

## Technische Machbarkeitsstudie GÜRTELBAHNVERLÄNGERUNG IN KÖLN



**Bearbeitungsstand 17.10.2023**

### **Autoren**

Ingenieurgemeinschaft Machbarkeitsstudie Gürtelbahnverlängerung

Dipl.-Geogr. Christoph Richling

Dr.-Ing. Owen Dieleman

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Matthias Auth

Jan Schupp M.Sc.

Felix Fabian M.Eng.

André Lopes de Oliveira, M.Sc.

Shannon Watson

### **Auftraggeberin**

Stadt Köln, Amt für Brücken, Tunnel und Stadtbahnbau

Willy-Brandt-Platz 2

50679 Köln

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>ANLASS UND AUFGABENSTELLUNG.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>PHASE I: VORAUSWAHL VARIANTEN .....</b>	<b>11</b>
2.1	Vorgehensweise	11
2.2	Rahmenbedingungen	11
2.3	Identifikation Trassenkorridore	12
2.4	Vertiefung: Führungsform entlang des Gürtels	14
2.5	Entwicklung und Vorauswahl von Trassenvarianten entlang des Gürtels	16
2.6	Kriterien zur vorläufigen Wirkungsermittlung der Trassenvarianten	19
2.7	Trassenvarianten für die Detailuntersuchung in Phase II	21
<b>3</b>	<b>PHASE II: UNTERSUCHUNG DER AUSGEWÄHLTEN VARIANTEN .....</b>	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>TECHNISCHE MACHBARKEIT.....</b>	<b>24</b>
4.1	Planungsrandbedingungen	27
4.1.1	Stadtbahn	27
4.1.2	Gehwege	27
4.1.3	Radfahrende	28
4.1.4	Stadtgrün	28
4.1.5	Motorisierter Verkehr	28
4.1.6	Sonstiges	28
4.2	Variante 1 „Oberirdisch“	29
4.2.1	Abschnitt 1: Klettenberggürtel von km 0,191 bis 0,768 (siehe Anlage 8, Blatt 1)	29
4.2.2	Abschnitt 2: Straßenunterführung Güterbahnhof Köln-Eifeltor von km 0,768 – km 1,056 (siehe Anlage 8, Blatt 2)	32
4.2.3	Abschnitt 3: Zollstockgürtel von km 1,056 – km 1,733 (siehe Anlage 8, Blatt 3)	34
4.2.4	Abschnitt 4: Raderthalgürtel / Raderberggürtel von km 1,733 – km 3,326 (siehe Anlage 8, Blatt 4)	38

4.2.5	Abschnitt 5: Bayenthalgürtel von km 3,326 – km 4,238 (siehe Anlage 8, Blatt 5)	40
4.2.6	Gleisbau	44
4.2.7	Gleisverbindungen	44
4.2.8	Haltestellen (siehe Anlage 9)	45
4.2.9	Baumbestand	47
4.2.10	Stellplätze	47
4.2.11	Risiken	48
4.2.12	Rechtsrheinische Weiterführung	49
4.3	Variante 5 / 6 „Unterirdisch“	52
4.3.1	Tunneldesign	52
4.3.2	Bauverfahren	53
4.3.3	Tunnelrampe Luxemburger Straße	54
4.3.4	Start- und Zielbaugrube	55
4.3.5	Tunnelstrecke	56
4.3.6	Gleisverbindungen	56
4.3.7	Haltestellen	56
4.3.8	Baumbestand	57
4.3.9	Stellplätze	58
4.3.10	Leitungen	58
4.3.11	Risiken	58
4.3.12	Rechtsrheinische Weiterführung	59
4.4	Variante 3 „Kombination“	60
4.4.1	Tunnelrampe Luxemburger Straße	60
4.4.2	Start- und Zielbaugrube	60
4.4.3	Tunnelrampe Zollstockgürtel	60

4.4.4	Haltestellen	60
4.4.5	Bäume	60
4.4.6	Stellplätze	61
4.4.7	Risiken	61
<b>5</b>	<b>VERKEHRSNACHFRAGE UND WIRKUNG .....</b>	<b>62</b>
5.1	Grundlagen und Vorgehensweise	62
5.2	Untersuchungsfälle	64
5.2.1	Bestand	64
5.2.2	Prognose-Ohnefall	64
5.2.3	Prognose-Mitfall (Standardisierte Bewertung)	65
5.2.4	Nachfrage-Wirkung bei einer rechtsrheinischen Weiterführung	69
5.2.5	Prognose-Mitfall (Qualität der MIV-Verkehrsabwicklung im Straßennetz)	69
<b>6</b>	<b>VERKEHRLICHE MACHBARKEIT – MIV .....</b>	<b>72</b>
6.1	Qualität der Verkehrsabwicklung	72
6.1.1	Methodik und Grundlagen	72
6.1.2	Verkehrsabwicklungsqualität Bestand	74
6.1.3	Verkehrsabwicklungsqualität Variante 1	75
6.1.4	Verkehrsabwicklungsqualität Variante 3 und 5	78
6.1.5	Fazit	78
<b>7</b>	<b>KOSTENANNAHME .....</b>	<b>79</b>
<b>8</b>	<b>NUTZEN-KOSTEN-ERMITTLUNG .....</b>	<b>81</b>
8.1	Vorgehensweise	81
8.2	Angebotsbeschreibung	82
8.3	Nutzen-Kosten-Indikatoren	82
8.3.1	Saldo Fahrgastnutzen	82



8.3.2	Saldo ÖPNV-Fahrgeld	83
8.3.3	Umweltfolgen MIV	84
8.3.4	Saldo der ÖPNV-Betriebskosten	85
8.3.5	Investitionen, Kapitaldienst und Unterhaltungskosten für die ortsfeste Infrastruktur	85
8.3.6	Saldo der Unfallfolgen	86
8.3.7	Saldo der Umweltfolgen	87
8.4	Fakultativen Indikatoren	87
8.4.1	Saldo der Geräuschbelastung	88
8.4.2	Nutzen gesellschaftlich auferlegter Investitionen	88
8.4.3	Nutzen anderer Netznutzer	88
8.4.4	Funktionsfähigkeit Verkehrssysteme / Flächenverbrauch	88
8.4.5	Primärenergieverbrauch	89
8.4.6	Daseinsvorsorge / raumordnerische Aspekte	89
8.4.7	Resilienz von Schienennetzen	89
8.5	Nutzen-Kosten-Verhältnis	89
8.6	Schlussfolgerungen	90
<b>9</b>	<b>ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG .....</b>	<b>92</b>
9.1	Technische Machbarkeit	92
9.2	Verkehrliche Machbarkeit	92
9.3	Stadtbahnbetrieb	92
9.4	Verkehrsnachfrage	93
9.5	Eingriffe in den Baumbestand	93
9.6	Eingriffe in die oberirdischen Pkw-Stellplätze	94
9.7	Kosten und Wirtschaftlichkeit	95
9.8	Perspektivische Rheinquerung	95

## VERZEICHNIS DER TABELLEN

<b>Tabelle 1:</b> Abschnitte Gürtel.....	15
<b>Tabelle 2:</b> Variantenauswahl für die überschlägige Wirkungsermittlung.....	17
<b>Tabelle 3:</b> Kriterien zur vorläufigen Wirkungsermittlung der Trassenvarianten .....	20
<b>Tabelle 4:</b> Entwicklung der Fahrgastnachfrage zwischen Ohne- und Mitfall .....	67
<b>Tabelle 5:</b> Kostenzusammenstellung nach Varianten.....	80
<b>Tabelle 6:</b> Widerstandsdifferenzen maßgebender ÖPNV-Fahrten.....	83
<b>Tabelle 7:</b> Beförderungsleistungsänderung aufgrund Mehr-/Minderverkehr ÖPNV .....	84
<b>Tabelle 8:</b> Umweltfolgen .....	84
<b>Tabelle 9:</b> Betriebskosten ÖPNV.....	85
<b>Tabelle 10:</b> Investitionskosten.....	86
<b>Tabelle 11:</b> Unfallfolgekosten.....	86
<b>Tabelle 12:</b> Umweltfolgen .....	87
<b>Tabelle 13:</b> Primärenergieverbrauch .....	89
<b>Tabelle 14:</b> Nutzen-Kosten-Verhältnis.....	90
<b>Tabelle 15:</b> Gegenüberstellung von Eingriffen und Neupflanzungen Bäume.....	94
<b>Tabelle 16:</b> Eingriffe in die vorhandenen Stellplätze.....	95
<b>Tabelle 17:</b> Zusammenfassende Bewertung der Varianten.....	96

## VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

<b>Abbildung 1:</b> Übersicht Untersuchungsraum .....	10
<b>Abbildung 2:</b> Übersicht Trassenkorridore .....	12
<b>Abbildung 3:</b> Einteilung des Gürtels in Abschnitte .....	14
<b>Abbildung 4:</b> Schema Variantenbildung .....	16
<b>Abbildung 5:</b> Trassenvarianten für die weitere Untersuchung in Phase II.....	21
<b>Abbildung 6:</b> Ausschnitte Trassenführung Variante 12/13.....	26
<b>Abbildung 7:</b> Klettenberggürtel im Bestand .....	29
<b>Abbildung 8:</b> Streckenquerschnitt Abschnitt 1 .....	30
<b>Abbildung 9:</b> Erweiterungszone Wochenmarkt (Verschiebung grün schraffiert) .....	31
<b>Abbildung 10:</b> Straßenunterführung im Bestand .....	32
<b>Abbildung 11:</b> Streckenquerschnitt Abschnitt 2 .....	33
<b>Abbildung 12:</b> Zollstockgürtel im Bestand .....	34
<b>Abbildung 13:</b> Fluchtlinienplan .....	35
<b>Abbildung 14:</b> Zollstockgürtel im Bestand .....	36
<b>Abbildung 15:</b> Streckenquerschnitt Abschnitt 3 .....	37
<b>Abbildung 16:</b> Raderthalgürtel im Bestand.....	38
<b>Abbildung 17:</b> Streckenquerschnitt Abschnitt 4 .....	39
<b>Abbildung 18:</b> Bayenthalgürtel im Bestand .....	40
<b>Abbildung 19:</b> Streckenquerschnitt Abschnitt 5 .....	41
<b>Abbildung 20:</b> Wendeanlagen Endhaltestelle Bayenthalgürtel .....	43
<b>Abbildung 21:</b> Rheinquerung mit Brücke.....	50
<b>Abbildung 22:</b> Zweigleisige Tunnelquerschnitte .....	52
<b>Abbildung 23:</b> Eingleisiger Tunnelquerschnitt .....	53
<b>Abbildung 24:</b> Tunnelrampe westlich Luxemburger Straße .....	55
<b>Abbildung 25:</b> Tunnelrampe östlich Luxemburger Straße.....	55
<b>Abbildung 26:</b> Ausschnitt Höhenplan Bohrtunnel östlich der Bonner Straße .....	59
<b>Abbildung 27:</b> Tunnelrampe Zollstockgürtel .....	60
<b>Abbildung 28:</b> Linienführung Linie 13, 130, 134 im Mitfall .....	66
<b>Abbildung 29:</b> Lage und Bezeichnung der betrachteten Querschnitte .....	68
<b>Abbildung 30:</b> Belastungsänderung im ÖV entlang des Gürtels zwischen Ohnefall und Mitfall [Pers/24h] .....	68

<b>Abbildung 31:</b> Übersicht der Knotenpunkte für die Bewertung der Qualität der Verkehrsabwicklung.....	72
<b>Abbildung 32:</b> Qualität der Verkehrsabwicklung im Bestand (mit Optimierung der Freigabezeitenverteilung) .....	74
<b>Abbildung 33:</b> Qualität der Verkehrsabwicklung Variante 1 .....	75

