

Fahrgastpotential neuer Verbindungen der trinationalen S-Bahn Basel

BSc-Arbeit Studiengang Bauingenieurwesen trinational



Noè Nicola Fiabane

Dornach, 12.01.2024

Bachelorarbeit Studiengang Bauingenieurwesen trinational

Fahrgastpotential neuer Verbindungen der trinationalen S-Bahn Basel

Examinator
Prof. Dr. Alexander Erath
FHNW
Hofackerstrasse 30
4132 Muttenz

+41 61 228 54 26
alexander.erath@fhnw.ch

Experten
Michael Arendt
Arendt Consulting
Rottmannsbodenstrasse 12
4102 Binningen
arendt@arendt.ch

Robin Carrard
Schweizer Bundesbahnen SBB
Regionalverkehr Mitte
Grenzacherstrasse 9
4132 Muttenz
robin.carrard@sbb.ch

Januar 2024

Kurzfassung

Im Rahmen dieser Arbeit wurde das Fahrgastpotential einer neuen S-Bahnverbindung zwischen dem Badischen Bahnhof und Muttenz untersucht. Hierfür wurden vier mögliche Linienverläufe erarbeitet, die an bestehende S-Bahnlinien anknüpfen.

Durch eine Voruntersuchung wurde entschieden, Variante 2 (Liestal – Muttenz – Bad. Bahnhof – Weil am Rhein) und 4 (Rheinfelden – Muttenz – Bad. Bahnhof – Weil am Rhein) vertieft zu untersuchen mit Blick auf ihr mögliches Fahrgastpotential und deren Wirtschaftlichkeit. Bei den Varianten ohne Haltestelle «Basel Solitude» weist von den Fahrgastzahlen und der Wirtschaftlichkeit die Variante 4 die höchste, streckenbezogene Fahrgastnachfrage von 2'272 Pers./ $(\text{km} \cdot \text{d})$ und den mit 60.9% höchsten Kostendeckungsgrad auf.

Ebenfalls untersucht wurde der Einfluss einer neuen Haltestelle Basel Solitude. Diese hatte sowohl auf die Wirtschaftlichkeit der Variante 4 (+6,4 Prozentpunkte) wie auch die durchschnittlichen Fahrgastzahlen (+238 Pers./ $(\text{km} \cdot \text{d})$) einen durchgehend positiven Einfluss, wenn auch die Variante 2 hier neu die höchste Fahrgastdichte aufweist (2'530 Pers./ $(\text{km} \cdot \text{d})$). Basierend auf den Modellzahlen und einer Einschätzung, inwiefern sich methodische Grenzen des Modells in Bezug auf die Fahrgastprognose auswirken, wird aber die Variante 2 als die weiterzuerfolgende Variante identifiziert.

Schlagworte

S-Bahn, Gesamtverkehrsmodell, Fahrgastpotential, Basel Solitude, Gellertkurve, Basler Verbindungsbahn

Zitierungsvorschlag

Fiabane, Noè (2023) Fahrgastpotential neuer Verbindungen der trinationalen S-Bahn Basel, Bachelorarbeit, Studiengang Bauingenieurwesen trinational, FHNW, Muttenz

Danksagung

Ich danke allen Personen die mich, direkt oder indirekt, in den vergangenen Monaten bei der Erstellung meiner Bachelorarbeit unterstützt haben.

Insbesondere möchte ich mich bei meinem Betreuer Prof. Dr. Alexander Erath bedanken, der meine Arbeit eng begleitet hat. Dank Ihm konnte ich meine Bachelorthesis zu einem Thema schreiben, das mir persönlich nahe liegt.

Die Arbeit wurde durch Dr. Michael Arendt massgeblich unterstützt. Er half mir dabei, mich mit dem TransCAD-Programm vertraut zu machen und war auch spätabends mit viel Geduld zur Stelle, wenn etwas nicht funktionierte. Danke.

Ausserdem bedanke ich mich bei Robin Carrad (SBB), Gregor Frei (SBB GmbH) und Matthias Hempel (BVB) für die unkomplizierte Zusammenarbeit und die zuverlässigen Einschätzungen aus deren Fachbereich.

Zum Schluss möchte ich mich bei meinem Kommilitonen Tim Cotti bedanken, der seine Arbeit parallel zu meiner schrieb. Ohne seine Zuverlässigkeit und Kooperation wäre die Modellierung mittels TransCAD auf einem gemeinsamen Rechner nicht so reibungslos abgelaufen.

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.

Dornach, 12.01.2024

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	8
1.1	Ausgangslage	8
1.2	Ziel der Arbeit	8
2	Literatur	8
2.1	Trinationale S-Bahn Basel	8
2.1.1	Ist-Zustand	8
2.1.2	Mittelfristiger Horizont	10
2.1.3	Langfristiger Horizont	10
2.2	Fahrgastpotential	11
3	Ermittlung möglicher Linienführungen	11
3.1	Datengrundlage	11
3.2	Übersicht voruntersuchte Linienvarianten	13
3.3	Differenzierung kurz- und mittelfristige Varianten	13
3.4	Auswertung kurzfristige Varianten	14
3.4.1	Variante 1	15
3.4.2	Variante 2	16
3.4.3	Variante 3	17
3.4.4	Variante 4	19
3.5	Auswertung mittelfristige Varianten	20
3.6	Einschätzung der Linienvarianten	22
3.7	Fazit der Voruntersuchung	22
4	Modellbeschreibung	22
4.1	GVM Region Basel	22
4.1.1	Grundlagen und Funktionsweise	23
4.1.2	Abbildung des öffentlichen Verkehrs	24
4.1.3	Routenwahl und Reisezeitkosten	25
4.1.4	Modellvarianten (DWV)	27
4.1.5	Grenzübertritt	27

4.2	Implementierung der Linienvarianten des neuen S-Bahnangebots	27
4.3	Berechnung der verkehrlichen Wirkung	28
4.4	Auswertung	28
5	Variantenvergleich	29
5.1	Auslastung der Varianten	29
5.2	Auswirkung auf das gesamte ÖV-Netz	32
5.2.1	Variante 2k	32
5.2.2	Variante 2m	34
5.2.3	Variante 4k	36
5.2.4	Variante 4m	37
5.3	Einordnung der Ziel- und Verkehrsmittelwahl	39
5.4	Veränderung von Kennzahlen entlang des Korridors	40
5.5	Betrieblicher Vergleich	42
5.6	Vereinfachte Kosten-Nutzen-Analyse	43
5.7	Auswertung Basel Solitude	44
5.7.1	Veränderung der Wege aus Roche Grenzacherstrasse	44
5.7.2	Veränderung der Kennzahlen innerhalb des Gebietes Solitude	49
6	Diskussion	50
7	Fazit	51
8	Handlungsempfehlung	52
9	Literaturverzeichnis	53
	Anhänge	55
	A1 Fahrzeitemnetzgrafik	55
	A2 Gebietsnummern	56
	A3 Gebietseinteilung	57
	A4 Kosten-Nutzen-Berechnung	58

Abkürzungen

ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
BAV	Bundesamt für Verkehr
BFS	Bundesamt für Statistik
BVB	Basler Verkehrs-Betriebe
DWV	Durchschnittlicher Werktagesverkehr
GVMRB	Gesamtverkehrsmodell der Region Basel
MIV	Motorisierter Individualverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
OSM	OpenStreetMap
SBB	Schweizerische Bundesbahnen
TNW	Tarifverbund Nordwestschweiz
QGIS	Quantum Geographic Information System
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Die trinationale S-Bahn bildet das Rückgrat des öffentlichen Nahverkehrs in Basel und seiner Agglomeration. Seit ihrer Einführung wurde das S-Bahnnetz stetig ausgebaut und es gab Anpassungen wie den Halbstundentakt oder die Einweihung neuer Haltestellen. In naher Zukunft wird sich das Bild der trinationalen S-Bahn nochmals deutlich verändern. Mit Hilfe von grösseren und kleineren Anpassungen am Netz und dem damit angebotenen Fahrplan soll die Leistungsfähigkeit aber auch die Attraktivität der S-Bahn gesteigert werden (Agglo Basel 2021).

Viele dieser Ausbauten liegen jedoch in weiter Zukunft, wie zum Beispiel das Herzstück. Mit Blick auf den Netzplan fällt auf, dass eine Direktverbindung aus dem Ergolz- und dem Fricktal an den Badischen Bahnhof in Basel fehlt. Dieser Bahnhof ist für die Pendlerströme an die Arbeitsplatzcluster im Kleinbasel jedoch von grosser Bedeutung. Dazu kommt, dass der Bahnhof Basel SBB schon heute in den Spitzenzeiten an seine Kapazitätsgrenzen stösst (SBB 2023). Durch eine Direktverbindung würden folglich nicht nur die Pendler durch eine kürze Fahrzeit und weniger Umsteigen profitieren, sondern auch der Bahnhof Basel SBB.

1.2 Ziel der Arbeit

Aufgrund der oben beschriebenen Herausforderungen soll im Rahmen dieser Arbeit ein neues Angebotskonzept für eine S-Bahnverbindung ausgearbeitet werden. Dabei soll untersucht werden, welche Fahrgastpotentiale eine neue Verbindung über den Korridor Muttenz-Basel Badischer Bahnhof hätte. Hierfür werden verschiedene Linienvarianten ausgearbeitet unter Berücksichtigung der Fahrbarkeit und der möglichen Fahrzeit. Anschliessend werden mit Hilfe des Gesamtverkehrsmodells der Region Basel (GVMRB) ausgewählte Varianten modelliert.

Das Ziel dieser Arbeit ist eine modellgestützte Beurteilung der einzelnen Angebotsvarianten und deren Fahrgastpotentiale. Dazu wird am Ende eine Handlungsempfehlung formuliert, welche sich auf den Ergebnissen des Modells abstützt.

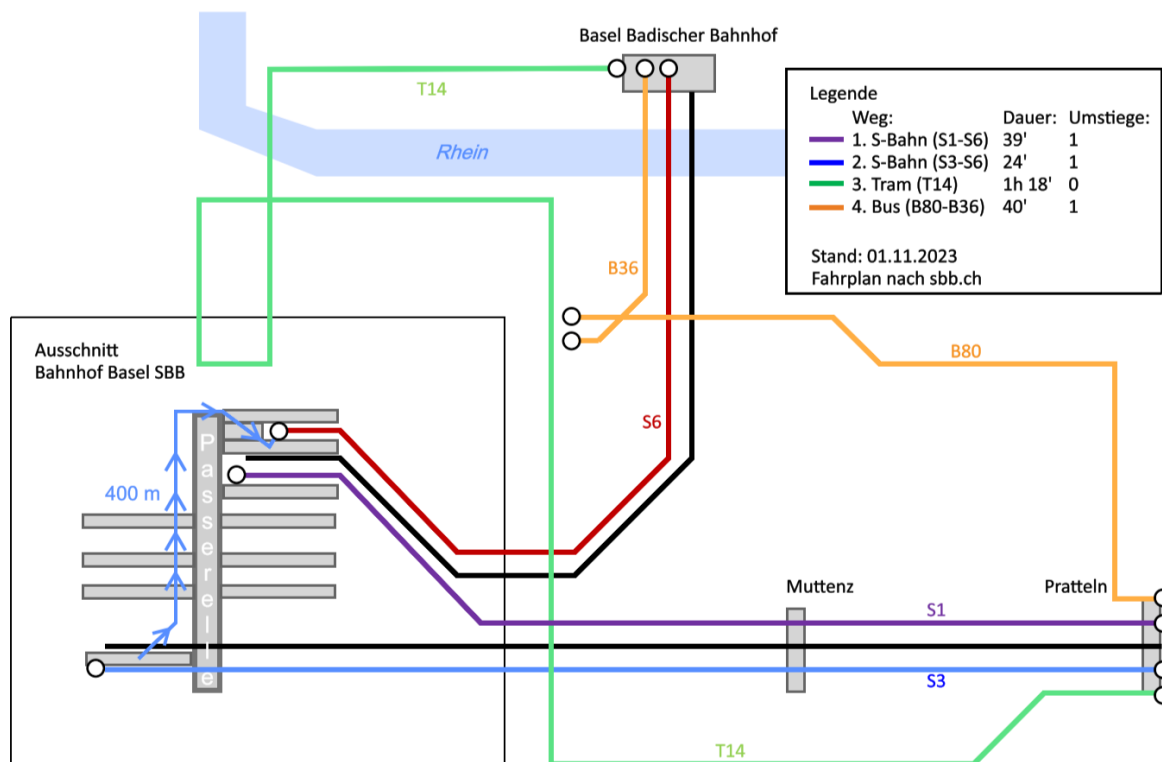
2 Literatur

2.1 Trinationale S-Bahn Basel

2.1.1 Ist-Zustand

Die trinationale S-Bahn Basel ist aufgrund ihrer geografischen Lage in drei Ländern eingebettet. Im heutigen Zustand verbinden sieben Arme die Stadt Basel mit ihrer Umgebung. All diese Verbindungen enden oder wenden mit einer längeren Wartezeit im Bahnhof Basel SBB oder im Badischen Bahnhof (vgl. Abb. 1). Dies führt zu einem Umsteigezwang an einem der beiden Bahnhöfe.

Abb. 2 ÖV-Fahrbeziehung zwischen Pratteln und Basel Badischer Bahnhof



Quelle: Eigene Darstellung; Fahrzeiten SBB Fahrplan: <https://www.sbb.ch/de> abgerufen am 01.11.2023

Dieses Bild der trinationalen S-Bahn wird sich in den kommenden Jahren deutlich verändern. Die Ausbauschritte, welche für diese Arbeit von besonderem Interesse sind, werden in den Kapiteln 2.1.2 und 2.1.3 näher beschrieben.

2.1.2 Mittelfristiger Horizont

Mittelfristig ist die Erweiterung des Bahnnetzes um die neue Haltestelle Basel Solitude von hohem Interesse. Diese soll am nördlichen Ende der Schwarzwaldbrücke zu liegen kommen und erschliesst das Roche-Areal an der Grenzacherstrasse mit seiner hohen Arbeitsplatzdichte optimal. Die Haltestelle ist im STEP 2035 enthalten und das BAV rechnet in seinem letzten Standbericht mit einer Inbetriebnahme im Jahre 2031 (BAV 2023, S. 21).

Ein weiterer wichtiger Ausbau der trinationalen S-Bahn stellt das Wendegleis in Liestal dar. Dieses ermöglicht zusammen mit weiteren Projekten auf der Strecke Basel SBB-Liestal eine Verdichtung des Halbstundentaktes auf einen Viertelstundentakt. Die geplante Inbetriebnahme ist 2025 (BAV 2023, S. 21).

2.1.3 Langfristiger Horizont

Ob eine neue S-Bahn-Verbindung über den Badischen Bahnhof hinaus nach Deutschland agieren kann, ist besonders vom viergleisigen Ausbau der Rheintalbahn abhängig. Im heutigen Zustand ist die Rheintalbahn überlastet und kann keine zusätzlichen Trassen mehr anbieten (DB Netz AG 2022). Im Ausbauschritt 2035 ist der Kapazitätsausbau festgehalten, und zwar in Form von zusätzlichen Trassen, die abgerufen werden

können, jedoch mit dem Vermerk über den Zustand des Ausbaufortschrittes im Rheintal (BAV 2021). Die Deutsche Bahn geht davon aus, dass die Bauarbeiten bis 2035 abgeschlossen sein werden (Deutsche Bahn AG 2023, S. 3).

Nach dem Angebotskonzeptes 2035 des BAV ist vom Rheintal herkommend stündlich eine Regio-Verbindung über den Badischen Bahnhof nach Basel SBB mit Halt an der Haltestelle Basel Solitude vorgesehen. Des Weiteren wird die S-Bahn aus dem Wiesental (S6) ab Lörrach auf einen Viertelstundentakt über Riehen an den Basel Badischer Bahnhof verdichtet, wobei jede zweite Relation über Basel Solitude nach Basel SBB weiter fährt (BAV 2021). Inwiefern dies umgesetzt werden kann, ist jedoch fraglich. Im Angebotskonzept ist der Viertelstundentakt vorgesehen, jedoch fehlt der dazu nötige Ausbau im Standbericht der SBB (BAV 2023). Dazu kommt die politische Diskussion über eine Tiefenvariante in Riehen.

2.2 Fahrgastpotential

Das Fahrgastpotential für eine direkte Verbindung von Pratteln über den Rhein nach Basel Badischer Bahnhof bringt für den Fahrgast einige Vorteile mit sich, da sich das Umsteigen am Basel SBB erübrigt und sich folglich die Attraktivität durch Entfallen eines Umstiegs sowie eine kürzere Reisezeit erhöht.

In einem bereits existierenden Projektbericht werden für eine Verbindung vom Fricktal über Kaiseraugst und vom Ergolzthal nach Basel Badischer Bahnhof und Basel Solitude Fahrzeiterparnisse von bis zu 15 Minuten geschätzt. Die Marktanteile für Mitarbeitende aus dem Ergolz- und Fricktal an die Roche-Standorte Kaiseraugst und Grenzacherstrasse würden um 4 %P. zu Gunsten des ÖV ansteigen. (Erath und van Eggermond 2021, S. 14)

Auch das Entwicklungskonzept des Stadtraumes rund um die geplante Haltestelle Basel Solitude spricht von einem Potential von 5'000 Ein- und Aussteigenden pro Tag mit acht Zughalten pro Stunde. Dies würde der heutigen Frequenz des Bahnhofs Muttenz entsprechen (BVD Basel-Stadt 2023, S. 12). Auch wenn die im Bericht geplanten S-Bahnverbindungen nur die Linien an den Bahnhof Basel SBB berücksichtigen, liefert diese Fahrgastprognose einen ersten Anhaltspunkt über die Potentiale einer S-Bahnverbindung ins Wettsteinquartier.

Dass eine Direktverbindung ein grosses Potential hat, zeigt auch die neue Buslinie 46 der BVB auf. Diese verkehrt seit 2021 in den Spitzenstunden direkt zwischen Muttenz Bahnhof und dem Badischen Bahnhof via Basel Breite. Auf dieser Linie verzeichnete die BVB im ersten Quartal 2023 2'466 Fahrgäste pro Tag (BVB 2023).

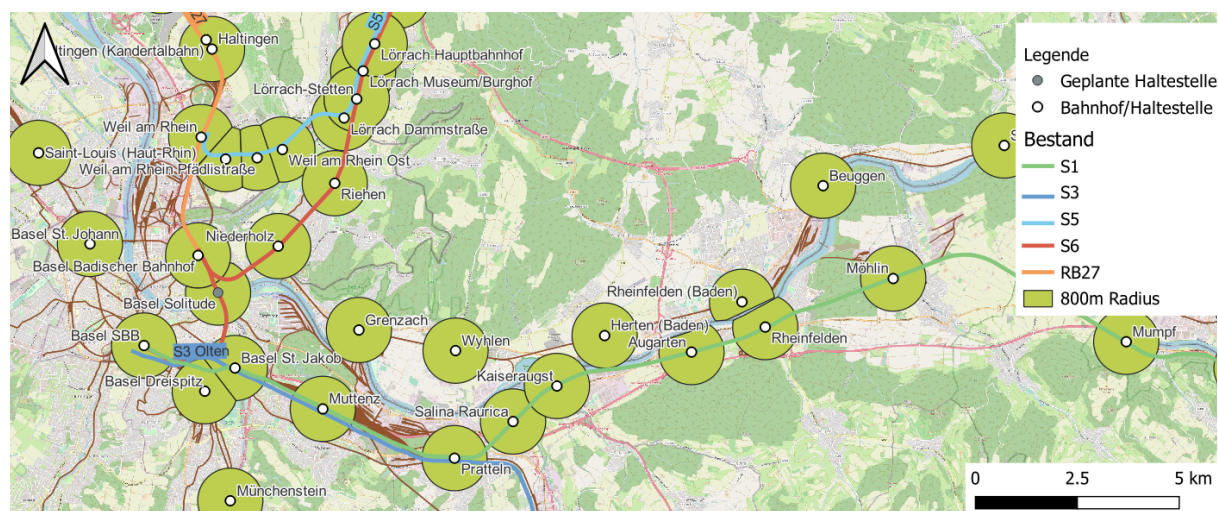
3 Ermittlung möglicher Linienführungen

3.1 Datengrundlage

Die Erarbeitung der Grundlagen für mögliche Linienvarianten erfolgte mit Hilfe von QGIS. QGIS ist eine Geoinformationssoftware, mit der man räumliche Daten erfassen, bearbeiten und darstellen kann. Die Grundlage bildeten Daten der Bevölkerungs- und Arbeitsplatzdichte, welche in Hektarauflösung zur Verfügung standen. Dazu wurden sowohl die Haltestellen und Bahnhöfe der Region aus OpenStreetMap (OSM) importiert, als auch das Eisenbahnnetz. Der Vorteil von OSM ist, dass die Daten öffentlich zugänglich sind und, anders als bei anderen GIS-Applikationen, grenzüberschreitend zur Verfügung stehen. So konnte ein manuelles Zusammentragen der Daten aus den zwei betroffenen Ländern vermieden werden.

Das Einzugsgebiet der Haltestellen und der Bahnhöfe wurde mit 800 Metern angenommen (Vuchic 2005, S. 187). Durch ein Überschneiden der Strukturdaten mit dem Radius um den jeweiligen Bahnhof ergab sich die Anzahl an abgedeckten Arbeitsplätzen und Einwohnern pro Haltestelle. Bei einem Überschneiden zweier Radien wurde der Einzugskreis auf eine der beiden Haltestellen aufgeteilt. So wurde verhindert, dass die Zahl an Arbeitsplätzen und Einwohnern bei einer Überschneidung doppelt gezählt wurden. Da in der Auswertung besonders die Anzahl Fahrgäste pro Linie von Interesse war und nicht die Anzahl pro Bahnhof/Haltestelle, erschien diese Abgrenzung für eine erste Einschätzung der Linienvarianten als plausibel. Die Einzugsgebiete wurden zudem auf ihre Richtigkeit überprüft. Dies betraf insbesondere den Einbezug von Einwohnern und Arbeitsplätzen, welche durch den Rhein vom Bahnhof getrennt wurden. Zum Beispiel der Haltestelle Augarten (siehe Abb. 3). Auf eine genauere Abstufung mittels ÖV-Güteklassen oder Einbezug des Fusswegnetzes wurde aus Zeitgründen verzichtet, da dies die Voruntersuchung stark verkompliziert hätte.

Abb. 3 Einzugsgebiet der Bahnhöfe/Haltestellen



Quelle: Eigene Darstellung, Karte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

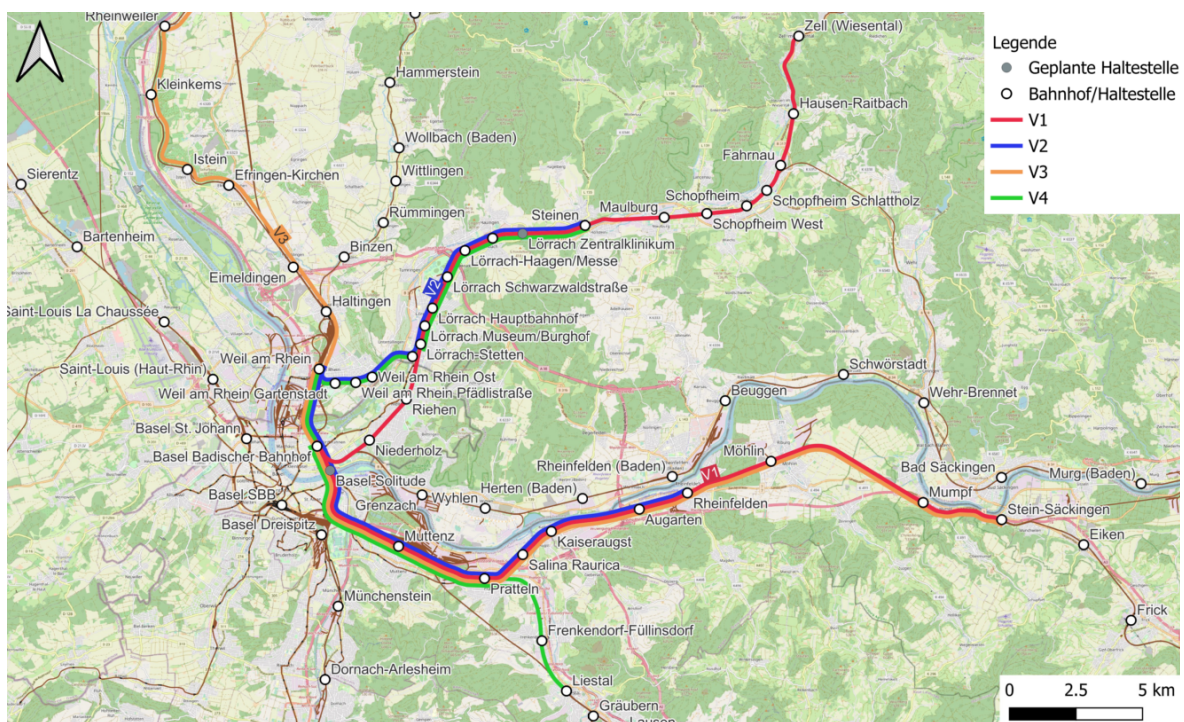
Die Fahrzeiten der verschiedenen Varianten wurden wenn möglich aus dem bestehenden Fahrplan übernommen (trireno 2020). Für den Abschnitt Basel Badischer Bahnhof-Muttenz liegen keine Daten zu Reisezeiten für den Regionalverkehr vor. Daher wurde die signalisierte Höchstgeschwindigkeit von 60 km/h genommen, was der Geschwindigkeit für Standardtrassen des Güterverkehrs entspricht. Die Länge des Abschnittes (von Mitte Basel Badischer Bahnhof bis Mitte Muttenz Bahnhof) wurde mit 5,6 km bemessen. Daraus ergibt sich eine Fahrzeit von 5,6 Minuten. Um Zeitverluste aufgrund von Beschleunigung und Abbremsen, sowie Geschwindigkeitsbeschränkungen bei Fahrt über Weichen abzubilden, wurde der Wert auf 8 Minuten aufgerundet. Dieser Wert wurde in Rücksprache mit der SBB als plausibel eingeschätzt (Robin Carrard, Regionenmanager Kantone Basel-Landschaft und Basel-Stadt, Gesamtperspektiven SBB Region Mitte). Eine Übersicht über die verwendeten Fahrzeiten befindet sich im Anhang A1 Fahrzeiten-netzgrafik.

