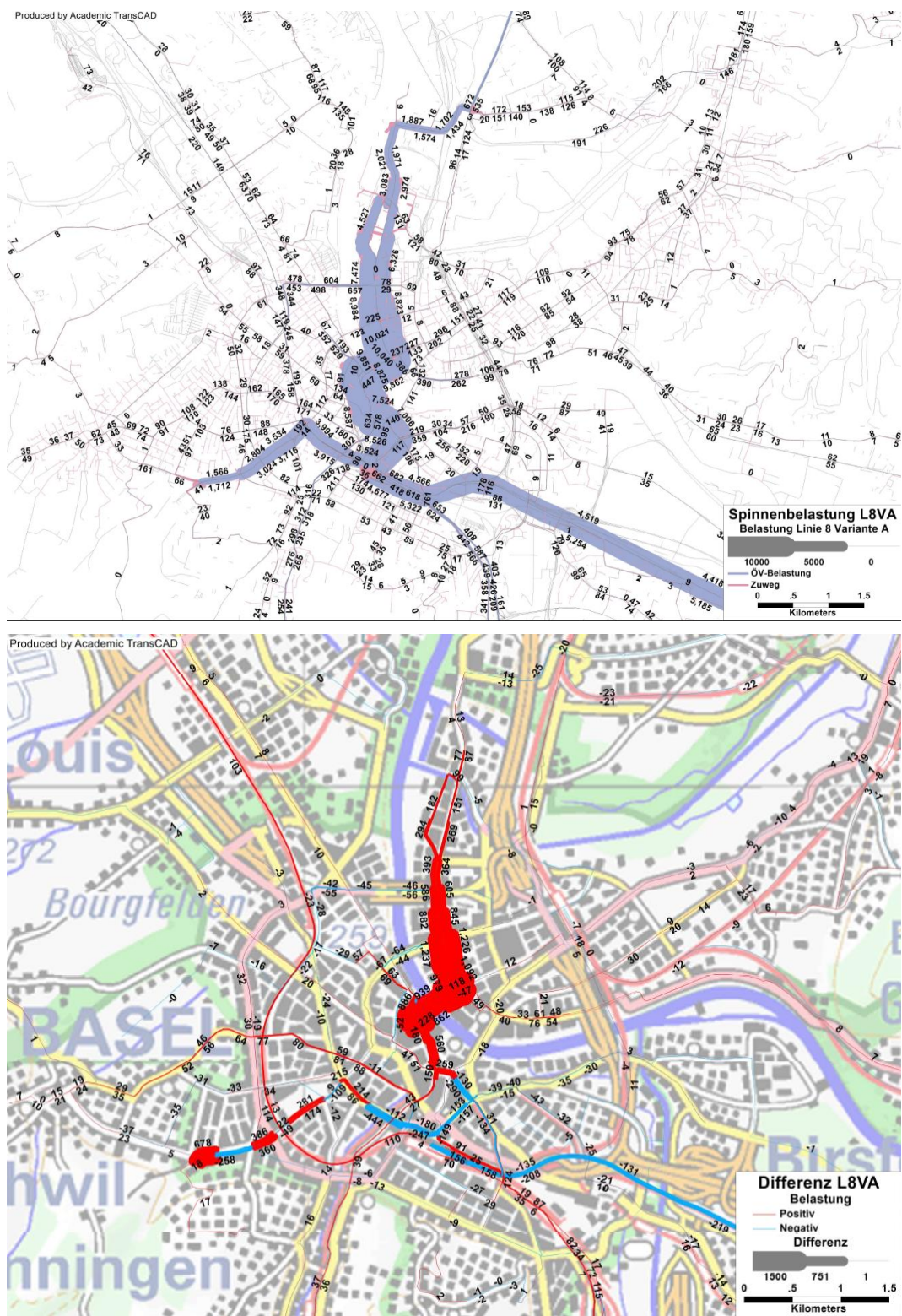
Auf dem Abschnitt hinter Riehen, Dorf ist erneut ein kleiner Fahrgastzuwachs zu verzeichnen. Der Wechsel in der Fahrgastdifferenz zwischen Zuwachs im zweistelligen Bereich und jenen im dreistelligen Bereich in diesem Abschnitt ist darauf zurückzuführen, dass Fahrgäste, welche an einer Haltestelle ausgestiegen wären, jetzt einen Streckenabschnitt weiterfahren, um an der nächsten beibehaltenen Haltestelle auszusteigen, oder eine Haltestelle früher aussteigen. Diese vermeintlichen Fahrgastzuwächse sind somit nicht direkt als solche zu interpretieren. Der tatsächliche Zuwachs liegt zwischen den beiden Zahlen.

Abb. 13: Spinnenbelastung und Differenz der Linie 6 in der Variante A



Quelle: Auswertung nach GVMB

Abb. 14: Spinnenbelastung und Differenz der Linie 8 in der Variante A



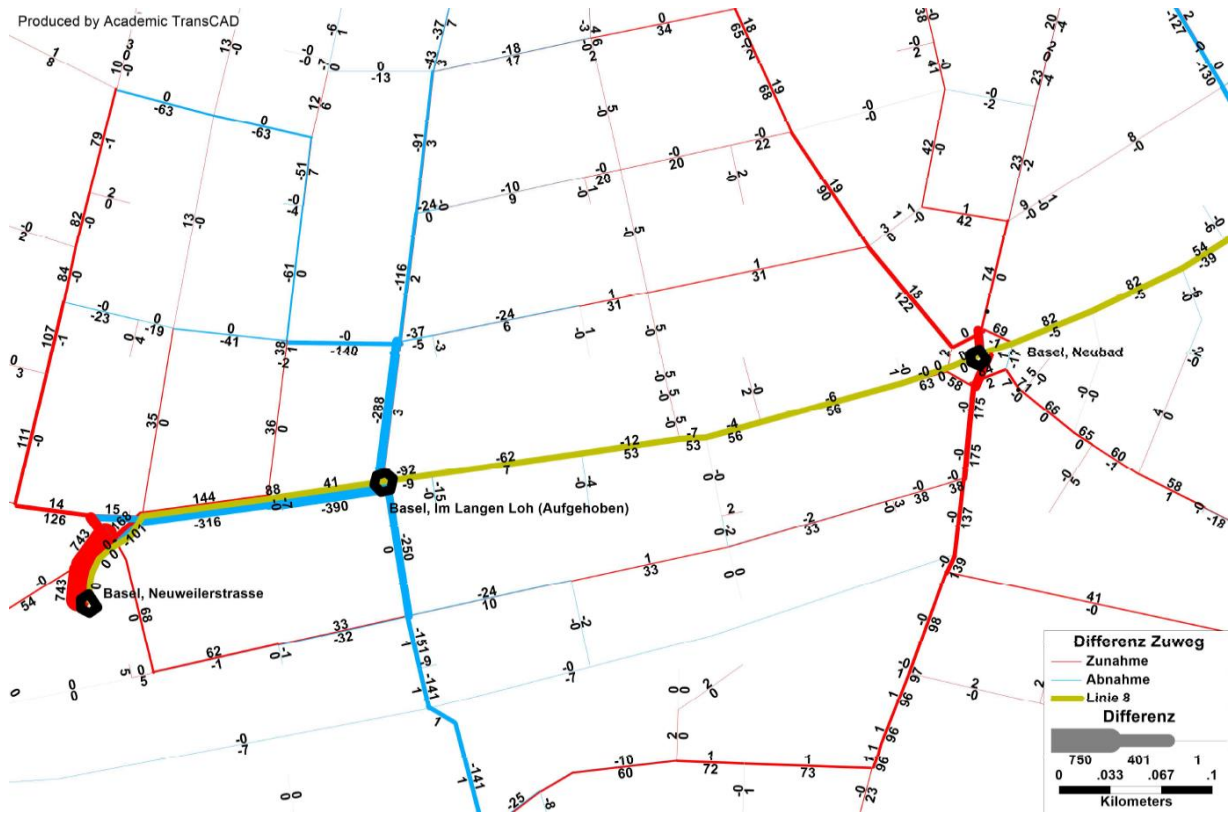
Quelle: Auswertung nach GVM B

Die Fahrgastzahlen der Linie 8 sind bemerkenswert, weil der grösste Fahrgastunterschied auf dem Streckenabschnitt zwischen Basel, Schifflande und Basel, Kleinhüningeranlage verzeichnet wird. Dies obschon auf diesem Abschnitt lediglich die Haltestellen Basel, Rheingasse und Basel, Kaserne aufgehoben wurden (Abb. 13).

Zwischen den Haltestellen Basel, Markthalle und Basel, Barfüsserplatz ist eine deutliche Abnahme der Fahrgastzahlen erkennbar. Diese Abnahme ist vermutlich erneut auf Routenwahleffekte zurückzuführen. Aufgrund der Beschleunigung an der Haltestelle Basel, Theater gewinnt die Linie 16 zwischen Basel, Bahnhofeingang Gundeldingen und Barfüsserplatz an Attraktivität. Die Linie 8 hingegen ist nicht beschleunigt und verliert somit Fahrgäste an die Linie 16

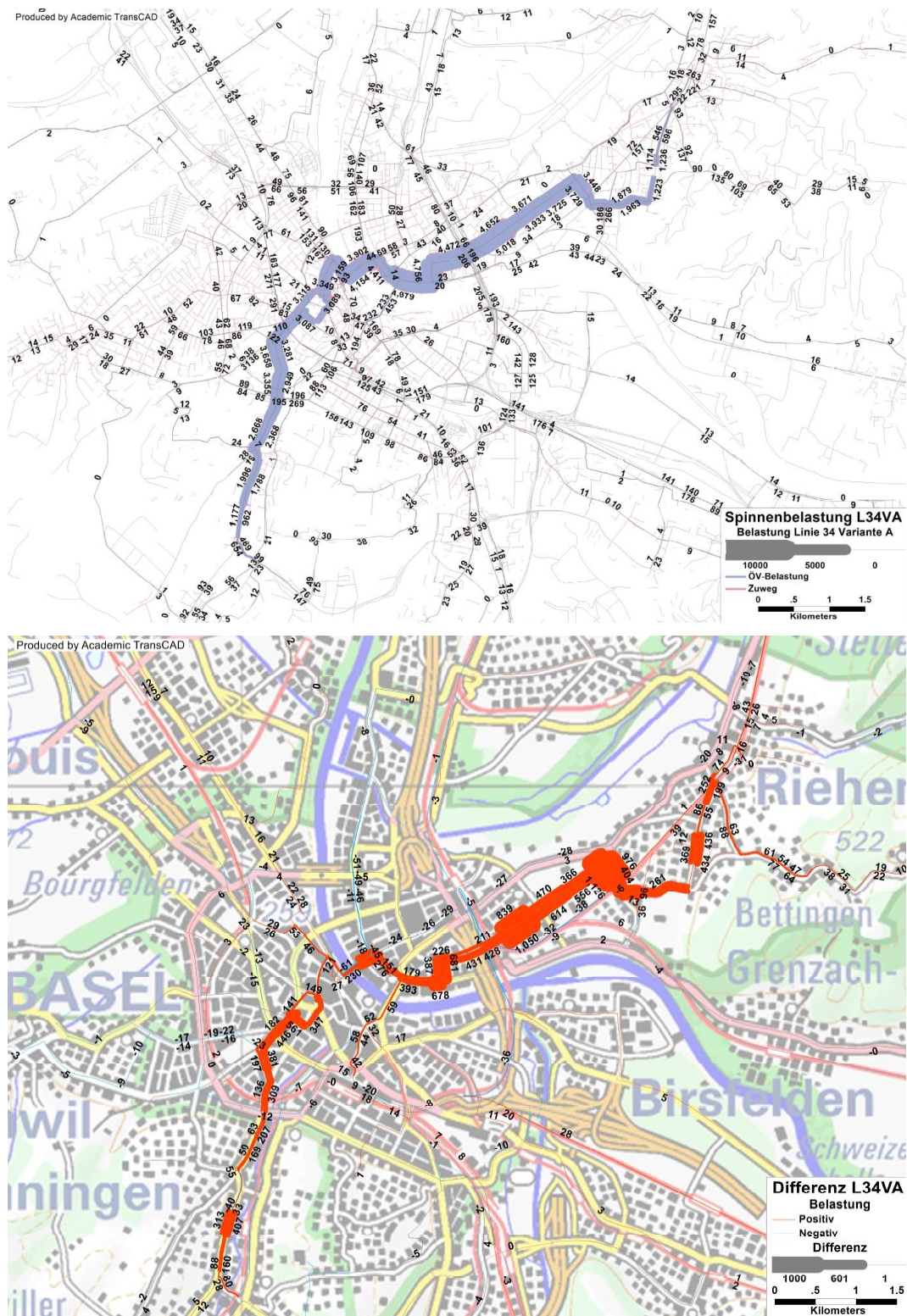
Auf dem Streckenabschnitt zwischen Basel, Neuweilerstrasse und Basel, Markthalle ist ein im Durchschnitt ein leichter Fahrgastzuwachs zu verzeichnen (Abb. 14). Auf diesem Streckenabschnitt ist gut erkennbar wie Passagiere welche im Basismodell an einer Haltestelle wie Basel, Im Langen Loh sich aufteilen und teils bereits an der Endhaltestelle Basel, Neuweilerstrasse zusteigen und teils erst in Basel, Neubad. Somit ist auf dem Teilabschnitten Neuweilerstrasse – Im Langen Loh ein Fahrgastgewinn erkennbar, auf dem Abschnitt Im Langen Loh – Neubad hingegen ein Verlust. Der Unterschied in der Zuwegung zu den Haltestellen in der Variante A, in welcher Basel, Im Langen Loh nicht mehr angefahren wird, ist in Abb. 14 erkennbar.

Abb. 15: Differenz Zuwegbelastung im Bereich der aufgehobenen Haltestelle Basel, Im Langen Loh der Linie 8 in der Variante A



Quelle: Auswertung nach GVM

Abb. 16: Spinnenbelastung und Differenz der Linie 34 in der Variante A



Quelle: Auswertung nach GVM B

Auf der Linie 34 ist auf der gesamten Länge ein Fahrgastzuwachs erkennbar. Grosse Teile des Fahrgastzuwachs sind auf Routenwahleffekte zurückzuführen. So ist der Streckenast in Richtung Bottmingen parallel zur Linie 10, welche sehr starke Fahrgastverluste verzeichnet. In Riehen verläuft die Linie parallel zur Linie 6 und profitiert dabei von einer stärkeren Beschleunigung.