## VERZEICHNIS DER ANLAGEN

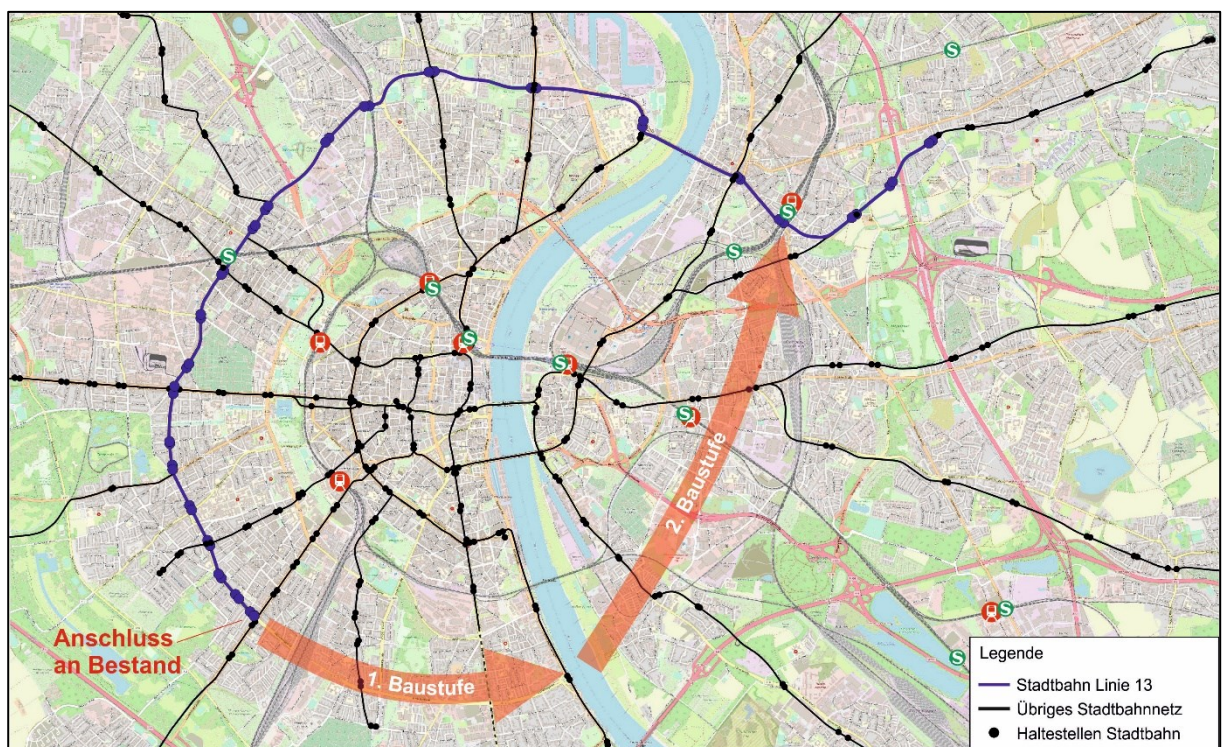
- Anlage 1:** Querschnitt in Phase I
- Anlage 2:** Wirkungsermittlung in Phase I
- Anlage 3:** Ausgewählte Varianten für Phase II
- Anlage 4:** Verkehrsnachfrage und Wirkung
- Anlage 5:** Leistungsfähigkeitsnachweise
- Anlage 6:** Lageplan Variante 1
- Anlage 7:** Höhenplan Variante 1
- Anlage 8:** Regelquerschnitt Abschnitt 1 – 5
- Anlage 9:** Haltestellenpläne Variante 1
- Anlage 10:** Varianten Wendeanlage Bayenthalgürtel
- Anlage 11:** Lageplan Variante 5
- Anlage 12:** Höhenplan Variante 5
- Anlage 13:** Lageplan Variante 3
- Anlage 14:** Höhenplan Variante 3
- Anlage 15:** Ergebnisse Standardisierte Bewertung
- Anlage 16:** Knotenpunktskizzen

## 1 ANLASS UND AUFGABENSTELLUNG

Die linksrheinische Gürtelstrecke in Köln (Stadtbahnlinie 13) soll von Klettenberg bis zum Rheinufer verlängert werden (1. Baustufe). Perspektivisch ist zudem eine Fortführung mittels einer Rheinquerung ins Rechtsrheinische bis zur Frankfurter Straße und nach Mülheim denkbar (2. Baustufe), so dass ein Ringschluss der Stadtbahnlinie 13 erreicht werden könnte.

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie Gürtelbahnverlängerung sind die technischen Machbarkeiten sowie die verkehrlichen Wirkungen und der sich aus der Realisierung der Maßnahme ergebende volkswirtschaftliche Nutzen zu untersuchen. Die Machbarkeitsstudie ist in zwei Phasen zu erstellen. In einer ersten Phase sind geeignete Varianten einer Streckenführung der Gürtelbahnverlängerung auch ins Rechtsrheinische zu ermitteln und der Auftraggeberin vorzuschlagen. Die Auftraggeberin wählt hieraus gemeinsam mit dem Auftragnehmer Varianten aus, die in einer zweiten Phase detaillierter untersucht werden. Neben der Verkehrsnachfrage und -wirkung soll für alle drei Varianten die technische Machbarkeit und für alle Abschnitte mit Eingriff in die oberirdischen Verkehrsflächen, auch die verkehrliche Machbarkeit betrachtet werden. Außerdem sind Kostenannahmen zu treffen, so dass ein Nutzen-Kosten-Indikator ermittelt werden kann.

Abschließend ist eine Vorzugsvariante zu empfehlen. Die Studie soll eine fundierte Grundlage für die weitere Planung der Gürtelbahnverlängerung bilden.



**Abbildung 1: Übersicht Untersuchungsraum**

*Quelle: OpenStreetMap und eigene Eintragungen*



## 2 PHASE I: VORAUSWAHL VARIANTEN

### 2.1 Vorgehensweise

Für die Vorauswahl der Varianten wurden im ersten Schritt Trassenkorridore identifiziert (Vgl. Kapitel 2.3).

Im nächsten Schritt wurden die zuvor festgelegten Trassenkorridore bezüglich der Führung (oberirdisch / unterirdisch) vertieft betrachtet. Westlich der Bonner Straße kommt eine oberirdische Stadtbahnführung lediglich entlang des Straßenzugs auf dem Gürtel in Betracht. Andere Trassenkorridore in diesem Abschnitt sind nur bei rein unterirdische Stadtbahnführung machbar. Auf die Besonderheiten der Streckenführung entlang des Gürtels wird gesondert in Kapitel 2.4 eingegangen.

Entlang der Trassenkorridore wurden einzelne Varianten gebildet. Der jeweilige Verlauf und die einzelnen Führungsformen werden in Kapitel 2.5 beschrieben. In Summe wurden dabei 15 Varianten gebildet, die anschließend in einer frühzeitigen Vorauswahl auf sieben Varianten reduziert wurden. Auf die jeweiligen Ausschlussgründe wird eingegangen.

Nach Abschluss der Variantenbildung und anschließender Vorauswahl wurden die Auswirkungen der verbleibenden Varianten für verschiedene Wirkungsfelder überschlägig ermittelt (Vgl. Anlage 2: vorläufige Wirkungsermittlung). Die Vorgehensweise dieser vorläufigen Wirkungsermittlung wird in Kapitel 2.6 erläutert.

Auf der Basis der Ergebnisse erfolgte, in enger Abstimmung mit der AG bzw. den Projektbeteiligten, die abschließende Festlegung der Varianten, die in Phase II im Detail untersucht werden sollen (Vgl. Kapitel 2.7).

### 2.2 Rahmenbedingungen

Das Untersuchungsgebiet umfasst die in Abbildung 2 dargestellten Baustufen. Die zu untersuchende Streckenführung soll an die Bestandsstrecke der Stadtbahnlinie 13 im östlichen Teil des Sülzgürtels / Übergang zum Klettenberggürtel anknüpfen und von dort aus nach Osten in Richtung Rhein geführt werden (1. Baustufe). Für die 2. Baustufe wird eine rechtsrheinische Weiterführung bis nach Mülheim untersucht. Die Prüfung der grundsätzlichen Möglichkeit der rechtsrheinischen Weiterführung bzw. Verknüpfung der beiden Baustufen ist ebenfalls Bestandteil der Untersuchung.

Bei der Planung werden neben der heute vorhandenen Infrastruktur auch zukünftige Planungen berücksichtigt. Dazu gehören unter anderem die Entwicklungsgebiete „Parkstadt Süd“ und „Deutzer Hafen“. Bei den zukünftigen Entwicklungen im ÖPNV liegen insbesondere die Verlängerung der Stadtbahnlinie 5 (Nord-Süd Stadtbahn) und der mögliche Ausbau der Kölner Südbahn S16 im Bereich des Untersuchungsraums und sind daher mit in die Machbarkeitsstudie einzubeziehen.

Die oberirdische Stadtbahn soll möglichst auf einem besonderen Bahnkörper geführt werden. In Ausnahmefällen sind darüber hinaus Abschnitte mit straßenbündigem Bahnkörper denkbar, wenn die Rahmenbedingungen es erfordern.

Bei der Wahl der Führungsform werden diverse Auswirkungen berücksichtigt. Dazu gehören unter anderem eine zukunftsorientierte Radverkehrsführung sowie der Eingriff in die Flächen des ruhenden Verkehrs entlang des Gürtels. Auch die Auswirkungen auf temporär

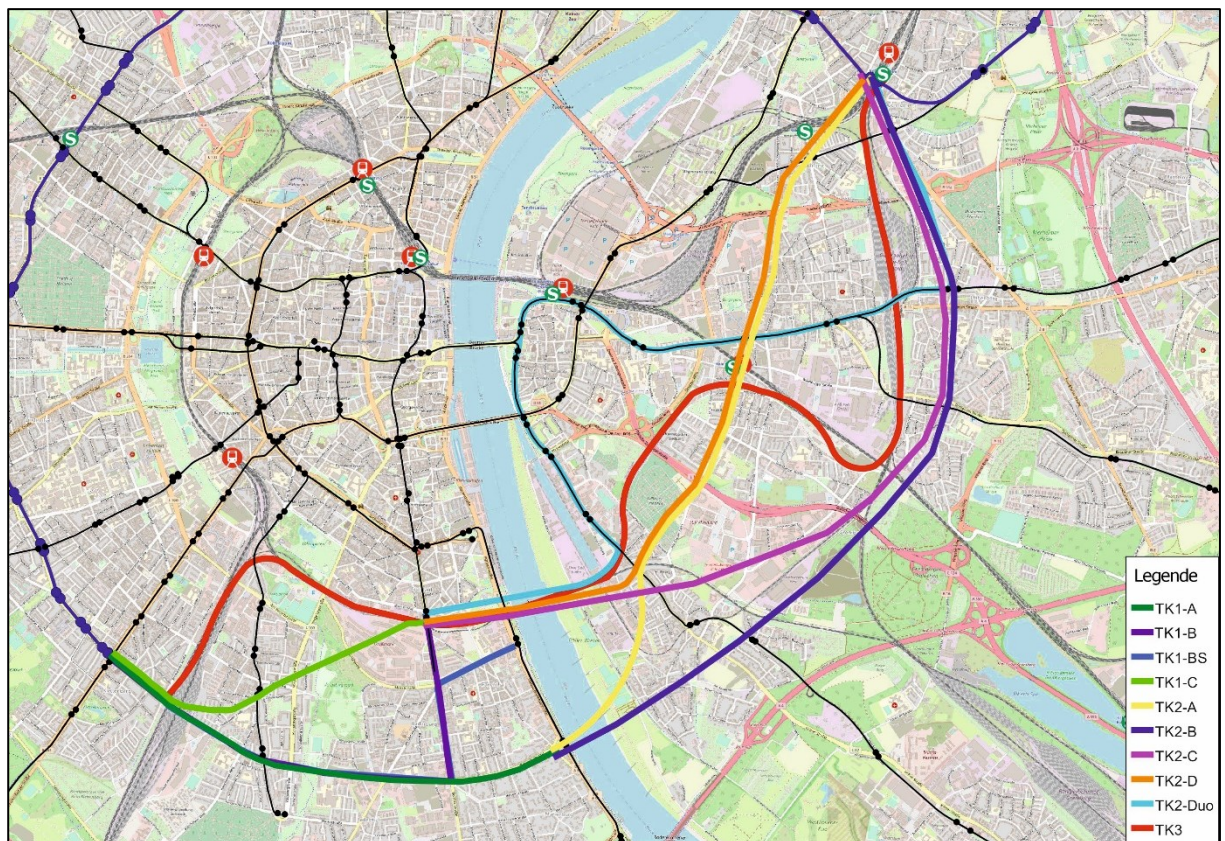


genutzte Flächen, wie beispielsweise den Bereich des Klettenberger Wochenmarktes, fließen in die Betrachtung mit ein.