3.2 Übersicht voruntersuchte Linienvarianten

Im Rahmen der Voruntersuchung wurde ermittelt, welche Linienverläufe aufgrund der Siedlungsstruktur sowie dem bestehenden Liniennetz erfolgsversprechend sind. Darin waren bestehende Endpunkte im S-Bahnnetz besonders interessant, da diese einen guten Anknüpfungspunkt für eine Verlängerung darstellten. Ebenso wichtig war die benötigte Fahr- und Wendezeit. Dabei wurde darauf geachtet, dass der Umlauf möglichst in einen sinnvollen Takt, Halbstunden- oder Stundentakt, passte, sodass die Standzeit am Endpunkt und somit der Rollmaterialbedarf möglichst klein gehalten werden kann.

Im Laufe der Untersuchung wurden vier Linienvarianten ausgearbeitet. Eine Übersicht findet sich in der Abb. 4 wieder. In den Kapiteln 3.4.1 bis 3.4.4 werden die einzelnen Linien detailliert beschrieben, sowie die dahinter stehenden Gedankengänge erläutert.

Abb. 4 Übersicht Linienvarianten



Quelle: Eigene Darstellung, Karte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

3.3 Differenzierung kurz- und mittelfristige Varianten

Mit kurzfristig (später mit «k» abgekürzt) werden im Rahmen dieser Arbeit Angebotskonzepte definiert, die ohne grössere Anpassungen der bestehenden Infrastruktur betrieben werden können. Dies bedeutet, dass die Varianten grösstenteils auf den heute bestehenden (Bahn-)Infrastrukturen aufbauen oder auf Infrastrukturen, welche innerhalb von kurzer Zeit zur Verfügung stehen. Namentlich das Wendegleis in Liestal, sowie kleinere Anpassungen wie die Wiederinbetriebnahme von heute ungenutzten Perrons.

Bei den mittelfristigen Varianten (später mit «m» abgekürzt) handelt es sich um Untervarianten der kurzfristigen Varianten. Sie berücksichtigen den neuen S-Bahnhalt Basel Solitude. Von ihrem restlichen Linienverlauf sind diese identisch mit den kurzfristigen Varianten. Einzig die Fahrzeit zwischen Basel Badischer

Bahnhof und Muttenz verlängert sich durch den zusätzlichen Halt um eine Minute. Diese zusätzliche Minute wurde aus der verlängerten Fahrzeit zwischen Basel SBB und Basel Solitude nach dem Angebotskonzept 2030 abgeleitet (BAV 2021, S. 37).

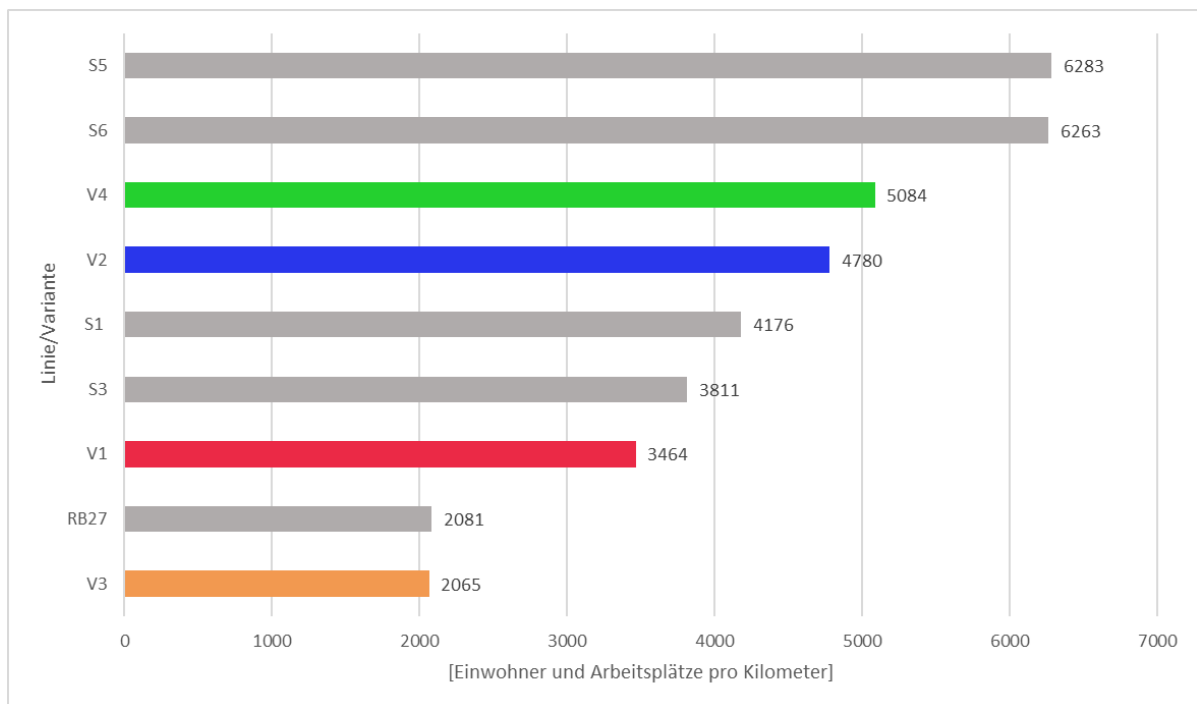
3.4 Auswertung kurzfristige Varianten

Im Folgenden werden die Ergebnisse der kurzfristigen Varianten zusammengefasst, um einen Überblick zu verschaffen. In der Tabelle (Tab. 1) wird das Einzugsgebiet der jeweiligen Varianten aufgezeigt. Da ein absoluter Vergleich sich schlecht vergleichen liesse, wurden die Einzugsgebiete je gefahrenen Kilometer berechnet. Ebenfalls wurden in der Abb. 5 die bestehenden S-Bahnlinien miteinbezogen, um ein besseres Verständnis über die Dimensionen der Varianten zu erlangen.

Tab. 1 Auswertung kurzfristige Varianten

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Takt [Min]	30	30	60	30
Fahrzeit [Min]	77	50	100,5	48
Wendezeit [Min]	18 Stein-S. 5 Bad. Bf. 8 Zell im W.	4 Rheinfelden 5 Weil am Rhein 16 Steinen (D)	23 Freiburg 44 Stein-S.	7 Liestal 5 Weil am Rhein 17 Steinen (D)
Streckenlänge [km]	59,3	34,2	91,8	31,7
Einwohner in 800m Radius absolut	129'708	101'721	112'582	94'926
Arbeitsplätze in 800m Radius absolut	76'024	61'860	76'943	66'236
Einwohner pro km	2'184	2'972	1'227	2'995
Arbeitsplätze pro km	1'280	1'808	838	2'090
Total Ew. und Ap. Pro km	3'464	4'780	2'065	5'084

Abb. 5 Vergleich der Bestandslinien mit den kurzfristigen Varianten



*S1 auf dem Abschnitt von Basel SBB bis Laufenburg

*S3 auf dem Abschnitt von Basel SBB bis Olten

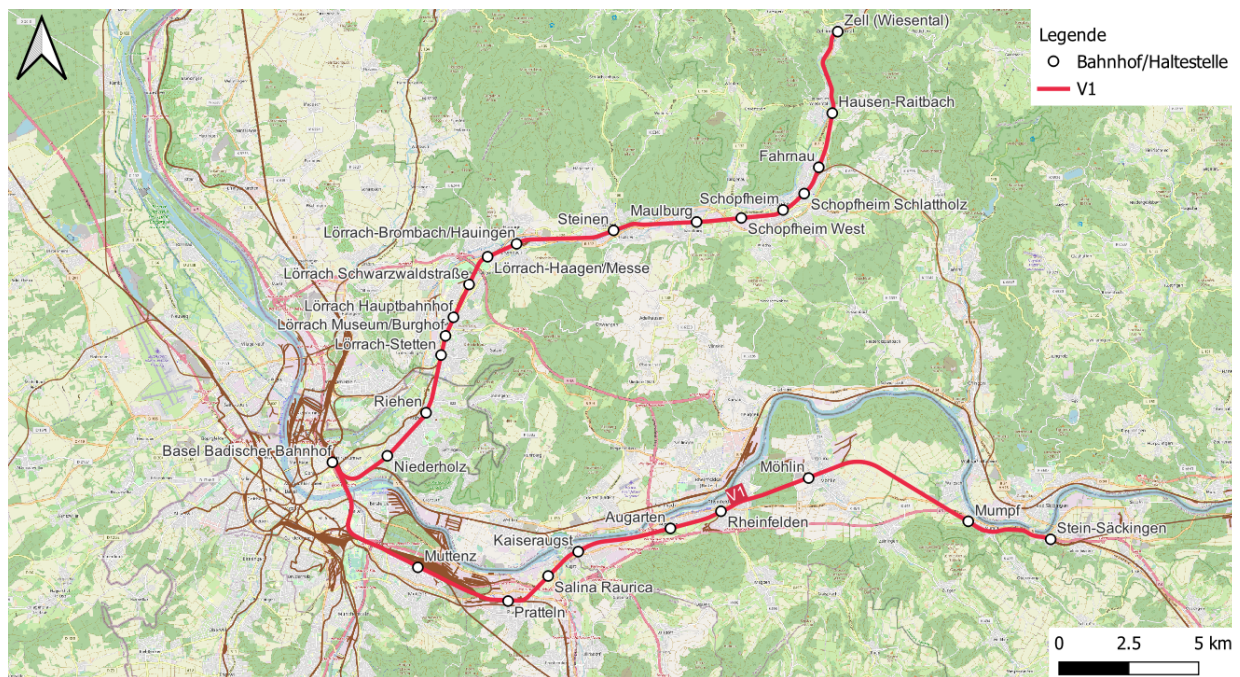
3.4.1 Variante 1

Variante 1 sieht eine Verlängerung respektive eine Umleitung der heutigen S6 vor. Diese verkehrt zur Zeit von Zell im Wiesental über Basel Badischer Bahnhof an den Bahnhof Basel SBB. Da in einem kurzfristigen Ansatz keine zusätzlichen Trassenkapazitäten in Riehen existieren, wurde die Linie als Fortführung der heutigen S6 geplant. Dies hat zur Folge, dass der Anschluss an den Bahnhof Basel SBB entfallen und einer direkten Verbindung nach Muttenz und weiter nach Stein-Säckingen zugutekommen würde (siehe Abb. 6). Der Fahrplan wurde so gewählt, dass die S6 regulär ab Basel Badischer Bahnhof nach Zell im Wiesental verkehren kann (Tab. 2). Somit kommt es nicht zu Konflikten auf den einspurigen Abschnitten mit der S5. Zudem kann der RB27 von und nach Freiburg im Breisgau mit dieser Variante erreicht werden, da sich die Ankunftszeiten überschneiden.

Tab. 2 Eckdaten Variante 1

Bahnhof/Haltestelle	Zeit	Bahnhof/Haltestelle	Zeit	Fahrzeit
Ab Zell im W.	:04 :34	Ab Stein-Säckingen	:05 :35	1h 13 Min. resp.
An Basel Bad. Bf.	:41 :11 ^{+1h}	An Basel Bad. Bf.	:36 :06 ^{+1h}	1h 21 Min
Ab Basel Bad. Bf.	:46 :16	Ab Basel Bad. Bf.	:47 :17	
An Stein-Säckingen	:17 ^{+1h} :47	An Zell im W.	:26 ^{+1h} :56	
Wenden	18'	Wenden	8'	

Abb. 6 Linienverlauf Variante 1



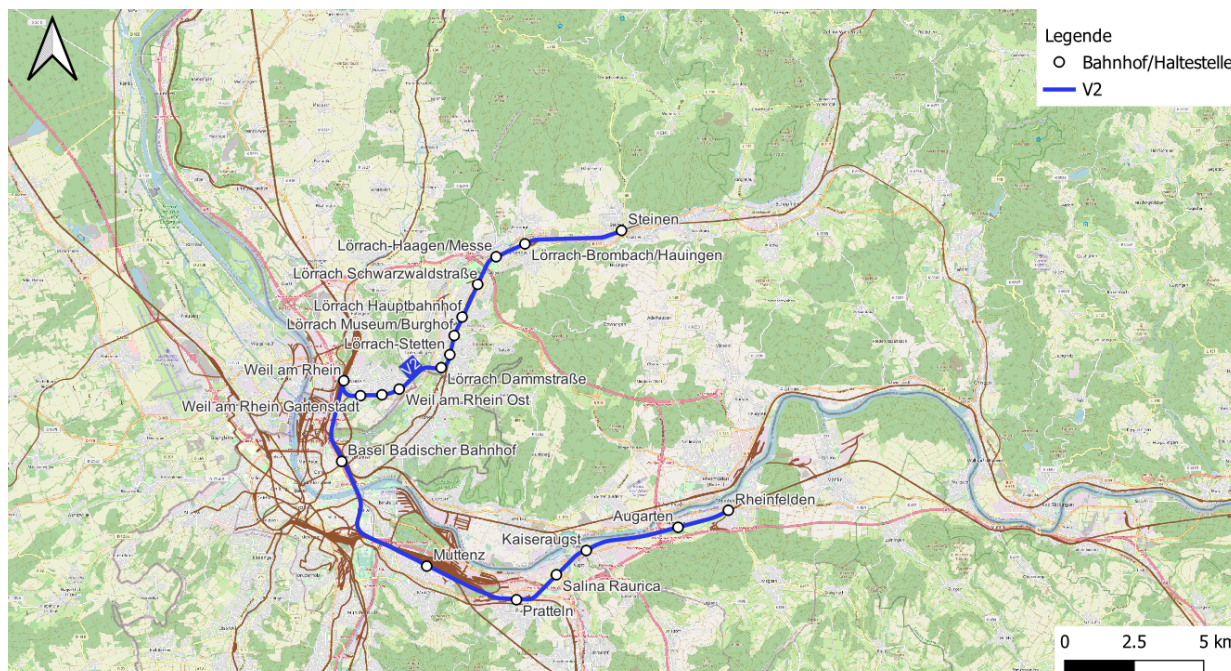
Quelle: Eigene Darstellung, Karte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

3.4.2 Variante 2

Variante 2 wurde nach demselben Prinzip aufgebaut wie Variante 1. Hier wurde die bestehende Linie S5 verwendet und bis nach Rheinfelden verlängert. Die Fortführung der S5 ab Weil am Rhein bietet den Vorteil, dass auf den Abschnitten in Lössach keine Probleme mit anderen Zugkreuzungen entstehen, aber das Einzugsgebiet im Bereich Lössach mitangeschlossen wird. Zudem gäbe es pro Stunde zwei neue Direktverbindungen ab Weil am Rhein an den Basel Badischer Bahnhof sowie weiter in Richtung Müttenz. Mit der S6 und den Schnellzugverbindungen ab Basel Badischer Bahnhof bestehen weiterhin Anschlussmöglichkeiten an den Bahnhof Basel SBB.

Eine solche Variante erfordert einen Wendevorgang am Bahnhof Rheinfelden (siehe Abb. 7). Dieser besitzt zurzeit ein regulär genutzter Perron sowie ein zweiter, ungenutzter Perron auf der Seite des Busbahnhofes. Für diese Variante wurde davon ausgegangen, dass das Gleis des ungenutzten Perrons für die Wendevorgänge von S-Bahnen wieder in Betrieb genommen werden kann, da ein Wendevorgang auf dem Durchgangsgleis unrealistisch erscheint. Nach Einschätzungen der SBB steht eine Inbetriebnahme des zweiten Perrons im Rahmen der Modernisierung des Bahnhofs Rheinfelden aktuell zur Diskussion und wäre denkbar (Robin Carrard, Regionenmanager Kantone Basel-Landschaft und Basel-Stadt, Gesamtperspektiven SBB Region Mitte). Im Bahnhof Weil am Rhein ist die selbe Problematik wie in Rheinfelden anzusprechen. Da nun neu zwei Zugpaare zur selben Zeit in Weil wenden, wird nebst dem heute angefahrenen Gleis 1 ein zweites Gleis benötigt. Der Bahnhof Weil am Rhein verfügt im Vergleich zu Rheinfelden über deutlich mehr Perrons, wobei aufgrund des Gleisplanes nur Gleis 1 oder 2 in Frage kommen. Wie dies gelöst werden kann, müsste zusammen mit dem Infrastrukturbetreiber abgeklärt werden. Im Rahmen der Voruntersuchung wurde davon ausgegangen, dass das zweite Gleis zur Verfügung steht.

Abb. 7 Linienverlauf Variante 2



Quelle: Eigene Darstellung, Karte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Die Fahrzeiten bleiben auf dem Abschnitt der heutigen S5 dieselben, mit Anpassungen im Minutenbereich (Tab. 3). In Steinen (D) wendet die Variante 2 zur gleichen Zeit wie die heutige S5. Daher sollten an der Infrastruktur keine Anpassungen nötig werden. Die Asymmetrie bei den Abfahrtszeiten in Rheinfelden ist dem IR36 geschuldet, welcher immer um :34 und :10 in Rheinfelden abfährt (tireno 2020). Um Konflikte zu verhindern, wird die S-Bahn auf :35 verlegt, um den InterRegio überholen zu lassen. Bei der Abfahrt um :10 ist die S-Bahn schon hinter Pratteln, sodass ein Überholvorgang möglich sein sollte. Die daraus resultierende spätere Abfahrtszeit in Weil am Rhein sollte zu keinem Konflikt mit anderen Bahnen in Lörrach führen.

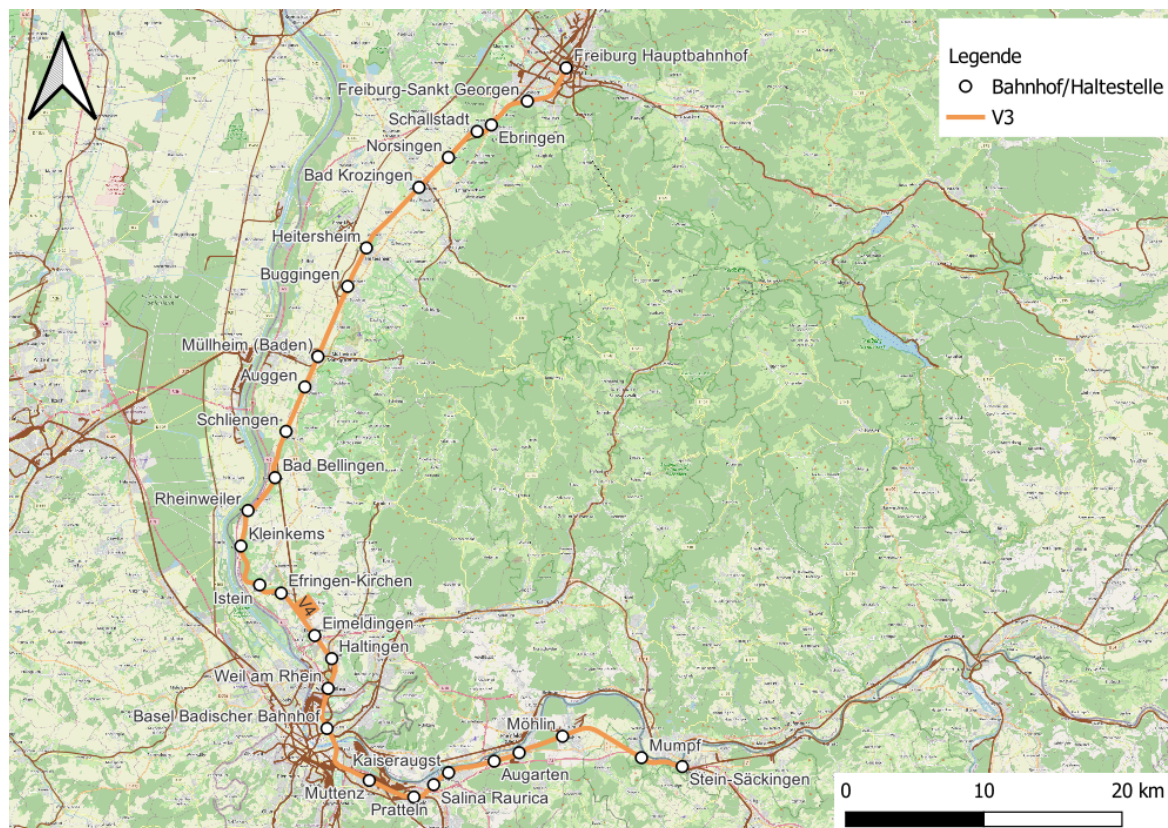
Tab. 3 Eckdaten Variante 2

Bahnhof/Haltestelle	Zeit	Bahnhof/Haltestelle	Zeit	Fahrzeit
Ab Steinen (D)	:08 :38	Ab Rheinfelden	:02 :35	50 Min.
An Weil am Rhein	:27 :57	An Weil am Rhein	:28 :01 ^{+1h}	
Ab Weil am Rhein	:32 :02 ^{+1h}	Ab Weil am Rhein	:33 :06	
An Rheinfelden	:58 :28	An Steinen (D)	:52 :25	
Wenden	4' / 7'	Wenden	16' / 13'	

3.4.3 Variante 3

Bei dieser Variante wird die RB27 verlängert bis nach Stein-Säckingen. Die Linie wurde nicht in Richtung Liestal verlängert, da heute schon mit den internationalen Fernzugverbindungen einzelne, umsteigefreie Relationen von Liestal nach Freiburg im Breisgau bestehen.

Abb. 8 Linienverlauf Variante 3



Quelle: Eigene Darstellung, Karte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Der Grund für den Stundentakt sind die Kapazitätsbeschränkungen auf der Rheintalbahn (siehe Kapitel 2.1.3). Daher hielt man sich strikt an die Abfahrtszeiten am Badischen Bahnhof und in Freiburg im Breisgau, um weiterhin das gleiche Trasse zu verwenden (Tab. 4). Die Fahrzeit bis nach Rheinfeldern läge bei 1h 21 Minuten. Aufgrund der Abfahrtszeiten in Freiburg verpasst die Regionalbahn die Abfahrtszeit zurück nach Freiburg in Rheinfeldern knapp, weshalb die Linie bis nach Stein-Säckingen verlängert wurde, um die Standzeit am Endbahnhof zu minimieren.

Tab. 4 Eckdaten Variante 3

Bahnhof/Haltestelle	Zeit	Bahnhof/Haltestelle	Zeit	Fahrzeit
Ab Freiburg im B.	:42	Ab Stein-Säckingen	:37	1 h 39 Min.
An Bad. Bf.	:43 ^{+1h}	An Bad. Bf.	:08 ^{+1h}	
Ab Bad. Bf.	:50	Ab Bad. Bf.	:18	
An Stein-Säckingen	:21 ^{+1h}	An Freiburg im B.	:19 ^{+1h}	
Wenden	16'	Wenden	23'	

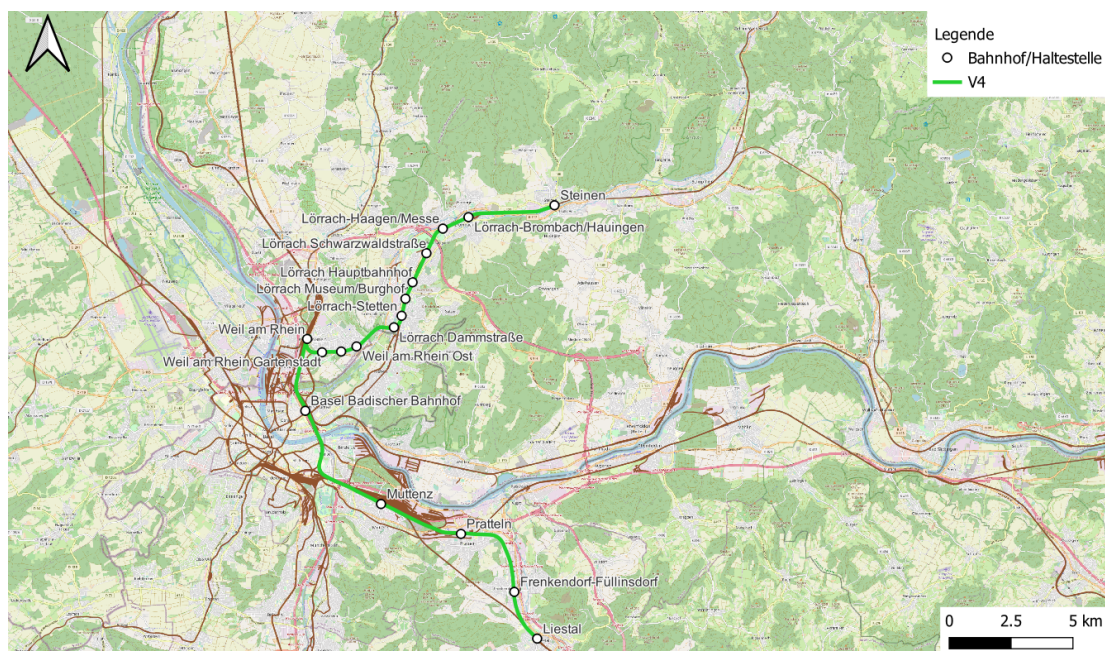
Am Badischen Bahnhof wurde eine Wartezeit von mindestens 7 Minuten vorgesehen. Es handelt sich hierbei nicht um einen Wendevorgang wie in den vorherigen Varianten. Durch den längeren Aufenthalt wird ein Personalwechsel ermöglicht, falls dieser notwendig ist. Ebenso werden Konflikte auf der Strecke

nach Stein-Säckingen umgangen. Zudem ermöglicht dies in Richtung Freiburg den Zu- und Umstieg von der S6 mit Abfahrt um :17 nach Lörrach mit einer Umsteigezeit von mindestens 9 Minuten. Von Freiburg kommend kann leider keine Verbindung ohne grössere Umsteigezeiten erreicht werden, was dem heutigen Zustand entspricht.