5.2.2 Verkehrsmittelwahl

In der Betrachtung des Gesamten GVMB Modellgebiets nimmt der ÖV-Anteil am Modalsplit um 0.02 Prozentpunkte zu. Bezeichnet man die Bezirke des Kantons Basel-Stadt sowie die umliegenden Gemeinden in Basel-Landschaft und die Gebiete, Weil-am-Rhein und Lörrach als Kerngebiet (Gebiete 1-75, Anhang D) steigt diese Zunahme für Fahrten mit Start und Ziel im Kerngebiet auf 0.07 Prozentpunkte.

Diese leichte Zunahme ergibt sich auf einer Reduktion der MIV-Fahrten im Kerngebiet. So sinkt der MIV Anteil im Kerngebiet um 0.06 Prozentpunkte. Bei den Anteilen des Fuss und Veloverkehrs hingegen lässt sich selbst auf die Genauigkeit von 0.01 Prozentpunkte keine Verschiebung feststellen.

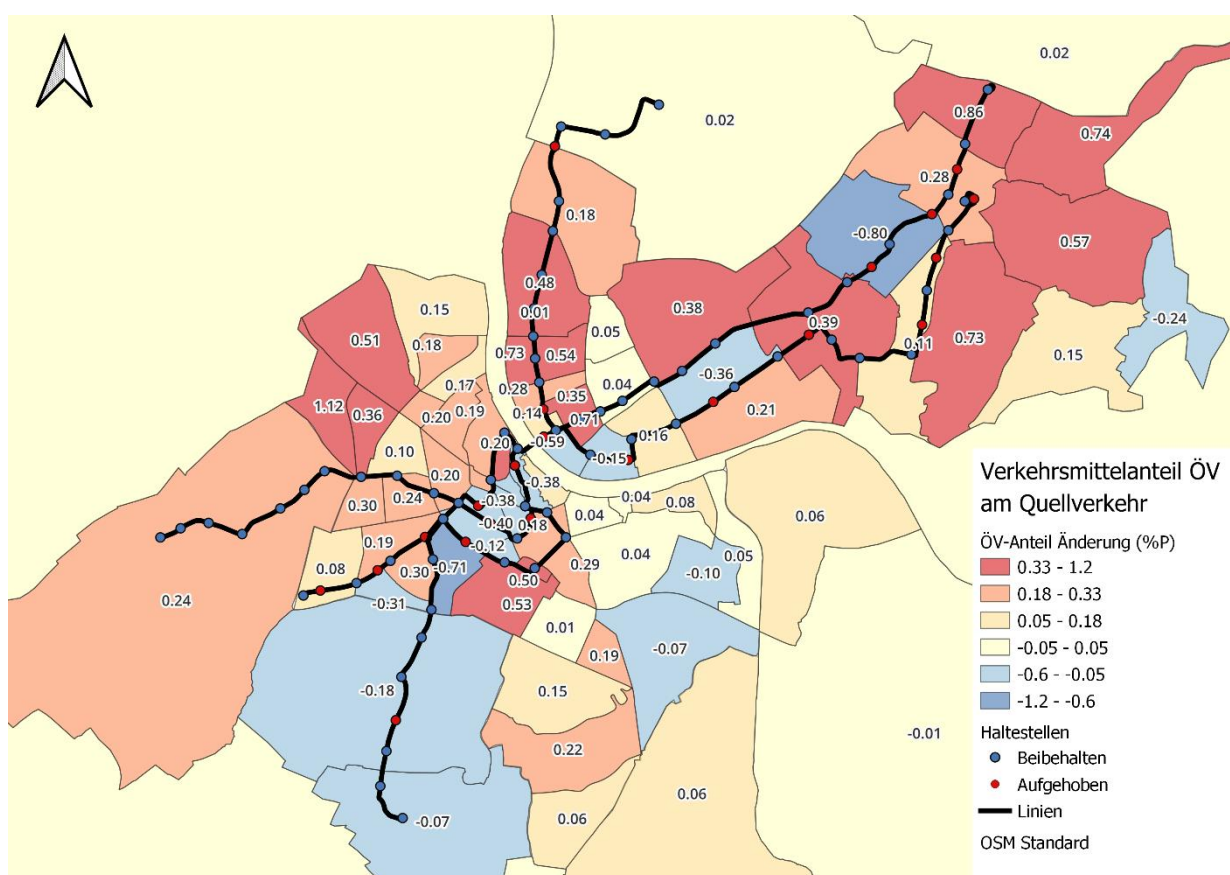
In Abb. 17 sind die Verkehrsmittelanteile des Quellverkehrs aus den Gebieten ersichtlich. Dabei lässt sich erkennen, dass insbesondere Gebiete in Riehen vergleichsweise grosse Veränderungen aufzeigen. In den Gebieten süd-östlich des Stadtzentrums ist die Veränderung hingegen gering.

Die grösste Veränderung lässt sich im Bezirk Wasgenring-West feststellen. Dieses Gebiet wird in der südlichen Spitze von der Haltestelle Morgartenring abgedeckt. Diese wird auch durch die beschleunigte Linie 6 bedient, welche Grund für diesen Zuwachs sein könnte.

Es existieren aber auch mehrere Gebiete, in welchen ein Rückgang festzustellen ist. Allen voran ist dabei das Gebiet Riehen Pfaffenloh in welchem auch die aufgehobenen Haltestellen Riehen, Burgstrasse und Riehen, Bettingerstrasse zu liegen kommen.

Auch in der Innenstadt existieren Gebiete, bei welchen der ÖV-Anteil rückläufig ist, so speziell um die Haltestellen Rheingasse und Marktplatz welche im Rahmen der Beschleunigung aufgehoben wurden.

Abb. 17: Verkehrsmittelanteiländerung ÖV am Quellverkehr der Gebiete in der Variante A



Quelle: Eigene Darstellung, Hintergrundkarte OSM

5.2.3 Reisezeit

Durch die Beschleunigung der untersuchten Linien ändern sich die Reisezeiten im Modellgebiet merklich. Die grösste Veränderung lässt sich in der Zeit, welche im Fahrzeug verbracht wird, der *In Vehicle Travel Time* (IVTT), beobachten. So nimmt die IVTT im Durchschnitt für alle Fahrten im Modellgebiet um 0,13 Minuten ab. Wird das Untersuchungsgebiet nur auf den lokalen ÖV Basels beschränkt (Gebiete 1-75, Anhang D) so liegen die Einsparungen pro Fahrgast bereits bei 0,35 Minuten. Angesichts dessen, das lange nicht alle Fahrgäste auch im reduzierten Untersuchungsgebiet auf den drei beschleunigten Linien unterwegs sind, ist dies eine starke Veränderung.

Die Gesamtreisezeit der ÖV Passagiere verändert sich jedoch in deutlich geringerem Ausmass als dies die IVTT vermuten lässt. Aufgrund der aufgehobenen Haltestellen ändern sich auch die Zu- und Abgangszeiten auf den jeweiligen Reisebeziehungen. So nimmt die Zugangszeit im reduzierten Modellgebiet um 0,15 Minuten zu (Gesamtmodellgebiet: 0,07 Minuten). Die Zunahme der Abgangszeit liegt interessanterweise bei nur 0,09 Minuten (Gesamtmodellgebiet: 0,04 Minuten). Aufgrund hinzukommender Umstiege auf die beschleunigten Linien nimmt auch die Wartezeit auf die jeweiligen Linien zu Beginn der Reise und während Transfers in sehr kleinem Masse zu.

Insgesamt verringert sich die Reisezeit im reduzierten Untersuchungsgebiet trotzdem weiterhin um 0,11 Minuten. Bezogen auf das Gesamtmodellgebiet ist die Beschleunigung jedoch auf lediglich 0,01 Minuten zu beziffern.

Wird die Untersuchung nur auf jene Gebiete beschränkt, welche von den jeweiligen beschleunigten Linien entweder durchfahren oder an ihrer Grenze berührt werden, so ändern sich die Reisezeiten innerhalb dieser Zonen wie in Tabelle 10 dargestellt.

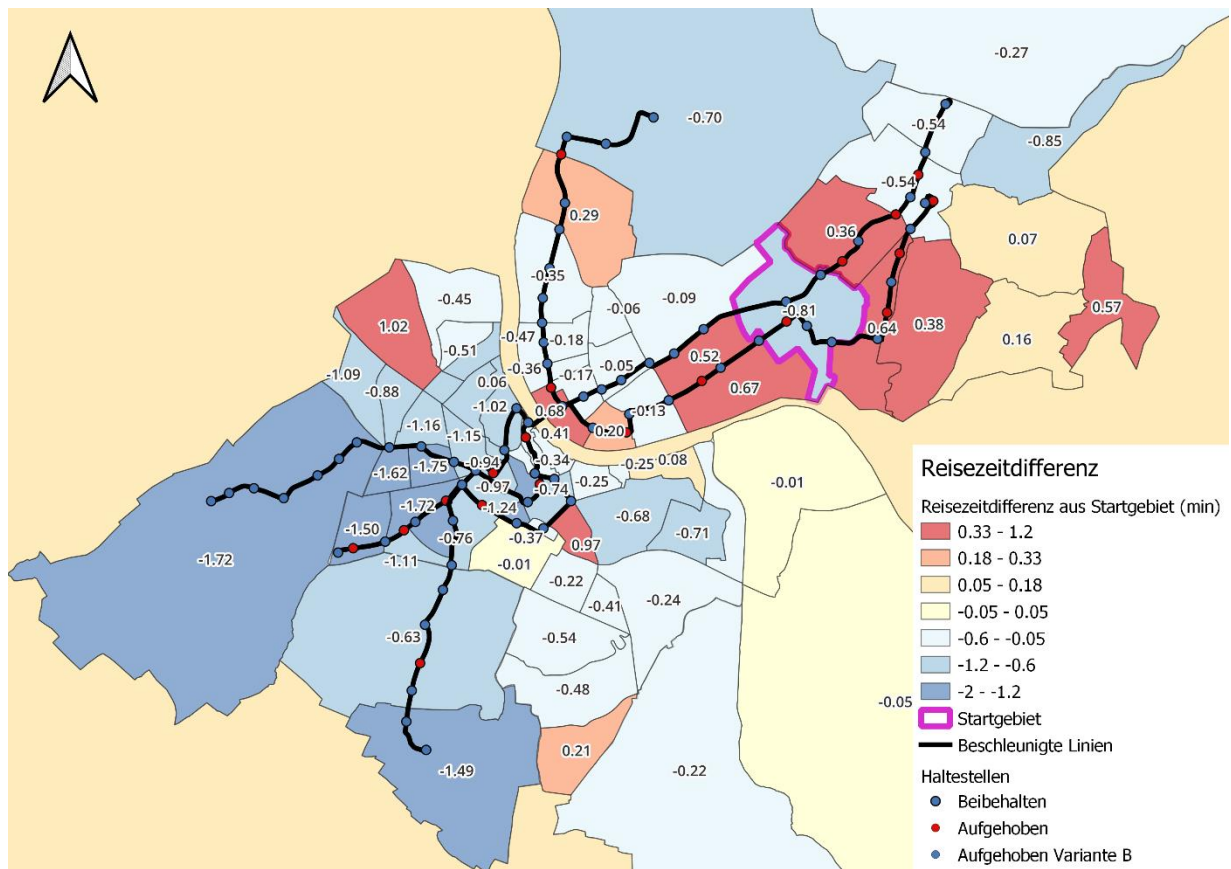
Tab. 10: Änderung der Reisezeiten in den Gebieten, welche mit den beschleunigten Linien in Berührung kommen

	Linie 6		Linie 8		Linie 34	
	Absolut	Relativ (%)	Absolut	Relativ (%)	Absolut	Relativ (%)
IVTT pro Fahrgast	-0,51	-5,13	-0,68	-7,58	-0,63	-6,28
Zuweg pro Fahrgast	0,24	6,00	0,27	6,32	0,33	8,01
Abgang pro Fahrgast	0,19	4,94	0,14	3,48	0,23	5,88
Anfangswartezeit	0	-	-0,01	-0,33	0,05	2,02
Umsteigewartezeit	0	-	0	-	0	-
Gesamtreisezeit	-0,08	-0,39	-0,28	-1,37	-0,02	-0,10

Wenig überraschend ist in solchen Routenbeziehungen die jeweilige Änderung der IVTT, Zuwegs- und Abgangszeit gross. Insgesamt gleicht sich die gesamte Reisezeit pro Fahrgast wieder nahezu aus. Der grösste Zuwachs in der Haltestellenzugangszeit geht zulasten des Gebiets 28 «Paulus» mit einer durchschnittlichen Zugangszeit von 5,93 Minuten, dies entspricht einem Zuwachs von 1,47 Minuten. Hauptsächlich wohl aufgrund der aufgehobenen Haltestelle Zoo Bachletten.

Für Betroffene Relationen kann jedoch auch die Gesamtreisezeit stark betroffen sein. Hierzu sind in Abbildung 18 die Differenz zur durchschnittlichen Gesamtreisezeiten mit Start im Gebiet 66, Riehen, Niederholz dar. Es zeigt sich, dass insbesondere längere Fahrten von den Massnahmen profitieren können. Für kürzere Strecken hingegen sind auch Verschlechterungen möglich.