Angestrebt wird ein weitestgehender Erhalt der vorhandenen Bäume, die sich insbesondere auf dem zu untersuchenden linksrheinischen Bereich der Gürtelstrecke befinden. Der Erhalt der Bestandsbäume ist unter anderem ein maßgebender Aspekt für die Betrachtung der jeweiligen Führungsform. Bei einem notwendigen Entfall werden Möglichkeiten zu Neu- bzw. Umpflanzungen untersucht. Den als Naturdenkmälern und als Teil von Baumalleen ausgewiesenen Bäumen kommt dabei einer besonderen Bedeutung zu. Als solche ausgewiesenen Bäume befinden sich auf dem Bayenthalgürtel.

### 2.3 Identifikation Trassenkorridore

Der grobe Trassenverlauf wurde anhand relevanter Verknüpfungspunkte mit dem ÖPNV sowie einer bestmöglichen Erschließung der angrenzenden Gebiete und Nutzungen festgelegt. Berücksichtigt wurden ferner die geplanten städtebaulichen Entwicklungen sowie Planungen des Öffentlichen Verkehrs im Untersuchungsgebiet (vgl. Kapitel 2.2).



**Abbildung 2: Übersicht Trassenkorridore**

Quelle: OpenStreetMap [Eigene Darstellung]

**Abbildung 2** zeigt die identifizierten Trassenkorridore. Die Bezeichnung der Korridore wird wie folgt gebildet:

- TK 1 = Linksrheinische Trassenkorridore
- TK 2 = Rechtsrheinische Trassenkorridore
- TK 3 = Übergreifende Trassenkorridore

Daraus ergeben sich die einzelnen Trassenverläufe:

1. Baustufe:

- TK1-A: Führung entlang des Gürtels bis zum Rhein
- TK1-B: Führung entlang des Gürtels bis Bonner Straße, anschließend Weiterführung auf der Neubaustrecke der Nord-Süd Stadtbahn
- TK1-BS: Führung entlang des Gürtels bis Bonner Straße, anschließend Weiterführung auf der Neubaustrecke der Nord-Süd Stadtbahn mit Abzweig in die Schönhauser Straße
- TK1-C: Führung entlang des Klettenberggürtels mit anschließender unterirdischer Führung Richtung Parkstadt-Süd / Bonner Wall

2. Baustufe:

- TK2-A: Anschluss an TK1-A mit Streckenführung über Kalk
- TK2-B: Anschluss an TK1-A mit Streckenführung südlich über Vingst
- TK2-C: Anschluss an TK1-B bzw. TK1-C (Parkstadt-Süd / Bonner Wall) mit Streckenführung südlich über Vingst
- TK2-D: Anschluss an TK1-B bzw. TK1-C (Parkstadt-Süd / Bonner Wall) mit Streckenführung über Kalk
- TK2-Duo: Anschluss an TK1-B bzw. TK1-C (Parkstadt Süd / Bonner Wall) mit anschließender rechtsrheinischer Weiterführung über die bestehende Stadtbahntrasse der Linie 7

Zu beachten ist, dass bei dieser Aufstellung die Verknüpfung der 1. Baustufe zur 2. Baustufe (Bsp. Anschluss im Bereich Parkstadt Süd) im ersten Schritt rein konzeptionell dargestellt ist. Die technische Machbarkeit bzw. die Unterschiede werden bei Weiterbetrachtung der jeweiligen Variante, in der Phase II untersucht.

Alternative Lösung:

- TK3: Streckenführung im Trassenkorridor der S-Bahn-Gleise als Zweisystembahn mit Rheinquerung über die Südbrücke



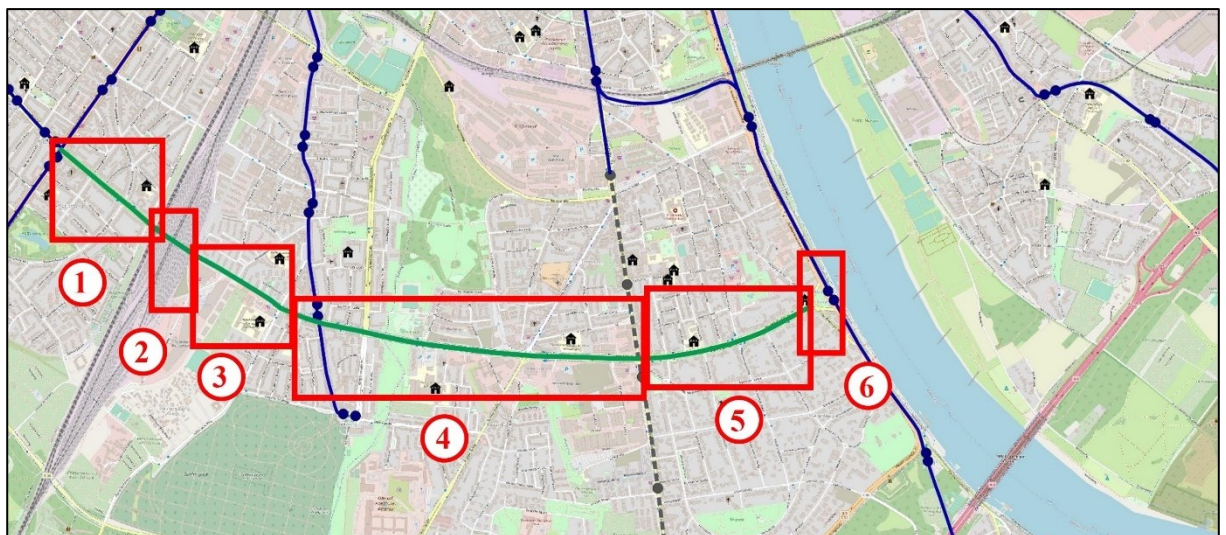
## 2.4 Vertiefung: Führungsform entlang des Gürtels

Die Trassenvarianten, die entlang des Gürtels verlaufen, können zum einen unterirdisch und zum anderen oberirdisch geführt werden. Ebenso kann die ober- und unterirdische Streckenführung kombiniert werden. Bei der oberirdischen Führung unterscheidet sich zudem die jeweilige Führungsform. Die Stadtbahn soll vorzugsweise eigenständig auf einem besonderen Bahnkörper (Mittellage oder Seitenlage) oder alternativ mit dem Kfz-Verkehr im Mischverkehr geführt werden, falls die zur Verfügung stehenden Flächen nicht ausreichen.

Diese Aspekte sind für die Vorauswahl der Varianten von Bedeutung. In einer Vorbetrachtung wurde daher untersucht, welche vorläufigen Querschnittsaufteilungen und Führungsformen entlang des Gürtels grundsätzlich in Frage kommen bzw. eine grundsätzliche Aussicht auf Realisierbarkeit aufweisen.

Bei der oberirdischen Stadtbahnführung wird die Führung auf dem besonderen Bahnkörper angestrebt. Bedingt durch verschiedene Faktoren wie der zur Verfügung stehende Straßenquerschnitt, der Erhalt des Wochenmarktes am Klettenberggürtel<sup>1</sup> oder auch der Erhalt der Bäume, ist diese Führungsform jedoch nicht überall ohne weiteres möglich.

Da sich die Rahmenbedingungen je nach Bereich unterscheiden, wurde der Gürtel in sechs Abschnitte unterteilt, die nachfolgend in Abbildung 4 dargestellt sind.



**Abbildung 3:** Einteilung des Gürtels in Abschnitte

Quelle: OpenStreetMap [Eigene Darstellung]

In der nachfolgenden Tabelle werden die einzelnen Abschnitte kurz beschrieben und die jeweiligen Besonderheiten aufgeführt.

---

<sup>1</sup> Im Rahmen der Machbarkeitsuntersuchung konnten keine geeigneten Ersatzflächen für den Wochenmarkt identifiziert werden, so dass der Erhalt des Wochenmarktes angenommen wird.

Abschnitt	Beschreibung	Besonderheiten
1	Klettenberggürtel bis Bahnunterführung	Wochenmarkt, Baumbestand, Grundstückszufahrten
2	Bahnunterführung	Eingeschränkter lichter Raum (Höhe / Breite)
3	Zollstockgürtel, ab Bahnunterführung bis Kalscheurer Weg	Eingeschränkte Querschnittsbreite durch Randbebauung, Neuaufteilung des Querschnittes generell möglich
4	Abschnitt zwischen Kalscheurer Weg bis Bonner Straße	Mittelstreifen mit Baumbestand
5	Bayenthalgürtel bis Alteburger Straße	Mittelstreifen mit Baumbestand, Bäume als Naturdenkmäler ausgewiesen
6	Abschnitt zwischen Alteburger Straße und Rheinufer	Eingeschränkte Platzverhältnisse durch Bismarckturm sowie B51

**Tabelle 1:** Abschnitte Gürtel

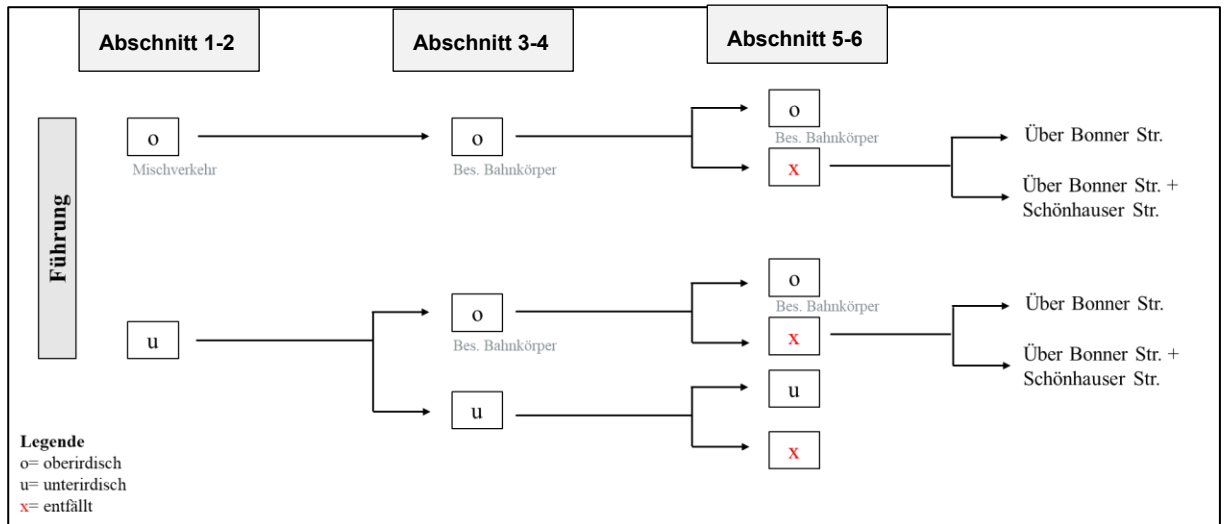
Unter Berücksichtigung der in **Tabelle 1** genannten Besonderheiten, kann unter Einhaltung der Rahmenbedingungen, die jeweilige mögliche oberirdische Führungsform für den Gürtel festgelegt werden.

Die vorläufig entwickelten Regelquerschnitte sowie die jeweilige Diskussion ihrer Eignung im Rahmen der Vorauswahl können der Anlage 1 entnommen werden. Sie bilden die Basis der weiteren Planungen, falls sich im entsprechenden Abschnitt die oberirdische Stadtbahnführung als Vorzugsvariante herausstellt. Die Konkretisierung der vorläufig entwickelten Querschnitte wird in Phase II vorgenommen.

Auf den Abschnitten 1 und 2 kommt durch die eingeschränkten Platzverhältnisse sowie die Randnutzungen voraussichtlich nur eine Stadtbahnführung im Mischverkehr in Betracht. Für die weiteren Abschnitte (3 bis 6) wird eine Führung auf dem besonderen Bahnkörper als grundsätzlich realisierbar angesehen. Für Abschnitt 3 ist dazu die Nutzung der ca. 40m breite Freihaltetrasse erforderlich.