3.4.4 Variante 4

Variante 4 sieht eine Fortführung der S5 ab Weil am Rhein nach Liestal vor. Bei der Variante 4 handelt es sich theoretisch um eine mittelfristige Lösung, da sie ein Wendegleis in Liestal voraussetzt. Da dieses 2025 in Betrieb gehen soll (BAV 2023), wurde diese Variante auch unter den kurzfristigen angesiedelt. Vergleichbare Angebote für die anderen kurzfristigen Varianten würden im gleichen Zeitraum zu liegen kommen. Zudem liegen andere Projekte wie Basel Solitude deutlich weiter in der Zukunft. Des Weiteren wird ein guter Vergleich zwischen dieser und der Variante 2 ermöglicht, da sie sich von Steinen (D) bis Pratteln das gleiche Gleis teilen.

Abb. 9 Linienverlauf Variante 4



Quelle: Eigene Darstellung, Karte: © OpenStreetMap-Mitwirkende

Die Fahrzeiten der S5 wurden nicht verändert (Tab. 5). In Liestal wurde eine kurze Wendezeit eingeplant, welche verhindert, dass die Variante 4 das Gleis für die in Liestal wendende S3 blockiert. Diese kommt jeweils :13 und :43 an und fährt nach 5 Minuten zurück (BAV 2021).

Tab. 5 Eckdaten Variante 4

Bahnhof/Haltestelle	Zeit	Bahnhof/Haltestelle	Zeit	Fahrzeit
Ab Steinen (D)	:08 :38	Ab Liestal	:04 :34	47 Min.
An Weil am Rhein	:27 :57	An Weil am Rhein	:27 :57	
Ab Weil am Rhein	:32 :02 ^{+1h}	Ab Weil am Rhein	:32 :02 ^{+1h}	
An Liestal	:55 :25	An Steinen (D)	:51 :21	
Wenden	7'	Wenden	17'	

3.5 Auswertung mittelfristige Varianten

Bei den mittelfristigen Varianten handelt es sich um Untervarianten der kurzfristigen Varianten. Hier steht der Bau der Haltestelle Basel Solitude im Zentrum, welche bei allen Varianten miteingebunden werden kann. Im Angebotskonzept 2035 ist zudem ein Viertelstundentakt über Riehen vermerkt, jedoch sind weder der Doppelspurausbau noch andere Massnahmen im Ausbauschnitt 2035 vorgesehen (BAV 2023). Aus diesem Grund wurde die Variante 4 als Verlängerung der S5 belassen. Bei der Übersicht der mittelfristigen Varianten (Tab. 6) ist zu erkennen, dass diese fast identisch mit den kurzfristigen Varianten sind. Bei der Fahrzeit kommt durch die Haltestelle Solitude eine Minute Fahrzeit hinzu. Bei der Abdeckung wird nun auch das Roche-Areal an der Grenzacherstrasse durch den Einzugsradius der Haltestelle abgedeckt, was sich in einer Zunahme von 10'040 Arbeitsplätzen widerspiegelt (vgl. Tab. 6 mit Tab. 1). Die Variante 3 wurde zudem auf einen Halbstundentakt erhöht, was den Ausbauzustand der Rheintalbahn berücksichtigen soll.

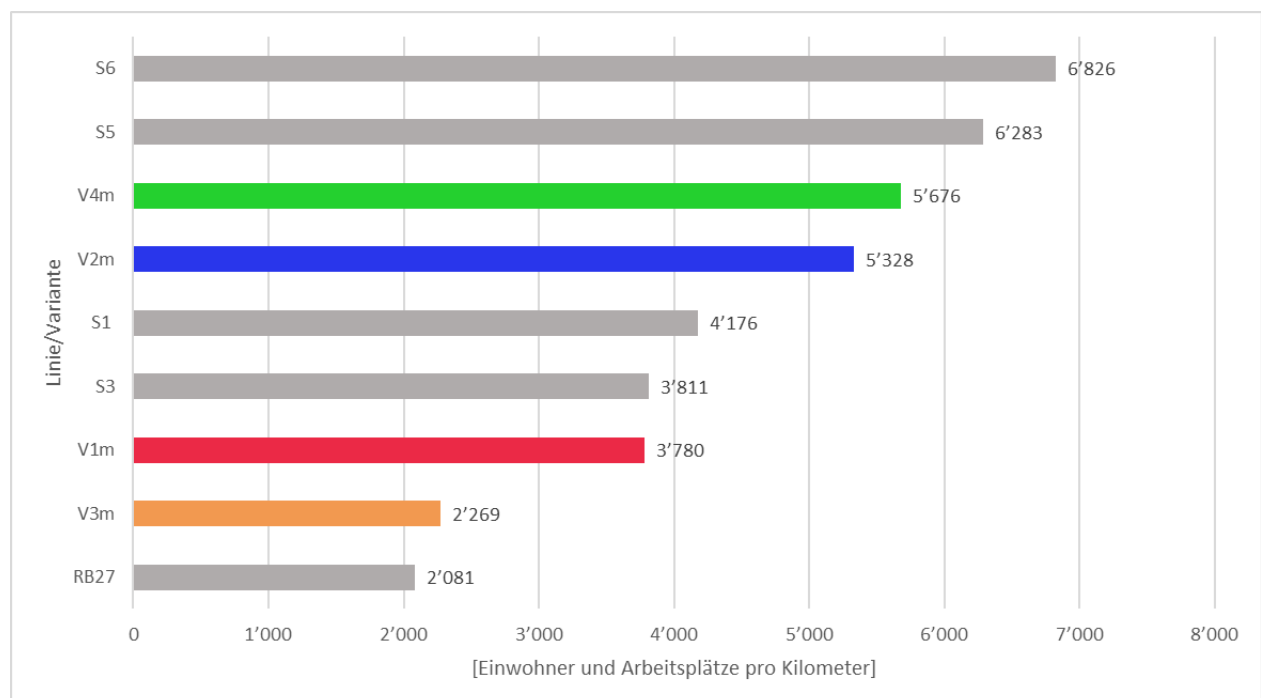
Durch das Hinzufügen der Haltestelle Solitude ist zu erkennen, dass die S6 nun pro Kilometer die meisten Fahrgäste erreicht (Abb. 10). Zudem überholt die Variante 3 den RB27. Die restlichen Linien bleiben von ihrem Rang her unverändert.

Da die mittelfristigen Varianten im Zuge der Arbeit als Untervarianten der kurzfristigen Varianten ausgearbeitet wurden, wurde auf eine erneute Einzelbeschreibung der vier mittelfristigen Varianten verzichtet.

Tab. 6 Übersicht mittelfristige Varianten

	Variante 1	Variante 2	Variante 3	Variante 4
Takt [Min]	30	30	30	30
Fahrzeit [Min]	78	51	101,5	49
Wendezeit [Min]	17 Stein-S. 5 Bad. Bf. 7 Zell im W.	4 Rheinfelden 5 Weil am Rhein 14 Steinen (D)	23 Freiburg 42 Stein-S.	6 Liestal 5 Weil am Rhein 16 Steinen (D)
Streckenlänge [km]	59,3	34,2	91,8	31,7
Einwohner in 800m Radius absolut	138'428	110'441	121'302	103'646
Arbeitsplätze in 800m Radius absolut	86'064	71'900	86'983	76'276
Einwohner pro km	2'331	3'227	1'322	3'270
Arbeitsplätze pro km	1'449	2'101	948	2'406
Total Ew. und Ap. Pro km	3'780	5'328	2'269	5'676

Abb. 10 Vergleich der Bestandslinien mit den mittelfristigen Varianten



*S1 auf dem Abschnitt von Basel SBB bis Laufenburg

*S3 auf dem Abschnitt von Basel SBB bis Olten

3.6 Einschätzung der Linienvarianten

Im Rahmen der Voruntersuchung zur möglichen Linienführung wurden die Varianten den Betreuern und Experten vorgelegt, um mögliche Defizite und Hürden frühzeitig erkennen zu können. Anlässlich dieser Arbeitsphase wurde auch ein Termin mit der SBB GmbH vereinbart, welche die Linie S5 und S6 betreibt. Das Ergebnis des Gesprächs mit dem Geschäftsführer der SBB GmbH¹ lieferte vertiefte und neue Erkenntnisse zur Umsetzbarkeit der angedachten Varianten. Im Folgenden werden die wichtigsten Erkenntnisse der Besprechungen sinngemäss wiedergegeben:

Von den vier untersuchten Varianten wurden die Variante 1 sowie die Variante 3 als unrealistisch eingeschätzt. Die Variante 1 ist politisch kaum möglich. Basel-Stadt sieht den Basel SBB als Hauptbahnhof und daher käme ein Abbau des Linienangebots nicht in Frage. Bei der Variante 3 stellt insbesondere der Wechsel in ein anderes Schienennetz ein Problem dar. Das von der DB Regio AG eingesetzte Mireo-Rollmaterial besitzt zwar die Zulassung für Grenzstrecken, um bis an den Bahnhof Basel SBB fahren zu können, jedoch fehlt eine solche für das restliche Schweizer Schienennetz und folglich auch für einen Betrieb nach Rheinfelden. Da eine Neuzulassung oder Neuanschaffung von Fahrzeugen zurzeit nicht geplant ist, wird eine Verlängerung in die Schweiz in absehbarer Zukunft nicht erfolgen können. Dieser Einschätzung folgt auch Robin Carrard (Regionenmanager Kantone Basel-Landschaft und Basel-Stadt, Gesamtperspektiven SBB Region Mitte). Bei den Varianten 2 und 4 fiel die Einschätzung positiver aus, da zum einen das heute eingesetzte Rollmaterial (Stadler Flirt) schon auf den meisten Linien der trinationalen S-Bahn eingesetzt wird, und somit die Zulassung für die Deutschen und Schweizer Abschnitte bereits besitzt. Zum anderen weil eine Verlängerung der S5 ab Weil am Rhein eine neue Verbindung in Richtung Basel ermöglicht und gleichzeitig den Verkehrsknoten Weil am Rhein mit seinen Umsteigemöglichkeiten ins Tram- und Busnetz stärkt.

3.7 Fazit der Voruntersuchung

Durch die Einschätzung der Umsetzbarkeit der Varianten wurde klar, dass die Variante 1 und 3 in absehbarer Zukunft keine Chance auf Umsetzung besitzen. Aufgrund dieser Tatsache wurde eine Weiteruntersuchung und Modellierung im Modell unterlassen, dies zugunsten einer detaillierten Modellierung und Auswertung der verbleibenden beiden Varianten. Trotzdem soll die Wirkung der Haltestelle Basel Solitude als Untervariante weiterverfolgt werden, um Aussagen über die Wirkung der Linienvarianten ermöglichen zu können.

4 Modellbeschreibung

4.1 GVM Region Basel

Das Gesamtverkehrsmodell der Region Basel ist ein umfassendes Verkehrsmodell, welches durch die Kantone Basel-Stadt und Basel-Landschaft in Auftrag gegeben wurde. Nachfolgend werden die grundlegenden Eigenschaften des Modelles mit Blick auf die Fragestellung erläutert. Diese basiert auf der Grundlage des Modellbeschreibs von Arendt Consulting (Arendt Consulting, Roland Müller *et al.* 2019). Die

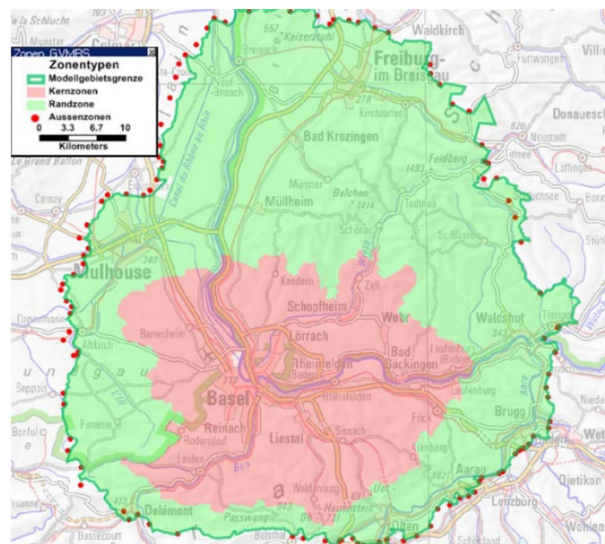
¹ Gespräch mit Gregor Frei, Geschäftsführer SBB GmbH geführt am 03.11.2023

nachfolgende Beschreibung ist daher stark zusammengefasst und bei weitem nicht abschliessend. Für einen vertieftes Verständnis des Modells wird daher dringend der Modellbescrieb «Gesamtverkehrsmodell der Region Basel 2016/40» empfohlen.

4.1.1 Grundlagen und Funktionsweise

Das Gesamtverkehrsmodell der Region Basel (GVMRB) ist ein zonenbasiertes Verkehrsmodell, in welchem Daten über die Siedlungsstruktur, die Verkehrsnetze und Wegematrizen enthalten sind. In seiner geographischen Grösse deckt es Basel und seine Agglomeration sowie weitere Aussenzonen ab (siehe Abb. 11). Somit können alle Linien des S-Bahn-Systems von Basel mit ihrem jeweiligen Einzugsgebiet im Modell abgebildet werden (Arendt Consulting, Roland Müller *et al.* 2019, S. 18). Es eignet sich daher gut für die Fragestellung, welche im Kerngebiet des Modelles liegt.

Abb. 11 Modellgebiet für das GVMRB mit Kernzonen, Randzonen und Aussenzonen



Quelle: Arendt Consulting, Roland Müller *et al.* 2019, Modellbescrieb GVM Region Basel, S. 18

Das Modell beruht auf diversen Datengrundlagen. Die wichtigste Grundlage lieferte eine Erhebung des Mikrozensus Mobilität und Verkehr von 2015 des BFS und des ARE. Dazu kommen Verkehrszählungen und Auszählungen von Ein- und Aussteigern auf dem ÖV-Netz. Für das Netz wurden Daten aus diversen Quellen genommen, um das Strassen- und Schienennetz abbilden zu können. (Arendt Consulting, Roland Müller *et al.* 2019, S. 17)

Im dichtbesiedelten Gebiet des Kernbereiches wird das Modell in hektargrossen Zonen aufgeteilt. In den restlichen Zonen wurde eine Auflösung von 200 m x 200 m gewählt. Jede Zone wird an das Verkehrsnetz angebunden.

In einem ersten Schritt wird im Modell die Verkehrserzeugung berechnet. Diese basiert auf den oben beschriebenen Strukturdaten. Dadurch entstehen Quell- und Zielverkehrsaufkommen der jeweiligen Zone. Mit Hilfe von Widerstandsfunktionen und dem Verkehrsaufkommen wird berechnet, wie viele Wege von jeder Zone in eine andere Zone stattfinden. Um die Wege auf verschiedene Verkehrsmittel aufzuteilen, werden generalisierte Kosten herangezogen (für ÖV siehe Kapitel 4.1.2). Somit ergeben sich

Wege nach Verkehrsmittel. Im Anschluss erfolgt die Routenwahl und die Umlegung auf die verschiedenen Strecken. Auslastungsbedingte Reisezeitveränderungen auf Strecken werden iterativ durch Wiederholen der vorherigen Schritte angepasst. (Arendt Consulting, Roland Müller *et al.* 2019, S. 11–14)

4.1.2 Abbildung des öffentlichen Verkehrs

Im Modell wird auch das gesamte ÖV-Netz der Region Basel abgebildet. Es setzt sich zusammen aus den jeweiligen ÖV-Linien, den Haltestellen sowie dem Fahrplan (respektive Takt) mit den jeweiligen Fahrzeiten. Wie das Modell als Ganzes, bildet das ÖV-Netz den Zustand von 2016 ab. Die Abbildung des öffentlichen Verkehrs dient der Darstellung der Personenströme, welche sich auf den Linien bewegen, sowie der Ermittlung der Wegewiderstände. Es setzt sich aus folgenden Teilen zusammen:

ÖV-Linien (Routes)

Eine Linie wird definiert als Abfolge von Haltestellen, welche auf der jeweiligen Infrastruktur fährt.

ÖV-Haltestellen (Route Stops und Physical Stops)

Diese Haltestellen markieren die Punkte, an welchen die Fahrgäste der jeweiligen Linie aus- und einsteigen können. Für jede Linie und jede Fahrrichtung existiert ein eigener «Route Stop», welcher auf den «Physical Stop» verweist. Der «Physical Stop» ist die physische Haltestelle, welche die Verbindung zwischen dem Infrastrukturnetz und dem «Route Stop» herstellt. Er ist sozusagen die reale Haltekante, an welchem eine Linie durch den geplanten «Route Stop» halten kann. Er kann somit durch mehrere Linien angefahren werden, während jede «Route Stop» auf eine einzige Linie verweist. (Arendt Consulting, Roland Müller *et al.* 2019, S. 69 ff.)

Abbildung des Takts

Die Verwendung eines Fahrplanes in TransCAD ist zwar möglich, wird im GVMRB jedoch nicht angewendet. Der Takt wird unter dem Attribut «Headway» beschrieben. Dabei gibt es verschiedene «Headways», je nach Situation und Tageszeit. Für den Takt über den Tag hindurch existiert der «Headway_DWV622», was das mittlere Intervall für einen durchschnittlichen Werktag zwischen 6 und 22 Uhr darstellt. Analog dazu gibt es einen «Headway_MS» und einen «Headway_AS» für die Intervalle während der Morgen- und Abendspitze. Die Intervalle werden dabei in Minuten beschrieben. (Arendt Consulting, Roland Müller *et al.* 2019, S. 75–76)

Reisezeiten

Da in dem GVMRB keine Fahrpläne angewendet werden, wird die Reisezeit von einer Haltestelle (Route Stop) zur nächsten direkt im Attribut «IVTT_fpl» eingebaut. Diese definiert die jeweilige Fahrdauer von einer Haltestelle zur nächsten. Um längere Standzeiten an Bahnhöfen realistisch abbilden zu können, wurden in diesen Fällen zwei Haltestellen erstellt, eine für die Ankunft und eine für die Abfahrt. So konnte die Wartezeit als Reisezeit codiert werden, da Fahrgäste, welche nicht umsteigen, sitzen bleiben können. Diese Art von Standzeiten existieren im Basismodell am Bahnhof SBB und am Basel Badischer Bahnhof, an welchem planmässig Züge wenden und bei welchen Reisende im Zug sitzen bleiben können. (Arendt Consulting, Roland Müller *et al.* 2019, S. 71)

Umsteigewartezeiten

Im GVMRB wird die Umsteigezeit zwischen Linien bei Intervallen von weniger als 15 Minuten als halbe Intervalllänge definiert. In der Realität werden jedoch Linien mit langen Taktfolgen in der Regel mit dem

jeweiligen Anschluss abgestimmt. Da im GVMRB ein Fahrplan fehlt, wurde dies mit dem «Transfer Wait Table» gelöst. In diesen werden die effektiven Umsteigezeiten abgelegt. In einem weiteren Schritt wurden diese für Bahnhöfe generalisiert abgebildet. Dies bedeutet, dass für die jeweiligen Bahn- und Busanschlüsse einheitliche Umsteigezeiten festgelegt wurden. Das bietet gegenüber einem Fahrplan den Vorteil, dass neue Linien ohne bereits existierenden Busfahrplan für den Anschluss implementiert werden können. Für die grossen Bahnhöfe wurden für die Umsteigezeiten zwischen den Zügen weiterhin die effektiven Umsteigewartezeiten verwendet. (Arendt Consulting, Roland Müller *et al.* 2019, S. 80 ff.)

Geokodierung der ÖV-Linien

In den Kernzonen wurden alle ÖV-Linien des Jahres 2016 modelliert. Dabei wurde grundsätzlich für jede Richtung eine eigene Linie (Route) eingerichtet, da auf dem Hin- und Rückweg oftmals nicht die gleiche Strecke abgefahren wird. Für die in dieser Arbeit behandelten S-Bahnlinien fallen unter die Kategorie der «Linien mit grösseren Taktintervallen» und müssen speziell abgebildet werden, sobald diese abgestimmte Anschlüsse erreichen. Damit die Umsteigezeiten aus dem «Transfer Wait Table» richtig abgebildet werden, müssen die betroffenen ÖV-Linien immer im Stundentakt modelliert werden. Dies bedeutet, dass ein Halbstundentakt mit zwei Linien im Stundentakt abgebildet wird. Linien ohne Anschlussabstimmungen können weiterhin normal modelliert werden, somit gilt dann wieder als Umsteigezeit das halbe Taktintervall. (Arendt Consulting, Roland Müller *et al.* 2019, S. 74, 80 ff.)

4.1.3 Routenwahl und Reisezeitkosten

Im Folgenden werden kurz die für diese Arbeit wichtigsten Aspekte der Routenwahl und der Reisekosten aufgezeigt, um ein erstes Verständnis der Funktionsweise der ÖV-Berechnungen aufzuzeigen. Es ist, wie zuvor beschrieben, bei langem nicht abschliessend und eignet sich nicht für ein vollständiges Verständnis des Modelles. Es muss zwingend der Bericht des Gesamtverkehrsmodell der Region Basel miteinbezogen werden.

Die Berechnung der Verkehrsnachfrage und der Widerstandsmatrizen erfolgt auf Grundlage der generalisierten Kosten. Durch die Nutzung von generalisierten Kosten lassen sich die verschiedenen Arten von Verkehrsmitteln untereinander vergleichen. Es gibt positive Kosten, wie zum Beispiel die Fahrzeit, und negative Kosten wie der Besitz eines Verbundabonnements. Hierfür empfiehlt sich ein Ausschnitt aus dem Modellbescrieb, welcher die für diese Arbeit wichtigen Grundlagen der generalisierten Kosten für den ÖV aufzeigt (Abb. 12).

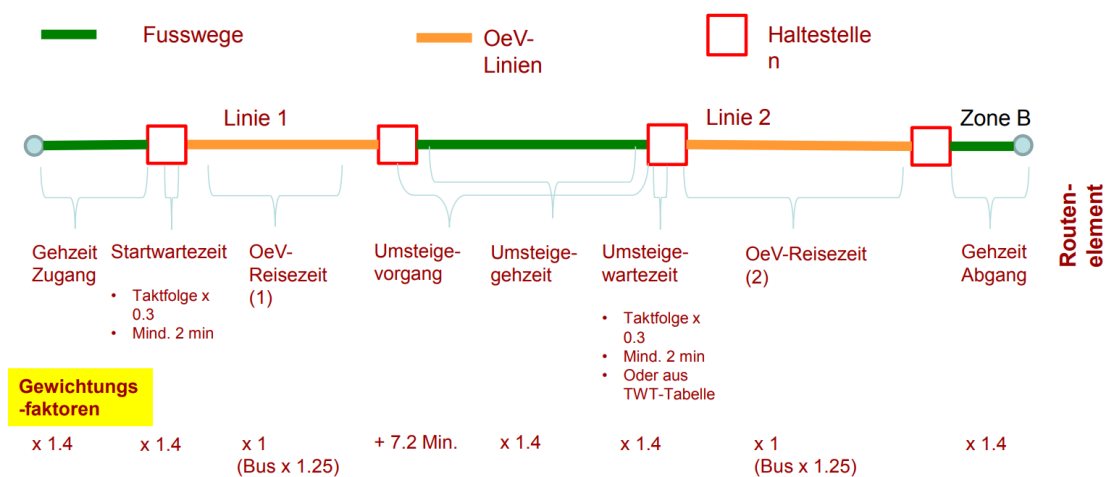
Abb. 12 Generalisierte Kosten nach Wegezweck und Verkehrsmittel

Verkehrsmittel	Variable	Wegzweck				
		Arbeiten	Bildung	Einkaufen	Nutzfahrt	Freizeit
MIV	MIV_Fahrtzeit [pro Minuten]	0.29	0.39	0.48	0.64	0.25
	MIV_Suchzeit [pro Minuten]	0.37	0.19	0.69	0.52	0.51
	MIV_Treibstoffkosten [pro km]	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
	MIV_Strassengebühr [pro km]	0	0	0	0	0
	MIV_Parkkosten [pro Parkplatz]	1.09	0.98	3.95	2.07	0.69
	MIV_PW-Besitz	-7.05	-4.34	-6.13	-9.23	-6.64
OEV	OEV_Fahrtzeit [pro Minuten]	0.29	0.28	0.36	0.49	0.22
	OEV_Zugangszeit [pro Minuten]	0.39	0.34	0.88	0.36	0.14
	OEV_Preis [pro km]	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
	OEV_Umsteigezahl [pro Umstieg]	1.00	2.09	4.70	2.49	1.89
	OEV_Intervall [pro Minuten]	0.11	0.04	0.07	0.12	0.08
	OEV_GA_Besitz	-8.65	-6.23	-11.5	-19.7	-10.4
	OEV_Verbundabo_Besitz	-9.33	-7.70	-14.2	-22.4	-8.31
	OEV_Htax_Besitz	-2.32	-4.36	-3.47	-5.02	-3.93

Quelle: Arendt Consulting, Roland Müller et al. 2019, Modellbeschreibung GVM Region Basel, S. 107

Im weiteren Verlauf der Berechnung wird die Routenwahl berücksichtigt. Die folgende Abbildung (Abb. 13) zeigt auf, wie sich verschiedene Handlungen auf die Attraktivität des ÖV auswirken. Dabei ist zu erkennen, dass besonders die Umsteigevorgänge hohe Kosten im Sinne der generalisierten Kosten auslösen.