Abb. 18: Durchschnittliche Gesamtreisezeitdifferenz mit öffentlichem Verkehrsmittel mit Start in Gebiet 66, Niederholz



Quelle: Eigene Darstellung, Hintergrundkarte OSM

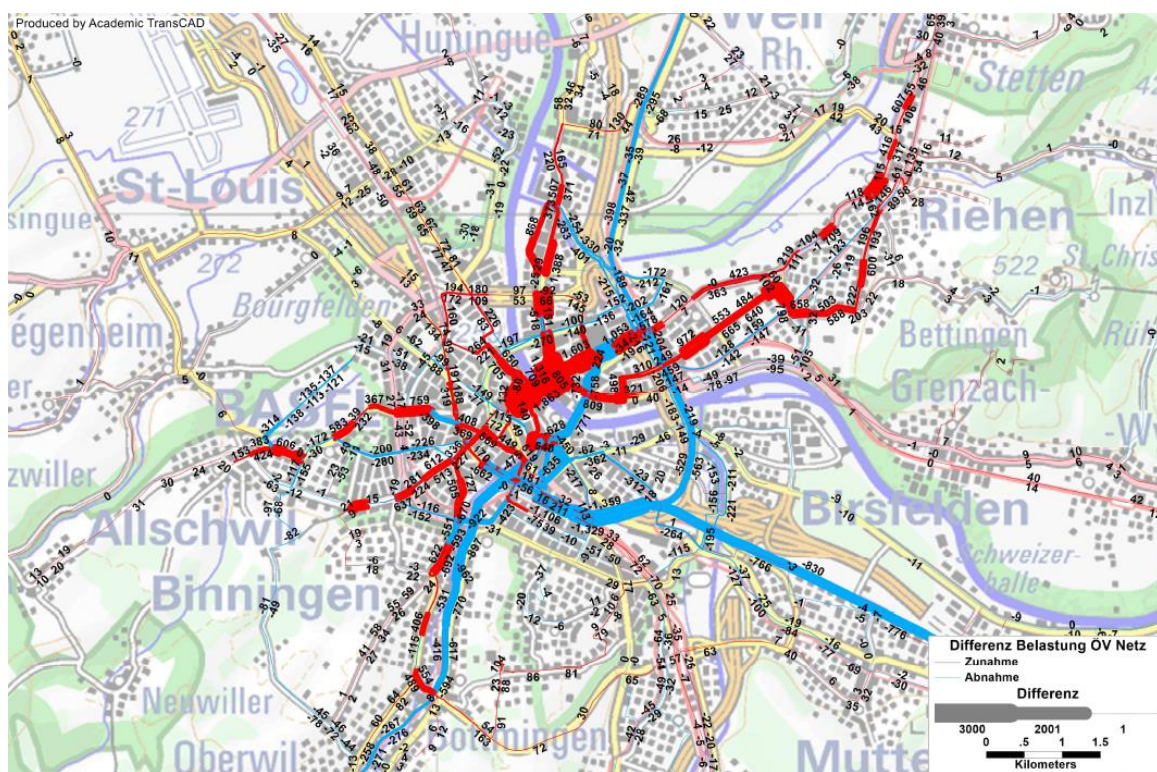
5.3 Variante B (Beschleunigter 6-min-Takt)

5.3.1 Fahrgastzahlen

Entgegen den Erwartungen, welche aus Variante A gezogen werden könnten, ist in der Variante B kein weiterer Fahrgastzuwachs mehr festzustellen. Im Gegenteil, im Vergleich mit der Basisvariante ändern sich die Fahrgastzahlen nicht merkbar. Das Modell verzeichnet eine Abnahme von 200 Fahrten, diese Abnahme kann auch durch Rundungsungenauigkeiten erklärt werden.

In Abbildung 19 ist ersichtlich, dass die Zielwahlverlagerung in Richtung Norden nicht mehr stattzufinden scheint. Stattdessen ist auf allen grösseren Schienenfernverkehrsachsen eine stärkere Abnahme erkennbar. Auf den beschleunigten Linien ist aufgrund von Routenwahleffekten jedoch erneut eine nunmehr umso stärkere Zunahme erkennbar.

Abb. 19: Fahrgastdifferenz zwischen der Variante B und Basis

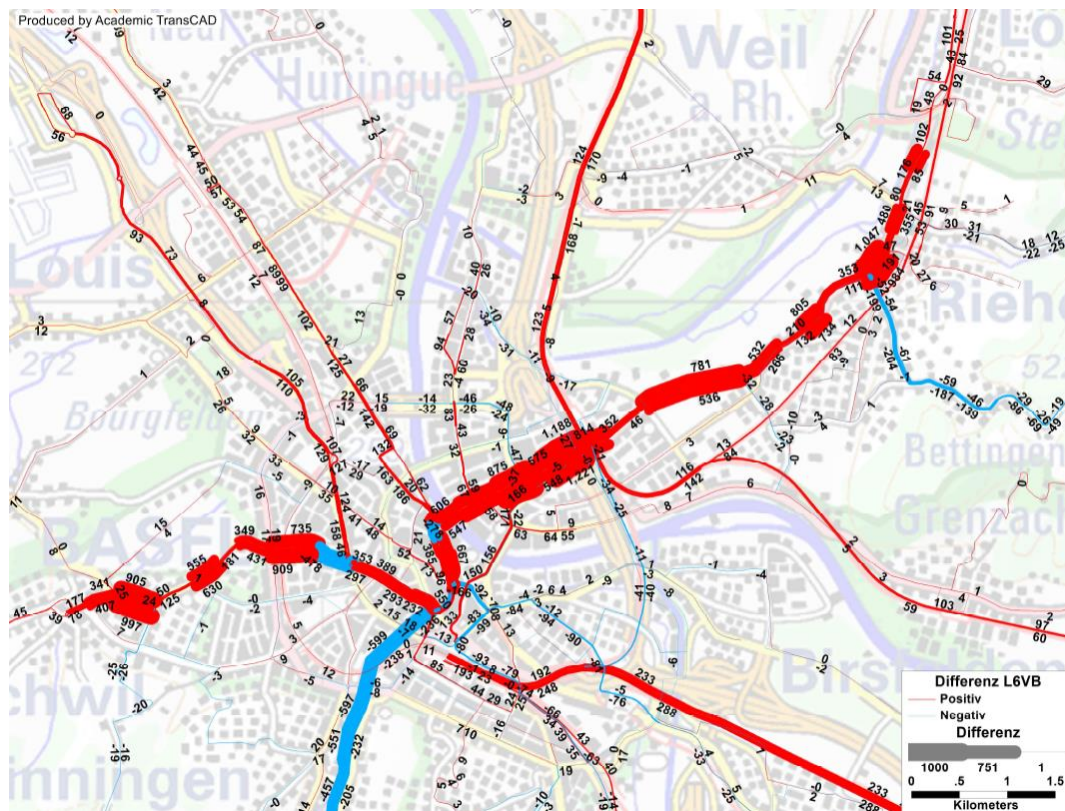
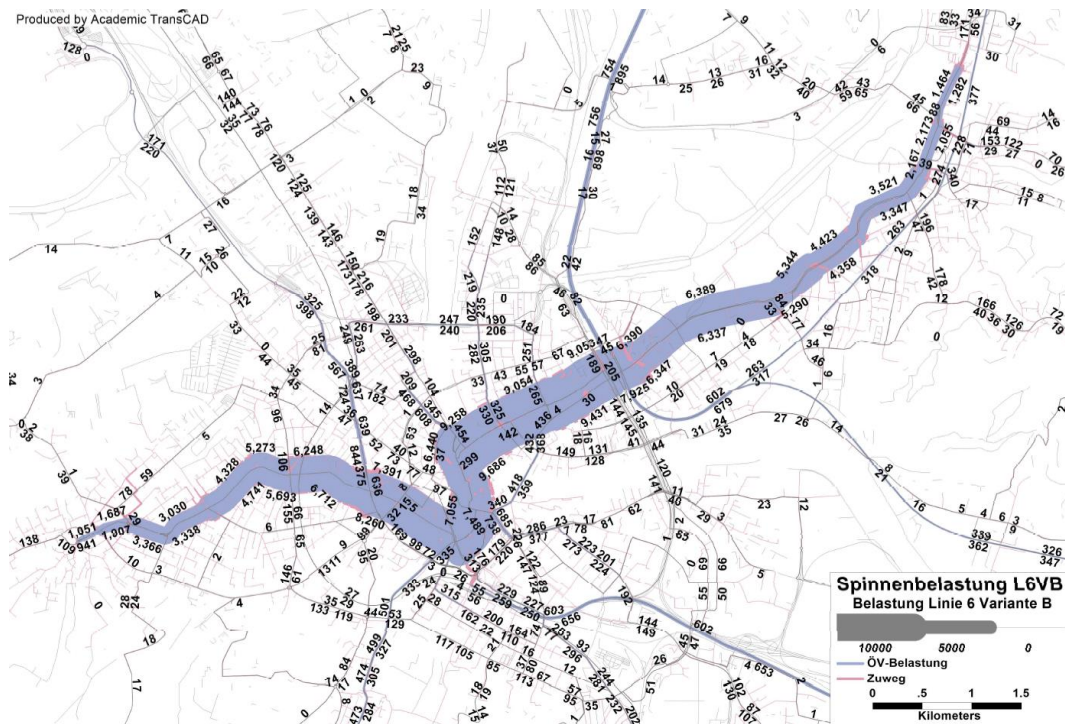


Quelle: Auswertung nach GVM B

Auf der Linie 6 ist nunmehr nahezu auf der ganzen Länge ein Fahrgastzuwachs erkennbar. Die Routenwahlumlegung zwischen der Linie 6 und der Linie 34 sind nicht mehr im gleichen Masse erkennbar wie noch in der Variante A.

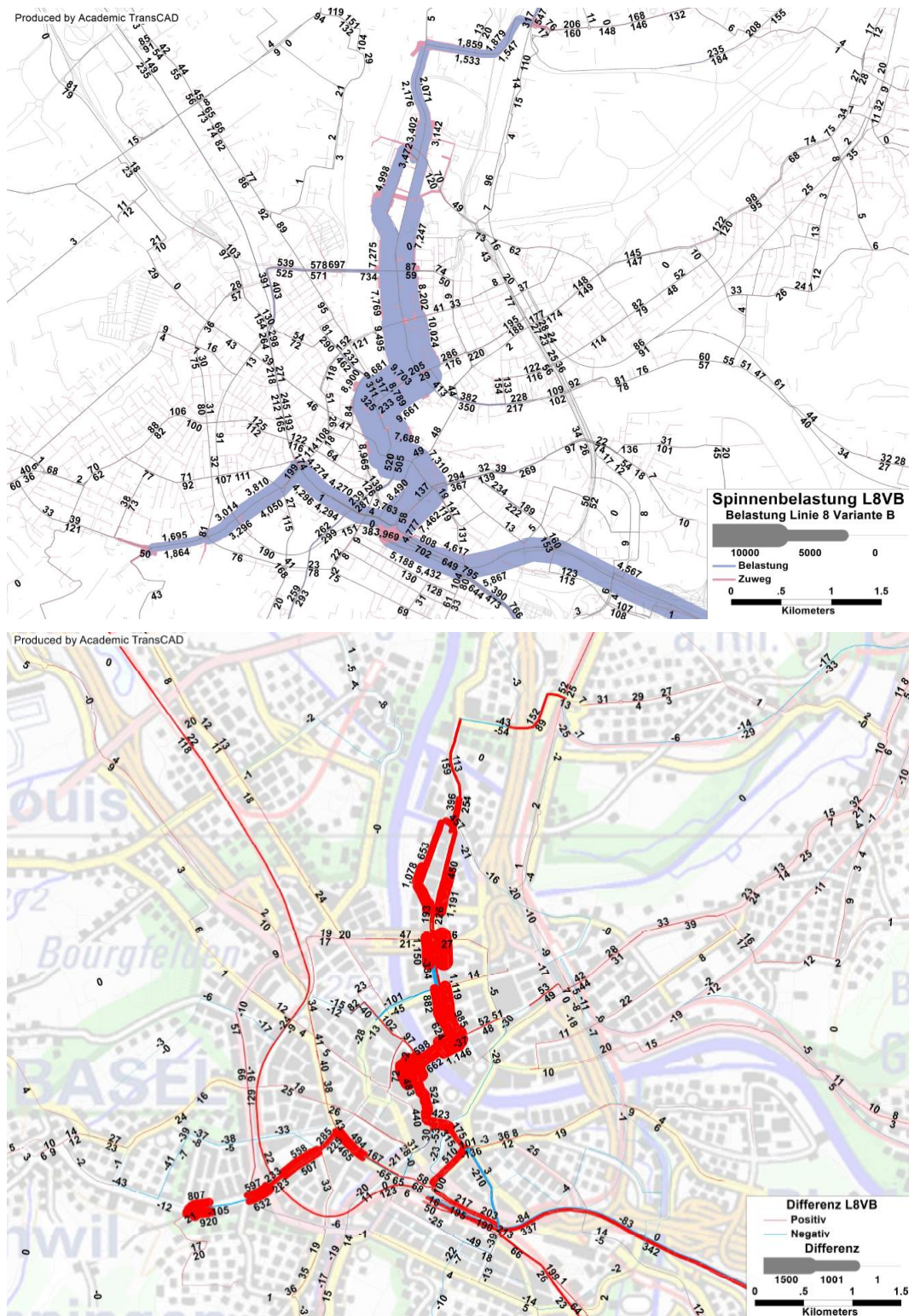
Auffällig an Abbildung 20 ist ausserdem, dass auch auf den Zubringerlinien ein teilweise starker Fahrgastzuwachs verzeichnet werden kann. Die zwei Ausnahmen hierbei sind die Linien aus Richtung St. Chrischona welche wohl weiterhin auf die Buslinie 34 umsteigen, sowie die allgemein abnehmenden Fahrgastzahlen in Richtung Oberwil und Rodersdorf.