## 2.5 Entwicklung und Vorauswahl von Trassenvarianten entlang des Gürtels

Unter Berücksichtigung der festgelegten Abschnitte für den Gürtel, können Trassenvarianten zusammengestellt werden. Die Entwicklung der einzelnen Varianten erfolgt nach dem folgenden Schema.



**Abbildung 4:** Schema Variantenbildung

Hieraus lassen sich die in **Tabelle 2** aufgeführten Trassenvarianten für den Gürtel bzw. die rechtsrheinische Weiterführung (2. Baustufe) festhalten.

Variante	Kurzbeschreibung	Trassenkorridor (Vgl. Abbildung 3)	Weiterverfolgung
	1. Baustufe / (2. Baustufe)		
Variante 1	Oberirdisch Gürtel	TK1-A	Ja
Variante 2	Oberirdisch Gürtel, ohne Abschnitte 5+6	TK1-A	Ja
Variante 3	Unter- / oberirdisch Gürtel	TK1-A	Ja
Variante 4	Unter- / oberirdisch Gürtel, ohne Abschnitte 5+6	TK1-A	Ausschluss
Variante 5	Unterirdisch Gürtel (+ Weiterführung ab Gürtel, südlich über Vingst)	TK1-A / (TK2-B)	Ja
Variante 6	Unterirdisch Gürtel (+ Weiterführung ab Gürtel, nördlich über Kalk)	TK1-A / (TK2-A)	Ja
Variante 7	Unterirdisch Gürtel, ohne Abschnitte 5+6	TK1-A	Ausschluss
Variante 8	Oberirdisch Gürtel + Bonner Str.	TK1-B	Ausschluss
Variante 9	Oberirdisch Gürtel + Bonner / Schönhauser Str.	TK1-BS	Ausschluss
Variante 10	Unter- / oberirdisch Gürtel + Bonner Str.	TK1-B	Ausschluss
Variante 11	Unter- / Oberirdisch Gürtel + Bonner / Schönhauser Str.	TK 1-BS	Ausschluss
Variante 12	Unterirdisch im Bereich Vorgebirgspark bis Parkstadt Süd (+ Weiterführung ab Parkstadt Süd nördlich über Kalk)	TK-1C / (TK2-D)	Ja
Variante 13	Unterirdisch im Bereich Vorgebirgspark bis Parkstadt Süd (+ Weiterführung ab Parkstadt Süd südlich über Vingst)	TK1-C / (TK2-C)	Ja
Variante 14	Unterirdisch im Bereich Vorgebirgspark bis Parkstadt Süd (+ Weiterführung ab Parkstadt Süd über die bestehende Stadtbahntrasse der Linie 7)	TK1-C / (TK2-Duo)	Ausschluss
Variante 15	Oberirdisch im Abschnitt 1 und Wechsel auf die S-Bahntrasse ab Rhöndorfer Straße, Zweisystembahn für die Nutzung von Stadtbahnschienen nach BOStrab und Bahntrassen nach EBO	TK3	Ausschluss

**Tabelle 2:** Variantenauswahl für die überschlägige Wirkungsermittlung

Im Verlauf der Untersuchung wurde in Gesprächen mit den Projektbeteiligten die Variantenanzahl frühzeitig reduziert, insbesondere aus Gründen, die den Stadtbahn-Betrieb und die technische Umsetzung betreffen.

Die frühzeitig ausgeschiedenen Varianten und die Ausschlussgründe sind nachfolgend dargestellt:

**Variante 4** (Unter-/oberirdisch Gürtel, ohne Abschnitt 5+6):

Der lediglich kurze oberirdische Abschnitt ohne weitere Verknüpfung mit der Bonner Str. bzw. der Möglichkeit einer rechtsrheinischen Weiterführung bietet ebenso wie die kostenintensive unterirdische Führung auf Abschnitt 1-3 für eine langfristige Weiterentwicklung des Netzes keine Potenziale. Die Tunnelrampen und Baugruben für die Haltestellen erfordern zudem große Eingriffe auch in den Baumbestand. Eine weiterführende Betrachtung erfolgt daher nicht.

**Variante 7** (Unterirdisch Gürtel, ohne Abschnitt 5+6):

Eine unterirdische Führung lediglich bis zur Bonner Straße bietet keine Möglichkeit einer rechtsrheinischen Weiterführung. Wenn bereits unterirdisch auf Abschnitt 1-4, dann sollte auch eine unterirdische Verbindung zum Rhein hergestellt werden. Auch hier erfordern die zu bauenden Tunnelrampen und Baugruben für die Haltestellen große Eingriffe auch in den Baumbestand. Daher wird diese Variante ausgeschlossen.

**Varianten 8, 9, 10, 11** (Varianten mit Weiterführung über Bonner Straße):

Technisch kein großer Unterschied zu den Varianten, die an der Bonner Straße enden (ohne Abschnitt 5-6), da eine Verknüpfung zur geplanten Nord-Süd-Stadtbahn auf dieser Achse bei einer oberirdischen Führung ohnehin angestrebt wird. Die Weiterführung über die Bonner Straße würde nur geringe Mehrwerte bieten, da die Gebiete bereits erschlossen sind. Kapazität der Strecke über die Bonner Straße für die Aufnahme der Stadtbahnlinie 13 fraglich.

**Variante 14** (Unterirdisch im Bereich Vorgebirgspark bis Parkstadt Süd (+ Weiterführung ab Parkstadt Süd über die bestehende Stadtbahntrasse der Linie 7)):

Langer Abschnitt auf einer Bestandstrasse bietet wenig Mehrwert, da die Gebiete bereits ÖPNV-mäßig erschlossen sind. Bestandsabschnitt auf der Siegburger Straße wird derzeit mit Niederflursystem befahren, der Gürtel mit Hochflursystem. Daher wäre eine Ergänzung der Bestandshaltestellen für die Barrierefreiheit notwendig. Zudem wird die Gürtelstrecke nicht ausreichend erschlossen.

**Variante 15** (Zweisystembahn auf bestehender Bahntrasse):

Ein Konkurrenzangebot zur S-Bahn bringt im Vergleich zu den übrigen Varianten wenig Fahrgastpotenzial. Zudem ist die technische Machbarkeit einer Trassenverbindung zwischen Stadtbahntrasse (Gürtelbahn) und Eisenbahntrasse (S-Bahn) sehr fraglich. Für den Betrieb ist ein gänzlich neuer Fahrzeugtyp erforderlich. Zudem wird die Gürtelstrecke nicht ausreichend erschlossen.

Demnach ergeben sich die in **Tabelle 2** aufgeführten Trassenvarianten für die vorläufige Wirkungsermittlung.



## 2.6 Kriterien zur vorläufigen Wirkungsermittlung der Trassenvarianten

Im nächsten Schritt wurden die Auswirkungen der verbleibenden Trassenvarianten für abgestimmte Wirkungsfelder ermittelt. Ziel dieser Ermittlung war das Herausarbeiten von vor teilhaften Varianten, die während Phase II der Untersuchung im Detail geprüft werden sollen.

Hauptaugenmerk bei der Wirkungsermittlung lag bei den verkehrsplanerischen Vor- und Nachteilen der einzelnen Varianten. Mit Blick auf eine im Nachgang detailliertere Untersuchung wurden aber bereits in diesem Stadium Kriterien mit Bezug auf Umweltaspekte und anfallende Kosten berücksichtigt.

Als **Datengrundlagen** lagen teilweise konkrete Kennwerte vor. Insbesondere konnte auf von der AG zur Verfügung gestellte Strukturdaten (Einwohner und Beschäftigte) zurückgegriffen werden. Als weitere Grundlage wurde auf das Geoportal der Stadt Köln zurückgegriffen. Kennwerte, wie z.B. die Reisezeitersparnis, wurden auf Basis einer Analyse des aktuellen ÖPNV-Angebots inkl. der aktuellen Fahrpläne ermittelt. Sofern keine konkreten Kennwerte ermittelt werden konnten, flossen Erfahrungswerte und Einschätzungen der Gutachter in die Ermittlung mit ein. Insbesondere bei den nicht quantifizierbaren Kenngrößen wurde stets die enge Abstimmung mit der AG gesucht.

Für die Wirkungsfelder wurden Ober- und Unterkriterien gebildet. Die Wirkungen der einzelnen Varianten (Vgl. Anlage 2) wurden mit Hilfe der Unterkriterien entweder quantitativ oder qualitativ ermittelt. In nachfolgender Tabelle ist die Aufteilung der angewandten Kriterien dargestellt.

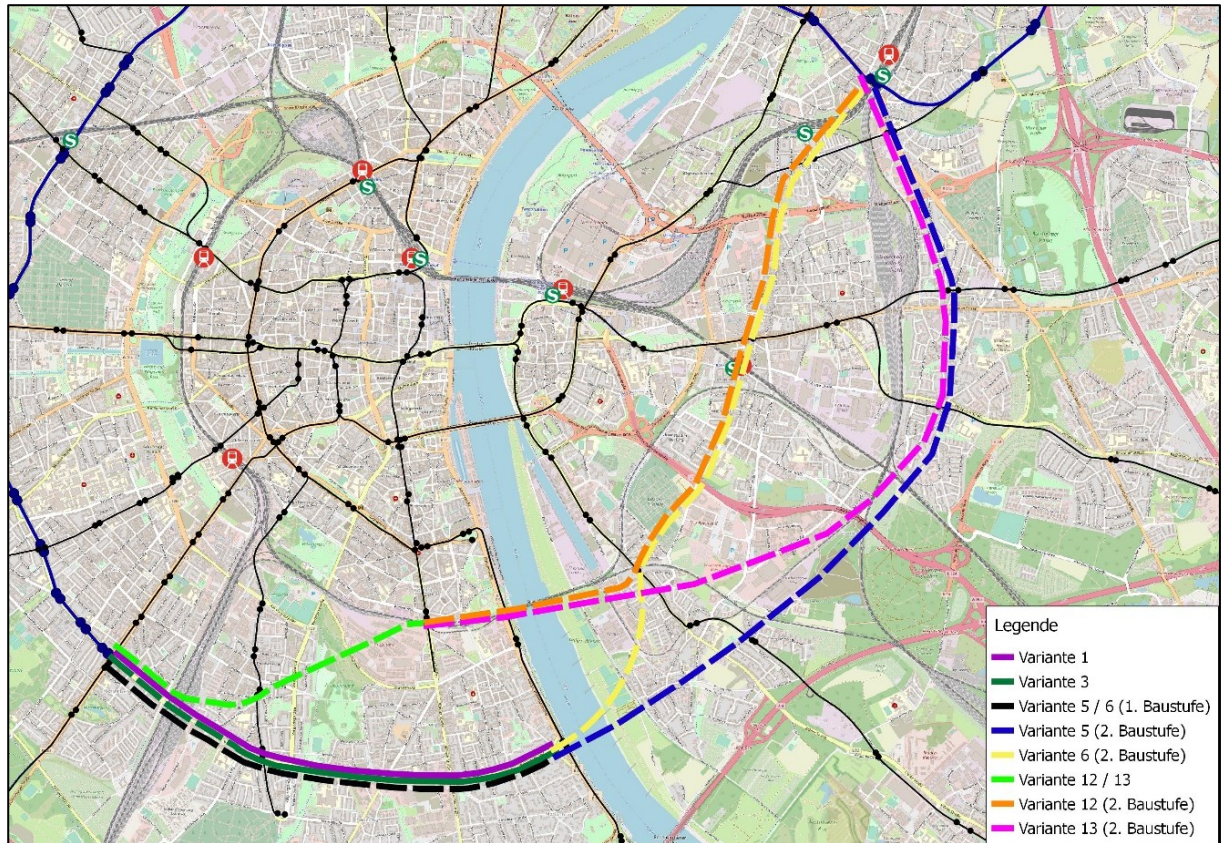
Die festgelegten Wirkungsfelder dienten als zusätzliche Grundlage für eine gemeinsam mit der AG durchgeführten Variantendiskussion (Vgl. Anlage 3).