Abb. 13 Routenwahlmodell ÖV: Teilwiderstände und Gewichtungen



Quelle: Arendt Consulting, Roland Müller et al. 2019, Modellbeschreibung GVM Region Basel, S. 143

4.1.4 Modellvarianten (DWV)

Das Basismodell kennt vier verschiedene Zeitperioden: Den durchschnittlichen Werktagsverkehr (DWV), Morgenspitze, Abendspitze und mittlerer Nachtverkehr ebenfalls werktags. Für diese Arbeit relevant war der DWV. Dieser bezieht sich auf den Zeitraum von 6 Uhr bis 22 Uhr. Er bildet einen durchschnittlichen Werktag (Montag bis Freitag) übers Jahresmittel ab. (Arendt Consulting, Roland Müller *et al.* 2019, S. 89)

4.1.5 Grenzübertritt

Noch heute ist ein Grenzübertritt mit gewissen Widerständen verbunden. Dieser Widerstand ist von einer Reihe an Faktoren abhängig wie den wirtschaftlichen und sozialen Verflechtungen. Ohne diesen Widerstand würde das Modell zu viele grenzüberschreitende Wege erzeugen, was der Realität nicht entsprechen würde. Aus diesem Grund wurden Reibungsfaktoren eingebaut, die je nach Land und Richtung variieren. Der Reibungsfaktor für einen Weg, welcher über keine Grenze führt, ist 1. Dies bedeutet, dass von dem Zielwahlmodell alle Wege (100%) angenommen werden. Ist der Wert kleiner als 1, nimmt die Anzahl Wege entsprechend ab. Diese Faktoren wurden für jede Art von Wegezweck bestimmt. Zum besseren Verständnis eignet sich Abb. 14, in welchem dieser Widerstand am Beispiel des Wegezweckes «Arbeit» aufgezeigt wird. (Arendt Consulting, Roland Müller *et al.* 2019, S. 109–110)

Abb. 14 Reibungsfaktoren für den Grenzübertritt, Wegezweck Arbeiten

Wegzweck: Arbeiten (WA, SA)			
Quellzone	Zielzone		
	Schweiz	Deutschland	Frankreich
Schweiz	1	0.06	0.005
Deutschland	0.07	1	0.005
Frankreich	0.5	0.04	1

Quelle: Arendt Consulting, Roland Müller *et al.* 2019, Modellbeschreibung GVM Region Basel, S. 110

4.2 Implementierung der Linienvarianten des neuen S-Bahnangebots

Die Grundlage stellt das im GVMRB vorhandene Basismodell 2016 dar. Dieses wurde bereits kalibriert und bereinigt, sodass es die optimale Grundlage zum Einbau der genannten Varianten bildet. Da es sich, wie der Name schon sagt, um das Basismodell von 2016 handelt, ist auch das ÖV-Netz des Jahres 2016 implementiert. Weil eine Anpassung an das heutige Liniennetz den Rahmen der Arbeit sprengen würde, wurde dieses auf dem Zustand von 2016 belassen. Zudem hätte es erneut kalibriert werden müssen, was ebenfalls ein grosser Zeitaufwand zur Folge gehabt hätte.

Zum Einbau der Linien musste zuallererst das Schienennetz aktualisiert, respektive angepasst werden. Im Infrastrukturlayer des Basismodells ist ein grosser Teil des Schienennetzes bereits vorhanden. Jedoch wurden Gleise, welche nicht dem Personenverkehr dienen, teilweise von den benutzten Strecken getrennt. Für die Varianten 2 und 4 war dies auf der Höhe der Passerelle Hagnau der Fall. Hier musste eine neue Strecke im Infrastrukturlayer eingefügt werden, um die Lücke zu schliessen. Des Weiteren fehlte die Haltestelle Basel Solitude. Diese wurde neu eingefügt und an das Fusswegenetz angehängt. In Weil am Rhein

wurde eine zweite «Bahnhaltestelle» eingefügt, um das Wenden der Varianten 2 und 4 realistisch abzubilden zu können (vgl. Kapitel 4.1.2 Reisezeiten).

Um die Linie S5 korrekt als Variante 2 und 4 weiterführen zu können, musste diese in zwei identische Linien im Stundentakt aufgeteilt werden, um die Anschlüsse korrekt abbilden zu können. Um die mittelfristigen Varianten korrekt abzubilden, hält die Linie S6 neu an der Haltestelle Basel Solitude, um den Einfluss auf die Varianten nicht zu überschätzen.

Zur Überprüfung der eingebauten Linien wurde die Funktion «verify» genutzt, um allfällige Lücken im Netz zu erkennen.

4.3 Berechnung der verkehrlichen Wirkung

Zur Berechnung der verkehrlichen Wirkung stehen im GVMRB im Wesentlichen zwei Arten der Berechnung zur Verfügung, der Gesamtdurchlauf und die einfache Umlegung.

Mit der einfachen ÖV-Umlegung, im Modell «umlegung_oev_dwv» genannt, werden die Quell-Ziel-Matrizen aus dem Basiszustand verwendet und neu umgelegt. Dies bedeutet, dass keine neuen Berechnungen der Verkehrserzeugung, der Zielwahl und der Verkehrsmittelwahl erfolgt, sondern lediglich die Routenwahl auf das neue ÖV-Liniennetz umgelegt wird. Diese Art der Berechnung dauert im Vergleich zum Gesamtdurchlauf weniger lang und eignet sich daher einerseits sehr gut, um eine erste Abschätzung vorzunehmen, als auch um zu sehen, ob die erarbeiteten Varianten im Modell richtig abgebildet wurden.

Der Gesamtdurchlauf, im Modell «gesamtdurchlauf» genannt, rechnet, wie der Name schon sagt, das gesamte Modell durch. Die Berechnungsdauer ist entsprechend länger. In diesem Fall mehr als einen Tag. Die Dauer variiert je nach Rechenleistung des verwendeten Rechners. Um die Rechendauer zu verringern, wurde die Umlegung des MIV eingeschränkt, da die Kapazitäten auf den Strassenabschnitten nicht verändert wurden. Der Gesamtdurchlauf bildet die neuen ÖV-Linien besser ab, da auch Verkehrsmittelanteile und Zielwahleffekte durch die Reisezeitveränderungen beeinflusst werden. Inwiefern sich diese Belastungen von der einfachen Umlegung unterscheiden, wird in Kapitel 5.3 aufgezeigt.

4.4 Auswertung

Mit dem GVMRB kommen einige nützliche Skripts mit, die eine Auswertung der grossen Matrizen vereinfachen können. Unter dem Namen «makro» können diese im Anschluss an einen Gesamtdurchlauf gestartet werden. In dieses Makro können verschiedene Skripts eingepasst werden, sodass diese bei Start automatisch durchlaufen. Das ist eine Folge von Skripten zur Aggregation der hektarfeinen Zonen. Diese teilt die Zonen je nach geografischer Lage in eine neue Matrix auf nach selbst definierten Gebieten. Unter Gebieten verstehen sich Quartiere und Gemeinden, die von Interesse sind. Die restlichen Zonen werden in Randgebieten zusammengefasst. Dies vereinfacht die Auswertung, indem es die ursprüngliche Datei mit etwa 21'000 Zeilen und Spalten auf ungefähr 100 Zeilen und Spalten reduziert. Die Aufteilung der Quartiere erfolgte zusammen mit der parallellaufenden Bachelorthesis von Tim Cotti, um sich einen doppelten Rechenaufwand zu ersparen. Das erklärt auch die Unterteilung von gewissen Gebieten, welche für diese Arbeit nicht von Relevanz sind. Die geografische Gebietseinteilung, sowie die dazugehörigen Gebietsnummern befinden sich in den Anhängen A2 Gebietsnummern und A3 Gebietseinteilung.

Ein weiteres Skript ist die Spinnenauswertung. Mit deren Hilfe können Spinnen erstellt und dargestellt werden. Das Skript muss in der «qry» Datei zuvor richtig kalibriert werden mit den Knoten und Linien, die

für eine Auswertung interessant sein könnten. Dabei gilt es sich zu beschränken, da jede Spinne ungefähr eine Stunde an Rechenleistung in Anspruch nimmt.

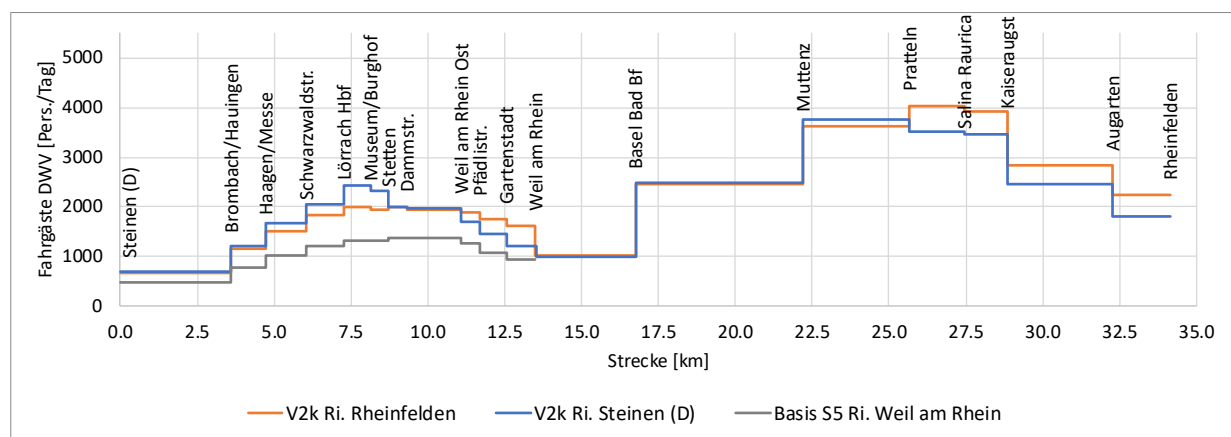
Trotz den Makros entsteht bei der Auswertung ein erheblicher Aufwand, da enorm viele Daten detailliert zur Verfügung stehen und zusammengefasst werden müssen. Das ist ein grosser Vorteil des TransCAD-Programmes, da sämtliche Rechenergebnisse und Grundlagen auch manuell eingesehen werden können. Zur gleichen Zeit muss man sich auf die Bereiche beschränken, die einem für die Aussagekräftigkeit der Arbeit am sinnvollsten erscheinen.

5 Variantenvergleich

5.1 Auslastung der Varianten

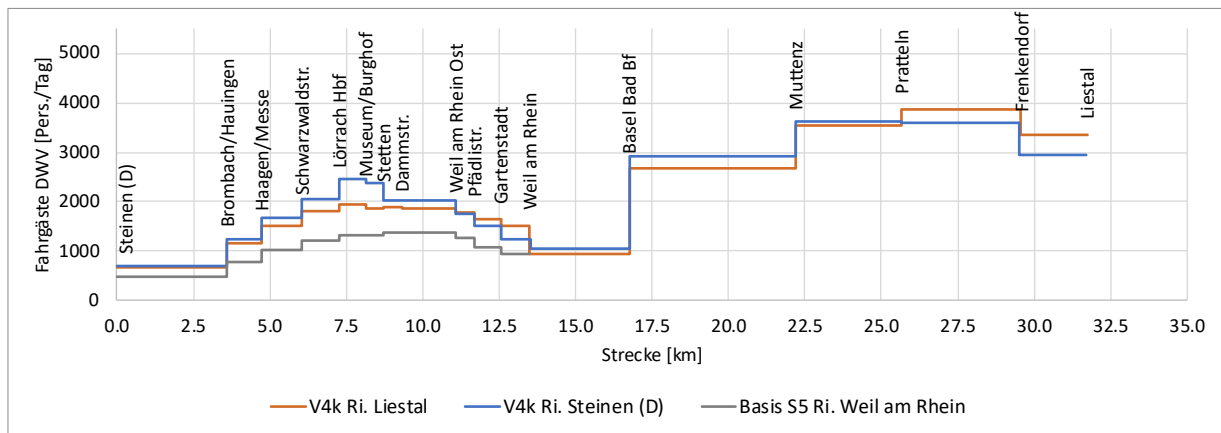
Die Auslastung der Varianten entlang des neuen S-Bahnkorridors liefert eine Übersicht über die zu erwartende werktägliche Belastung (DWV). Bei der Variante 2 (Abb. 15) ist zu erkennen, dass in beide Richtungen die Auslastungen ungefähr gleich gross sind. Durch einen Vergleich der Belastung der Bestandslinie S5 aus dem Basiszustand (graue Linie) ist der Einfluss der Verlängerung besser erkennbar.

Abb. 15 Auslastung der Variante 2 kurzfristig



Bei der Variante 4 (Abb. 16) verhält es sich ähnlich wie bei Variante 2. Beide Richtungen sind ungefähr gleich stark ausgelastet.

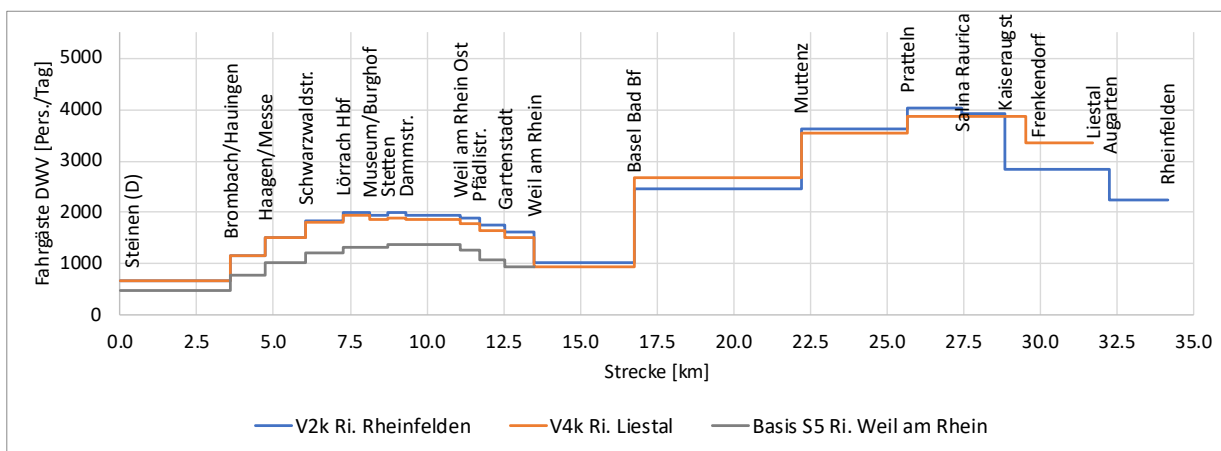
Abb. 16 Auslastung der Variante 4 kurzfristig



Da beide Richtungen sehr ähnliche Auslastungen aufweisen, wird für die bessere Lesbarkeit in der Folge nur die Richtung von Steinen (D) nach Rheinfelden respektive Liestal betrachtet. Die Aussagen gelten sinngemäss für beide Richtungen.

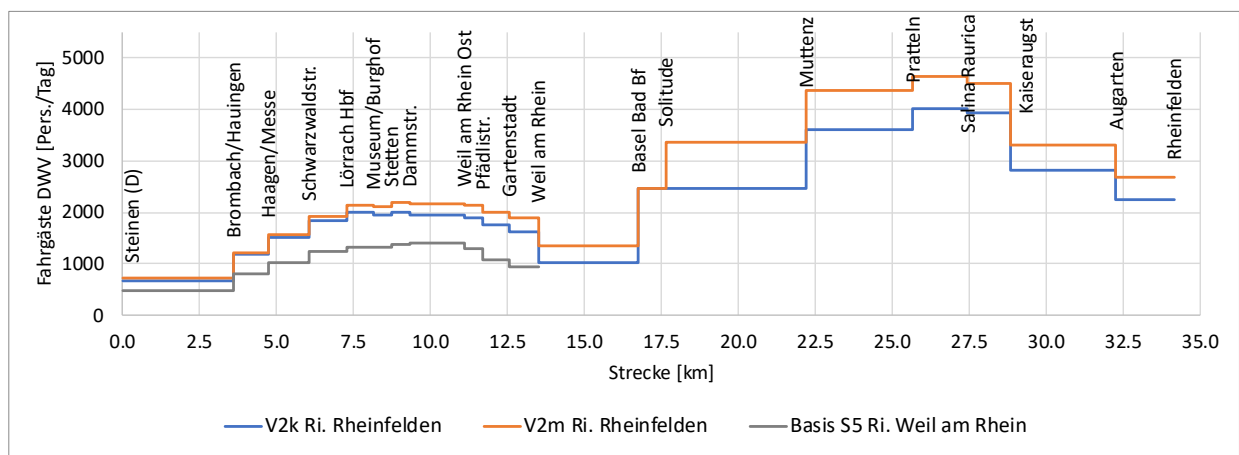
Im Bereich der Bestandsstrecke der S5 (graue Linie) erhöht sich durch die Weiterführung ab Weil am Rhein in beiden Varianten ab Beginn in Steinen (D) die Fahrgastanzahl um rund 53,9 % (Abb. 17). Es gilt jedoch zu beachten, dass die Zunahme von Steinen (D) bis Lörrach Stetten keine Zunahme im Sinne einer Fahrgaststeigerung auf dem Korridor darstellt. Die Passagiere stammen, wie später in den Differenzplots zu erkennen ist, von der Linie S6. Erst ab Weil am Rhein kann von einer wirklichen Zunahme die Rede sein. Dies gilt es bei allen Auslastungsgrafiken zu berücksichtigen. Bis nach Pratteln ist ein Unterschied zwischen den beiden Varianten fast nicht zu erkennen. Teilweise sind die Auslastungen praktisch deckungsgleich, besonders zwischen Steinen (D) und Lörrach Hauptbahnhof. Die Differenz zwischen den beiden Varianten beträgt in jener Richtung 4'229 Personenkilometer. V2k (blaue Linie) hat somit nur 5,9 % mehr Passagieraufkommen im Vergleich zu V4k (orange Linie).

Abb. 17 Vergleich der Auslastung von kurzfristigen Varianten in Richtung Rheinfelden resp. Liestal



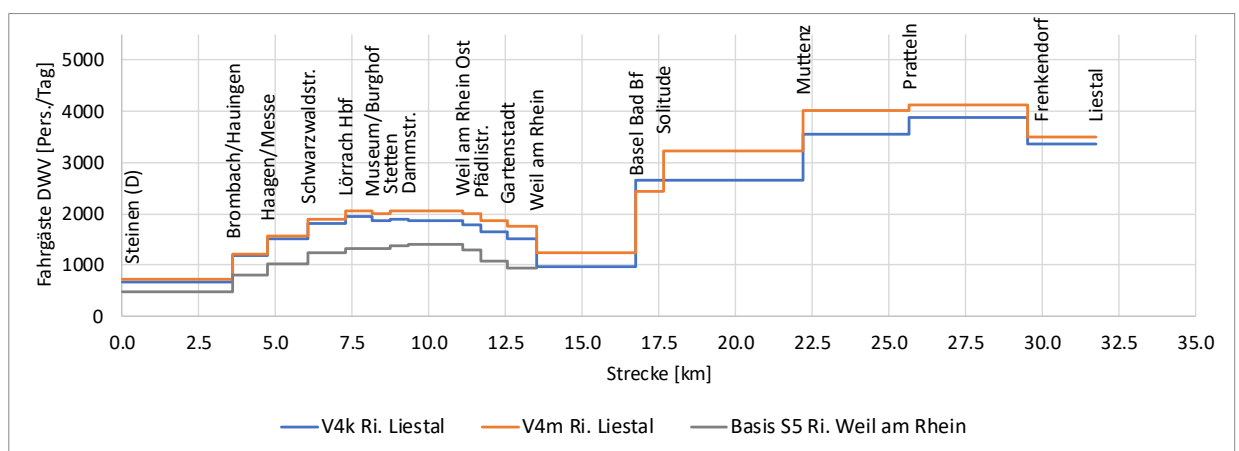
Bei den mittelfristigen Varianten gilt es die Variante mit ihrer Untervariante, dem Halt in Basel Solitude, zu vergleichen. In Abb. 18 ist deutlich erkennbar, dass in Variante 2 jene mit Solitude (orange Linie) fast über den gesamten Linienverlauf mehr Fahrgäste anzieht, wobei der Anstieg auf dem Linienast Ost (Muttenz bis Rheinfelden) höher ausfällt als auf dem Linienast Nord (Weil am Rhein bis Steinen (D)). Dies lässt sich dadurch erklären, dass sich die Reisezeiten dank der Haltestelle Solitude auf dem Linienast Ost stärker verringern. Ohne eine solche Haltestelle erreichen diese Personen das Gebiet Solitude über den Bahnhof SBB und von dort mit lokalen ÖV-Verbindungen, z.B. durch die Innenstadt oder den Bus 46. Bei Personen mit Start oder Ziel entlang des Linienastes Nord ergibt sich die Reisezeiteinsparung bei Fahrten ins Gebiet Solitude aufgrund des Wegfalls eines Umstiegs beim Badischen Bahnhof auf Bus 36 respektive einer Verkürzung des Zu-/Abgangswegs.

Abb. 18 Vergleich der Auslastung von V2k und V2m in Richtung Rheinfelden



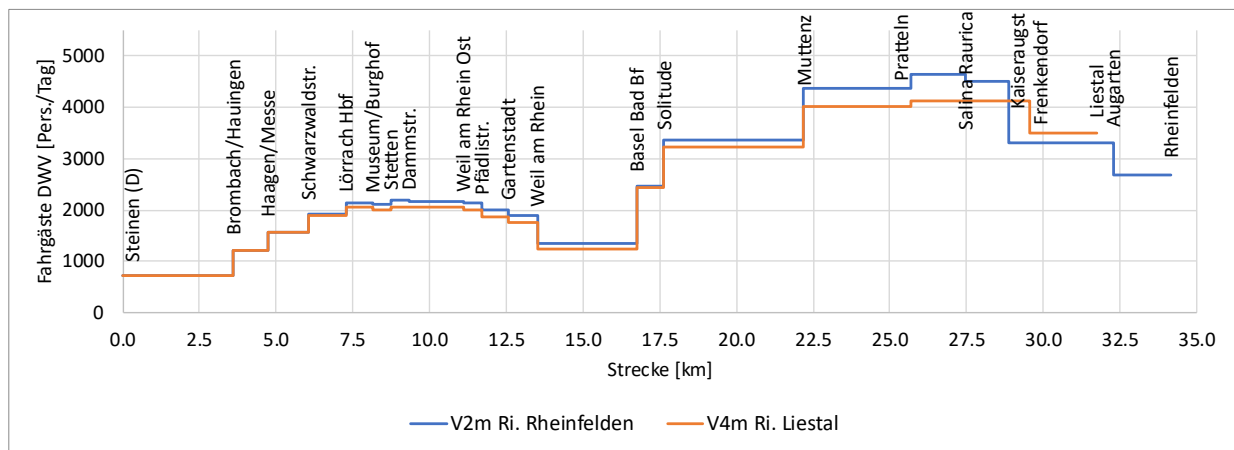
Bei der Variante 4 ist ebenfalls ein Unterschied durch die neue Haltestelle ersichtlich (Abb. 19). Aufgrund der kürzeren Reisezeit ist die Auslastung pro Kilometer gerechnet bei Variante 4m am grössten.

Abb. 19 Vergleich der Auslastung von V4k und V4m in Richtung Liestal



Vergleicht man die beiden mittelfristigen Varianten untereinander (Abb. 20), so wird deutlich, dass die Variante 2m bis Pratteln mehr Fahrgäste (2'274 Pers./km) befördert als Variante 4m (2'157 Pers./km). Da die Variante 4m jedoch eine kürzere Streckenlänge besitzt, steht die Bilanz über die gesamte Strecke die Variante 4m (2'511 Pers./km) knapp vor der Variante 2m (2'492 Pers./km). Für die Vergleichbarkeit wurde der Durchschnitt aus beiden Richtungen berechnet.