Abb. 20: Spinnenbelastung und Differenz der Linie 6 in der Variante B



Quelle: Auswertung nach GVM B

Abb. 21: Spinnenbelastung und Differenz der Linie 8 in der Variante B



Quelle: Auswertung nach GVMB

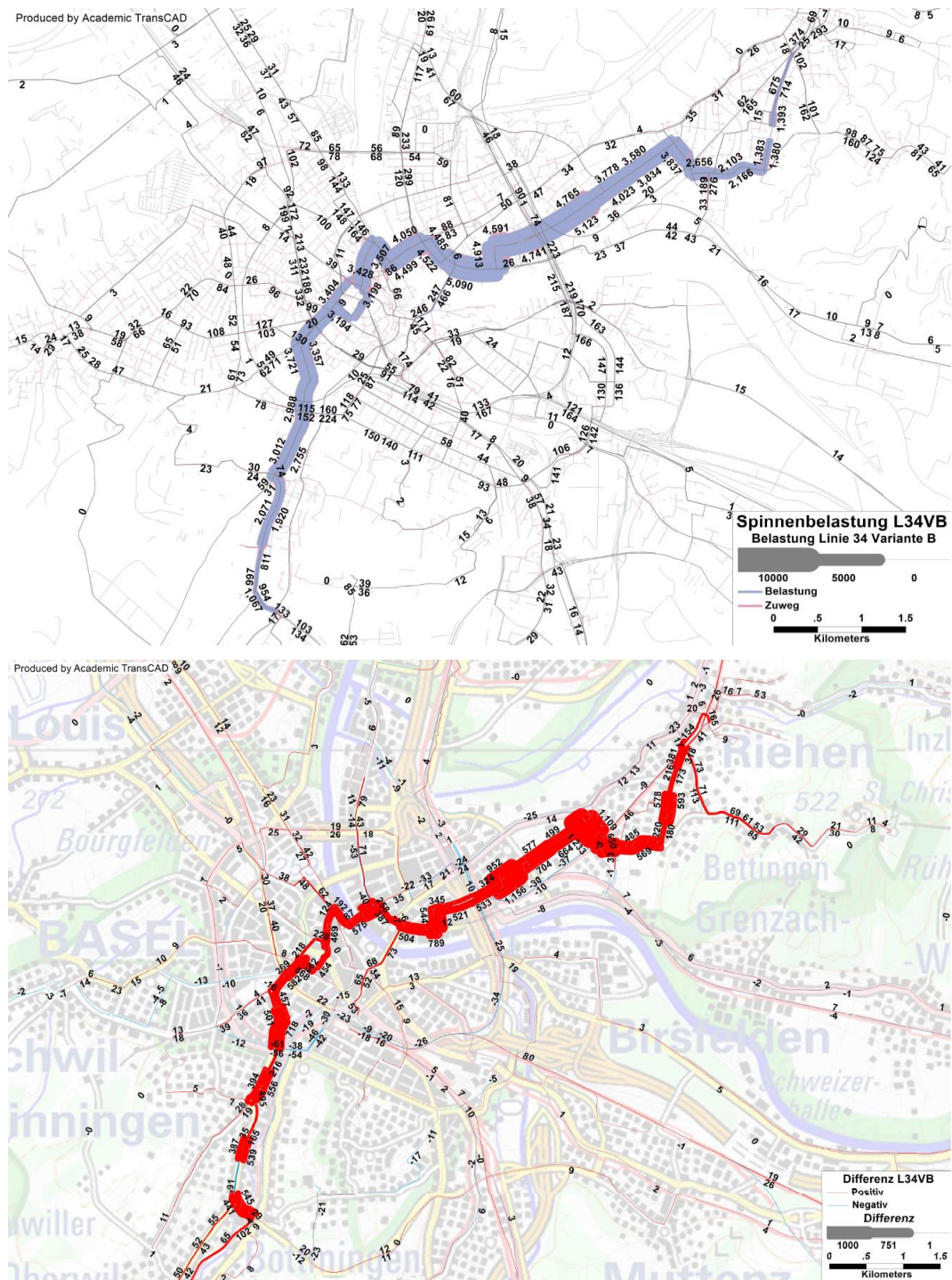
Die in Abbildung 21 erkennbaren Veränderungen in der Belastung der Linie 8 stellen ein durchaus positives Bild dar. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass in diesem Fall auch der Takt der Linie 8 auf 6 Minuten reduziert wurde. Die Kapazität der Linie sollte sich demnach um 25 % steigern, die Fahrgastzunahme wird dieser Kapazitätssteigerung jedoch nicht gerecht.

Auf dem meistbelasteten Abschnitt zwischen Basel, Claraplatz und Basel, Feldbergstrasse mit einer Belastung von 10'024 Fahrten nimmt die Belastung um 1'119 bzw. 985 Fahrten zu. Dies entspricht einer Zunahme von 11,2 %. Angesichts der fehlenden Zunahme in den Gesamtfahrgastzahlen, ist diese Zunahme auf Routenwahleffekte im System zurückzuführen.

Für die Linie 34 ergibt sich ein ähnliches Bild (Abbildung 22). Grundsätzlich ist auf der gesamten Linie ein Fahrgastzuwachs zu verzeichnen. Im Gegensatz zu der Zunahme in der Variante A geht die Differenz in Richtung Riehen nicht mehr auf Kosten der Linie 6, da diese nun ebenfalls stärker beschleunigt wurde.

In Richtung Oberwil – Rodersdorf hingegen ist nunmehr vermehrt ein Umstieg in Binningen, Schlossplatz zu beobachten. Hier zeigen sich die Routenwahleffekte sehr klar auf. Ansonsten sind im Vergleich mit den beiden Tramlinien wenige Umstiegs Veränderungen auf die Linie 34 erkennbar. Lediglich an den beiden Linienenden aus der Richtung St. Chrischona und Oberwil wird verstärkt umgestiegen.

Abb. 22: Spinnenbelastung und Differenz der Linie 34 in der Variante B



Quelle: Auswertung nach GVM

5.3.2 Verkehrsmittelwahl

Bereits Erwähnung gefunden hat die Tatsache, dass in der Variante B kein Verkehrsmittelzuwachs für den ÖV erreicht wird. Werden jedoch nur Teilgebiete des gesamten Modellgebiets betrachtet, so sind die Veränderungen in den jeweiligen Bezirken deutlich stärker als dies noch in Variante A der Fall war.

Im Kerngebiet (Gebiete 1-75) ist tatsächlich eine Zunahme des ÖV-Verkehrsmittelanteils von 0.12 Prozentpunkten zu verzeichnen. Auch in dieser Variante geht diese Veränderung auf eine Abnahme des MIV Anteil zurück.

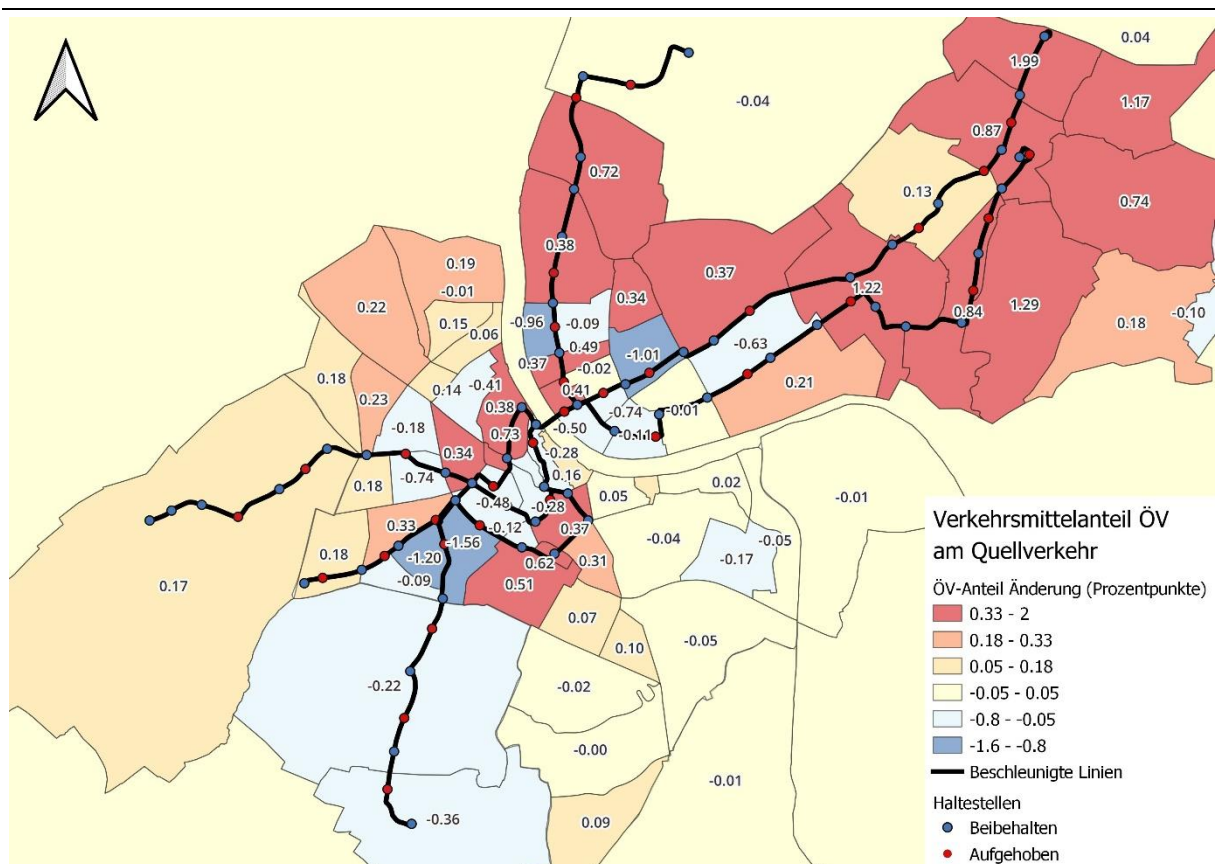
Die maximalen Veränderungen in den untersuchten Gebieten ändern sich im Bereich des maximalen Zuwachses von 1.12 Prozentpunkten auf 1.99 Prozentpunkte. Jedoch ist auch die maximale Abnahme von -0.8 Prozentpunkten auf -1.56 Prozentpunkte angestiegen. In Abbildung 22 ist gut erkennbar wo sich die Zunahmen und Abnahmen geografisch verteilen.

Auffällig ist die ausgeprägte Zunahme des ÖV-Anteils in den Gebieten des nördlichen Kleinbasels. Die grösste Veränderung zeigt das Gebiet Erlenmatt, dies, obschon es von den Massnahmen nicht direkt betroffen ist. Auch die auffälligste Abnahme im Gebiet Thierstein ist nur indirekt betroffen.

Natürlich sind jedoch auch starke Veränderungen in Gebieten zu beobachten, welche die Massnahmen direkt wahrnehmen. So ist eine Abnahme von knapp 1 Prozentpunkt im Gebiet Solitude zu beobachten. Hier ist wohl der Verlust der Haltestelle Rostengartenweg ausschlaggebend.

Interessant ist auch die Zunahme in den Gebieten Riehen-Dorf und Stettenfeld am nördlichen Rand, welche durch die Beschleunigung der Linie 6 über den gesamten Linienverlauf erklärt werden kann.

Abb. 23: Verkehrsmittelanteil ÖV am Quellverkehr der Gebiete in der Variante B



Quelle: Eigene Darstellung

5.3.3 Reisezeit

Auch im Bereich der Reisezeiten sind stärkere Veränderungen aufgrund der radikaleren Anpassungen festzustellen. Die IVTT im gesamten Modellgebiet sinkt auf 17,89 Minuten, dies entspricht einer Abnahme um 0,32 Minuten pro Fahrgast. Im Kerngebiet sind es sogar 0,55 Minuten.

Aufgrund der starken Reduktion an Haltestellen steigt jedoch auch die Zu- und Abgangszeit zu den beibehaltenen Haltestellen merklich. Im Kerngebiet nehmen diese um 0,27 bzw. 0,19 Minuten zu. Somit sind die durchschnittlichen Zu- und Abgangszeiten mit 4,89 und 4,98 Minuten nunmehr sehr nahe jenen aus der Literatur.

Aufgrund der vorgenommenen Taktverdichtungen lassen sich erstmals auch Veränderungen in den Wartezeiten feststellen. So nimmt die *Initial Wait Time* im Kerngebiet um 0,10 Minuten ab. Selbst mit den Taktverdichtungen sind die Umstiegs-Wartezeiten nur sehr bedingt betroffen, im Kerngebiet ist kein Unterschied erkennbar.

Dem Zugang und Abgang aus den öffentlichen Verkehrsmitteln im GVMB wird eine höhere Priorität zugesprochen als der Reisezeit im Fahrzeug. Konkret werden die Zuwege mit einem Faktor 1.4 gewertet. Dies

ist aufgrund der Tatsache, dass die Zeit im Fahrzeug mit deutlich höherem Komfort verbunden ist als die Zeit, welche zu Fuss verbracht wird, auch sinnvoll. Diese Wertung der Fusswege hat zur Folge, dass sich die Gesamtreisezeit auf den Wegen, welche mit dem ÖV gemacht werden, nun auch merkbar abnehmen. Im Kerngebiet liegt die Gesamtreisezeit nunmehr 0,18 Minuten pro Fahrgast unter der Gesamtreisezeit des Basiszustands.

In Tabelle 11 sind erneut jene Änderungen dargestellt welche für Fahrten, deren Start-/Zielbeziehung in Gebieten zu liegen kommt, welche entlang der beschleunigten Linien liegen, beobachtet werden können. Die Änderungen sind durch die zusätzliche Beschränkung deutlich ausgeprägter, da der glättende Effekt des restlichen Systems nicht mehr in gleichen Massen zu Tragen kommt. Durchaus auffällig ist, dass ein grosser Teil der Reduktion der Gesamtreisezeit auch auf Basis der Reduktion der Anfangswartezeit entsteht.

Tab. 11: Änderung der Reisezeiten in den Gebieten welche mit den Beschleunigten Linien in Berührung kommen

	Linie 6		Linie 8		Linie 34	
	Absolut	Relativ (%)	Absolut	Relativ (%)	Absolut	Relativ (%)
IVTT pro Fahrgast	-0,83	-8,35	-0,91	-10,14	-0,89	-8,88
Zuweg pro Fahrgast	0,47	11,72	0,47	11,01	0,51	12,38
Abgang pro Fahrgast	0,41	10,65	0,33	8,21	0,37	9,46
Anfangswartezeit	-0,17	-7,00	-0,19	-6,33	-0,19	-7,66
Umsteigewartezeit	0	-	0	-	0	-
Gesamtreisezeit	-0,12	-0,59	-0,31	-1,51	-0,21	-1,02