Oberkriterium	Unterkriterium
Investitionen	Infrastrukturkosten
	Betriebsaufwand
Erschließung durch Stadtbahn	Bedienung Erschließungslücken getrennt nach Einwohnern + Beschäftigten
	Bedienung bereits erschlossener Bereiche getrennt nach Einwohnern + Beschäftigten
Reisezeiten	Reisezeitänderung
ÖV-Verknüpfungspunkte	Synergieeffekte
Streckenqualität aus Sicht der Stadtbahn	Trassierung
	Störungsanfälligkeit
	Knotenpunkte
Konfliktpunkte aus Sicht der weiteren Verkehrsteilnehmer	Konflikte Straßenverkehr
	Konflikte Fuß- und Radverkehr
Streckensensitivität	Naturdenkmäler/Baumbestand
	Randnutzung
	Erscheinungsbild Straßenraum
	Soziale Sicherheit
Umsetzungsphase	Genehmigungsprozess
	Bauphase
	Inbetriebnahme
Entwicklungspotential	rechtsrheinische Führung
Betrieb	Flexibilität
CO2-Bilanz	Auswirkungen durch Bau
	Auswirkungen durch Betrieb

**Tabelle 3:** Kriterien zur vorläufigen Wirkungsermittlung der Trassenvarianten

## 2.7 Trassenvarianten für die Detailuntersuchung in Phase II

In enger Abstimmung mit der AG wurden unter anderem die definierten Wirkungsfelder herangezogen, um die in Phase II detailliert zu untersuchenden Trassenvarianten auszuwählen. In der folgenden Abbildung sind die ausgewählten Varianten dargestellt.



**Abbildung 5:** Trassenvarianten für die weitere Untersuchung in Phase II

Quelle: OpenStreetMap [Eigene Darstellung]

In Phase II werden für die 1. Baustufe vier Trassenvarianten untersucht:

- eine vollständige oberirdische Führung auf dem Gürtel (Variante 1),
- eine kombinierte Führung mit einem unterirdischen Teil bis einschl. Abschnitt 3 (etwa bis zum Höninger Weg) und anschließender oberirdischer Führung bis zum Rheinufer (Variante 3)
- eine vollständig unterirdische Führung entlang des Gürtels (Variante 5/6).
- sowie eine unterirdische Führung im Klettenberggürtel und anschließende Weiterführung mit Anbindung der Parkstadt Süd und Fortsetzung entlang des Alteburger Walls (Variante 12/13).

Die dargestellten Varianten der 1. Baustufe werden in Phase II mittels einer Nutzen-Kosten-Betrachtung detailliert untersucht. In die Betrachtung fließen Aspekte der technischen sowie verkehrlichen Machbarkeit, der Kosten und die Ergebnisse der Ermittlung des Nachfragepotenzials mit ein.

Für die 2. Baustufe werden zwei perspektivische rechtsrheinische Trassenvarianten betrachtet, die jeweils nördlich über Kalk oder südlich über Vingst geführt werden. In Phase II wird zudem die technische Machbarkeit der Rheinquerungen untersucht.

Die Varianten, die in Phase II im Detail untersucht werden, sind in Anlage 3 abgebildet.

### 3 PHASE II: UNTERSUCHUNG DER AUSGEWÄHLTEN VARIANTEN

Entsprechend der Aufgabenstellung sind die in der Phase I ausgewählten Variante hinsichtlich der nachstehenden Themenfelder vertieft zu untersuchen:

- Technische Machbarkeit
- Verkehrsnachfrage und Wirkung
- Verkehrliche Machbarkeit – MIV
- Kostenannahme
- Nutzen-Kosten-Ermittlung



## 4 TECHNISCHE MACHBARKEIT

Im Rahmen der technischen Machbarkeit werden die in der Phase I ausgewählten Trassenvarianten weiter vertieft.

Die technische Machbarkeit betrachtet auch eine mögliche Durchbindung der Trasse in den rechtsrheinischen Raum als Bohrtunnel oder als Brücke.

Alle dargestellten Planungskonzepte entsprechen dem Detaillierungsgrad einer Machbarkeitsstudie. Im weiteren Verlauf des Planungsprozesses sind diese Konzepte weiter zu detaillieren und auszuarbeiten.

- Für die **vollständig oberirdische Variante 1** werden die in der Phase I vorläufig entwickelten Streckenquerschnitte weiterentwickelt und in den Lageplan (Anlage 6) übertragen. Für alle Haltestellen werden zusätzliche Querschnitte und Draufsichten erstellt, in denen auch die Zugänge zur Haltestelle enthalten sind (siehe Anlage 9).
- Die **kombinierte Variante 3** besteht aus einer unterirdischen Führung zwischen der Luxemburger Straße und dem Kalscheurer Weg und einer anschließenden oberirdischen Führung bis zum Bayenthalgürtel. Der unterirdische Abschnitt von der Luxemburger Straße bis zum Kalscheurer Weg entspricht einschließlich der Haltestellen Luxemburger Straße, Rhöndorfer Straße und Bernkasteler Straße der Variante 5 in demselben Abschnitt. Dann schließt sich eine Tunnelrampe an, über die die Strecke westlich des Höniger Wegs wieder an die Oberfläche geführt wird. Zwischen dem Höniger Weg und der Alteburger Straße entspricht diese Variante der Variante 1. Die Variante 3 ist in den Anlagen 13 und 14 dargestellt.
- Für die **vollständig unterirdische Variante 5** werden die Tunnelrampen zur Überführung der oberirdischen Strecke in die Tieflage, die Außenkanten des Tunnels und die unterirdischen Haltestellen sowie die Zugänge zu den Haltestellen (Treppen und Aufzüge) im Lageplan dargestellt. Die Darstellung der Zugänge berücksichtigt Zwangspunkte wie z.B. oberirdische Verkehrsflächen, vorhandene Bäume sowie die zur Verfügung stehenden Grundstücksflächen. Die Variante 5 ist in den Anlage 11 und 12 dargestellt.
- Die **unterirdische Variante 12/13** entspricht in ihrem Verlauf im westlichen Abschnitt bis zur Unterfahrung des Güterbahnhofs Eifeltor den Varianten 3 und 5. Unter dem Güterbahnhof Eifeltor verschwenkt die Trasse in einem Bogen nach Norden, unterfährt die Bebauung an der Ürziger Straße und folgt dann zunächst dem Verlauf der Bernkasteler Straße und folgt dann dem Zollstockweg. Danach unterquert die Trasse den Vorgebirgspark, unterfährt den Planungsraum der „Parkstadt Süd“ und führt dann in zwei Varianten einerseits unter dem Altburger Wall weiter nach Osten und andererseits in einer Trasse unmittelbar südlich der bestehenden Gleisanlagen in Richtung der Südbrücke.

Aus diesem Trassenverlauf ergeben sich verschiedene Problemstellungen, die schließlich in Abstimmung mit der AG zu einem frühzeitigen Ausschluss dieser Variante aus der weiteren Betrachtung geführt haben:

### Unterfahrung des Güterbahnhofs Eifeltor:

Die Betrachtung verschiedener Trassierungsvarianten zur Unterfahrung des Güterbahnhofs Eifeltor und das anschließende Einschwenken in die Bernkasteler Straße erfordert immer die Unterfahrung von bestehenden Wohngebäuden in diesem Bereich. Dieses ist mit einem

sehr großen bautechnischen Risiko verbunden.

#### Trassenführung im Bereich der Parkstadt Süd

Abhängig von der anschließenden Weiterführung der Trassen entweder unter dem Alteburger Wall oder entlang der DB-Gleise zur Südbrücke wird das Projektareal der Parkstadt Süd in unterschiedlichen Bereichen unterfahren. In jedem Fall verläuft auch hier die Trasse unterhalb der geplanten Bebauung und bleibt nicht auf die oberirdischen Straßenachsen beschränkt. Damit besteht auch hier ein großes bautechnisches Risiko. Bei einer anschließenden Fortführung der Trasse entlang der DB-Gleise in Richtung der Südbrücke überlappen sich die Einzugsbereiche einer möglichen Haltestelle „Parkstadt Süd“ und der Haltestelle „Marktstraße“ der Nord-Süd-Stadtbahn.

#### Trassenführung im Bereich des Alteburger Walls

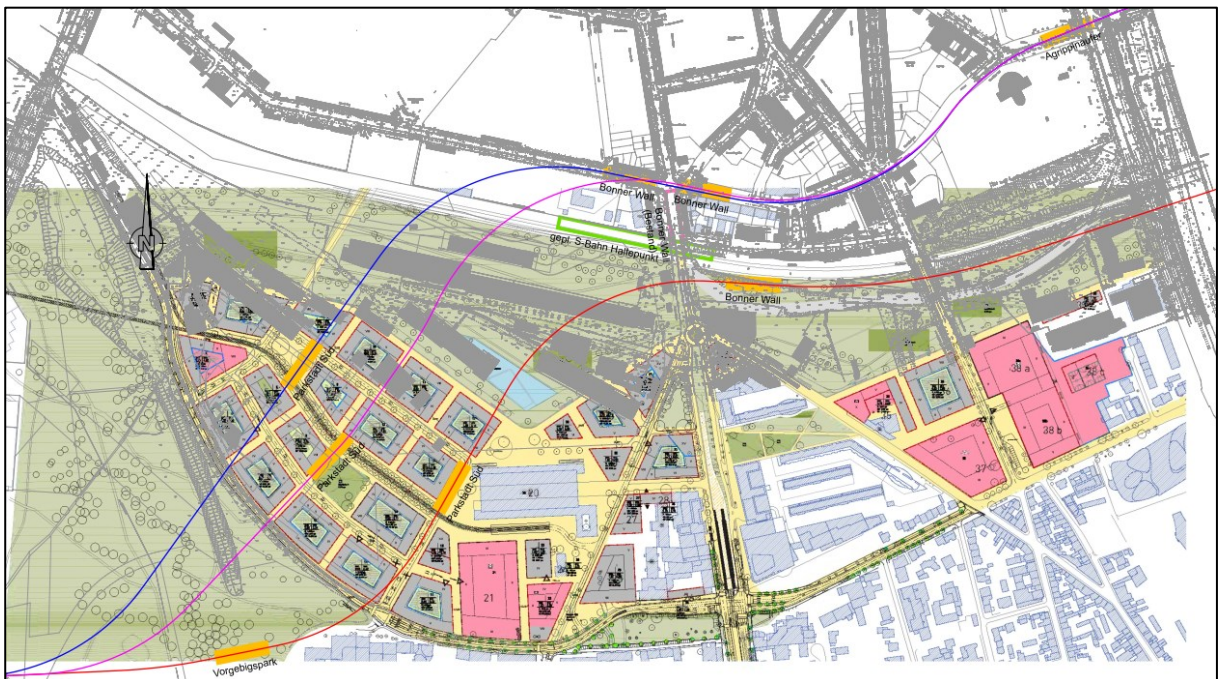
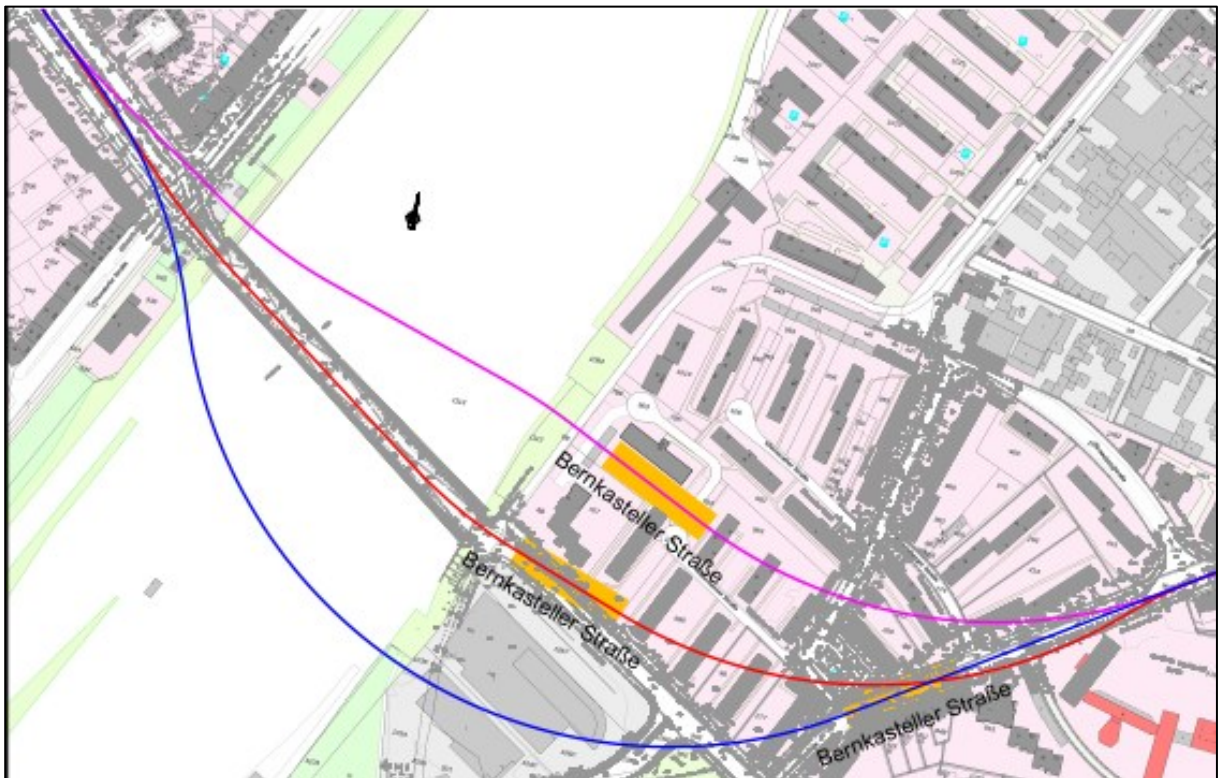
Der vorhandene Straßenraum im Alteburger Wall ist nicht ausreichend, um hier in offener Bauweise eine Stadtbahnhaltestelle anzulegen, zudem unterfährt auch ein Stadtbahntunnel hier die Fundamente der vorhandenen gründerzeitlichen Bebauung. In beiden Fällen entsteht ein sehr großes bautechnisches Risiko und eine nicht zumutbare bauzeitliche Belastung der Anlieger während einer mehrjährigen offenen Bauweise.