Abb. 20 Vergleich der Auslastung von V2m und V4m



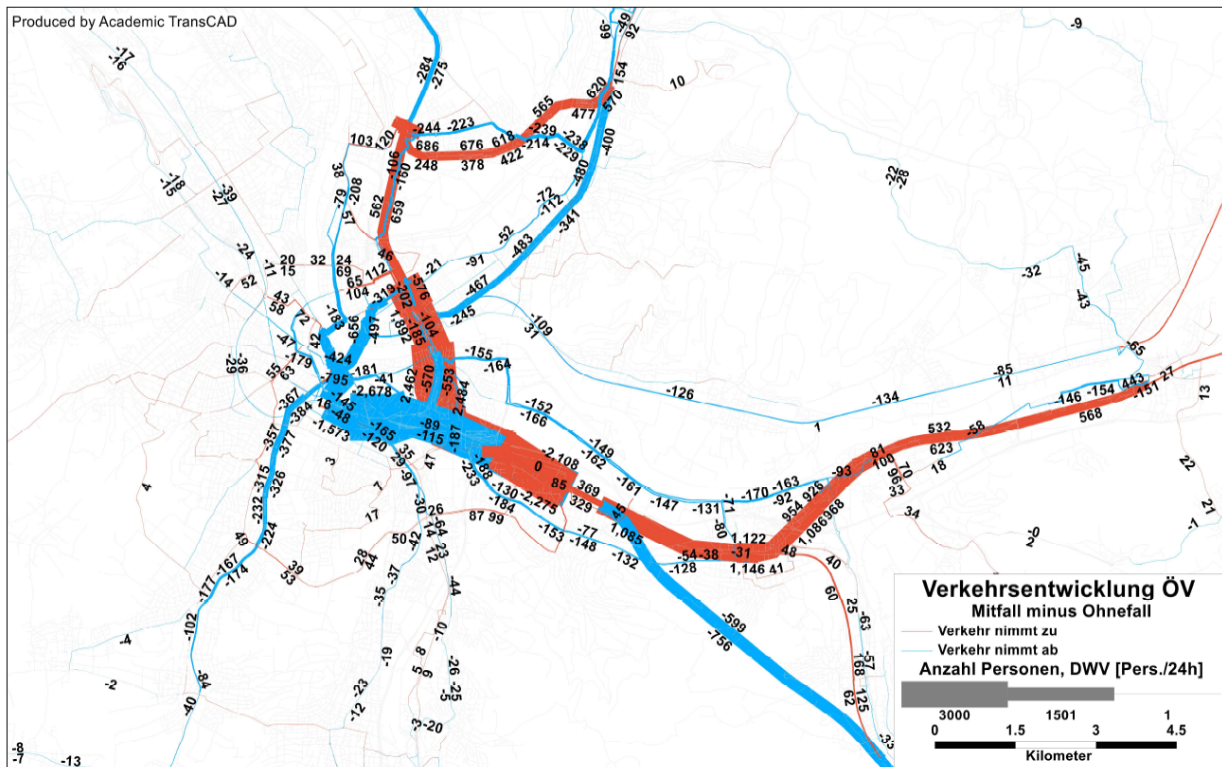
5.2 Auswirkung auf das gesamte ÖV-Netz

Durch das Erstellen von Differenzplots wird in der Fläche ersichtlich, wie sich die im vorherigen Kapitel beschriebenen Auslastungen auf das gesamte ÖV-Netz auswirken. Da bei den Differenzplots die Gesamtbelastungen aller ÖV-Linien berücksichtigt werden, lässt sich so auch einordnen, wo eine effektive Zunahme an Fahrgästen stattfand. Folglich werden auch die Effekte von parallel verlaufenden Linien miteinbezogen.

5.2.1 Variante 2k

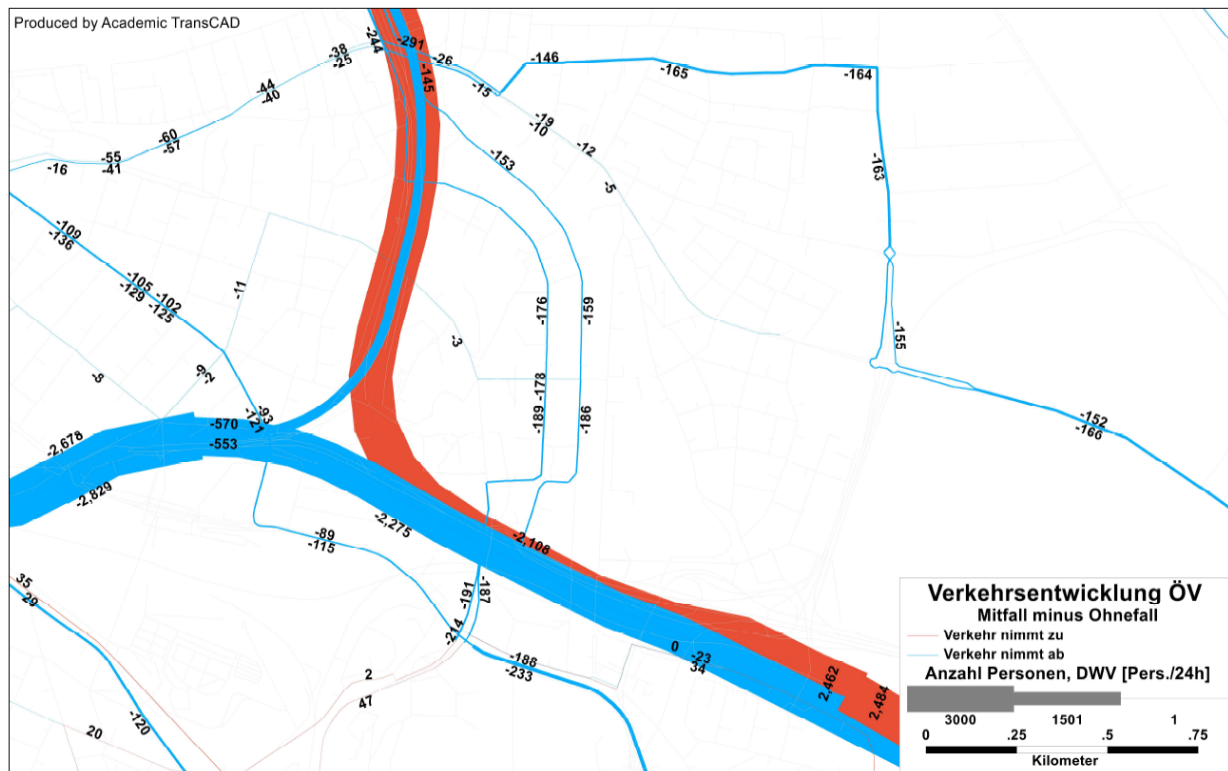
Auf der Gesamtübersicht (Abb. 21) ist zu erkennen, wie die neue Verbindung entlang der gesamten Linie neue Fahrgäste anzieht. Weil es sich um die absolute Veränderung der ÖV-Belastung handelt, ist erklärbar, wie die Mehrbelastung über die Schwarzwaldbrücke auf Kosten der Belastung über den Basel SBB und die Wettsteinbrücke zustande kommt. Auf dem Teilstück zwischen Muttenz und Pratteln ist ersichtlich, wie sich die gesamte Zunahme verhält. Diese Darstellung ist der Implementierung im Modell geschuldet, da in diesem Bereich alle Bahnlinien die gleiche Strecke teilen. Dies hat nur einen Einfluss auf die Darstellung, nicht auf die Berechnung der Belastung. Mit einem Mehraufkommen von ungefähr 350 Fahrgästen in jede Richtung bleibt die Zunahme überschaubar. Daraus lässt sich ableiten, dass ein grosser Teil der Fahrgäste auf der neuen Variante von den Bestandslinien stammen muss. Auf dem nördlichen Ast, Abschnitt Gartenbahn, ist eine Zunahme zu verzeichnen. Jene Zunahme, welche bereits im vorherigen Kapitel (Abb. 15) angesprochen wurde, ist in Wahrheit eine Verlagerung von der S6 hin zur S5 wie dem Differenzplot (Abb. 21) zu entnehmen ist.

Abb. 21 Differenzplot der Auslastung von Variante 2k minus Basis, Ausschnitt Gesamtübersicht



Besonders interessant sind die Differenzen im Bereich der Verzweigung Gellert (Abb. 22). Hier ist gut zu erkennen, dass ein kleiner Teil der Fahrgäste auf der neuen Linie von der Bestandslinie S6 stammt, da diese 570 respektive 553 Personen abnimmt. Die Belastung auf den Bahnlinien von Muttenz nach Basel SBB nimmt ebenfalls stark ab mit minus 2'275 und minus 2'108 Personen. Dies durch den Entfall des Umweges über den Basel SBB sowie jenen durch die Innenstadt. Da der Arm an den Badischen Bahnhof zuvor nicht durch eine ÖV-Linie befahren wurde, ist die Differenz an jener Stelle gleich der absoluten Belastung. Diese ist mit 2'462 Personen in Richtung Muttenz und 2'484 Personen in Richtung Badischer Bahnhof in beide Richtungen gleich ausgelastet.

Abb. 22 Differenzplot der Auslastung von Variante 2k minus Basis, Ausschnitt Gellert



5.2.2 Variante 2m

Auf den Differenzplots der Variante 2m minus Variante 2k (Abb. 23 und Abb. 24) ist gut zu erkennen, wie aus beiden Richtungen neue Reiseziele erreicht werden. Aus der reinen Farbdarstellung ist ersichtlich, dass die Innenstadt nochmals weniger Verkehr erfährt, während die Verbindungsbahn weitere Fahrgäste anziehen kann. Ebenfalls ist die Steigerung zwischen Weil am Rhein und dem Badischen Bahnhof bemerkenswert, wie nochmals mehr Verkehr angezogen wird als bisher (+794 und +767 Personen). Die Zunahme zwischen Basel SBB und Basel Solitude ist durch den zusätzlichen Halt der S6 in Basel Solitude zu erklären. Die Auswirkung auf das Gebiet rund um die Haltestelle Basel Solitude und dem Areal der Roche wird in Kapitel 5.7 ausgewertet.

Abb. 23 Differenzplot der Auslastung von Variante 2m minus Variante 2k, Ausschnitt Gesamtübersicht

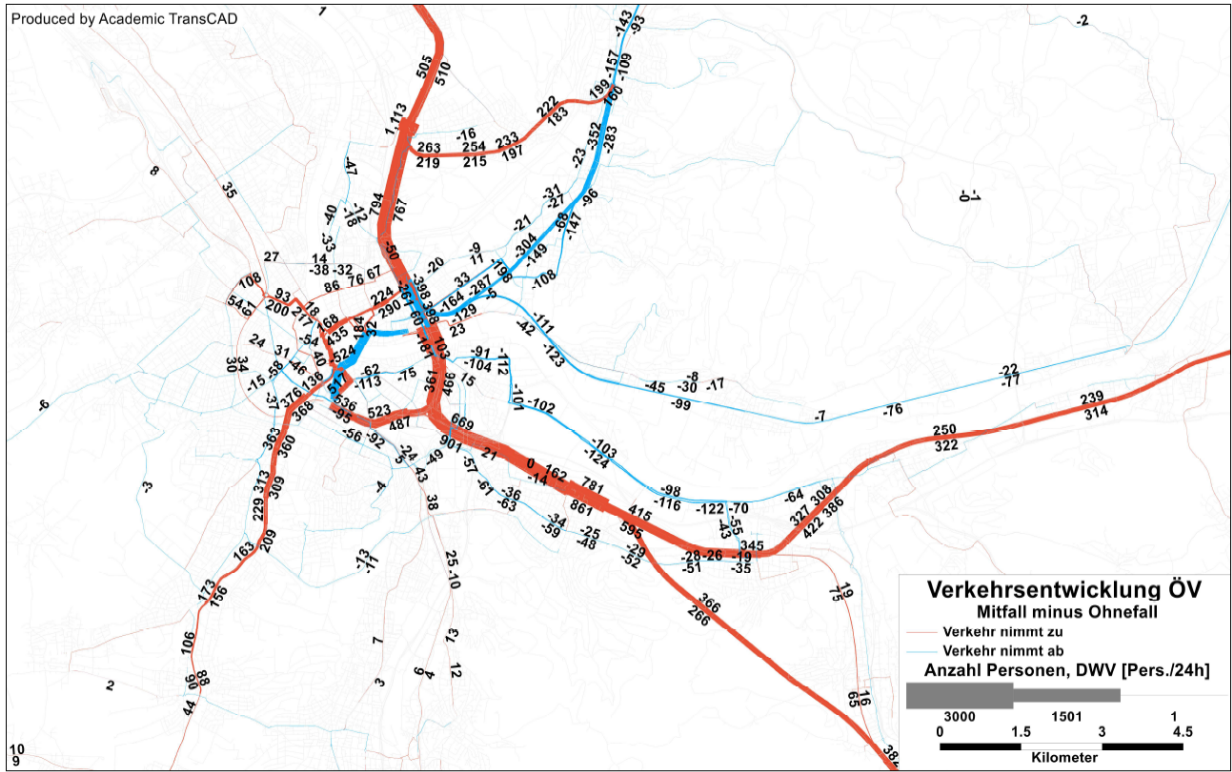
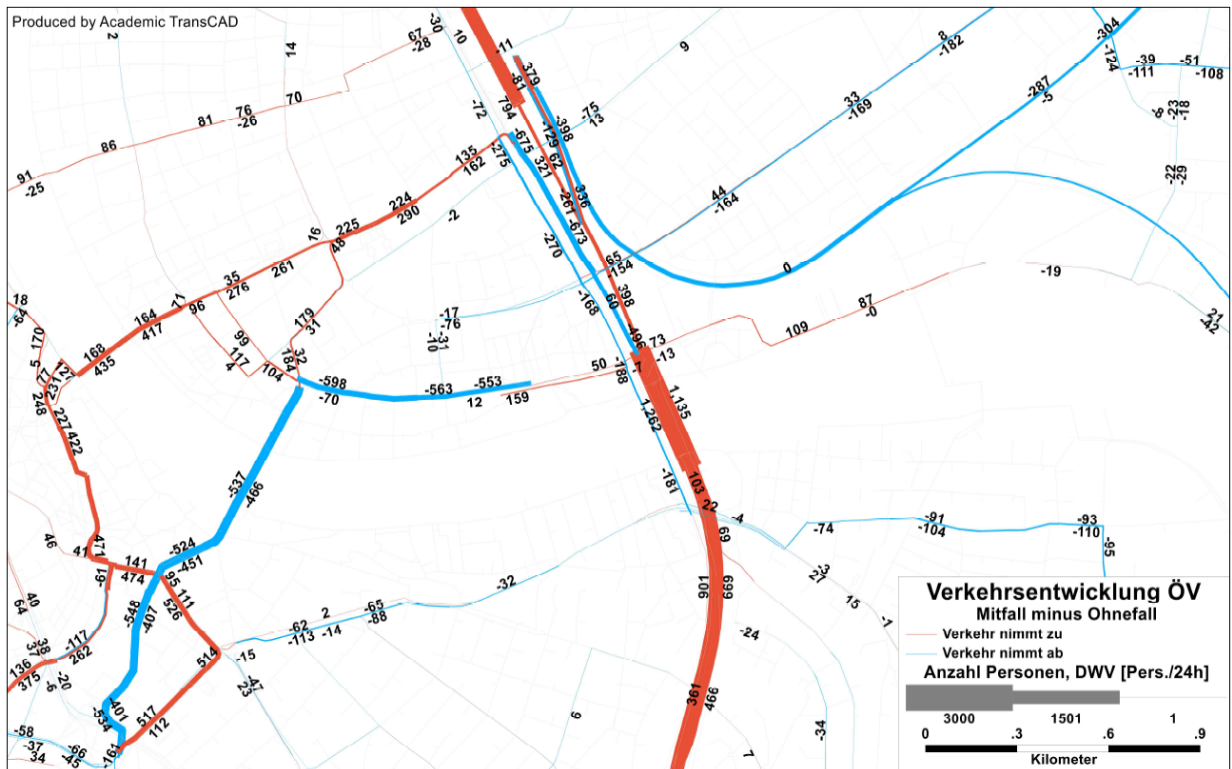


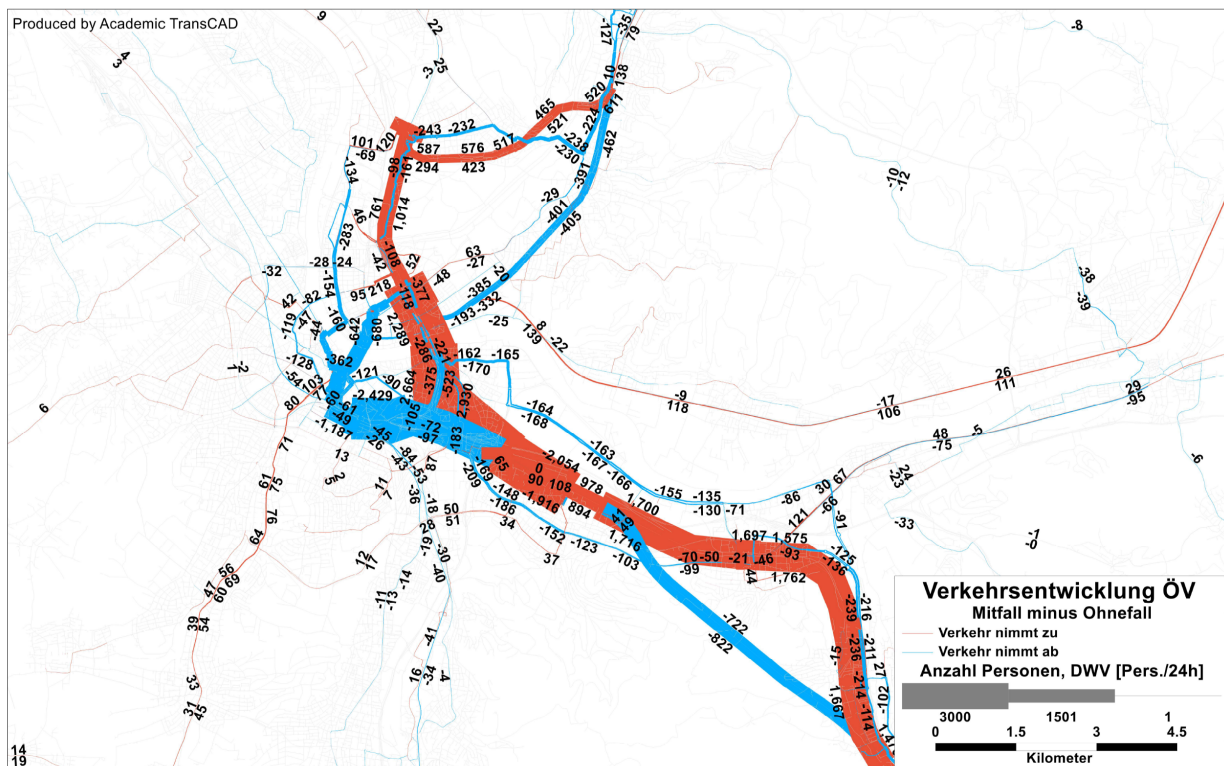
Abb. 24 Differenzplot der Auslastung von Variante 2m minus Variante 2k, Ausschnitt Basel Solitude



5.2.3 Variante 4k

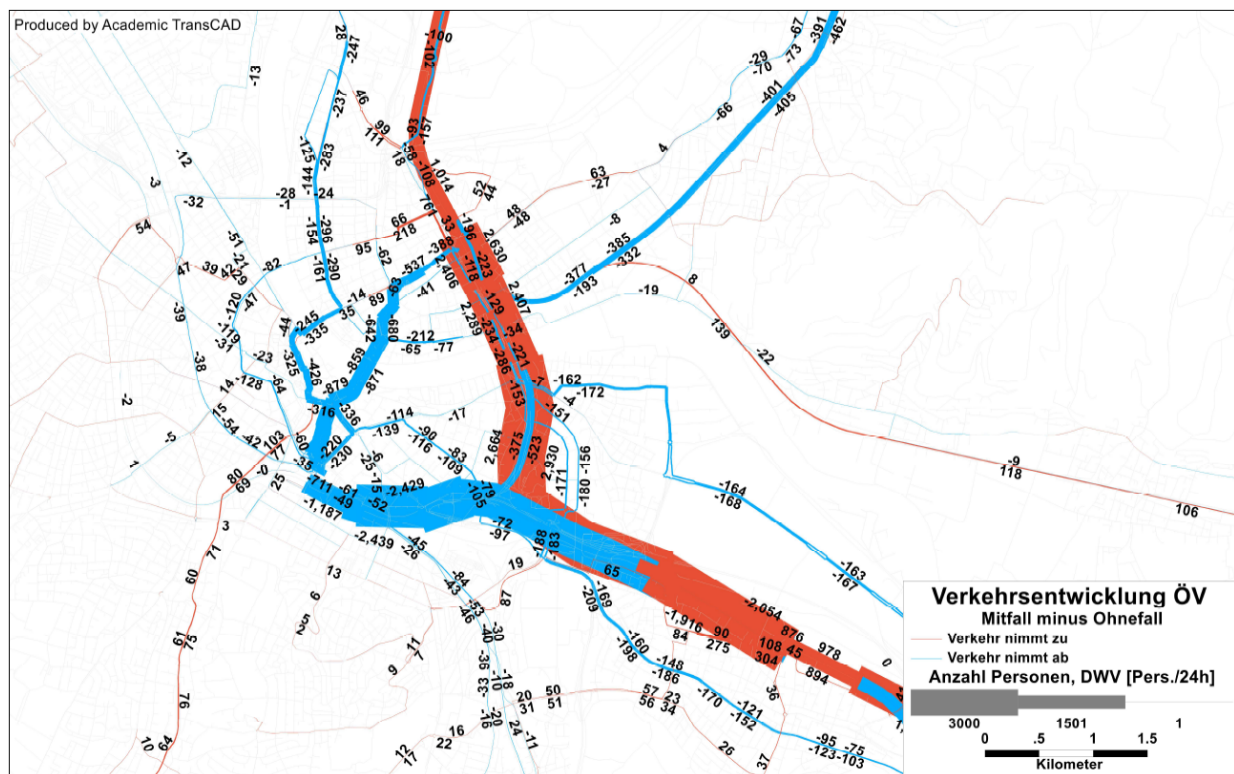
Bei der Variante 4k ist zuallererst zu betonen, dass sich die Gesamtdarstellung ähnlich präsentiert wie Variante 2k. Besonders im Bereich der Innenstadt, der Schwarzwaldbrücke und dem nördlichen Ast gleichen sich die Veränderungen. Dies bestätigen auch die Auslastungsgrafiken (Abb. 17). Verändert hat sich insbesondere der Beginn der Linie auf der Schweizer Seite der Strecke. Diese besitzt direkt von der Startstation an in Liestal eine hohe Mehrbelastung. Auf dem Teilstück zwischen Pratteln und Muttenz ist ersichtlich, dass die absolute Auslastung mit 978 respektive 894 zusätzlichen Fahrgästen deutlich über Variante 2k ist (369 und 329 Pers.).

Abb. 25 Differenzplot der Auslastung von Variante 4k minus Basis, Ausschnitt Gesamtübersicht



Ein Blick auf die Übersicht der Stadt Basel offenbart, dass, wie in Variante 2k, die Innenstadt und der Bahnhof Basel SBB einen Fahrgastrückgang verzeichnen, welcher durch die neue Verbindung zu erklären ist (Abb. 26). Auch ist der Korridor von Muttenz über den Bahnhof Basel SBB bis hin ins Kleinbasel schwächer frequentiert.

Abb. 26 Differenzplot der Auslastung von Variante 4k minus Basis, Ausschnitt Basel



5.2.4 Variante 4m

Bei der Variante 4m verhält es sich gleich wie bei Variante 2m. Durch die neue Haltestelle «Solitude» wird die Attraktivität der S-Bahnen gestärkt, während die Tramverbindungen über die Innenstadt weniger genutzt werden (Abb. 27). Die Zunahme ab Liestal ist jedoch bei weitem nicht so gross wie bei der Variante 2m. Zudem ist kein Fahrgastzuwachs zwischen Weil am Rhein und dem Badischen Bahnhof ersichtlich. Hingegen wird der Adlertunnel erneut entlastet, was durch neue Umsteigevorgänge in Liestal und Zielwahleffekte zu erklären ist. Auf dem Detailausschnitt bei Basel Solitude ist zu erkennen, dass nur die Schweizerseite Mehrverkehr anzieht (Abb. 28) und nicht wie bei Variante 2m beide Seiten einen Fahrgastzuwachs verzeichnen (Abb. 23).