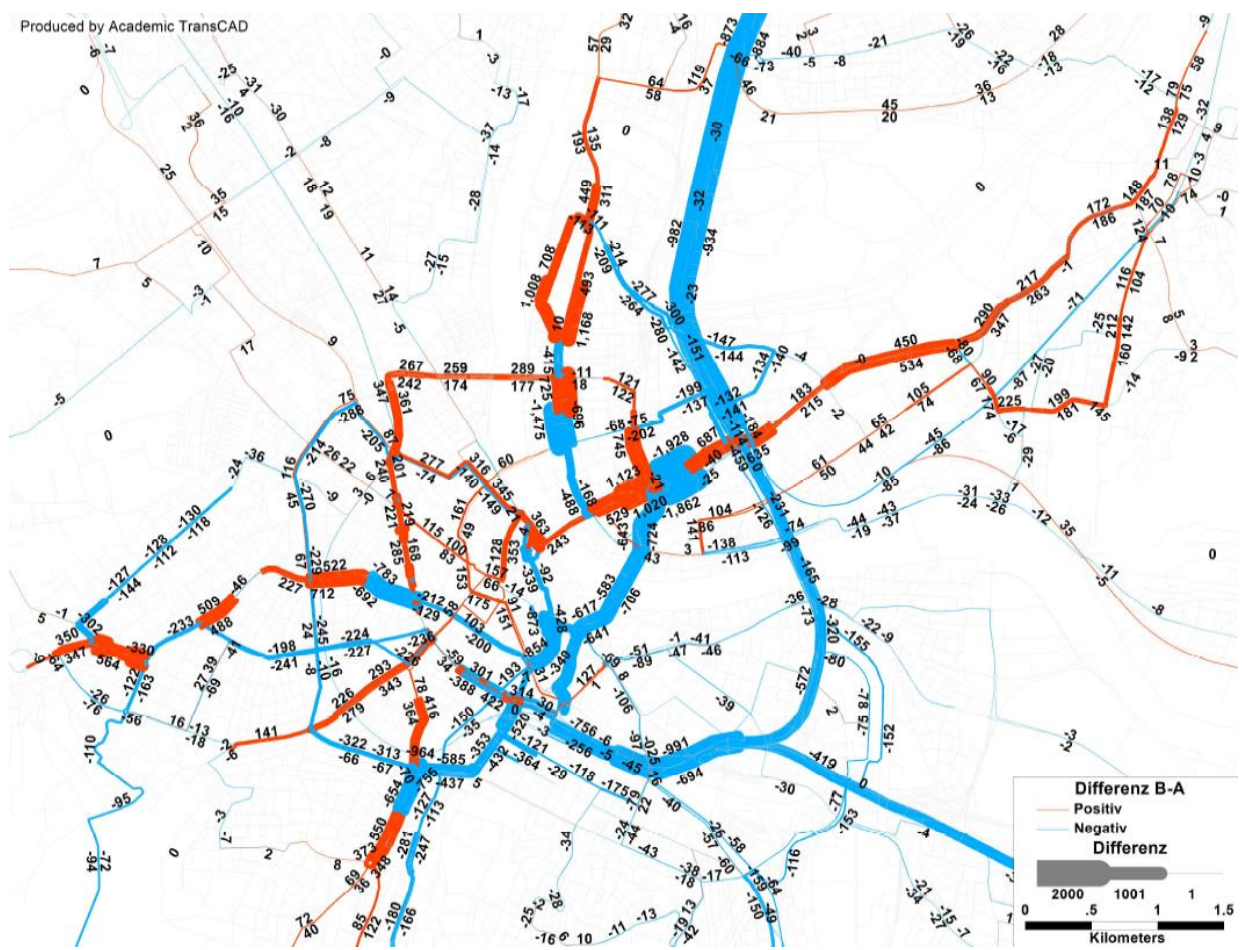
5.4 Vergleich Variante A und Variante B

Wie bereits aus dem Vergleich mit dem Basiszustand ersichtlich ist lediglich in der Variante A ein Fahrgastzuwachs zu verzeichnen. Im Vergleich der beiden Varianten liegt die Gesamtfahrgastzahlen auf dem ÖV-Netz somit in der Variante A um mehr als 2000 Fahrten pro Tag höher als in der Variante B, was auf die zusätzliche Zu- und Abgangsdauer in der Variante B zurückzuführen ist.

Im Differenzplot (Abbildung 24) ist deutlich erkennbar, dass in der Variante B eine zusätzliche Routenwahlverlagerung auf die beschleunigten Linien stattfindet. Insbesondere im südöstlichen Agglomerationsgebiet sind jedoch flächendeckende Fahrgastverluste zu beobachten.

Im Bereich der Reisezeiten ist sowohl im Kerngebiet wie auch im gesamten Modellgebiet eine IVTT Reduktion von 12 Sekunden festzustellen. Im Kerngebiet ist ausserdem die durchschnittliche Anfangswartezeit 6 Sekunden kürzer als in der Variante A. Jedoch gehen diese Gewinne im Rahmen der Zuwege- und Abgangszeit zu grossen Teilen wieder verloren, wodurch in der gesamten Reisezeit lediglich 4 Sekunden pro Fahrgast gewonnen werden.

Abb. 24: Differenz ÖV-Belastung Variante B im Vergleich zu Variante A



Quelle: Auszug GVMB

5.5 Kostenänderungen

Im Folgenden sollen die Betriebskosten für Personal und Fahrzeug auf den beschleunigten Linien kurz dargestellt und verglichen werden.

Für die folgende Berechnung wurde sich auf die Zeiträume beschränkt, in welchen von Änderung ausgegangen werden kann. Insofern wurde angenommen, dass in den Randzeiträumen ein ähnliches Angebot wie im Basiszustand gefahren wird und somit keine wesentlichen Einsparungen oder Zusatzkosten zustande kommen.

Nicht beachtet in der Berechnung wurden Kostenänderungen im Bereich der Infrastruktur. Zum Beispiel Kapitalkosten, welche im Rahmen einer Umsetzung der Variante B notwendig wären, um den 6-Minuten-Takt auf den beschleunigten Linien einzuführen. Insbesondere aufgrund bereits heute bestehender Kapazitätsengpässe (Tireno 2023) im Bereich der Innenstadt würden diese wohl sehr hoch ausfallen. Ebenso wurden Einsparungen, welche durch das Entfallen des Haltestellenunterhalts anfallen nicht berücksichtigt.

5.5.1 Personalkosten

Die Personalkosten für jenen Zeitraum in welchem die übliche Taktung gefahren wird belaufen sich im Basiszustand auf 39'950 CHF/Tag. Durch Umsetzung der Variante A lassen sich voraussichtlich 3'420 CHF/Tag in Personalkosten einsparen. Die Variante B steigert den Lohnkostenaufwand um den gleichen Betrag. Die Rechnungen sind in Tabelle 12 ersichtlich. Für die Personalkosten wurde von branchenüblichen 65CHF/h ausgegangen.

Tab. 12: Schätzung Lohnkosten pro Linie und Werktag

	Linie 6	Linie 8	Linie 34
Betriebszeiten Normaltaktung	6:00-23:00	6:00-23:00	6:00-20:00
Anzahl Stunden	17	17	14
Fahrzeugeinsatz Basis	14	12	12
Lohnkosten Basis			39'650 CHF/Tag
Fahrzeugeinsatz A	13	11	11
Lohnkosten A			36'530 CHF/Tag
Fahrzeugeinsatz B	15	13	13
Lohnkosten B			42'770 CHF/Tag

5.5.2 Fahrzeugkosten

In den üblichen Berechnungen zu Variablen Kosten für den Fahrzeugeinsatz von Bussen und Trams finden sich die folgenden Werte:

Variable Kosten pro Kilometer Tram 42m: 3.90 CHF/km

Variable Kosten pro Kilometer Gelenkbus: 2.10 CHF/km (MRS Partner AG 2017)

Da sich die Verkehrsleistung der Fahrzeuge in der Variante A nicht von jener im Basiszustand unterscheidet sind aufgrund des Kilometeransatzes der Kosten diesbezüglich keine Kosteneinsparungen möglich. In der Variante B werden aufgrund des 6-Minuten-Takts zusätzliche Kosten verursacht. In Tabelle 13 sind die Verkehrsleistungen und dadurch verursachte Kosten nach Linie und Variante dargestellt.

Tab. 13: Schätzung Fahrzeugeinsatzkosten pro Linie und Werktag

	Linie 6	Linie 8	Linie 34
Betriebszeiten Normaltaktung	6:00-23:00	6:00-23:00	6:00-20:00
Anzahl Stunden	17	17	14
Länge Linie	12.44 km	9.94 km	10.44/12.86 km
Verkehrsleistung Basis + A	3384 Fzkm	2704 Fzkm	2610 Fzkm
Betriebskosten Basis + A	13'200 CHF/Tag	10'550 CHF/Tag	5'500 CHF/Tag
Verkehrsleistung B	4230 Fzkm	3380 Fzkm	3262 Fzkm
Betriebskosten B	16'500 CHF/Tag	13'200 CHF/Tag	6'850 CHF/Tag

Aus diesen überschlägigen Berechnungen ergibt sich ein Kosteneinsparungspotenzial von 3'120 CHF/Werktag für die Variante A. Zum Betrieb der Variante B hingegen würden zusätzliche Betriebskosten in der Höhe von 10'420 CHF/Werktag anfallen.

5.5.3 Vereinfachte Kosten-Nutzen-Analyse im Kerngebiet

Für die folgenden Berechnungen wurde auf die Stundensätze für Fahrten mit dem MIV sowie den öffentlichen Verkehrsmitteln in der Schweiz nach SN 641 822a gesetzt. In Abb. 25 sind die Auswertungen in vereinfachter Weise des in SN 641 822a beschriebenen Vorgehen ausgeführt. Für die Variante A und B wird kein positiver Nutzen im Sinne der Norm erreicht. Für den fehlenden Nutzen obschon die Auswertung in vielen anderen Bereichen positive Werte aufzeigt, gibt es mehrere Gründe:

- Aufgrund der aufgehobenen Haltestellen im Netz vergrössert sich die Zu- und Abgangszeit zu den verbleibenden Haltestellen sehr stark. Der Kostenansatz für Zu- und Abgangszeiten zu ÖV-Haltestellen ist im Vergleich zu anderen Kostenansätzen mit 24,13 CHF/h sehr hoch. Im Modell wurde jede Minute Zuwegung 1,4-fach so stark gewertet wie jede Minute im Fahrzeug. In der Norm liegt dieser Faktor bei 1,67. Das Modell beurteilt die Zu- und Abgangszeiten weniger streng als die Norm. Passt man den Kostenfaktor für Zu- und Abgangszeiten auf 1,4-Mal den Kostenansatz für Fahrzeiten im Fahrzeug an, so wird in der Variante A ein KNV von 0 erreicht.
- Durch die Ausführung der KNA in Betrachtung von Routen-, Verkehrsmittel- und Zielwahl wird durch die Verlagerung von MIV-, Velo-, und Fusswegen auf den ÖV ein schlechteres Verhältnis erreicht, als wenn lediglich die Routenwahl betrachtet wird. Wird von der Verkehrsmittel- und Zielwahl des Basismodells ausgegangen, wird in der Variante A ein KNV von annähernd 0 erreicht.

Da in Variante A sowohl die Reisezeitveränderungen als auch die Kosten negativ sind, wird nach Formel ein KNV von über Eins erreicht. Dies sollte nicht als positives Resultat interpretiert werden.

Abb. 25: Kosten-Nutzen-Analyse

Reisezeitelemente	Basis		Var A		Var B	
	Gesamt	p. P.	Gesamt	p. P.	Gesamt	p. P.
Fahrzeit (min)	2558970.41	10.00	2475020.65	9.64	2432551.41	9.45
Taktfrequenz (min)	1613245.54	6.30	1626810.58	6.34	1568089.93	6.09
Zu- und Abgangszeit (min)	2408356.15	9.41	2474328.80	9.62	2542892.93	9.87
Umsteigezeit (min)	123129.48	0.48	123285.49	0.48	118273.84	0.46
Umsteigevorgänge (min)	35606.05	0.14	35029.95	0.14	35023.45	0.14
Fahrzeit MIV (min)	1669807.38	5.38	1661991.77	5.37	1661707.90	5.37
Zahlungsbereitschaft						
Fahrzeit (CHF/h)	14.43					
Taktfrequenz (CHF/h)	4.93					
Zu- und Abgangszeit (CHF/h)	24.13					
Umsteigezeit (CHF/h)	6.45					
Umsteigevorgänge (CHF/h)	2.45					
			Vereinfachte Berechnung ohne Wegzweck und Reisedistanz			
MIV Fahrzeit (CHF/h)	23.29					
Nutzenberechnung						
	Variante A	Variante A p.	Variante B	Variante B p.P		
Fahrzeit (CHF/d)	20189.92	▼ -0.09	30403.77	-0.13		
Taktfrequenz (CHF/d)	-1114.59	▼ 0.00	3710.29	-0.02		
Zu- und Abgangszeit (CHF/d)	-26532.00	▼ 0.08	-54106.21	0.19		
Umsteigezeit (CHF/d)	-16.77	▼ 0.00	521.98	0.00		
Umsteigevorgänge (CHF/d)	23.52	▼ 0.00	23.79	0.00		
Summe ÖV (CHF/d)	-7449.92	0.00	-19446.39	0.04		
Fahrzeit MIV (CHF/d)	3033.76	▼ 0.00	3143.95	0.00		
Summe (CHF/d)	-4416.16	0.00	-16302.44	0.03		
Jahresnutzen (CHF/a)	-1148202.66	-0.70	-4238633.52	8.00		
Betriebskostenänderung						
Tägliche Änderung (CHF/d)	-3120		10420			
Jährliche Änderung (CHF/a)	-811200		2709200			
KNV	1.42		-1.56			

6 Diskussion

Um die Wirkung einer Ausdünnung von Haltestellen im Netz der Bus- und Tramlinien in der Region Basel zu untersuchen, wurden mithilfe einer GIS-Methodik potenzielle Haltestellen identifiziert. Die identifizierten Haltestellen wurden im Gesamtverkehrsmodell der Region Basel entfernt und die resultierenden Verkehrsverhalten mit dem Basiszustand 2016 verglichen. Das GVMB stellt die Belastungen von Strassen und ÖV im Zustand von 2016 mithilfe von mehr als 20'000 Zonen realitätsnah dar. Aufgrund dieser Kalibrierung ist davon auszugehen, dass auch kleinere bis mittlere Anpassungen, wie sie im Rahmen dieser Arbeit vorgenommen wurden, vom Modell angemessen interpretiert werden können.

Die Auswertung des GVMB zeigt für die Variante A eine Zunahme in der ÖV-Nutzung um 1950 Fahrten. Jene zusätzlichen Fahrten lassen sich in den abnehmenden Verkehrsmittelanteilen der übrigen Fortbewegungsmittel wiederfinden, insbesondere in einer Abnahme der MIV Fahrten. Die gesamtheitlich leichte Verlagerung zum ÖV unterscheidet sich stark nach Gebiet. In der Nähe von aufgehobenen Haltestellen sind auch Verlagerungen weg vom ÖV zu beobachten, so zum Beispiel im Gebiet Pfaffenloh. In der Gesamtreisezeit zeichnet sich trotz zunehmender Anzahl ÖV-Fahrten eine leichte Abnahme ab. Jedoch ist diese Abnahme vollständig im Bereich der Fahrzeit während Zu- und Abgangszeiten leicht steigen. Die Zunahme in Zu- und Abgangszeiten führt dazu, dass für die Variante A kein positives Kosten-Nutzenverhältnis erreicht wird, jedoch argumentiert werden kann, dass sich ohne volkswirtschaftlichen Schaden betriebswirtschaftliche Kosten sparen lassen.

Das Ergebnis in der Variante B ist entgegen den Erwartungen, die aus Variante A gezogen werden könnten, deutlich schlechter. So lassen sich keine zusätzlichen Fahrten im ÖV beobachten, obschon die Gesamtreisezeit im Vergleich zur Variante A weiter abnimmt. Die Zu- und Abgangswege in der Variante B sind zu gross geworden. Dementsprechend liefert auch die Kosten-Nutzen-Analyse ein niederschmetterndes Ergebnis mit negativem Nutzen und gleichzeitig zusätzlichen Mehrkosten aufgrund des eingeführten 6-Minuten-Takts.