#### Keine Erschließung entlang des Gürtels zwischen der Bernkasteler Straße und dem Rheinufer:

Aus der zuvor dargestellten Trassenführung resultiert weiterhin, dass der gesamte Bereich des Gürtels zwischen der Bernkasteler Straße im Westen und dem Rheinufer im Osten nicht durch eine Stadtbahn erschlossen wird. Es wäre lediglich das Umfeld der Bonner Straße durch die 3. Baustufe der Nord-Süd-Stadtbahn erschlossen.

In der Gesamtschau wurde daher in Abstimmung mit der AG zu Beginn der Bearbeitung der Phase II entschieden, die Variante 12/13 „Parkstadt“ nicht weiter zu verfolgen.





**Abbildung 6:** Ausschnitte Trassenführung Variante 12/13

#### 4.1 Planungsrandbedingungen

In Abstimmung mit den beteiligten Fachämtern Amt für Verkehrsmanagement (Amt 64), Amt für Straßen und Radwegebau (Amt 66), Amt für nachhaltige Mobilitätsentwicklung (Amt 68) und der KVB werden für die zukünftige Streckentrassierung und die künftige Aufteilung der Verkehrsflächenfolgende Abmessungen zu Grunde gelegt:

##### 4.1.1 Stadtbahn

###### Trassierungsparameter

Als maximales Gefälle / Steigung für die Gleistrasse werden 4% angenommen. Übergänge werden mit einem Halbmesser von 2.000 m ausgerundet. Im Lageplan wird ein Mindestradius von 300 m angenommen, für Wende- und Rangieranlagen wird ein Mindestradius von 25 m angenommen, welcher jedoch nach Möglichkeit zu vermeiden ist.

###### Besonderer Bahnkörper

Die Stadtbahn wird weitestgehend auf einem besonderen Bahnkörper geführt, um wechselseitige Behinderung auszuschließen. Außerdem ist eine gesonderte Führung Voraussetzung für eine höhere Förderquote.

###### Mischverkehr

Sofern Stadtbahn und motorisierter Verkehr auf einem gemeinsamen Fahrstreifen im Mischverkehr geführt werden, wird eine Regelbreite von 3,50 m angenommen, die bei beengten Verhältnissen auf 3,25 m reduziert werden kann.

###### Gleisbereich

Für die Gleistrasse wird ein Aufbau als Rasengleis mit einer Breite von 6,5 m für zwei Richtungen angenommen. Je Richtungsgleis sind zudem 0,75 m Breite für Kabeltröge vorgesehen. Somit wird insgesamt je Gleis 3,90 Querschnittsbreite angenommen.

Die Positionierung der Fahrleitungsmaste erfolgt in Außenlage.

###### Haltestellen

Die Bahnsteige werden für Hochflurfahrzeuge in Höhe von 90 cm über Schienenoberkante mit einer Nutzlänge von 60 m und einer Nutzbreite von mindestens 4,50 m bei Mittelbahnsteigen und 2,50 m bei Seitenbahnsteigen geplant.

Bei oberirdischen Haltestellen erfolgt die Bahnsteigerschließung beidseitig über Rampen mit einer Neigung von 6% und einer Entwicklungslänge von 18 m.

Bei unterirdischen Haltestellen wird neben der Fahrebene eine Zwischenebene geplant, die über mindestens zwei getrennte Zuwegungen barrierefrei erschlossen werden. Die Zuwegungen werden bevorzugt in den Nebenanlagen angeordnet, um eine einfache Zugänglichkeit zu ermöglichen.

##### 4.1.2 Gehwege

Die Regelbreite des Gehwegs beträgt nach dem Planerhandbuch der Stadt Köln für Straßen mit geschlossener Bebauung geringer Dichte (bis 3 Geschosse) 2,50 m, für Straßen mit geschlossener Bebauung mittlerer Dichte (3 bis 5 Geschosse) 3,00 m. Für den betrachteten Planungsraum wurde eine Gehwegbreite von 2,70 m vorgegeben, mit der alle Anforderungen der Barrierefreiheit erfüllt werden (Sicherheitsabstände zum fließenden Verkehr, zu aufgehenden Gebäuden/Einfriedungen, Begegnungsfälle).

#### 4.1.3 Radfahrende

##### Radfahrstreifen

Das Regellaß für Radfahrstreifen beträgt entsprechend der ERA 2010 1,85 m zuzüglich eines Sicherheitsraums von 0,5 – 0,75 m zu Längsparkständen. Im Hinblick auf die erwartete Zunahme mehrspuriger Fahrräder (Lastenräder, Transporträder, Anhänger) wird in Abstimmung mit dem Amt für nachhaltige Mobilitätsentwicklung eine Regelbreite von 2,50 m für bauliche Radwege oder Radfahrstreifen festgelegt. Der Gürtel ist Bestandteil des gelben Radnetzes, welches durch die Bezirksvertretung Rodenkirchen am 02. Mai 2022 im Rahmen des Radverkehrskonzeptes beschlossen wurde (vgl. Vorlagen-Nr. 1209/2022). „Protected bike lanes“ sollen entsprechend der örtlichen Gegebenheiten eingerichtet werden. Dies ist in den kommenden Planungsschritten noch zu prüfen.

#### 4.1.4 Stadtgrün

##### Pflanzstreifen

Für neu geplante Pflanzstreifen, in denen Bäume geplant sind, wird in Abstimmung mit dem Amt für Landschaftspflege und Grünflächen eine Mindestbreite von 2,50 m festgelegt. Bei vorhandenen Pflanzstreifen soll eine Mindestbreite von 2,50 m nicht unterschritten werden.

##### Geschützte Alleen und Naturdenkmäler

In Teilabschnitten des Planungsraums sind die vorhandenen Straßenbäume nach §41 Landesnaturschutzgesetz als Alleen besonders geschützt. Dies betrifft die Abschnitte:

- Sülzgürtel zwischen Zülpicher Straße und Luxemburger Straße,
- Klettenberggürtel zwischen Luxemburger Straße und Rhöndorfer Straße,
- Raderthalgürtel zwischen Leichweg und Brühler Straße und
- Bayenthalgürtel zwischen Bonner Straße und Rheinufer.

Zusätzlich sind die Bestandsbäume im Bayenthalgürtel als Naturdenkmäler eingetragen.

Als Vorgabe vom Amt für Landschaftspflege und Grünflächen (Amt 67) sind Eingriffe in den Wurzelbereich in einem Abstand von weniger als 3 m bis zum Stamm möglichst auszuschließen. Dieser Schutzabstand wurde bei der Querschnittsgestaltung möglichst berücksichtigt, um Eingriffe weitestgehend zu vermeiden.

#### 4.1.5 Motorisierter Verkehr

In Anlehnung an die RAST 06 wird für Fahrstreifen eine Breite von 3,25 – 3,50 m angesetzt.

#### 4.1.6 Sonstiges

##### Grunderwerb

Die im Planungsraum befindlichen Grundstücksflächen sind überwiegend im Eigentum der Stadt Köln, die restlichen, am Rand gelegenen Grundstücke, gehören privaten Eigentümern. Die Inanspruchnahme privater Fläche wird möglichst geringgehalten.

##### Straßenraumbreite

Die zur Verfügung stehenden Querschnittsbreiten entlang des Planungsraums variieren, so dass nicht alle Breitenmaßgaben durchgängig umgesetzt werden können. In solchen Fällen werden Kompromisse vorgeschlagen und die daraus entstehenden Vor- und Nachteile beschrieben, sodass eine gesamtheitliche Bewertung und Abwägung erfolgen können.



## 4.2 Variante 1 „Oberirdisch“

Der betrachtete Planungsraum zwischen der Luxemburger Straße und der Alteburger Straße wurde bereits in der Phase I in 5 Abschnitte unterteilt, die sich hinsichtlich der zur Verfügung stehenden Straßenraumbreite und bestehender Zwangspunkte unterscheiden und für die nachstehend beschriebenen Streckenquerschnitte in der Phase II detaillierter erarbeitet wurden.

Der Streckenverlauf ist im Lageplan (Anlage 6) und im Höhenplan dargestellt (Anlage 7). Die Höhenlage der Strecke orientiert sich am Bestand, da die angrenzenden Fahrbahn- und Nebenflächen an Zwangspunkte wie z.B. einmündende Straßen und Wege oder Grundstückszufahrten angebunden werden müssen.

Der Planungsbereich beginnt in dieser Variante östlich der Luxemburger Straße (bei km 0,191), die Kilometrierung beginnt jedoch bereits weiter westlich am Beginn der Tunnelrampe für eine unterirdische Führung.

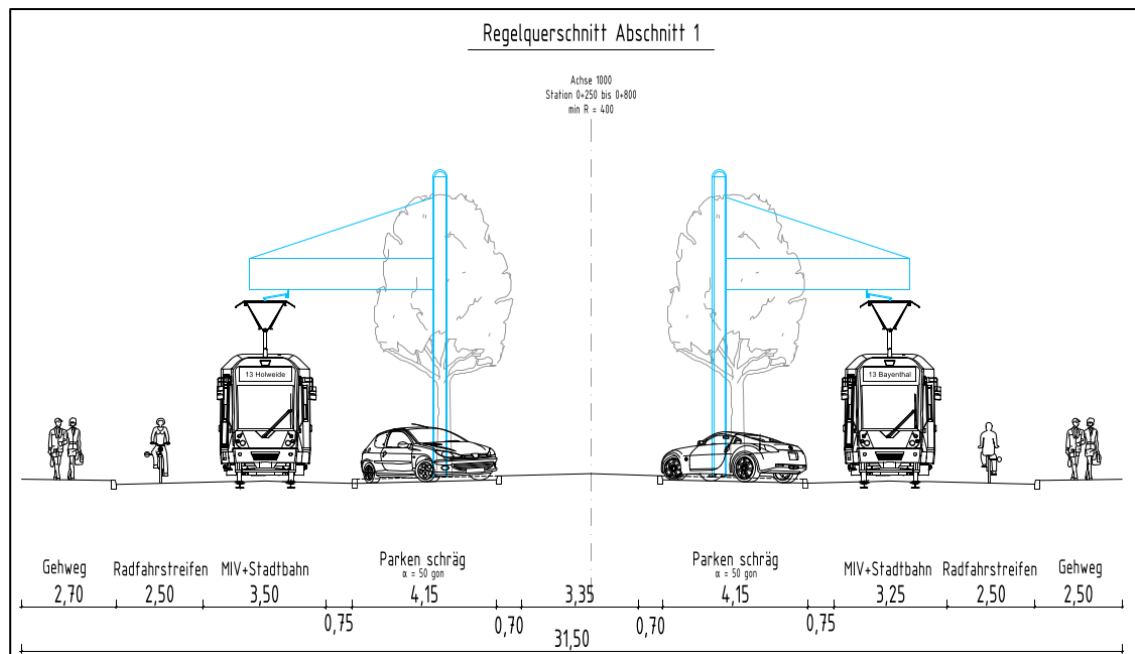
### 4.2.1 Abschnitt 1: Klettenberggürtel von km 0,191 bis 0,768 (siehe Anlage 8, Blatt 1)



**Abbildung 7:** Klettenberggürtel im Bestand

Die zwischen den angrenzenden Privatgrundstücken liegende öffentliche Fläche mit einer Breite von ca. 31,50 m ist heute beiderseits in Gehwege, danebenliegende Parkstreifen, einen Schutzstreifen für Radfahrende, einen Fahrstreifen je Richtung sowie eine Mittelzone

(Parkstände und Wochenmarkt) aufgeteilt. In den Kreuzungsbereichen entfällt der Parkstreifen zugunsten eines Abbiegestreifens. Die Mittelzone ist begrünt, die vorhandenen Bäume sind als Alleebäume geschützt. In Teilbereichen findet hier auch der Klettenberger Wochenmarkt statt. Zwischen den Bäumen wird in Senkrechtaufstellung geparkt. Im Bereich zwischen der Petersbergstraße und der Rhöndorfer Straße stehen insgesamt 295 Parkstände zur Verfügung.