Abb. 27 Differenzplot der Auslastung von Var. 4m minus Var. 4k, Ausschnitt Gesamtübersicht

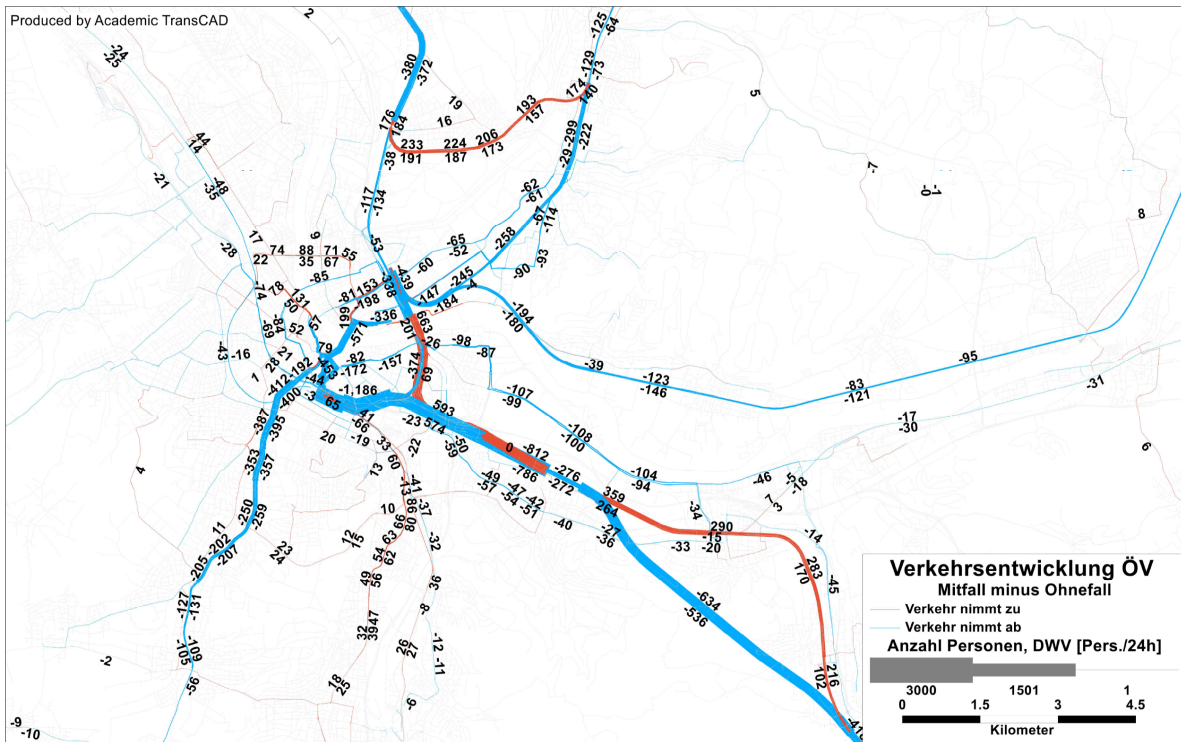
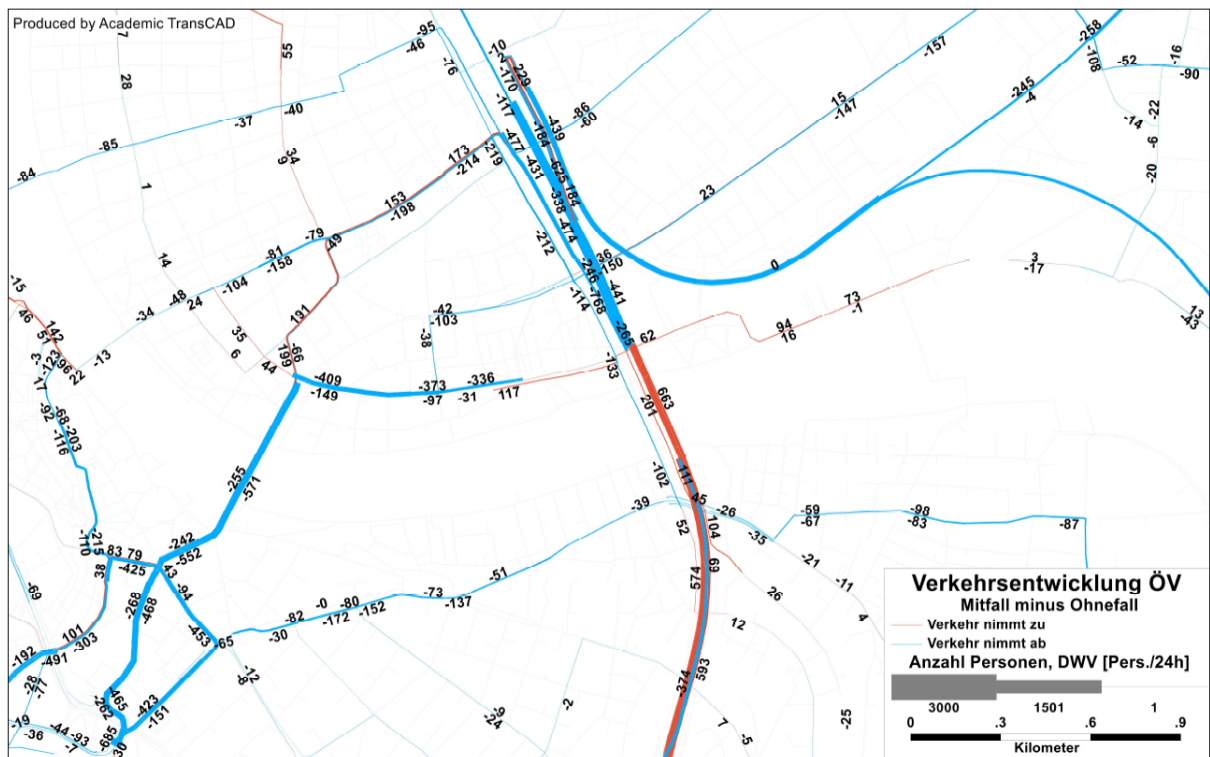


Abb. 28 Differenzplot der Auslastung von Var. 4m minus Var. 4k, Ausschnitt Basel Solitude

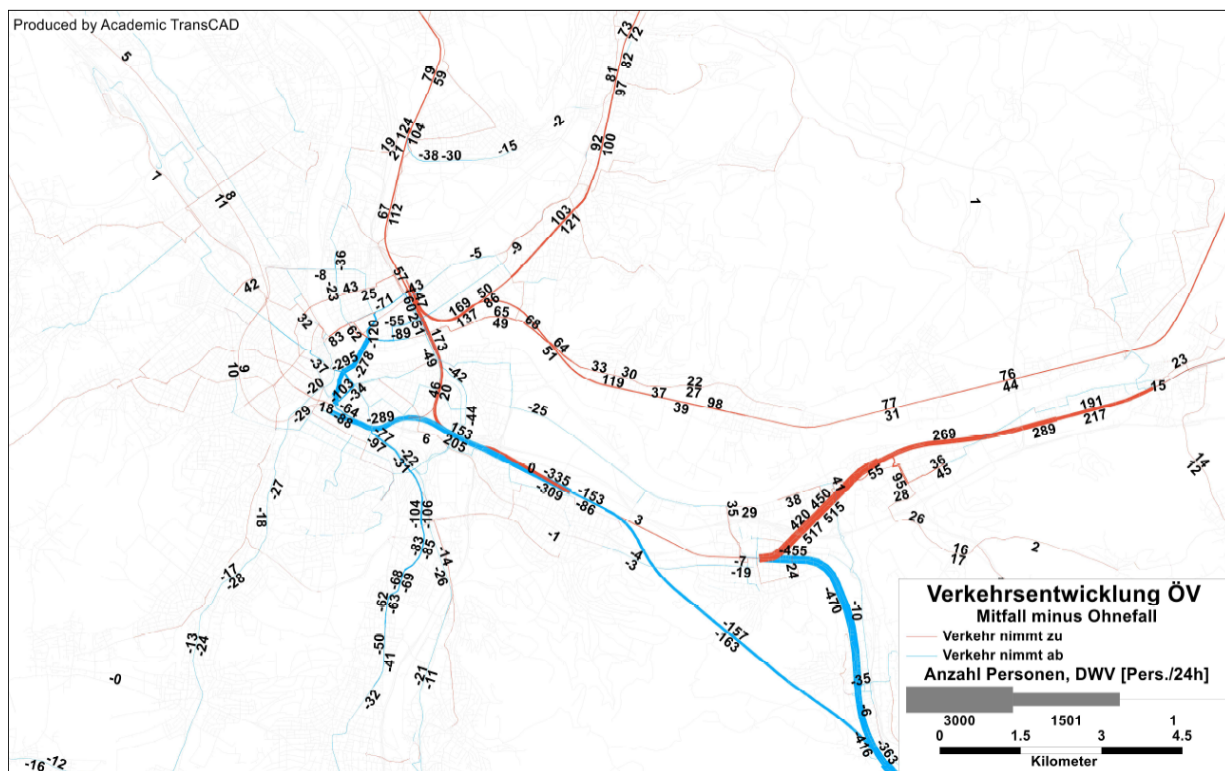


5.3 Einordnung der Ziel- und Verkehrsmittelwahl

Da es sich bei den Differenzplots um die absolute Differenz der ÖV-Belastungen handelt, ist nicht zu erkennen, ob es sich um Routenwahlveränderungen der bestehenden ÖV-Nutzer handelt oder auch neue ÖV-Nutzer hinzukommen. Durch einen Differenzplot der Gesamtumlegung minus der einfachen ÖV-Umlegung lässt sich darstellen, welche Einflüsse die Ziel- und Verkehrsmittelwahl hatte. Da in der einfachen ÖV-Umlegung nur Routenwahleffekte abgebildet sind, kann so die Differenz zu den Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekten aufgezeigt werden. Eine Übersicht über die Kennzahlen und die Veränderungen aller Varianten in Tabellenform folgt in Kapitel 5.4.

Im grossen Ausschnitt (Abb. 29) sieht man, wie im Bereich Pratteln-Rheinfelden durch das neue Linienangebot der Variante 2k deutlich mehr Fahrgäste die S-Bahn nutzen. In den betroffenen Gebieten ist auch eine Veränderung des ÖV-Anteils um +1.00 % ersichtlich (Tab. 7, nächstes Kapitel). Auf dem Abschnitt der Gartenbahn ist fast keine Veränderung spürbar, was die zuvor aufgestellte These bestätigt, dass das neue Angebot durch bestehende ÖV-Nutzer genutzt wird. In der Übersicht von Basel wird zudem deutlich, dass nur ungefähr 300 Fahrgäste aufgrund der Verkehrsmittelwahl dazugekommen sind. Zielwahleffekte haben hingegen fast nicht stattgefunden, wie man der Tab. 7 entnehmen kann.

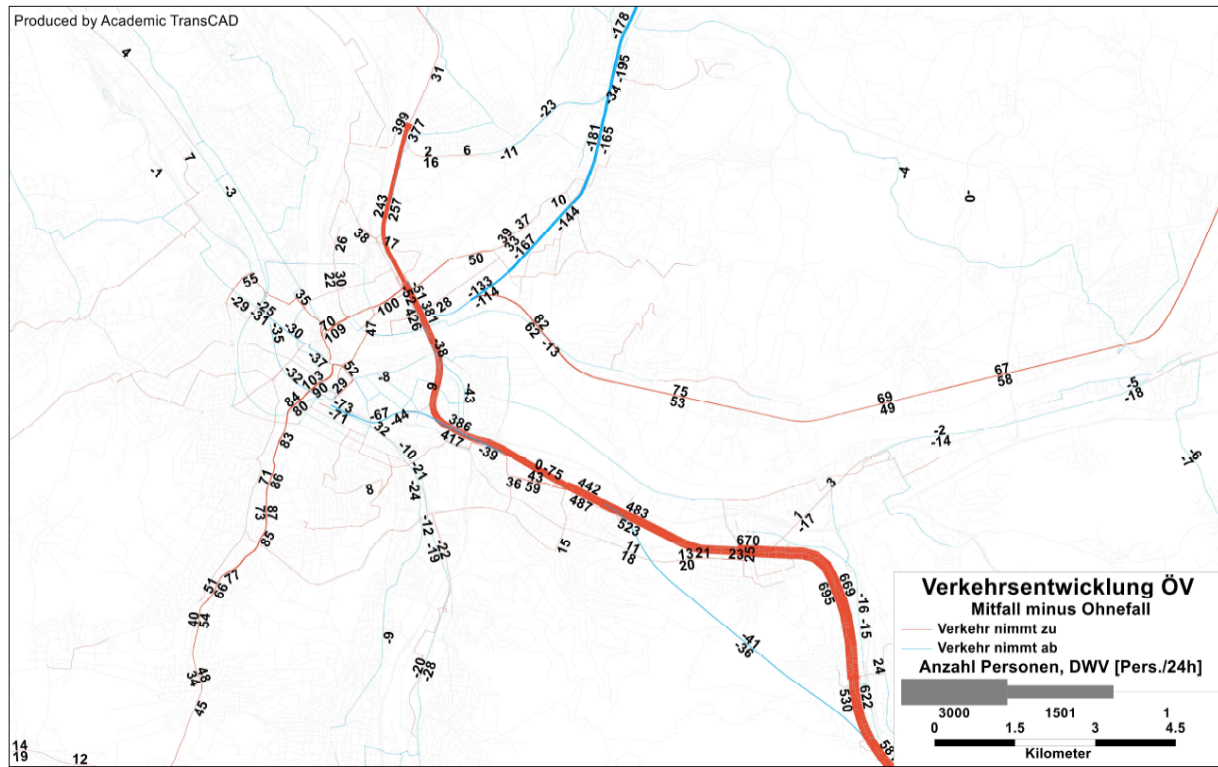
Abb. 29 Differenzplot der Verkehrsmittel- und Zielwahl, Var. 2k (Gesamtdurchlauf) minus Var. 2k (nur ÖV-Umlegung), Ausschnitt Gesamtübersicht



Bei der Variante 4k ist ebenfalls ein Einfluss der Verkehrsmittel- und Zielwahl ersichtlich. Dieser Einfluss ist deutlich ausgeprägter als bei der Variante 2k. Auf dem Abschnitt der Gartenbahn verhält es sich aufgrund des identischen Linienverlaufes wie bei Variante 2k. Der Einfluss der Verkehrsmittel- und Zielwahl ist nicht Einfluss spürbar. Hingegen ist auf der restlichen Linie mit einer Verstärkung hin zum Ende in Liestal eine immer deutlichere Zunahme zu verzeichnen. Aus Tab. 7 ist ersichtlich, dass dies fast ausschliesslich

durch Verkehrsmittelwahleffekte zustande kommt. Die Zielwahl ist hingegen vernachlässigbar klein. Verglichen mit den Auslastungszahlen der Variante 4k, ist ungefähr ein Fünftel der Belastung zwischen Liestal und Pratteln auf Effekte der Verkehrsmittelwahl zurückzuführen.

Abb. 30 Differenzplot der Verkehrsmittel- und Zielwahl, Variante 4k (Gesamtdurchlauf) minus Variante 4k (nur ÖV-Umlegung), Ausschnitt Gesamtübersicht



5.4 Veränderung von Kennzahlen entlang des Korridors

Nebst den Fahrgastzahlen ist auch die Verkehrsverlagerung und die Zielwahl von hohem Interesse. Hierfür wurden alle Gebiete, welche von der S-Bahn tangiert werden, ausgewertet, um zu sehen, wie sich das neue Angebot auf die Region auswirkt. Die tangierten Gebiete sind im Anhang A2 Gebietsnummern orange hinterlegt. Mit Hilfe der Tab. 7 und den Differenzplots des Kapitels 5.3 lassen sich die Einflüsse der Verkehrsmittel- und Zielwahl einordnen.

Den Kennzahlen ist zu entnehmen, dass durch die neue Linie kaum Mehrverkehr aufgrund von Zielwähleränderungen generiert wird. Hingegen ist eine Veränderung der Verkehrsmittelwahl ersichtlich. Diese verlagert sich hin zum ÖV. Die Unterschiede vermögen in ihren Dimensionen klein wirken, es gilt jedoch zu beachten, dass nur die Wege verändert werden, die von einer neuen Linie profitieren können. Die reine Anzahl an Wegen, welche nicht im bearbeiteten Korridor stattfinden, glätten die Gesamtveränderung.

Tab. 7 Anzahl Wege nach Verkehrsmittel mit Start und Ziel innerhalb des S-Bahn-Korridors

DWV [Wege/24h]	Basis	V2k	V4k	V2m	V4m
PW	200'959	200'577	200'522	200'485	200'425
ÖV	61'842	62'470	62'701	62'566	62'881
Velo	66'995	66'901	66'841	66'861	66'819
Fuss	176'965	176'875	176'802	176'840	176'815
Alle Verkehrsmittel	506'762	506'824	506'866	506'752	506'940
Absolute Differenz zur Basis					
PW	0	-382	-438	-474	-534
ÖV	0	628	859	724	1'039
Velo	0	-93	-154	-134	-176
Fuss	0	-90	-163	-125	-151
Alle Verkehrsmittel	0	62	104	-9	178
Relative Differenz zur Basis					
PW	0.00%	-0.19%	-0.22%	-0.24%	-0.27%
ÖV	0.00%	1.02%	1.39%	1.17%	1.68%
Velo	0.00%	-0.14%	-0.23%	-0.20%	-0.26%
Fuss	0.00%	-0.05%	-0.09%	-0.07%	-0.09%
Alle Verkehrsmittel	0.00%	0.01%	0.02%	0.00%	0.04%

Die Anziehungskraft des ÖV lässt sich durch die abgenommenen Reisezeiten teilweise erklären (Tab. 8). Auch wenn diese über alle Wegbeziehungen gemittelt im Sekundenbereich liegen, ist die Auswirkung auf alle Fahrten gerechnet beträchtlich. Insbesondere die Umsteigezeit nimmt stark ab. Absolut handelt es sich dabei um Sekunden, da es jedoch einen gewichteten Durchschnitt darstellt, widerspiegelt sich darin die Abnahme von Umsteigevorgängen durch die neue Direktverbindung. Durch die vielen Wege, welche von der neuen Linie nicht betroffen sind, werden auch die Durchschnittswerte beeinflusst. Durch dieses Verhältnis werden die Daten beim Erzeugen des Durchschnittes geglättet und folglich die Veränderungen klein gehalten, auch wenn die Auswirkungen auf einzelne Wegebeziehungen mehrere Minuten betragen.

Tab. 8 Vergleich der durchschnittlichen ÖV-Reisezeitelemente entlang des S-Bahn Korridors

Reisezeit ÖV [Min]	Basis	V2k	V4k	V2m	V4m	
Fahrzeit		9.13	8.99	8.87	9.02	8.89
Umsteigezeit		2.43	2.22	2.20	2.15	2.16
Zu- und Abgangszeit		14.07	14.24	14.29	14.24	14.29
Reisezeit		25.62	25.45	25.36	25.41	25.34
Absolute Differenz zur Basis						
Fahrzeit		0.00	-0.14	-0.26	-0.11	-0.23
Umsteigezeit		0.00	-0.21	-0.22	-0.28	-0.27
Zu- und Abgangszeit		0.00	0.17	0.22	0.17	0.22
Reisezeit		0.00	-0.18	-0.26	-0.22	-0.28
Relative Differenz zur Basis						
Fahrzeit		0.00%	-1.51%	-2.84%	-1.23%	-2.57%
Umsteigezeit		0.00%	-8.56%	-9.27%	-11.37%	-11.08%
Zu- und Abgangszeit		0.00%	1.21%	1.57%	1.22%	1.56%
Reisezeit		0.00%	-0.68%	-1.03%	-0.85%	-1.11%

5.5 Betrieblicher Vergleich

Der betriebliche Vergleich liefert einen ersten Überblick über die Betriebskosten und -erlöse der verschiedenen Linienvarianten. Besonders der Kostendeckungsgrad ist hierbei interessant, jedoch nicht abschliessend, da viele Variablen in diese Berechnung einfließen. Zum Beispiel welche Betreiberfirma die Strecke bedient und welches Land die Leistungen vergütet. Trotzdem bietet der Vergleich einen weiteren guten Anhaltspunkt, um die Linienvarianten untereinander vergleichen zu können. Es gilt zu beachten, dass die Erlöse aus den Personenkilometern der Linie abgeleitet wurden. Damit verbundene mögliche Abnahmen auf anderen Linien wurden nicht berücksichtigt. Die errechneten Erlöse und Betriebskosten können aufgrund möglicher Rückschlüsse auf die internen Kennzahlen der SBB nicht angegeben werden.

Tab. 9 Kostendeckungsgrad und betrieblicher Vergleich der Varianten

	Variante 2k	Variante 4k	Variante 2m	Variante 4m
Kostendeckungsgrad [%]	58,2	60,9	66,8	67,3

Aus der Tab. 9 lässt sich erschliessen, dass die Variante 4 den jeweils höheren Kostendeckungsgrad aufweist, sowohl bei der kurzfristigen wie auch der mittelfristigen Variante. Ebenfalls ersichtlich wird, dass die Haltestelle Basel Solitude, welche in den Varianten mittelfristig eingebettet wurde, sich um +8,6 Prozentpunkte bei Variante 2 und +6.4 Prozentpunkte bei Variante 4 in der Kostendeckung verbessert. Die daraus prognostizierte jährlichen Mehreinnahmen entsprechen ungefähr 3,8 % (Variante 2m) respektive 2,6 % (Variante 4m) der Baukosten von 27 Millionen der Haltestelle Solitude (trireno 2021). Dies ist insoweit logisch, weil die Kosten durch die gleichbleibende Streckenlänge konstant bleiben, während das Fahrgastaufkommen und somit der Erlös zunehmen. Vergleicht man den errechneten Kostendeckungsgrad

mit jenen der Bestandslinien der Region (Tab. 10), so ist erkennbar, dass die Varianten einen besseren Kostendeckungsgrad aufweisen als bestehende Linien. Wie oben beschrieben, werden bei den Varianten nur die auf jener Linie beförderten Fahrgäste berücksichtigt. Abnahmen auf parallel verlaufenden Linien wurden nicht eingepreist. Zudem weicht das Berechnungsverfahren des Bundes von dem oben verwendeten ab.

Tab. 10 Kostendeckungsgrad Bestandslinien

Linienbezeichnung	Kostendeckungsgrad
S3 (Olten -) Basel SBB - Laufen - Delémont (- Porrentruy)	52,6%
S3 (Olten - Laufen -) Delémont - Porrentruy	44,7%
S1 Basel SBB - Laufenburg /- Frick [- Brugg AG	55,2%
S6 Basel SBB - Basel Bad. Bahnhof (- Zell)	57,1%
Mittelwert	52,4%
Quelle: BAV 2022	

5.6 Vereinfachte Kosten-Nutzen-Analyse

Durch die Reisezeitveränderungen entlang des Korridors entstehen weitere Nutzen und Kosten. Diese können über die Zahlungsbereitschaft und den Reisezeit- sowie Betriebskosten bemessen werden. Hierfür wurde der gesamte Modellparameter ohne die Randgebiete (Zonenummer 99) untersucht. Die Norm SN 641 822a liefert hierfür eine Berechnungsbasis für die Zeitkosten des öffentlichen Verkehrs und des MIV. Gestützt auf dieser Norm kann man mit den Auswertungen der Reisezeiten Grundlagen für eine vereinfachte Kosten-Nutzen-Analyse durchführen.

Diese wurde im Rahmen der Arbeit stark vereinfacht durchgeführt. Folglich konnten nicht alle Kosten und Nutzen berücksichtigt werden, da dies durch die Komplexität einen zu grossen zeitlichen Aufwand bedeutet hätte. Trotzdem wurde diese hier aufgeführt, um einen weiteren Anhaltspunkt zur Bewertung der Linienvarianten zu schaffen. Sie ist jedoch nicht geeignet für Bemessungsgrundlagen von wirtschaftlichen oder politischen Entscheidungen, weil wichtige Faktoren fehlen. Das tatsächliche Kosten-Nutzen-Verhältnis kann stark von den hier aufgeführten Werten abweichen.

Das Verhältnis der Kosten-Nutzen (Tab. 9) zeigt deutliche Werte unter 1 auf und wäre per Definition daher volkswirtschaftlich nicht sinnvoll. Es zeigt zugleich auf, wie aufwändig eine vollständige Kosten-Nutzen-Analyse ist. In der vereinfachten Kosten-Nutzen-Analyse entstehen vermeintlich negative Auswirkungen, welche im Rahmen einer vereinfachten Berechnung nicht vertieft untersucht werden konnten. Die Varianten lösen Effekte aus, die bei einer vereinfachten Analyse falsch abgebildet würden, respektive im verwendeten Modell nicht abgebildet werden. Ein Beispiel sind die geschätzten Betriebskosten. Diese sind enorm gross im Verhältnis zu den Einnahmen. Die Einnahmen werden jedoch auf Basis der Anzahl Personenkilometer berechnet. Da mit der neuen Linie eine deutlich kürzere Distanz zurückgelegt wird, 5,6 km neu versus 9,2 km mit der S-Bahn über Basel SBB, wirkt sich dies gewinnmindernd auf die Einnahmen aus. Hinzu kommt, dass Einflüsse auf die Verbundabonnemente nicht berücksichtigt werden.

Durch die Steigerung der Attraktivität entsteht eine Verschiebung der Verkehrsmittelanteile hin zum ÖV. Die damit verbundene Entlastung des Strassennetzes wurde jedoch nicht mitkalkuliert. Ebenso wie die Effekte in den Spitzenstunden, welche vom DWV nicht berücksichtigt werden. Durch die Attraktivitätssteigerung entstehen neue Zu- und Abgangswege. Diese werden von der Norm mit hohen Zeitkosten belastet. Die grösseren Zugangszeiten lassen sich durch verschiedene Effekte erklären, einerseits durch die reine Menge an neuen Fahrgästen, andererseits durch längere Zugangswege wie am Badischen Bahnhof, wo neu das näher gelegene Tram weniger attraktiv ist als die direkte S-Bahnverbindung. Diese Effekte machen die Reisezeitgewinne durch den Wegfall des Umsteigens und kürzerer Fahrzeit zunichte.

Grundsätzlich muss angemerkt werden, dass die Berechnung einer vollständigen, gesamtwirtschaftlichen Kosten-Nutzenverhältnisses sich als komplexer darstellt. Besonders die Internalisierung von externem Nutzen, wie Gesundheitseffekte durch die Zugangswege, stellen eine Hürde dar. Der Nachweis der Wirtschaftlichkeit für eine S-Bahnlinie ist schwierig und kann an dieser Stelle nicht abgebildet werden, wenn auch eine ausführlichere Analyse angebracht wäre. Die gesamte Berechnung befindet sich im Anhang A4 Kosten-Nutzen-Berechnung.