Dass sich durch die Beschleunigung Fahrgastgewinne realisieren lassen scheint aus den Idealwerten zu Haltestellenabstände, welche der Literatur entspringen, sinnvoll. Wie in der Auswertung aufgezeigt, reduzieren sich die Gesamtreisezeit für viele Verbindungen. Jedoch muss ein grösserer Weg zu Fuss zurückgelegt werden, was der Variante B zum Verhängnis wird. In anderen Städten, wie auch insbesondere im nahegelegenen Strassburg, zeigt sich, dass die Bereitschaft Strecken zu Fuss zurückzulegen grösser ist als es das ÖV-Netz in Basel derzeit notwendig macht.

Wo sich die ideale durchschnittliche Geschwindigkeit des ÖV-Netzes befindet, um eine möglichst hohe Anzahl an Passagieren aufzunehmen, lässt sich anhand dieser Arbeit nicht bestimmen. Mit der Variante A wurde jedoch scheinbar eine Möglichkeit gefunden, welche dem Basiszustand in dieser Ansicht überlegen ist.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden viele Aspekte nur vereinfacht betrachtet. So ist davon auszugehen, dass mittels genauerer Methoden bessere Resultate im Bereich der Verkehrsverlagerung erreicht werden könnten, jedoch auch betriebliche Kosten besser abgeschätzt werden.

Die untersuchten Linien, welche aufgrund ihrer Transportleistung ausgewählt wurden, verlaufen alle grob von Süd-West nach Nord-Ost und somit zum Teil parallel. Der Einfluss einer Beschleunigung auf das

gesamte könnte leicht anders aussehen, wenn auch Linien betrachtet werden welche quer zu den untersuchten verlaufen.

In Bezug auf den Zeitgewinn pro aufgehobene Haltestelle wurde von einer halben Minute ausgegangen. Die tatsächlich möglichen Zeitgewinne werden sich jedoch von Haltestelle zu Haltestelle unterscheiden und hängen sowohl von der örtlich möglichen Fahrgeschwindigkeit ab als auch der Integration der Beschleunigung ins bestehende Verkehrsnetz.

Die angewendete GIS-Methodik basiert zwar auf der vorhandenen Bevölkerung und Arbeitsplätzen jedoch werden diese nicht nach Art gewichtet. So ziehen Arbeitsplätze im Bereich Einkauf oder Bildung deutlich mehr Fahrten an als dies ein Einzelner Bewohner täglich unternimmt. Es ist also davon auszugehen, dass die Auswahl der Haltestellen in dieser Arbeit nicht der perfekten Auswahl entspricht. Eine mögliche Alternative wäre die Auswertung nach tatsächlichen Nutzungszahlen einer Haltestelle.

Im Rahmen der Auswertung wurden teils Verschiebungen aufgrund der Zielmittelwahl beobachtet werden, die in Wirklichkeit womöglich nicht in gleichen Ausmassen stattfinden würden. Die gewonnenen Resultate wirken jedoch weiterhin plausibel.

Wie auch im dazugehörigen Abschnitt behandelt ist trotz der ansonsten sehr positiven Resultate in der Variante A kein sinnvolles Kosten-Nutzen-Verhältnis zu erreichen. Dies zum einen, weil die Wertung der Zu- und Abgangswerte im Modell nicht mit der zugehörigen Norm übereinstimmen, aber auch weil durch die Ziel- und Verkehrsmittelwahl schlechtere Werte erzeugt werden. Welche der Annahmen in Bezug auf die Zu- und Abgangszeiten sinnvoller ist, wurde in dieser Arbeit nicht untersucht.

Schlussendlich wurde sich in dieser Arbeit auf lediglich zwei Varianten beschränkt. Zusätzlich wurden keine Haltestellen zusammengelegt, sondern lediglich entfernt. Es ist stark davon auszugehen, dass durch die Untersuchung von mehr Varianten und der Inklusion zusammengelegter Haltestellen bessere Resultate erreicht werden können. Die Variante A stellt wohl eine Mindestvariante dar, um mithilfe der Beschleunigung auch betriebliche Gewinne in Form eingesparter Kurse zu ermöglichen. Es ist jedoch denkbar, dass aus einer weniger starken Beschleunigung ein grösserer Nutzen gezogen werden könnte.

7 Fazit

In dieser Arbeit wurden die Auswirkungen einer Beschleunigung auf den ausgewählten Linien 6,8 und 34 im Netz der Region Basel auf die Passagierzahlen und die Verkehrsmittelwahl für Reisen in dieser Region untersucht.

Die Anhand einer GIS-Methodik entwickelten Varianten berücksichtigen die Bevölkerung und Arbeitsplätze, welche in den Einzugsgebieten der jeweiligen Haltestellen liegen. In der Variante A werden 22 Haltestellen aufgehoben und die untersuchten Linien somit um 7,5 Minuten pro Umlauf beschleunigt, was betriebliche Einsparungen ermöglicht. In der Variante B werden so viele Haltestellen aufgehoben wie die Methodik erlaubt, im Gegenzug verkehrt auf den beschleunigten Linien neu ein 6-Minuten-Takt.

Aus den Resultaten des GVMB lässt sich schliessen, dass eine Beschleunigung des ÖV-Netzes gemäss Variante A zu einer Erhöhung des ÖV-Anteiles bei gleichzeitiger Verringerung der Betriebskosten führt. Im ÖV-Netz der Region Basel werden fast 2000 zusätzliche ÖV-Fahrten verzeichnet. Die Anzahl MIV Fahrten sinkt in ähnlichem Ausmass. Variante B zeigt jedoch, dass dieser Attraktivitätssteigerung durch solche Beschleunigungen klaren Grenzen gesetzt werden müssen. Trotz des neuen 6-Minuten-Takt auf den beschleunigten Linien, vermag das ÖV-Netz aufgrund der ansteigenden Zu- und Abgangsdauer zu den Haltestellen keine neuen Fahrgäste anzuziehen.

Um auch von den betrieblichen Vorteilen einer Beschleunigung profitieren zu können stellt die Variante A wohl eine Art Mindestentwurf dar. Es ist aber durchaus denkbar, dass die in dieser Arbeit gewählte Methode zur Bestimmung potenzieller Haltestellen mit einer idealen Auswahl nicht mithalten kann. Mit welchem Grad der Beschleunigung der grösste Gewinn erreicht werden kann, müsste im Rahmen weiterer Untersuchungen bestimmt werden.

Die Auswertung der Varianten aufgrund einer vereinfachten Kosten-Nutzen-Analyse auf Basis der Norm SN 641 822a unterstützt die Aufhebung von Haltestellen gemäss Variante A: Die Summe der generalisierten Reisezeiten nimmt im Vergleich zum Basisszenario ab, ebenso die ÖV-Betriebskosten.

8 Handlungsempfehlungen und Hinweise zu weiteren Arbeiten

Die Geschwindigkeiten im Basler ÖV-Netz liegt deutlich unter vergleichbaren Schweizer Städten, um dieser Entwicklung entgegenzuwirken ist es sinnvoll Massnahmen zur Beschleunigung des ÖV-Netzes zu prüfen und gegebenenfalls umzusetzen. Die Aufhebung und Zusammenlegung von nahem beieinander gelegenen Bus- und Tramhaltestellen kann ein Teil solcher Beschleunigungsmassnahmen sein.

Aus dem Modell hervorgehende Resultate unterstützen bestehende Bestrebungen zur Zusammenlegung von Haltestellen weiterzuverfolgen. So sehen bestehende Pläne des baselstädtischen Regierungsrats die Streichung von Haltestellen vor, welche auch in dieser Arbeit auf den betrachteten Linien zur Streichung empfohlen werden (z.B. Bernerring und Laupenring).

Ebenso scheint es sinnvoll weitere Kandidaten zur Zusammenlegung in solche Programme aufzunehmen. Für wie viele Stationen solche Programme sinnvoll sind, kann aufgrund dessen, dass in dieser Arbeit nur zwei Varianten untersucht wurden, nicht festgestellt werden.

Unter diesem Kontext wäre es sinnvoll weitere Studien mit verfeinerten Stufen durchzuführen, welche auch weitere Linien im Netz der Basler Tram und Buslinien beinhaltet. Möglich wäre es auch Studien zur Beschleunigung des gesamten Tramnetzes durchzuführen um dieses als Prioritätsnetz mit höherer Geschwindigkeit als die restlichen Buslinien zu betreiben.

9 Literaturverzeichnis

- Arendt Consulting; Roland Müller; und Infras (2019) Gesamtverkehrsmodell der Region Basel 2016/40. Basel, Liestal: Kantone Basel-Stadt und Basel-Landschaft, Modellbeschreibung.
- Baumgartner, Aimee (2021) Diese Stationen verschwinden in Basel oder werden umgeplant. In: bz Basel, 23.11.2021.
- Bernmobil (2017) Bernmobil Geschäftsbericht 2017.
- Bombardier Transportation (2014) FlexityBasel.
- BVB (2015) BVB Geschäftsbericht 2015.
- BVB (2019) BVB Geschäftsbericht 2019.
- BVB (2021) Geschichte – Basler Verkehrs-Betriebe.
- BVB (2022) BVB Geschäftsbericht 2022.
- El-Geneidy, Ahmed; Grimsrud, Michael; Wasfi, Rania; Tétreault, Paul und Surprenant-Legault, Julien (2014) New evidence on walking distances to transit stops: Identifying redundancies and gaps using variable service areas. In: Transportation: Jg. 41 (1) S. 193–210.
- Grosser Rat (2022) Abstimmungsergebnis Grosser Rat des Kantons Basel-Stadt.
- Jermann, Hans-Martin (2021) ÖV in Basel-Stadt - Gegen die Aufhebung von Tramhaltestellen regt sich der Widerstand. In: St. Galler Tagblatt, 10.12.2021.
- MRS Partner AG (2017) Tram St.Gallen Schlussbericht Wirtschaftlichkeit.
- Schnell, Fabian; Rühli, Lukas und Müller-Jentsch, Daniel (o. J.) 20 Jahre Schweizer Stadtpolitik.
- Schrade, Maria-Elisa (2023) Widerstand gegen Tramgleis-Pläne auf dem Bruderholz. In: bz Basel, 14.03.2023.
- Schreier, Silvana (2020) Öffentlicher Verkehr - So wollen BVB attraktiver werden. In: Luzerner Zeitung, 11.02.2020.
- Statista (2023) Tramway : longueur des lignes en Île-de-France 2022 *Statista*. Verfügbar über: <https://fr.statista.com/statistiques/489627/longueur-lignes-metro-paris/> (Letzter Zugriff: 03.10.2023).
- Trireno (2023) FAQ - Trireno - Trinationale S-Bahn Basel. Verfügbar über: <https://www.trireno.org/service/faq.html> (Letzter Zugriff: 12.12.2023).
- Vuchic, Vukan R. (2005) Urban Transit: Operations, Planning and Economics. John Wiley & Sons, INC.
- Walker, Jarret (2009) Human Transit: The Spacing of Stops and Stations. *Human Transit*.
- Weinstein Agrawal, Asha; Schlossberg, Marc und Irvin, Katja (2008) How Far, by Which Route and Why? A Spatial Analysis of Pedestrian Preference. In: Journal of Urban Design: Jg. 13 (1) S. 81–98.

10 Danksagung

Zunächst möchte ich mich bei meinem betreuenden Herr Professor Dr. Alexander Erath bedanken. Nur dank ihm konnte die Thematik dieser Arbeit so umgesetzt werden. Im Arbeitsprozess konnte ich mich auf regelmässige Unterstützung und Rückmeldung verlassen. Die Ratschläge und konstruktive Kritik haben mir bei der Vervollständigung dieser Arbeit sehr geholfen.

Ebenso bedanke ich mich bei Herr Dr. Michael Arendt. Seine Hilfe war für das Verständnis und Problemlösung des GVMB unabdingbar. Ich konnte mich immer auf seine Kkurzfristige Hilfe verlassen und er hat sich enorm viel Zeit genommen, um uns die Funktionen zu erklären und seine wissenschaftliche Erfahrung zu teilen.

Noè Fiabane gilt besonderer Dank. Durch die ähnliche Auslegung der Bachelorarbeit sind wir oft auf ähnliche Probleme gestossen und konnten diese Probleme teils gemeinsam angehen. Der Austausch mit Noè hat meine Arbeit stark verbessert und mir Teils mit dem Verständnis stark weitergeholfen.

Caliper Corporation hat und die wissenschaftlichen Lizenzen von TransCAD zur Verfügung gestellt. Auch ihnen gilt enormer Dank. Ohne diese Lizenzen wäre die Verwendung des GVMB nicht möglich gewesen.

Auch bedanke ich mich bei Herrn Renner Tobias und den BVB welche mir für die Ermittlung der Fahrzeiten und Zeitgewinne Daten der BVB zur Verfügung gestellt haben.