**Abbildung 8:** Streckenquerschnitt Abschnitt 1

Die vorläufige Abwägung sieht in diesem Abschnitt eine Führung der Stadtbahn im Mischverkehr mit dem motorisierten Verkehr vor. Unter der Prämisse, dass der Klettenberger Wochenmarkt weiterhin erhalten bleibt, die geschützten Alleebäume zu erhalten sind und in einer Schutzzone von 3,0 m neben den Bäumen keine wesentlichen Eingriffe erfolgen dürfen, sowie getrennten Flächen für den Fuß- und Radverkehr, wird in diesem Abschnitt die Stadtbahn zunächst nicht auf einem besonderen Bahnkörper geführt.

Aufgrund der eingeschränkten Querschnittsbreite können in Fahrtrichtung Osten die geforderten Gehweg- (2,70 m) und Fahrbahnbreiten (3,50 m) nur reduziert (2,50 m und 3,25 m) umgesetzt werden.

Die Flächenansprüche für den Fuß- und Radverkehr lassen nur eine Querschnittsgestaltung zu, in der das heute beiderseitig mögliche Parken zwischen dem Gehweg und dem Schutzstreifen für Radfahrende entfällt und Parkstände nur noch in der Mittelzone vorhanden sind. Mit der vorgeschlagenen Planung entfallen in Abschnitt 1 ca. 132 Pkw-Stellplätze.

Derzeit werden die Fahrzeuge in der Mittelzone in Senkrechtaufstellung zwischen den Bäumen abgestellt. Zum Ausparken muss dabei langsam in den fließenden Verkehr zurückgestoßen werden. Zukünftig ist für diesen Bereich neben dem motorisierten Verkehr auch die Stadtbahnführung vorgesehen, was zusätzliche Behinderungen und Konflikte zwischen den parkenden Fahrzeugen und dem fließenden Verkehr entstehen lässt und somit auch zu Störungen im Stadtbahnbetrieb führen kann.

Um diese Konfliktsituation zu entschärfen, sind künftig anstelle der Senkrechtparkplätze Schrägparkplätze vorgesehen. Zusätzlich wird zwischen den abgestellten Fahrzeugen und dem Fahrstreifen ein 0,75 m breiter Zwischenstreifen angeordnet. Diese Maßnahmen sollen die Sichtverhältnisse verbessern und das schnellere Ausparken ermöglichen. Die Umwandlung der heutigen Senkrechtparkplätze in Schrägparkplätze führt zu einem Entfall von weiteren 50 Parkständen. Jedoch ist im Hinblick auf die bessere Verkehrssicherheit eine Schrägaufstellung zu bevorzugen.

Der Klettenberger Wochenmarkt findet heute in der Mittelzone zwischen der Petersbergstraße und der Rhöndorfer Straße statt. Mit der geplanten Haltestelle „Rhöndorfer Straße“ entfällt hier ein Teil der Marktfläche, als Ersatz kann die Fläche zwischen der Petersbergstraße und dem bestehenden U-Turn erweitert werden (vgl. grün schraffierte Fläche in **Abbildung 9**)



**Abbildung 9:** Erweiterungszone Wochenmarkt (Verschiebung grün schraffiert)

Im Rahmen der Machbarkeitsuntersuchung konnten keine geeigneten Ersatzflächen für den Wochenmarkt gefunden werden, so dass der Erhalt des Wochenmarktes angenommen wird.



#### 4.2.2 Abschnitt 2: Straßenunterführung Güterbahnhof Köln-Eifeltor von km 0,768 – km 1,056 (siehe Anlage 8, Blatt 2)



**Abbildung 10:** Straßenunterführung im Bestand

In diesem Streckenabschnitt unterquert die Straße den Güterbahnhof Köln-Eifeltor, der hier in Dammlage liegt. Auf dem vorhandenen Bauwerk verlaufen insgesamt vier Personenzuggleise und 39 Güterzuggleise. Das Brückenbauwerk hat im Bestand eine lichte Breite von ca. 15,0 m. Bäume sind in diesem Streckenabschnitt nicht vorhanden. Ebenso sind keine Parkstände vorhanden.

Im Rahmen der Planungen zum S-Bahn-Ausbauprojekt „Westspange“ wird seitens der Deutschen Bahn ein Umbau der Personengleise in diesem Bereich geplant. Es ist vorgesehen, den vorhandenen Bahndamm nach Westen zu erweitern und hier einen S-Bahn-Haltepunkt „Klettenberggürtel“ mit einem Mittelbahnsteig mit 170 m Nutzlänge (optional bis 220 m) zu bauen. Dazu wird das westliche Teilbauwerk aufgeweitet und im Zuge dessen die lichte Höhe vergrößert. Das östliche Teilbauwerk mit den Güterzuggleisen bleibt unverändert und stellt damit hinsichtlich der lichten Breite und Höhe weiterhin einen Zwangspunkt dar. Eine Erneuerung des östlichen Teilbauwerks ist nicht absehbar.

Aufgrund der vorhandenen Querschnittsbreite von 15,0 m ist es nicht möglich für diesen Streckenabschnitt einen separaten Bahnkörper für die Stadtbahn vorzusehen. Daher

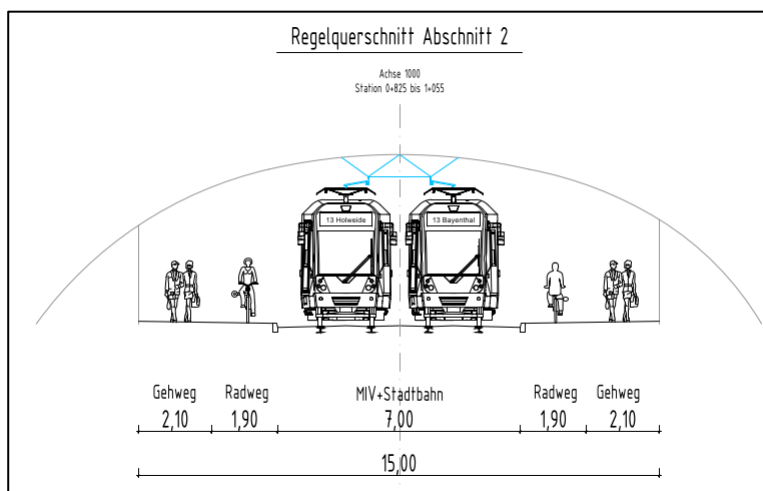


kommt hier nur eine Führung im Mischverkehr mit dem motorisierten Verkehr in Frage. Dafür wird ein insgesamt 7,0 m breiter Bereich vorgesehen, sodass im Bauwerk beiderseits noch eine Breite von jeweils 4,0 m zur Verfügung steht. Da diese Breite für den regelkonformen Ausbau der Geh- und Radverkehrsanlagen nicht ausreicht, (vgl. Abbildung 11) wurden folgende Möglichkeiten mit reduzierten Querschnittsbreite betrachtet:

- Gemeinsamer Geh- und Radweg in einer Breite von 4,0 m
- Gehweg und markierter Radfahrstreifen auf Fahrbahnniveau
- Gehweg und Radweg von der Fahrbahn mit einem Hochbord getrennt.

In der Abwägung der Sicherheitsbedürfnisse der verschiedenen Verkehrsteilnehmenden untereinander zeigt sich, dass Konflikte zwischen Fuß- und Radverkehr in dieser Situation weniger kritisch zu bewerten sind als Konflikte zwischen Radfahrenden und dem motorisierten Verkehr bzw. der Stadtbahn. Aus diesem Grund wird eine bauliche Abgrenzung der Verkehrsflächen für Radfahrende einerseits und den motorisierten Verkehr / die Stadtbahn andererseits für sinnvoll erachtet. Daher werden Fußverkehr und Radfahrende auf demselben Höhenniveau geführt.

Beobachtungen vor Ort zeigen, dass der Bereich heute weniger häufig durch den Fußverkehr genutzt werden. Radfahrende sind hier in der Regel richtungsbezogen unterwegs. Die verminderten Breiten von 2,10 m für den Fußverkehr und 1,90 m für Radfahrende können an dieser Stelle daher akzeptiert werden. Es ist allerdings für eine ausreichende Beleuchtung zu sorgen.



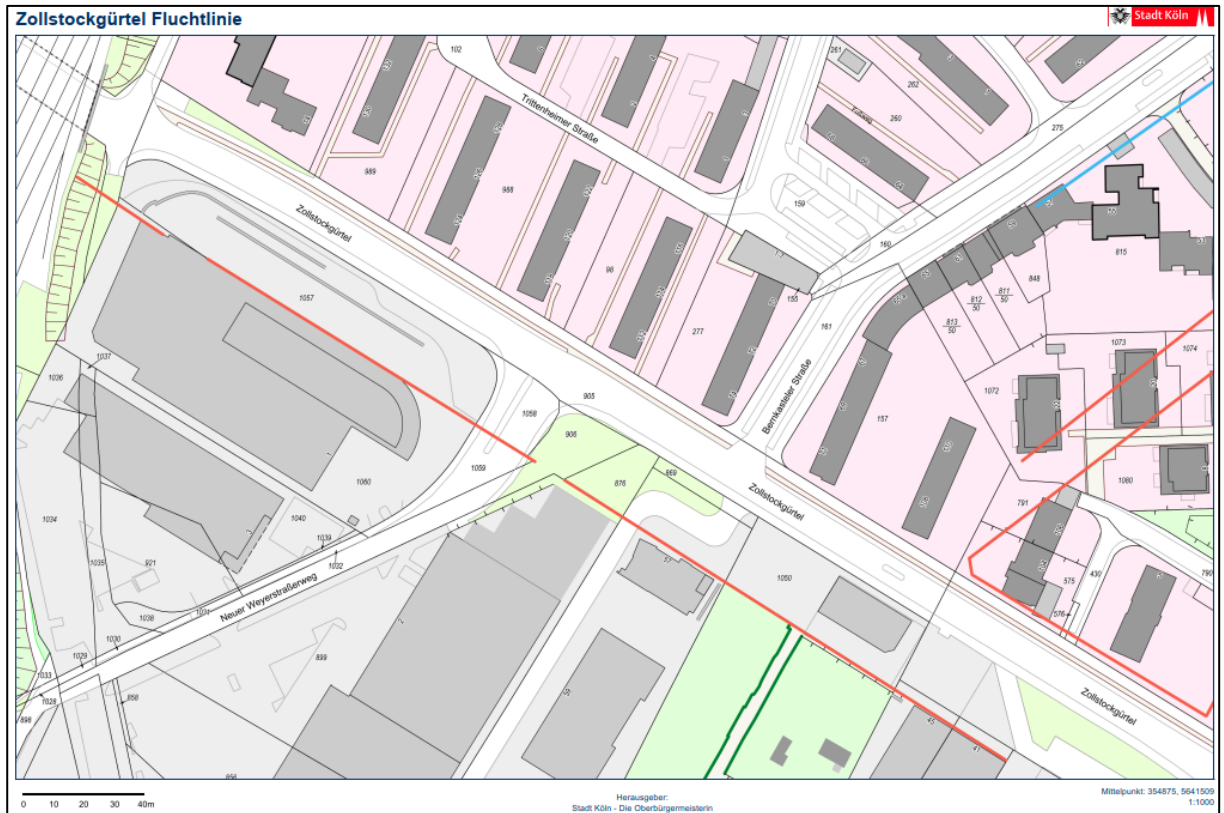
**Abbildung 11:** Streckenquerschnitt Abschnitt 2

#### 4.2.3 Abschnitt 3: Zollstockgürtel von km 1,056 – km 1,733 (siehe Anlage 8, Blatt 3)



**Abbildung 12:** Zollstockgürtel im Bestand

Der Teilabschnitt zwischen dem Güterbahnhof Köln-Eifeltor und dem Kalscheurer Weg ist besonders zu betrachten, weil hier im Vorgriff auf einen möglichen Ausbau des vorhandenen Straßenquerschnitts die im Süden angrenzenden Flächen weitestgehend von Bebauung freigehalten wurden. Überwiegend befinden sich hier private Grundstückszufahrten und lediglich ein Gebäude wurde im Freihaltebereich errichtet.