Tab. 11 Übersicht der berücksichtigten Nutzen- und Kostenveränderungen

Nutzenveränderungen	Einheit	V2k	V4k	V2m	V4m
Fahrzeit MIV	CHF/d	-1'377.07	-1'637.36	-1'260.03	-1'868.97
Fahrzeit ÖV	CHF/d	-2'516.19	-4'682.47	-1'807.16	-3'416.85
Umsteigezeit	CHF/d	-2'117.53	-1'834.35	-2'974.54	-2'445.12
Zu- und Abgangszeit	CHF/d	6'582.19	7'635.99	6'649.26	7'925.76
Umsteigevorgänge	CHF/d	-908.79	123.09	-2'778.85	-688.82
Takt	CHF/d	-4'945.62	-5'461.53	-4'935.02	-5'593.81
Zwischentotal	CHF/d	-5'283.02	-5'856.63	-7'106.34	-6'087.81
Kostenveränderung					
Bahnbetrieb und Billetteinnahmen	CHF/d	44'874.27	41'695.25	45'249.21	41'127.93
Kosten-Nutzen-Verhältnis		0.1177	0.1405	0.1570	0.1480

5.7 Auswertung Basel Solitude

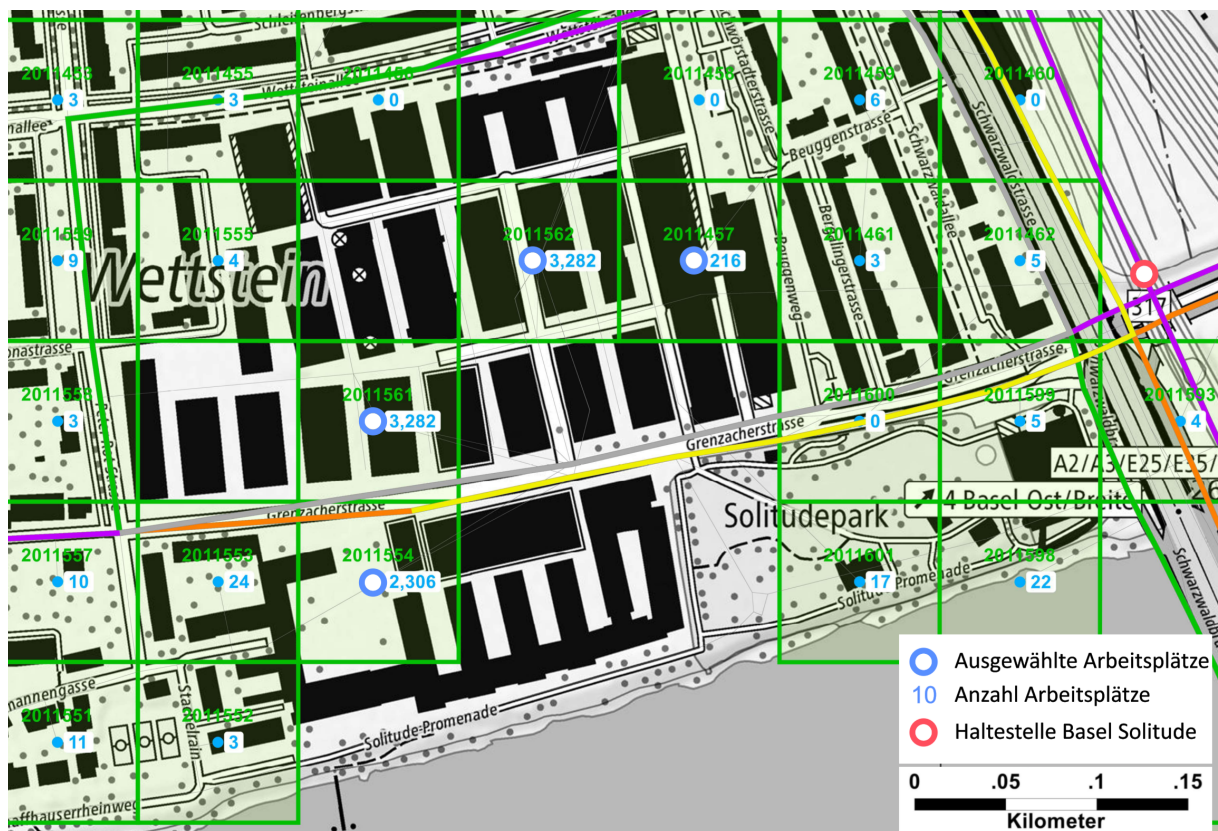
Wie in Kapitel 5.1 angesprochen, verändert sich die Belastung durch das Einfügen einer neuen Haltestelle deutlich. Um die Einflüsse auf das Gebiet rund um die Haltestelle beurteilen zu können, wird es hier vertieft untersucht, um eine bessere Einordnung der mittelfristigen Varianten zu ermöglichen.

5.7.1 Veränderung der Wege aus Roche Grenzacherstrasse

Das Roche-Areal stellt eines der grössten Arbeitsplatzcluster in der Stadt Basel dar. Trotz der Nähe zur Basler Verbindungsbahn ist das Areal heute nur durch Buslinien erschlossen. Da in naher Zukunft die Haltestelle Basel Solitude eröffnet werden soll, bietet es sich an, die Auswirkung auf die untersuchten Linienvarianten zu eruieren. Hier lohnt sich ein Blick in die Zonendaten des GVMRB, um die Berechnungen

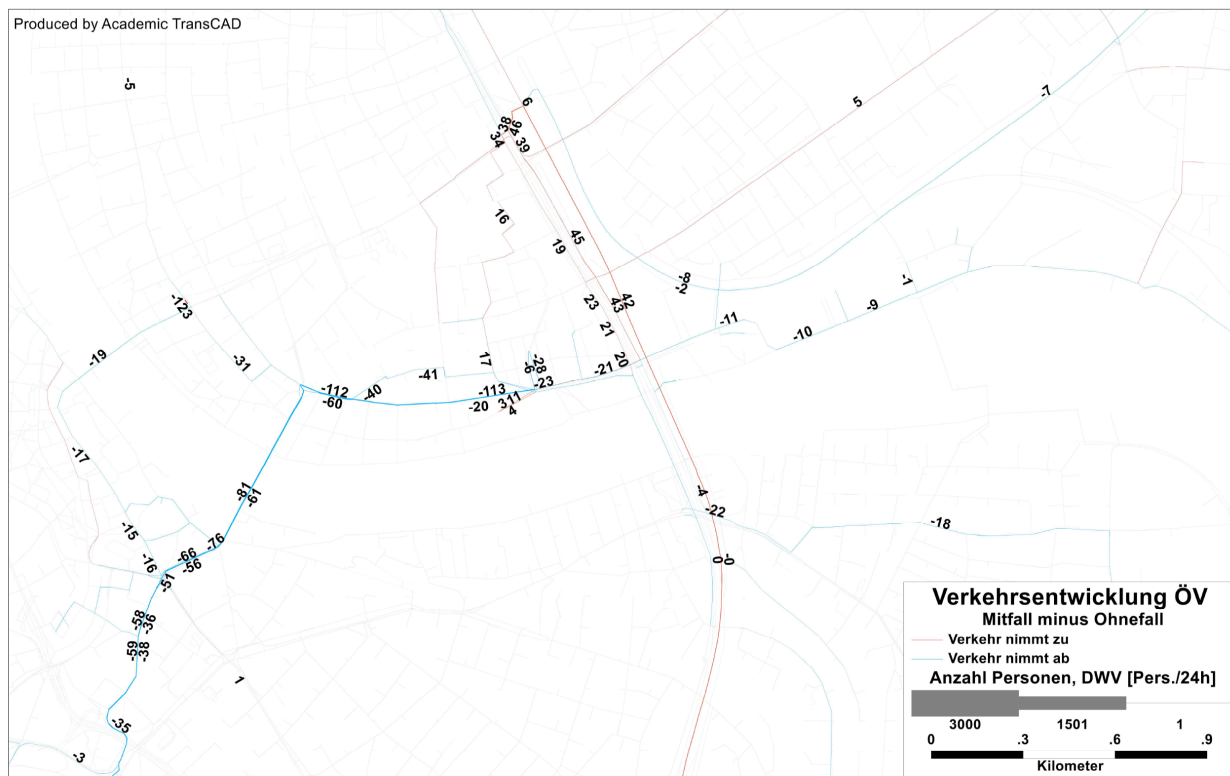
besser nachvollziehen zu können. Die Daten der Zonen stammen vom BFS aus dem Jahre 2016 (Arendt Consulting, Roland Müller *et al.* 2019, S. 25). Zu diesem Zeitpunkt war der erste Roche-Turm (Bau 1) gerade frisch eröffnet und der zweite Turm (Bau 2) existierte noch nicht. Nach eigenen Angaben der Roche stehen alleine im zweiten Turm 3'200 Arbeitsplätze zur Verfügung (F. Hoffmann-La Roche AG 2022). Es ist daher davon auszugehen, dass die heutige Anzahl Arbeitsplätze unterschätzt wurde. Um trotzdem erste Aussagen über die Einflüsse auf das ÖV-System machen zu können, wurden Belastungspinnen erstellt, welche an den Zentroiden der Zone und somit an die Arbeitsplätze (Abb. 31) anknüpfen.

Abb. 31 Arbeitsplätze Roche Grenzacherstrasse, Stand 2016



Mit Hilfe eines ersten Differenzplots der Spinne «Roche» (Abb. 32), welcher die Variante 2k mit dem Basiszustand vergleicht, ist zu erkennen, wie sich die Pendlerströme im Gebiet verhalten. Es ist gut ersichtlich, dass die neue Linie ohne den Halt Basel Solitude einen vernachlässigbaren kleinen Einfluss auf das Roche-Areal hat. Bei Variante 4k ist ebenfalls kein Einfluss ersichtlich, weshalb dieser Differenzplot nicht abgebildet wurde.

Abb. 32 Differenzplot der Auslastung Spinne Roche, V2k minus Basis, Ausschnitt Solitude



Vergleicht man nun die Variante 2k mit 2m ist ein deutlicher Unterschied erkennbar (Abb. 33). Auf der gesamten S-Bahnstrecke werden neue Fahrgäste angezogen auf Kosten der Buslinien. Dies deckt sich mit den Belastungszahlen aus dem Kapitel 5.1. Es ist anzumerken, dass das Gebiet Roche aufgrund ihrer Arbeitsplätze und dem Zusammenhang mit dem zweiten Areal in Kaiseraugst die hier gezeigten Veränderungen deutlich beeinflussen würde. Diese sind jedoch im GVMRB nicht abgebildet. Die tatsächliche Auswirkung dieser Haltestelle kann folglich erst nach einer Kalibrierung und Plausibilisierung des Roche-Areals abgeschätzt werden. Trotzdem liefert die Spinne einen ersten Anhaltspunkt, um die Veränderungen einer solchen Linie auf die Auslastungen abschätzen zu können.

Im grösseren Ausschnitt (Abb. 34) ist zu erkennen, wie auch weiter entfernte Orte neu ins Gebiet der Roche fahren. Dies wird durch Veränderungen der ÖV-Routen teilweise erklärt, aber auch durch die Effekte einer neuen Verkehrsmittelwahl. Ebenfalls ist eine Umlagerung der Wege über die Innenstadt hin zur Verbindungsbahn ersichtlich.

Abb. 33 Differenzplot der Auslastung Spinne Roche, V2m minus V2k, Ausschnitt Solitude

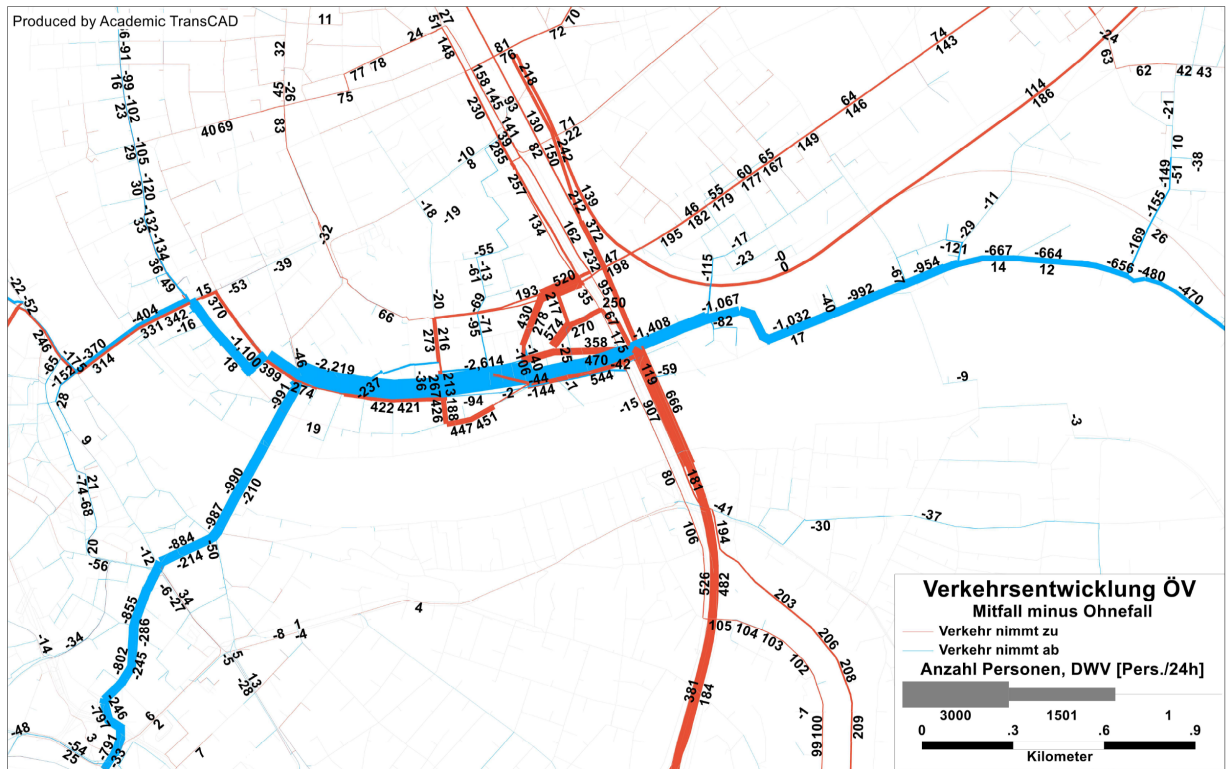
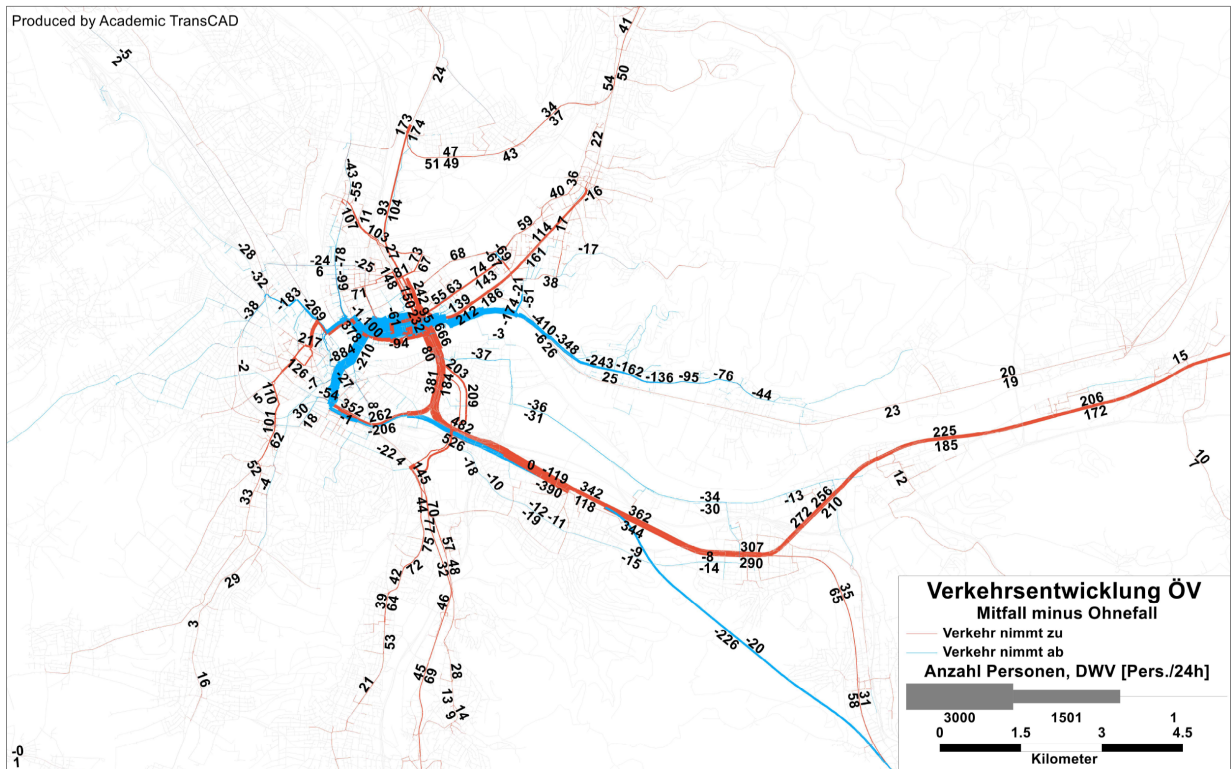
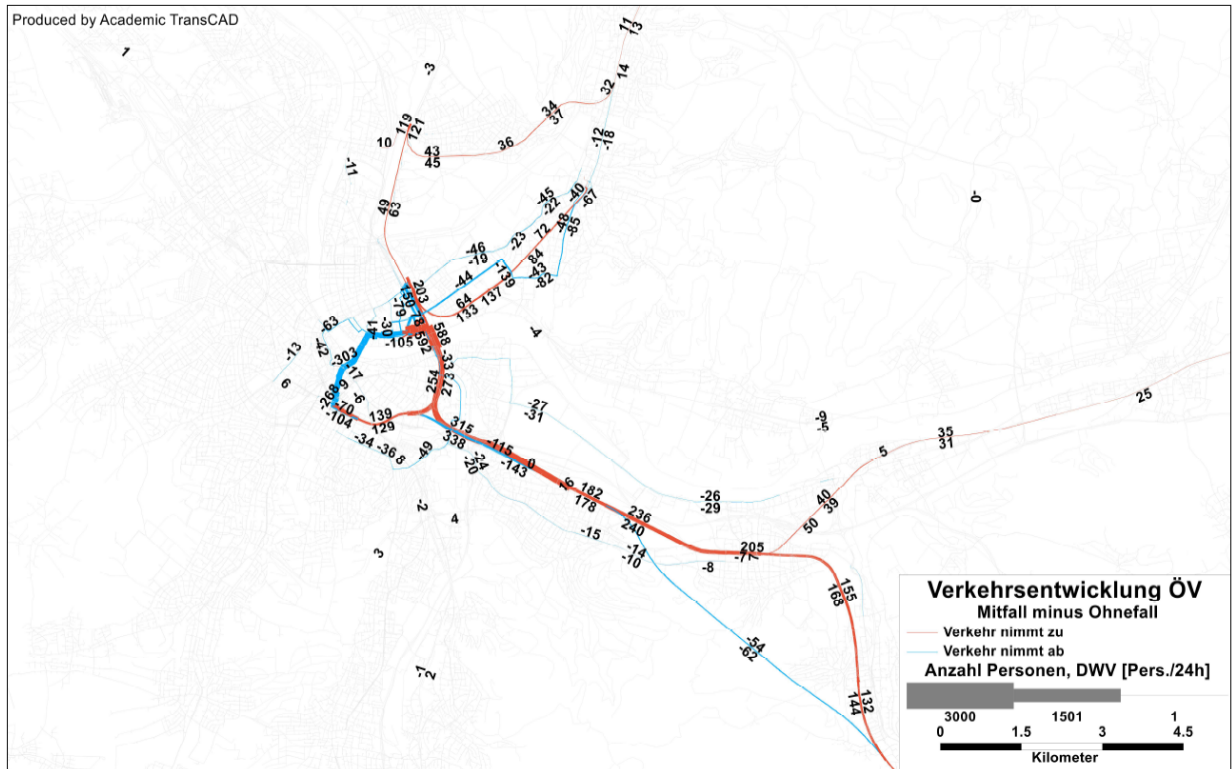


Abb. 34 Differenzplot der Auslastung Spinne Roche, V2m minus V2k, Ausschnitt Gesamtübersicht



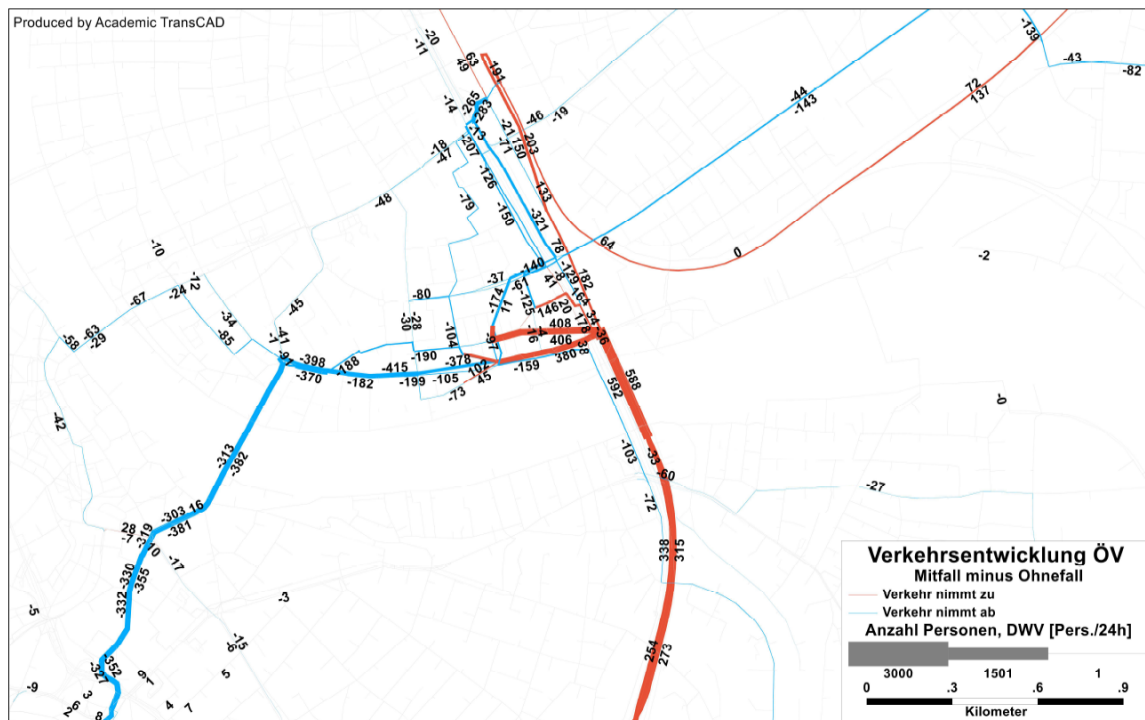
Bei Variante 4 ist gegenüber dem Basiszustand ebenfalls eine Zunahme zu verzeichnen (Abb. 35 und Abb. 36). Diese fällt jedoch deutlich schwächer aus als bei Variante 2. Die Verlagerung aus der Innenstadt hin zur Schwarzwaldbrücke ist auch bei Variante 4 erkennbar.

Abb. 35 Differenzplot Roche Grenzacherstrasse, V4m minus V4k, Ausschnitt Gesamtübersicht



Im Ausschnitt Basel Solitude (Abb. 36) ist wie in Variante 2 eine Zunahme der Wege über die S-Bahn auf Kosten der ÖV-Belastungen über die Innenstadt zu erkennen.

Abb. 36 Differenzplot Roche Grenzacherstrasse, V4m minus V4k, Ausschnitt Solitude



5.7.2 Veränderung der Kennzahlen innerhalb des Gebietes Solitude

Der Detaillierungsgrad des GVMRB wurde nicht für eine genaue Abbildung des Roche-Areals kalibriert oder spezifische für die vorliegende Fragestellung erweitert. Für den Fall der Haltestelle Basel Solitude fehlen zudem weitere Einflüsse wie das Mobilitätsmanagement der Roche, welche in dieser Auflösung einen grossen Einfluss auf die Verkehrsmittelwahl zu Gunsten des ÖV und Veloverkehrs hat. Folglich können keine Aussagen über die Verkehrsmittelanteile gemacht werden. Die Aussagen über die Reisezeit sind ebenfalls mit Vorsicht zu geniessen, da das Einzugsgebiet von Roche sowie die Verkehrsnachfrage zwischen den Roche Standorten Basel und Kaiseraugst vom Modell vermutlich unterschätzt wird.

Die Reisezeiten der mittelfristigen Varianten verändern sich deutlich (Tab. 12). Sie machen den grössten Anteil der Umsteigezeit aus, welche in vielen Fällen ausbleibt. Die Reisezeit verringert sich dadurch deutlich. Ausgeglichen wird dies teilweise durch längere Zugangszeiten zur neuen Haltestelle aus dem Gebiet. Trotz allem bleibt die Bilanz positiv im Sinne einer allgemein kürzeren Reisezeit.