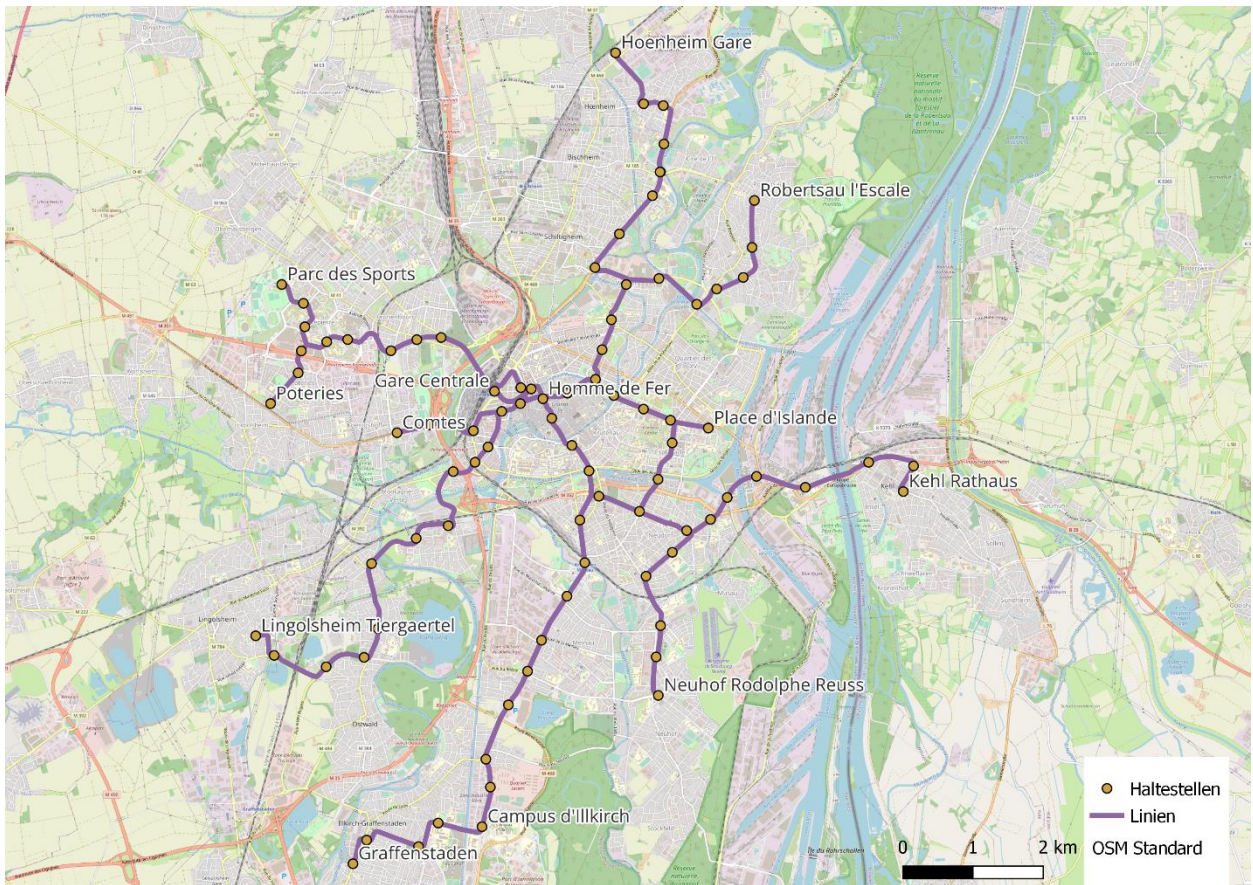
Abschliessend möchte ich mich bei allen bedanken, die mich auf dem Weg zur Vervollständigung dieser Arbeit und dem Erlangen meines Bachelorabschlusses begleitet und unterstützt haben, insbesondere bei meiner Familie und meinen Freunden.

Tim Cotti

07.01.2024

11 Anhang A: GIS Bemessung Bestehender Tramnetze

Strassburg



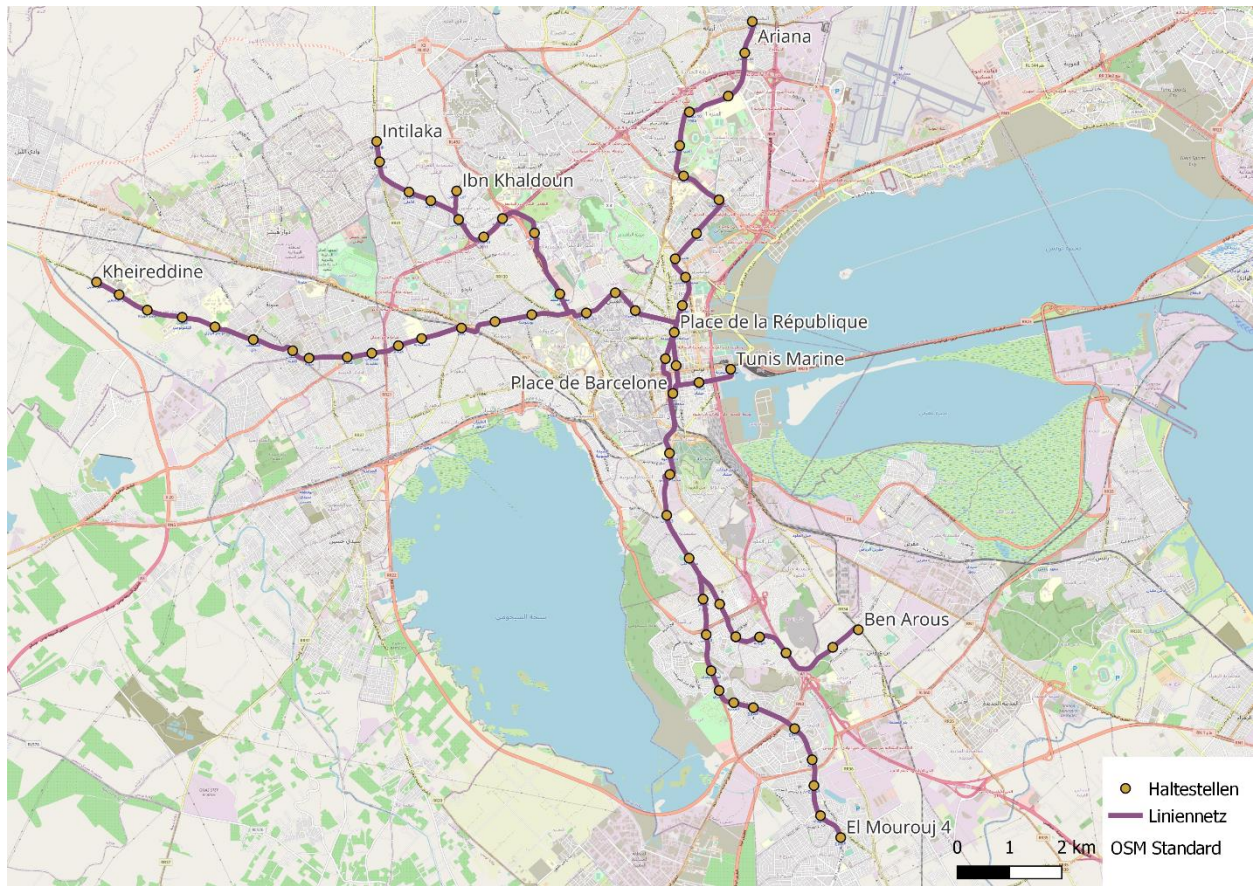
Linie	Linienlänge (km)	Haltestellenzahl	Haltestellendistanz (km)
A	14.7	27	0.565
B	14.7	27	0.565
C	8.0	17	0.500
D	12.6	24	0.548
E	13.2	26	0.528
F	5.0	12	0.455

Sydney



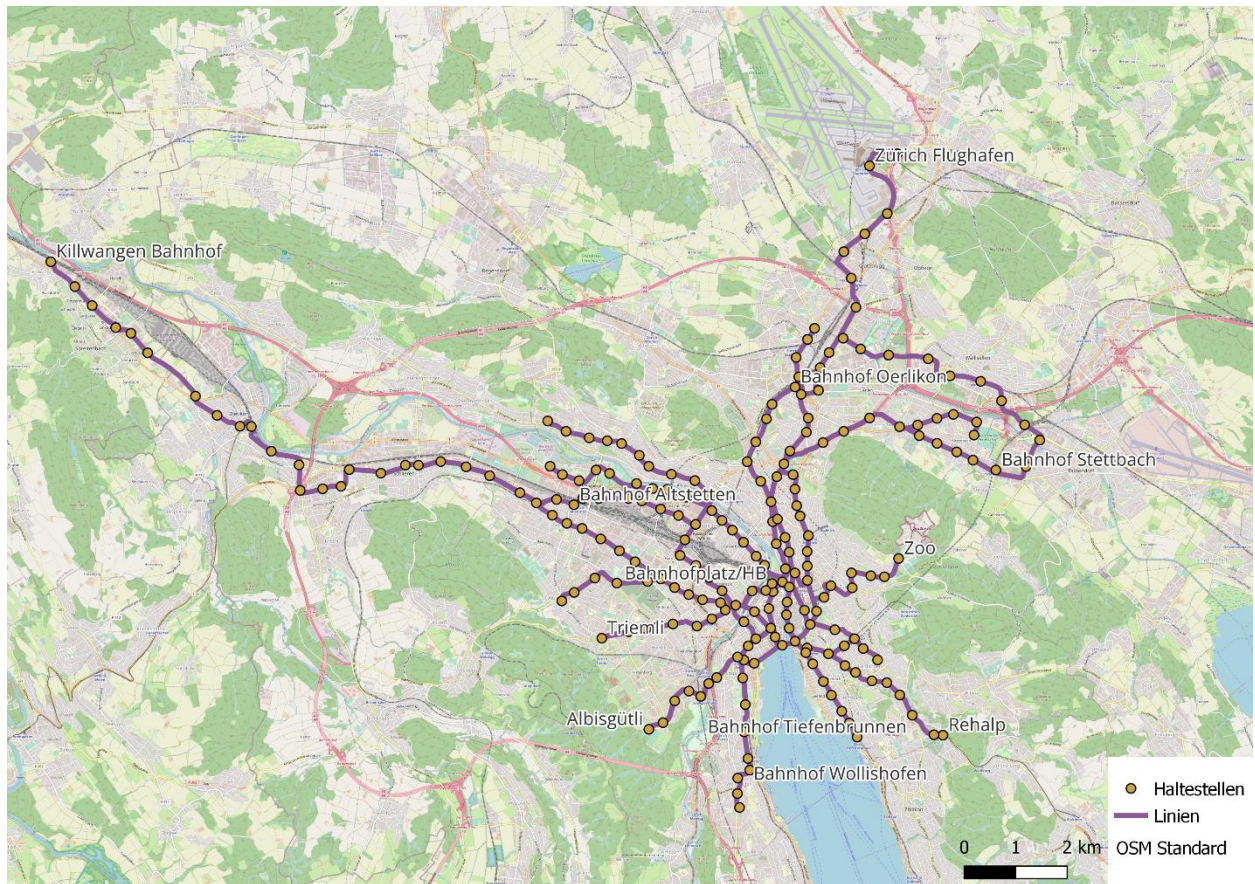
Linie	Linienlänge (km)	Haltestellenzahl	Haltestellendistanz (km)
L1	12.3	23	0.559
L2	8.5	13	0.708
L3	8.5	14	0.654

Tunis



Linie	Linienlänge (km)	Haltestellenzahl	Haltestellendistanz (km)
1	9.6	13	0.800
2	8.9	13	0.742
3	8.2	13	0.683
4	15	20	0.789
5	10.1	14	0.777
6	11.6	18	0.682

Zürich



Linie	Linienlänge (km)	Haltestellenzahl	Haltestellendistanz (km)
2	11.1	30	0.383
3	7.7	21	0.385
4	8.5	26	0.340
5	4.9	18	0.288
6	5.7	16	0.380
7	12.5	31	0.417
8	8.3	24	0.361
9	12.8	34	0.388
10	11.7	27	0.450
11	12.7	34	0.385
12	11.3	16	0.753
13	10.6	30	0.366
14	9.6	27	0.369
15	4.0	13	0.333
17	10.3	29	0.368
20	13.2	27	0.508

12 Anhang B: Abgedeckte Bevölkerung und Arbeitsplätze nach Haltestelle

Linie 6

Haltestelle	ew	ap	ewNSC	apNSC	ewLSC	apLSC
Allschwil, Dorf	2059	674	286	31	638	78
Allschwil, Binningerstrasse	2460	774	0	0	335	27
Allschwil, Gartenstrasse	2234	936	90	7	272	109
Allschwil, Ziegelei	3288	965	1088	154	1611	497
Allschwil, Kirche	3229	707	874	335	1478	410
Allschwil Merkurstrasse	3221	524	441	32	702	45
Allschwil, Lindenplatz	3327	538	584	41	798	64
Basel, Morgartenring	4206	798	71	84	1727	262
Basel, Allschwilerplatz	6533	2123	271	207	3102	883
Basel, Brausebad	5148	3696	0	0	1042	460
Basel, Schützenmattstrasse	4765	4869	2	1	1077	1014
Basel, Holbeinstrasse	3977	9809	1	1	988	2065
Basel, Heuwaage	2091	12892	0	0	251	3716
Basel, Theater	3428	39180	0	0	124	1764
Basel, Barfüsserplatz	2443	28163	0	0	101	716
Basel, Marktplatz	2502	21074	0	0	437	1204
Basel, Schiffflände	1942	8731	19	52	248	1083
Basel, Rheingasse	2607	6707	19	10	49	170
Basel, Claraplatz	4587	7062	0	0	757	329
Basel, Clarastrasse	5738	6693	245	231	1308	489
Basel, Messeplatz	4434	3683	0	0	800	294
Basel, Gewerbeschule	2506	4189	26	45	840	3011
Basel, Badischer Bahnhof	1199	1151	21	156	214	809
Basel, Hirzbrunnen/Claraspital	2168	1897	237	1177	1030	1617
Basel, Eglisee	1727	281	223	39	848	165
Riehen, Habermatten	1752	162	68	6	1538	151
Riehen, Niederholzboden	1613	178	189	19	661	37
Riehen, Burgstrasse	1327	271	84	6	234	16
Riehen, Pfaffenloh	917	203	179	40	179	40
Riehen, Bettingerstrasse	1710	625	74	4	637	40
Riehen, Dorf	1706	1407	13	4	325	149
Riehen, Fondation Beyeler	1206	1244	10	0	81	31
Riehen, Weilstrasse	1172	726	38	3	313	171
Riehen, Lörracherstrasse	1644	276	46	2	83	4
Riehen, Grenze	1864	378	5	0	512	207

Linie 8

Haltestelle	ew	ap	ewNSC	apNSC	ewLSC	apLSC
Basel, Neuweilerstrasse	2882	761	49	97	545	458
Basel, Im Langen Loh	3831	636	17	3	342	63
Basel, Neubad	4335	1105	304	92	726	206
Basel, Laupenring	3459	976	0	0	352	155
Basel, Bernerring	2907	449	1	0	691	72
Basel, Bundesplatz	2831	1408	0	0	659	244
Basel, Schützenhaus	3908	3566	0	0	1901	1919
Basel, Zoo Bachletten	3939	4059	0	0	1851	1463
Basel, Markthalle	1584	10042	2	2	660	3307
Basel, Bahnhof SBB	893	10261	123	402	255	2832
Basel, Aeschenplatz	1507	14942	108	34	858	5076
Basel, Bankverein	1587	22097	0	0	275	1864
Basel, Barfüsserplatz	2443	28163	0	0	709	3097
Basel, Marktplatz	2502	21074	0	0	437	1204
Basel, Schiffflände	1942	8731	19	52	248	1083
Basel, Rheingasse	2607	6707	19	10	47	167
Basel, Claraplatz	4587	7062	0	0	1209	1094
Basel, Kaserne	6318	4909	0	0	307	103
Basel, Feldbergstrasse	9714	3419	0	0	1240	396
Basel, Bläsiring	9839	3186	23	5	1019	196
Basel, Dreirosenbrücke	7075	2568	14	135	523	196
Basel, Ciba	4877	1751	42	151	86	162
Basel, Wiesenplatz/Inselstrasse	3673	852	1453	358	1629	463
Basel, Kleinhüningen	4012	8918	267	73	1122	4336
Basel, Kleinhüningeranlage	2991	5320	430	648	476	782
Weil am Rhein, Grenze	774	727	2	50	2	50
Weil am Rhein, Dreiländerbrücke	1490	1973	0	0	91	1087
Weil am Rhein, Riedlistrasse/Kesselhaus	2145	827	216	38	1076	383
Weil am Rhein, Bahnhof	600	1014	0	1	600	1014