Tab. 12 Vergleich der mittleren ÖV-Reisezeit pro Fahrt zwischen dem Gebiet Solitude und dem S-Bahn Korridor

Reisezeit ÖV [Min]	Basis	V2k	V4k	V2m	V4m
Fahrzeit	13.16	12.59	12.72	12.49	12.43
Umsteigezeit	6.02	5.57	5.92	2.78	3.59
Zu- und Abgangszeit	12.03	12.25	12.09	13.09	13.12
Reisezeit	31.20	30.41	30.72	28.36	29.14
Absolute Differenz zur Basis					
Fahrzeit	0.00	-0.57	-0.44	-0.67	-0.73
Umsteigezeit	0.00	-0.44	-0.09	-3.23	-2.42
Zu- und Abgangszeit	0.00	0.22	0.06	1.06	1.10
Reisezeit	0.00	-0.79	-0.48	-2.84	-2.06
Relative Differenz zur Basis					
Fahrzeit	0.00%	-4.31%	-3.37%	-5.05%	-5.52%
Umsteigezeit	0.00%	-7.37%	-1.54%	-53.77%	-40.30%
Zu- und Abgangszeit	0.00%	1.84%	0.50%	8.84%	9.11%
Reisezeit	0.00%	-2.53%	-1.52%	-9.09%	-6.59%

6 Diskussion

Die Modelldaten des GVMRB liefern die Grundlage zur Einschätzung der verschiedenen Varianten. Diese müssen in einen Kontext gesetzt werden, um besser interpretiert werden zu können. Es gilt hervorzuheben, dass das GVMRB auf Strukturdaten dem Jahre 2016 stammt. Folglich wurde es für diesen Zustand kalibriert. Aus diesem Grund wird im Modell das ÖV-Angebot des Jahres 2016 abgebildet. Eine Anpassung der Strukturdaten und eine erneuerte Kalibrierung war im Rahmen der Arbeit nicht möglich. Trotz allem hat sich das ÖV-Angebot im Bereich der untersuchten Strecke nicht wesentlich verändert. Der Takt der S-Bahnen blieb unverändert. Einzig im Busnetz hätte die Linie 46 eine Konkurrenz zur Variante dargestellt, welche in den Spitzenstunden eine Direktverbindung zwischen Muttenz und dem Badischen Bahnhof anbietet. Für die Erstellung der Varianten wurde davon ausgegangen, dass bei Einführung einer neuen S-Bahnverbindung diese Buslinie zu Gunsten der Bahn entfallen würde. Dies aus mehreren Gründen: Zum einen, da sie deutlich länger für die Strecke zwischen Muttenz und dem Badischen Bahnhof hätte. Zum anderen, weil mit der Überlastung der Schwarzwaldbrücke die Buslinien während den Spitzenstunden beeinträchtigt würden. Mit Blick in die Zukunft stehen aufwändige Instandhaltungsarbeiten auf der Osttangente an (ASTRA 2022). Diese dürften die Verkehrssituation weiter verschärfen und den Bus zusammen mit dem MIV im Stau stehen lassen. Folglich würde eine S-Bahn eine bessere Fahrplanstabilität und höher Reisezeitverlässlichkeit aufweisen. Aus diesen Überlegungen, sowie dem zeitlichen Rahmen, wurde ein Einbau der Linie 46 ins Modell unterlassen.

Aus demselben Grund wurde der Ausbau der S-Bahn nicht im GVMRB mitberücksichtigt. Mit Blick auf die Variante 4 ist daher anzumerken, dass diese spätestens ab 2025 durch den Viertelstundentakt der S3

direkte Konkurrenz bekommt (BAV 2023). Dadurch wird die potenzielle Auslastung dieser Variante überschätzt.

Die Haltestelle Basel Solitude hat einen grossen Einfluss auf die untersuchten Varianten. Wie in Kapitel 5.7 angesprochen, gilt es, den Belastungszahlen mit Vorsicht zu begegnen. Im Modell ist nicht der heutige Stand der Strukturdaten hinterlegt. Folglich wird die Anzahl Arbeitsplätze im Gebiet rund um die Haltestelle, namentlich der Roche, deutlich unterschätzt. Dadurch wird die berechnete Belastung der mittelfristigen Varianten in Wahrheit höher ausfallen. Hinzu kommt, dass das Mobilitätsmanagement der Roche vom Modell nicht berücksichtigt wird. Somit wird der ÖV-Anteil des Gebietes unterschätzt. Ebenso sind die spezifischen Pendlerbeziehungen zwischen den Roche-Arealen Grenzacherstrasse und Kaiseraugst nicht abgebildet. Deshalb wird die Variante 2m in ihren Fahrgastzahlen unterschätzt. Mit Blick in die Zukunft ist anzumerken, dass die Roche einen dritten Turm auf dem Südareal plant, der von allen Türmen am nächsten bei der neuen Haltestelle liegen würde (F. Hoffmann-La Roche AG 2020). Falls der Bau tatsächlich realisiert wird, ist mit einem weiteren Fahrgastanstieg an der Haltestelle Solitude zu rechnen.

Im begrenzten Rahmen der Arbeit fanden einige Punkte mit Blick auf eine mögliche Weiterverfolgung des Projektes leider keinen Platz mehr. Da diese Hinweise nicht verschwiegen werden sollen, werden sie an dieser Stelle, im Rahmen der Diskussion und der Einordnung, wiedergegeben. Es handelt sich nicht um eine abschliessende Liste, sondern verweist lediglich auf zu beachtende Punkte, die während der Bearbeitung aufgefallen sind.

Es gilt festzuhalten, dass das ÖV-Modell des GVMRB keine Gefässkapazitäten kennt. Betrachtet man die tatsächlichen Belastungen runter gerechnet pro Kurs, so fällt einem auf, dass bereits bei dem DWV zwischen dem Badischen Bahnhof und Pratteln Auslastungen von bis zu 120 Personen pro Kurs aufweisen. Dies, ohne dass die Einflüsse von Spitzenstunden berücksichtigt wurden. Die Kapazität der heute auf der trinationalen S-Bahn eingesetzten «Stadler Flirt» beträgt ungefähr 180 Sitzplätze pro Triebzug (Stadler Rail AG 2005). Es ist jedoch bereits heute gängige Praxis, die Züge als Doppel- oder Dreifachtraktionen während den Hauptverkehrszeiten zu führen. Falls dies zum Einsatz kommt, gilt es zu berücksichtigen, dass die Perrons der Gartenbahn, zwischen Weil am Rhein und Lörrach Stetten, teilweise nur 75 Meter lang sind und somit nur für einen Triebzug Platz bieten.

Ein weiterer Hinweis gilt dem Betriebsablauf. In Weil am Rhein müsste die Linie die Hauptgleise der Rheintalbahnhof kreuzen. Inwiefern dies mit dem normalen Betriebsablauf kompatibel wäre, gilt es abzuklären. Allenfalls wäre ein Wenden via der Wendeschlaufen in Haltingen in Betracht zu ziehen, womit ein Kreuzen der Hauptbahn vermieden werden könnte. Dabei würde auch der Führerstandwechsel in Weil am Rhein entfallen. Aus dem Gespräch mit der SBB GmbH kam der Hinweis, dass die Strecke zwischen Basel Badischer Bahnhof und Muttenz heute als Pufferzone für die Güterzugübergabe zwischen dem Schweizer und dem Deutschen Netz genutzt wird. Es gilt auch hier abzuklären, inwiefern dies die Fahrplanstabilität beeinflussen würde, wenn die Gleise durch wartende Güterzüge blockiert würden.

7 Fazit

Wie sich durch die Auswertung der Varianten gezeigt hat, fällt die allgemeine Beurteilung einer Direktverbindung positiv aus. Dies gilt für beide genauer untersuchten Varianten. Durch die Belastungen zwischen dem Badischen Bahnhof und Muttenz wird aufgezeigt, dass eine Direktverbindung auf grosse Nachfrage stösst. Die angezogenen Fahrgäste stammen grösstenteils von anderen S-Bahnlinien. Betrachtet man die Abnahmen im Netz, so ist zu bemerken, dass diese besonders Orte entlasten, welche heute gut

ausgelastet, wenn nicht überlastet sind. Namentlich gilt das für den Bahnhof Basel SBB sowie den Tramkorridor durch die Innenstadt. Gleichzeitig ist zu relativieren, dass die absoluten Abnahmen der ÖV-Fahrgastzahlen in diesen Streckenabschnitten gering sind, wenn man sie mit der relativen Abnahme vergleicht. Im Bereich der Bestandsstrecke (Steinen (D) – Weil am Rhein) erhöht die Verlängerung über die Grenze die Fahrgastzahlen und verbessert so die Auslastung der vorher schwach frequentierten Gartenbahn.

Betrachtet man die reinen Modellzahlen, so steht die Variante 4 vor der Variante 2. Sie besitzt einen besseren Kostendeckungsgrad, sowie eine höhere Dichte an Fahrgästen, wenn man jeweils die kurzfristigen und die mittelfristigen Varianten untereinander vergleicht. Dies ist zum grossen Teil der kürzeren Fahrstrecke geschuldet, welche zugleich durch ein dichter besiedeltes Gebiet führt. Dadurch können ab Beginn in Liestal mehr potenzielle Fahrgäste abgedeckt werden. Einzig im Zustand mit Basel Solitude kann die Variante 2 in Punkto absoluter Personenkilometer die Variante 4 übertreffen. Der Einfluss jener Haltestelle ist deutlich in den Zahlen zu erkennen. Der Halt verbessert bei beiden Varianten sowohl die Fahrgastzahlen wie die Wirtschaftlichkeit der Linie. Auch die Verkehrsmittelanteile entlang des Korridors verschieben sich zugunsten des ÖV.

8 Handlungsempfehlung

Um das S-Bahnangebot in der Region kurzfristig stärken zu können, wäre eine Direktverbindung über die Verbindungskurve Gellert erstrebenswert. Die Modellergebnisse sowie die daraus gewonnenen Schlüsse lassen für eine solche Verbindung eine ansprechende Nachfrage erwarten. Sowohl der nordöstliche Ast wie auch das Ende auf der Schweizer Seite können absolute Fahrgastgewinne für deren Korridor erzielen und gleichzeitig den Knoten Basel SBB entlasten. Dazu kommt, dass beide Varianten ohne grössere bauliche Massnahmen auskommen und so der Region relativ kurzfristig eine verbesserte, über die Landesgrenzen hinweg führende S-Bahnverbindung angeboten werden kann.

Im Fazit wurde der positive Einfluss der Haltestelle Basel Solitude genannt. Es gilt zu beachten, dass zurzeit kein Perron auf der Seite der heutigen Güterbahn geplant ist. Durch die Berechnungen im Modell ist jedoch erkennbar, dass dieser Halt für die Attraktivität der trinationalen S-Bahn von grosser Bedeutung ist. Es gilt daher zu prüfen, ob sich ein solches, zusätzliches Perron im Rahmen eines mittelfristigen S-Bahn-Ausbaus nicht doch realisieren liesse. Dieser Halt erhöht erwiesenermassen die Attraktivität und somit die Wirtschaftlichkeit der Varianten.

Eine klare Empfehlung für eine der beiden Variante nur aufgrund der Modellresultate gestaltet sich als schwierig, denn durch die Modellergebnisse stach keine der beiden Varianten deutlich heraus. Durch die Verknüpfung der Modellzahlen mit der im Kapitel Diskussion gegebenen Hinweisen, ist eine Empfehlung jedoch sehr wohl möglich. Die Variante 4 bekommt in absehbarer Zukunft Konkurrenz durch die Taktverdichtung der S3 (BAV 2021) und wird daher in ihren Fahrgastzahlen überschätzt. Diese Taktverdichtung findet im Fricktal nicht statt. Die Variante 2 kann an dieser Stelle zusammen mit der S1 die Taktfrequenz bis Rheinfelden auf vier Bahnen pro Stunde erhöhen. Des weiteren ist die Variante 2 durch den Halt am Basel Solitude auch für die Zukunft gerüstet. Denn mit der beschriebenen Unterschätzung der Fahrgastzahlen, insbesondere zwischen den beiden Roche-Arealen, dürfte die tatsächliche höher liegen als vom Modell prognostiziert. Aus diesen Gründen wird die Variante 2 empfohlen.

9 Literaturverzeichnis

Agglo Basel (2021) Jahresbericht 2021. Liestal.

Arendt Consulting; Roland Müller; und Infras (2019) Gesamtverkehrsmodell der Region Basel 2016/40. Basel, Liestal: Kantone Basel-Stadt und Basel-Landschaft, Modellbeschreibung.

ASTRA (2022) Erhaltungsprojekt A2 Osttangente Basel. Zofingen: Bundesamt für Strassen.

BAV (2021) Begleitdokument zum Angebotskonzept. Bern: Bundesamt für Verkehr.

BAV (2023) Eisenbahnausbauprogramme Bahninfrastrukturfonds Standbericht 2022. Bern: Bundesamt für Verkehr.

BAV, Bundesamt für Verkehr (2022) Regionaler Personenverkehr Bestellverfahren. Verfügbar über: <https://www.bav.admin.ch/bav/de/home/allgemeine-themen/rpv/bestellverfahren.html> (Letzter Zugriff: 22.12.2023).

BVB (2023) Fahrgastwerte Linie 46. Basel: Basler Verkehrsbetriebe.

BVD Basel-Stadt (2023) Entwicklungskonzept Stadtraum Solitude. Kanton Basel-Stadt, Bau- und Verkehrsdepartement.

DB Netz AG (2022) Sachstand-UeLS-Strecken-data. Verfügbar über: <https://fahrweg.dbnetze.com/resource/blob/4816508/84a326ac53ff7b46f24783bf71ad3e46/Sachstand-UeLS-Strecken-data.pdf> (Letzter Zugriff: 28.09.2023).

Deutsche Bahn AG (2023) Bauprojekte Deutsch Bahn Karlsruhe-Basel. Verfügbar über: <https://bauprojekte.deutschebahn.com/p/karlsruhe-basel/pdf> (Letzter Zugriff: 23.09.2023).

Erath, Alexander und van Eggermond, Michael A. B. van (2021) Backcasting für das Mobilitätsmanagement des Roche Standorts Basel. Muttenz: Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik, FHNW, Project report.

F. Hoffmann-La Roche AG (2020) Roche aktualisiert Pläne für die Modernisierung ihres Südareals in Basel. Verfügbar über: <https://www.roche.ch//medien-schweiz/informationen/med-ch-2020-10-14> (Letzter Zugriff: 03.01.2024).

F. Hoffmann-La Roche AG (2022) Roche eröffnet Bau 2, eines der weltweit nachhaltigsten Bürohochhäuser. Verfügbar über: <https://www.roche.ch//medien-schweiz/informationen/med-ch-2022-09-02> (Letzter Zugriff: 03.01.2024).

SBB (2023) Ausgangslage. Verfügbar über: <https://company.sbb.ch/de/ueber-die-sbb/projekte/projekt-mittelland-tessin/ausbau-bahnhof-basel-sbb/ausgangslage.html> (Letzter Zugriff: 03.10.2023).

Stadler Rail AG (2005) Datenblatt Flirt. Verfügbar über: https://www.sbb-deutschland.de/wp-content/uploads/datenblatt_flirt_wiesental.pdf (Letzter Zugriff: 11.01.2024).

trireno (2020) Netzgrafik Trinationale S-Bahn. Verfügbar über: https://www.trireno.org/trinationale-s-bahn/angebot-heute.html?file=files/trireno/daten/publikationen/2020-07-14_NG%20Basel_V2.pdf&cid=1502 (Letzter Zugriff: 10.10.2023).

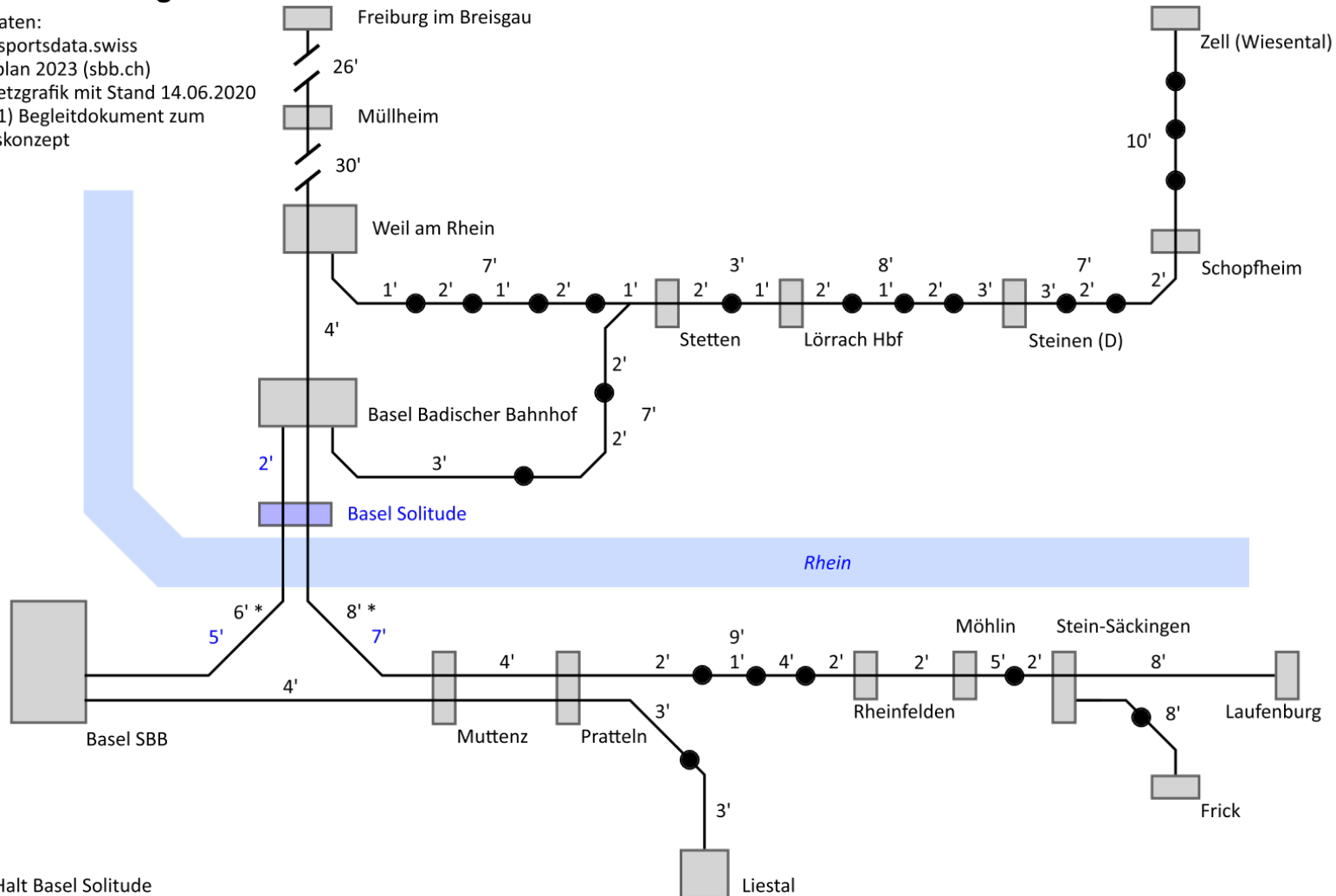
trireno (2021) S-Bahn Haltestelle Basel Solitude. Verfügbar über: <https://www.trireno.org/files/trireno/daten/pdf/projekt-datenblaetter/projekt-datenblatt-13.pdf> (Letzter Zugriff: 07.01.2024).

Vuchic, Vukan R. (2005) Urban Transit: Operations, Planning and Economics. John Wiley & Sons, INC.

Anhänge

A1 Fahrzeitennetzgrafik

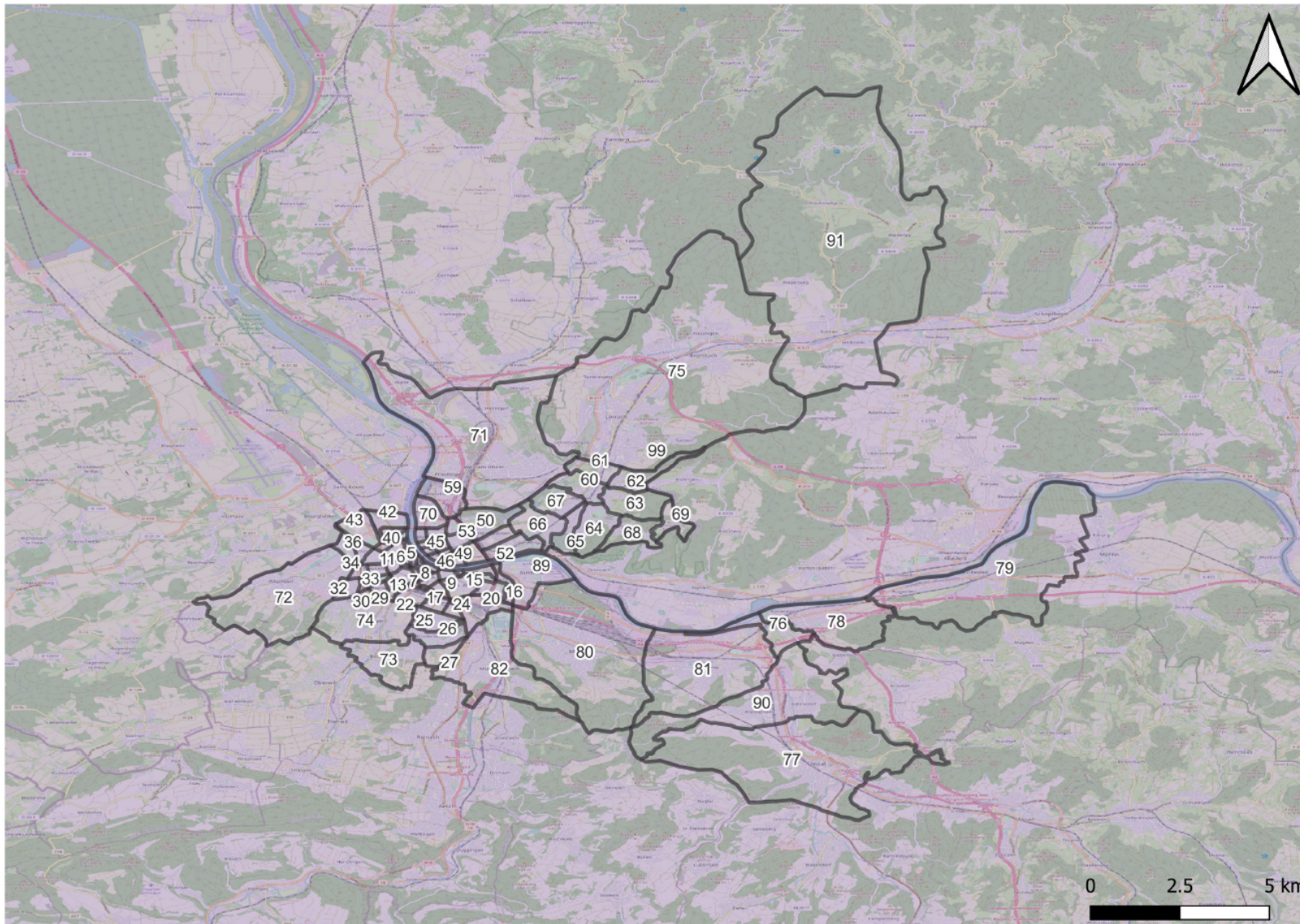
Fahrplandaten:
 -opentransportsdata.swiss
 -SBB Fahrplan 2023 (sbb.ch)
 -trireno Netzgrafik mit Stand 14.06.2020
 -BAV (2021) Begleitdokument zum
 Angebotskonzept



A2 Gebietsnummern

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

A3 Gebietseinteilung



A4 Kosten-Nutzen-Berechnung

Kennzahlen MIV	Einheit	Basis	V2k	V4k	V2m	V4m
Fahrzeit MIV	min	6.5667	6.5603	6.5591	6.5608	6.5580
Kennzahlen ÖV		Basis	V2k	V4k	V2m	V4m
Fahrzeit	min	10.8595	10.8315	10.8073	10.8393	10.8215
Umsteigezeit	min	1.2968	1.2441	1.2511	1.2226	1.2360
Zu- und Abgangszeit	min	10.3795	10.4233	10.4303	10.4238	10.4321
Taktfrequenz	min	7.5755	7.4144	7.3976	7.4145	7.3936
Distanz ÖV*	km					
Umsteigevorgänge	Anz.	77'684	77'337	77'731	76'622	77'421
Absolute Differenz		Basis	V2k	V4k	V2m	V4m
Fahrzeit	h		-0.000467	-0.000869	-0.000336	-0.000632
Umsteigezeit	h		-0.000878	-0.000761	-0.001236	-0.001013
Zu- und Abgangszeit	h		0.000730	0.000847	0.000739	0.000877
Umsteigevorgänge	Anz.		-0.000993	0.000134	-0.003041	-0.000751
Takt	h		-0.002684	-0.002965	-0.002684	-0.003031
Berechnung KNV						
Volkswirtschaftlich			V2k	V4k	V2m	V4m
Fahrzeit MIV	CHF		-1'377.07	-1'637.36	-1'260.03	-1'868.97
Fahrzeit ÖV	CHF		-2'516.19	-4'682.47	-1'807.16	-3'416.85
Umsteigezeit	CHF		-2'117.53	-1'834.35	-2'974.54	-2'445.12
Zu- und Abgangszeit	CHF		6'582.19	7'635.99	6'649.26	7'925.76
Umsteigevorgänge	CHF		-908.79	123.09	-2'778.85	-688.82
Takt	CHF		-4'945.62	-5'461.53	-4'935.02	-5'593.81
Zwischentotal	CHF		-5'283.02	-5'856.63	-7'106.34	-6'087.81
Betriebswirtschaftlich			V2k	V4k	V2m	V4m
Erlöse ÖV*	CHF					
Betriebskosten ÖV*	CHF					
Zwischentotal	CHF		44'874.27	41'695.25	45'249.21	41'127.93
Kosten-Nutzen-Verhältnis			0.1177	0.1405	0.1570	0.1480

*Geschwärzt zur Verhinderung von Rückschlüssen auf die Kennzahlen der SBB