Linie 34

Haltestelle	ew	ap	ewNSC	apNSC	ewLSC	apLSC
Bottmingen, Schloss	1612	711	182	27	1159	558
Bottmingen, Blauenstrasse	2118	492	338	91	612	218
Binningen, Zeigerweg	2985	515	77	35	609	147
Binningen, Spiegelfeld	3075	726	0	0	735	248
Binningen, Kronenplatz	3132	2095	144	24	1551	1305
Binningen, Hohle Gasse	2895	2032	169	18	551	214
Basel, Zoo Dorenbach	3140	1428	172	15	993	121
Basel, Rütimeyerplatz	2903	855	95	8	1721	396
Basel, Schützenhaus	3908	3566	0	0	701	617
Basel, Schützenmattstrasse	4765	4869	2	1	278	222
Basel, Synagoge	4661	7743	0	0	445	877
Basel, Universität	4143	10918	0	0	872	2416
Basel, Universitätsspital	1376	10645	0	753	605	5575
Basel, Schifflande	1942	8731	19	52	572	1879
Basel, Rheingasse	2607	6707	19	10	19	10
Basel, Claraplatz	4587	7062	0	0	1240	852
Basel, Wettsteinplatz	4380	4783	216	152	1085	472
Basel, Rosengartenweg	2414	10929	143	28	143	28
Basel, Peter Rot-Strasse	3267	10948	65	4	792	510
Basel, Wettsteinallee	1342	1121	120	185	532	1071
Basel, Im Heimatland	2683	392	173	27	460	192
Basel, Käferholzstrasse	3093	343	619	32	1057	153
Basel, Drei Linden	198	308	10	293	10	294
Riehen, Gotenstrasse	2227	285	1	0	136	5
Riehen Niederholz, Bahnhof	2983	513	108	81	270	153
Riehen, Otto-Wenk-Platz	1589	281	1	0	759	175
Riehen, Rudolf Wackernagel-St	1199	63	199	9	352	21
Riehen, Tiefweg	1557	128	36	3	144	18
Riehen, Lachenweg	2036	170	72	10	509	40
Riehen, Mühlestieg	1478	126	27	3	104	25
Riehen, Bahnübergang	1874	398	19	12	477	57
Riehen, Schmiedgasse	2537	1674	73	51	564	378
Riehen, Bahnhof	2425	1525	0	0	51	74

13 Anhang C: Bearbeitete Routen nach Haltestelle und Linie

Variante A

	Linie 6			Linie 8			Linie 34	
	Stop ID	Route ID		Stop ID	Route ID		Stop ID	Route ID
Holbeinstrasse	10355	1175	Im Langen Loh	14489	1543	Spiegelfeld	14942	1369
in TransCAD Austrasse	10562	1181		11452	1540		2718	1060
				11464	1541		14970	1370
Theather	8742	1536		14450	1542		2720	1062
	8776	1537						
	8941	1538	Laupenring	11451	1540	Synagoge	14946	1369
	8975	1539		11477	1541		2742	1060
	10319	1174		14449	1542			
	10337	1175		14476	1543	Rheingasse	L6	
	10473	1178						
	10542	1181	Bundesplatz	11454	1540	Rosengartenweg	16319	983
	10668	1184		11479	1541		16322	1328
	10762	1187		14452	1542		16321	1062
	13839	1321		14474	1543		16320	1060
	13155	1289					16326	1376
	13179	1290	Zoo Bachletten	11459	1540		16329	1453
	13571	1313	in TransCAD Pauluskirche	11481	1541		16325	1375
	14670	1544		12631	1254		16327	1451
	14719	1545		12674	1550		16324	1370
				12736	1256		16323	1369
Marktplatz	14461	1542		12779	1551		17847	1565
	10774	1174		14457	1542		17881	1566
	10775	1175		14472	1543			
	10778	1178				Im Heimatland	14950	1369
	10780	1180	Marktplatz	L6			2758	1060
	10781	1181					14977	1370
	10784	1184	Rheingasse	L6			2760	1062
	10787	1187					15067	1375
	12875	1547	Kaserne	10310	1174		15101	1376
	12881	1546		10468	1178			
	11463	1540		11440	1540	Gotenstrasse	14953	1369
	11487	1541		11466	1541		2770	1060
	12656	1254		14439	1542		14980	1370
	12699	1550		14487	1543		2772	1062
	12751	1256					15070	1375
	12794	1551	Grenze	-			15091	1376
	13153	1289					16903	1508
	13173	1290						
	14466	1543				Tiefweg	2775	1060
							2776	1062
Rheingasse	15978	1451						

	16064	1453		Mühlestieg	16457	1473
	14933	1369			16486	1474
	2455	1060			16342	1060
	14961	1370			16343	1062
	2457	1062			16346	1373
	10334	1174			16345	1372
	10368	1175				
	10483	1178		Schmiedgasse	16496	1474
	10538	1180			16491	1060
	10572	1181			16492	1372
	11458	1540			16493	1373
	11486	1541			16495	1473
	12630	1254			16494	1472
	12673	1550				
	12750	1256				
	12793	1551				
	14456	1542				
	17861	1565				
	14467	1543				
	17897	1566				
Burgstrasse	10363	1175				
	10569	1181				
	13483	1552				
	13505	1553				
Bettingerstrasse	10339	1175				
	10547	1181				
	13485	1552				
	13508	1553				
	2587	347				
	16444	1472				
Fondation Beyeler	10366	1175				
	10571	1181				
Lörracherstrasse	17465	793				
	17464	792				
	10338	1175				
	10545	1181				

Variante B

Linie 6			Linie 8			Linie 34		
Ziegelei	15844	1555	Bläsiring	10311	1174	Blauenstrasse	14940	1369
	17842	1564		10465	1178		2710	1060

	10342	1175		11441	1540		14968	1370
	10550	1181		11467	1541		2712	1062
	15835	1554		14440	1542			
	17807	1563		14486	1543	Hohle Gasse	14944	1369
	15844	1555					2728	1060
			Ciba	10315	1174		14972	1370
Merkurstrasse	10349	1175		10471	1178		2730	1062
	10558	1181		11446	1540		8277	1548
				11472	1541		8380	1549
Allschwilerplatz	10348	1175		14445	1542		13475	1552
	10564	1181		14481	1543		13498	1553
Clarastrasse	10346	1175	Riedlistr./Kesselhaus	17459	1543	Rütimeyerplatz	14945	1369
	10523	1180		17458	1542		2738	1060
	10544	1181		17457	793		14973	1370
	12636	1254		17456	792		2740	1062
	12679	1550						
	12715	1256						
	12758	1551						
Gewerbeschule	8391	1548						
	8395	1549						
	10081	1165						
	10185	1168						
	10345	1175						
	10554	1181						
	12704	1550						
	12799	1551						
	13481	1552						
	13503	1553						
Eglisee	8265	1548						
	8374	1549						
	10360	1175						
	10566	1181						
	13469	1552						
	13500	1553						
	17328	1509						
	17327	1508						

Die Haltestelle Eglisee wurde auf der Linie 2 nicht aufgehoben, weil sie auch als Endhaltestelle genutzt wird.

14 Anhang D: Gebietseinteilung

Nummer	Zonenname	Nummer	Zonenname	Nummer	Zonenname
1	Burgviertel	31	Schützenmatte	62	Bischoffhöhe
2	Geschäftsviertel	32	Weierhof	63	Moos
3	Leonhard	33	Blauen	64	Wenken
4	Peter	34	Gottfried Keller	65	Kornfeld
5	St.Johann und Universität	35	Oekolampad	66	Niederholz
6	Spalen	36	Wasgenring-Ost	67	Pfaffenloh
7	Steinen	37	Wasgenring-West	68	Bettingen-Dorf
8	Aeschen	38	Pestalozzi	69	Chrischona
9	Alban	40	Kannenfeld	70	Klybeck
10	Albantal	41	Landskron	71	Weil am Rhein
11	St.Johann	42	Lysbüchel	72	Allschwil
12	Spalen	43	Friedmattviertel	73	Bottmingen
13	Steinen	44	Theodor	74	Binningen
14	Markthalle	45	Klingental	75	Lörrach
15	Zürcherstrasse	46	Clarahof	76	Augst
16	Lehenmatte	47	Claramatte	77	Liestal
17	Heumatt	48	Rosengarten	78	Kaiseraugst
18	Peter Merian	49	Solitude	79	Rheinfelden
19	Luftmatt	50	Eglisee	80	Muttenz
20	Gellert	51	Kleinriehen-Nord	81	Pratteln
21	St.Jakob-Dreispitz	52	Kleinriehen-Süd	82	Münchenstein
22	Margarethen	53	Messe	89	Birsfelden
23	Thierstein	54	Erlenmatt	90	Frenkendorf-Füllinsdorf
24	Delsbergerallee	55	Flora	91	Steinen
25	Thiersteinerrain	56	Dreirosen	99	Restliches Simulationsgebiet
26	Batterie-Nord	57	Haltingerstrasse		
27	Batterie-Süd	58	Bläsi		
28	Paulus	59	Kleinhüningen		
29	Bernerring	60	Riehen-Dorf		
30	Holee	61	Stettenfeld		

15 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Service Abdeckung einer Linie mit unterschiedlichen Haltestellenabständen	9
Abb. 2: Strukturdaten der Bevölkerung auf Basis der Gebäudegrundrisse nach OSM und des Hektarrasters	12
Abb. 3: Einzugsgebiet der Haltestelle Schiffplände im Modell projiziert auf die Gebäudegrundrisse.	13
Abb. 4: Linienbezogene Abdeckung durch die Haltestellen Riehen, Dorf; Bettingerstrasse und Pfaffenloh der Tramlinie 6. Bereiche in Blau werden nur durch eine der 3 Haltestellen erschlossen, Rot Bereiche sind im Erschlussbereich von 2 Haltestellen.	14
Abb. 5: Einfach Abgedeckte Gebäudegrundrissfläche entlang der Linie 34. Orange Bereiche werden nur durch eine Haltestelle der Linie 34 bedient. Können aber durch alternative Haltestellen anderer Linien welche nicht von der Linie 34 bedient werden ebenfalls abgedeckt sein.	16
Abb. 6: Linie 6 mit ihren Haltestellen und Einzugsgebiet	19
Abb. 7: Linie 8 mit ihren Haltestellen und Einzugsgebiet	21
Abb. 8: Linie 34 mit ihren Haltestellen Einzugsgebieten	24
Abb. 9: Codierung der Linien nach Linienkonfiguration	27
Abb. 10: Gebiete im Bereich um Basel-Stadt	30
Abb. 16: Routenwahloptionen mit Start in Riehen und Ziel am Claraplatz	33
Abb. 11: Fahrgastdifferenz zwischen der Variante A und Basis	35
Abb. 12: Spinnenbelastung und Differenz der Linie 6 in der Variante A	37
Abb. 13: Spinnenbelastung und Different der Linie 8 in der Variante A	38
Abb. 14: Differenz Zuwegbelastung im Bereich der aufgehobenen Haltestelle Basel, Im Langen Loh der Linie 8 in der Variante A	40
Abb. 15: Spinnenbelastung und Differenz der Linie 34 in der Variante A	41
Abb. 17: Verkehrsmittelanteiländerung ÖV am Quellverkehr der Gebiete	43
Abb. 18: Durchschnittliche Gesamtreisezeitdifferenz mit öffentlichem Verkehrsmittel mit Start in Gebiet 66, Niederholz	45
Abb. 19: Fahrgastdifferenz zwischen der Variante B und Basis	46
Abb. 20: Spinnenbelastung und Differenz der Linie 6 in der Variante B	47
Abb. 21: Spinnenbelastung und Differenz der Linie 8 in der Variante B	48
Abb. 22: Spinnenbelastung und Differenz der Linie 34 in der Variante B	50
Abb. 23: Verkehrsmittelanteil ÖV am Quellverkehr der Gebiete in der Variante B	52
Abb. 24: Differenz ÖV-Belastung	54
Abb. 25: Kosten-Nutzen-Analyse	57

16 Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Abdeckung nach Haltestellenabständen	9
Tab. 2 Berechnung durchschnittliche Reisegeschwindigkeit	10
Tab. 3 Vergleich Haltestellenabstände von Tram Systemen	10
Tab. 4: Haltestellen der Linie 6	20
Tab. 5: Haltestellenabstände auf der Linie 8	22
Tab. 6: Haltestellenabstände auf der Linie 34	25
Tab. 7: Auszug Attributen Tabelle der Tramlinie 6	28
Tab. 8: Fahrplan der Linie 6, Allschwil, Dorf nach Riehen, Grenze nach dem GVMB	29
Tab. 9: Fahrplan der Linie 6, Allschwil, Dorf nach Riehen, Grenze nach dem GVMB	Error! Bookmark not defined.
Tab. 10: Änderung der Reisezeiten in den Gebieten welche mit den Beschleunigten Linien in Berührung kommen	44
Tab. 11: Änderung der Reisezeiten in den Gebieten welche mit den Beschleunigten Linien in Berührung kommen	53
Tab. 12: Schätzung Lohnkosten pro Linie und Werktag	55
Tab. 13: Schätzung Fahrzeugeinsatzkosten pro Linie und Werktag	56

17 Abkürzungsverzeichnis

ap	Arbeitsplätze
BVB	Basel Verkehrs Betriebe
ew	Einwohner
IVTT	In Vehicle Travel Time (Fahrzeit)
LSC	Line Single Coverage (Linienbezogen Einfachabgedeckt)
NSC	Network Single Coverage (Netzbezogen Einfachabgedeckt)
OSM	Open Street Maps
GIS	Geografisches Informationssystem
GVMB	Gesamtverkehrsmodell Region Basel