**Abbildung 13:** Fluchtlinienplan

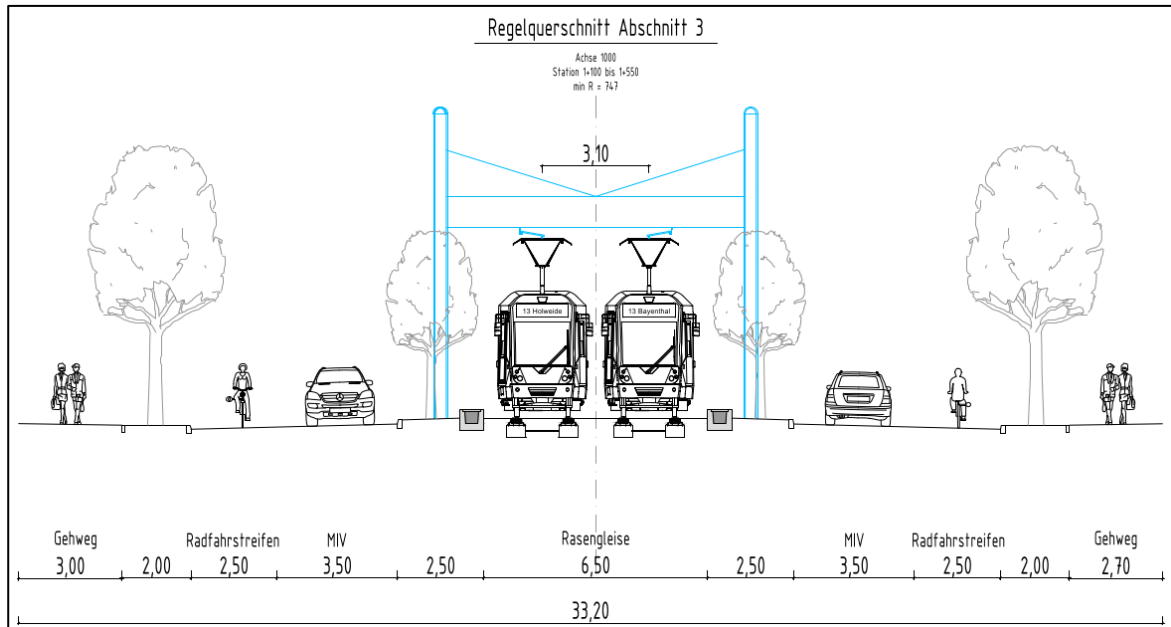
Heute ist hier eine Fahrbahn mit zwei durchgehenden Richtungsfahrstreifen vorhanden, die südlich durch einen gemeinsamen Geh- und Radweg und auf der Nordseite durch einen baulichen Radweg und einen parallel verlaufenden Gehweg begrenzt wird. In Höhe der Einmündung des „Neuer Weyerstraßenweg“ sind zusätzliche Abbiegefahrstreifen angeordnet. Im Abschnitt zwischen Bernkasteler Straße und Kalscheurer Weg befindet sich zwischen der Fahrbahn und dem nördlichen Radweg ein schmaler Pflanzstreifen mit einigen wenigen Bäumen. Der Kreuzungsbereich mit dem Kalscheurer Weg ist aufgeweitet.





**Abbildung 14:** Zollstockgürtel im Bestand

Der Teilabschnitt zwischen dem Kalscheurer Weg und dem Höninger Weg ist durch eine begrünte Mittelzone mit Baumbestand in zwei Richtungsfahrbahnen getrennt, auf den jeweils zwei Fahrstreifen markiert sind. Auf beiden Seiten schließen sich daran ein Parkstreifen, ein baulicher Radweg und ein Gehweg an. Der Querschnitt hat hier eine Breite von ca. 33,20 m.



**Abbildung 15:** Streckenquerschnitt Abschnitt 3

Zukünftig soll auf dem gesamten Abschnitt der Straßenraum neu geordnet und einheitlich gestaltet werden.

Die Stadtbahn wird auf einem besonderen Bahnkörper in Mittellage geführt, flankiert auf beiden Seiten von einer Baumreihe. Daneben schließt sich jeweils eine Richtungsfahrbahn an, auf der ein Fahrstreifen und ein Radfahrstreifen markiert sind. Beiderseits ist eine zusätzliche Baumreihe geplant, die den Gehweg von der Fahrbahn trennt. In Teilbereichen ist diese äußere Baumreihe schon vorhanden.

Zwischen den äußeren Baumreihen könnte auch geparkt werden, jedoch wird im Abschnitt zwischen dem Kalscheurer Weg und dem Güterbahnhof Köln-Eifeltor kein Bedarf für öffentliche Parkstände gesehen. Die Gewerbebetriebe auf der südlichen Straßenseite decken ihren Stellplatzbedarf auf dem Grundstück ab. Das nördlich angrenzende Wohngebiet wird über die Bernkasteler Straße erschlossen. Hier stehen öffentliche Parkstände zur Verfügung.

Im Vergleich zum Bestand entfällt in beiden Richtungen ein Kfz-Fahrstreifen.

Durch die Neuaufteilung des Straßenraums entfallen hier 24 Bestandsbäume. Es ist eine Neupflanzung von ca. 42 Bäumen möglich.



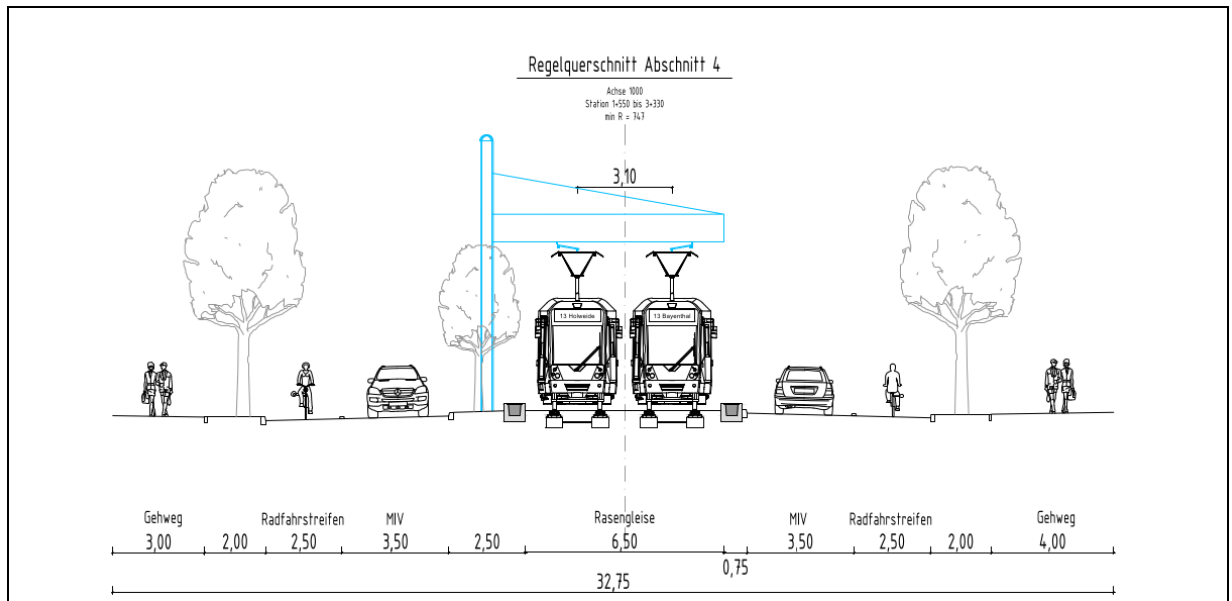
#### 4.2.4 Abschnitt 4: Raderthalgürtel / Raderberggürtel von km 1,733 – km 3,326 (siehe Anlage 8, Blatt 4)



**Abbildung 16:** Raderthalgürtel im Bestand

In diesem Streckenabschnitt sind heute getrennte Richtungsfahrbahnen vorhanden, die durch eine Mittelzone mit unterschiedlich intensiver Begrünung getrennt sind. Der Streckenabschnitt hat im Mittel eine Breite von 32,75 m.

- Im Abschnitt zwischen dem Höninger Weg und der Vorgebirgstraße sind im Bestand nur wenige Bäume vorhanden. An den Knotenpunkten ist der Querschnitt um zusätzliche Abbiegefahrstreifen aufgeweitet.
- Der Abschnitt Vorgebirgstraße - Leichweg ist stärker begrünt. Besonders der Bereich westlich des Leichwegs weist einen dichteren Baumbestand auf. Die Mittelzone wird auch hier zum Parken genutzt. Zudem besteht in der Mitte des Abschnitts eine Wendemöglichkeit in Form eines U-Turns.
- Der Abschnitt ab dem Leichweg bis zur Brühler Straße ist ebenfalls dichter begrünt. Die beiden nördlichen Baumreihen sind als Allee geschützt. Auch hier wird die Mittelzone von zwei U-Turns unterbrochen.
- Im Gegensatz zu den vorherigen Abschnitten ist der Abschnitt zwischen der Brühler Straße und der Bonner Straße fast frei von Bäumen. In diesem Abschnitt sind insgesamt drei U-Turns als Wendemöglichkeiten vorhanden.



**Abbildung 17: Streckenquerschnitt Abschnitt 4**

Die Planung sieht vor, im gesamten Streckenabschnitt die Stadtbahn weiter auf einem besonderen Bahnkörper in Mittellage zu führen. Die beiden äußeren Baumreihen bleiben weitestgehend erhalten. Eine neue Baumreihe ist zwischen der nördlichen Richtungsfahrbahn und den Stadtbahngleisen vorgesehen. Damit soll die Allee auf dieser Seite fortgeführt werden. Eine vierte Baumreihe – wie im Abschnitt 3 – wäre hier nur dann möglich, wenn der gesamte Straßenraum neu aufgeteilt würde. Dazu müssten die beiden äußeren Baumreihen entfallen und die Gehwege in der Breite reduziert werden. Die Lösung, in der die Bestandsbäume der äußeren Baumreihen in die Planung integriert werden, wurde bislang nicht weiterverfolgt.

Für jede Richtung ist eine Fahrbahn vorgesehen, auf der jeweils ein Fahrstreifen und ein Radfahrstreifen markiert sind. Angrenzend sind jeweils eine Baumreihe und ein Gehweg geplant.

Im Vergleich zum Bestand entfällt ein Kfz-Fahrstreifen. Im gesamten Abschnitt entfallen ca. 23 Parkstände, die überwiegend in der Mittelzone angeordnet sind. Zudem entfallen 97 Bäume, von den 26 als Allee besonders geschützt sind. Es ist eine Neupflanzung von 107 Bäumen möglich.



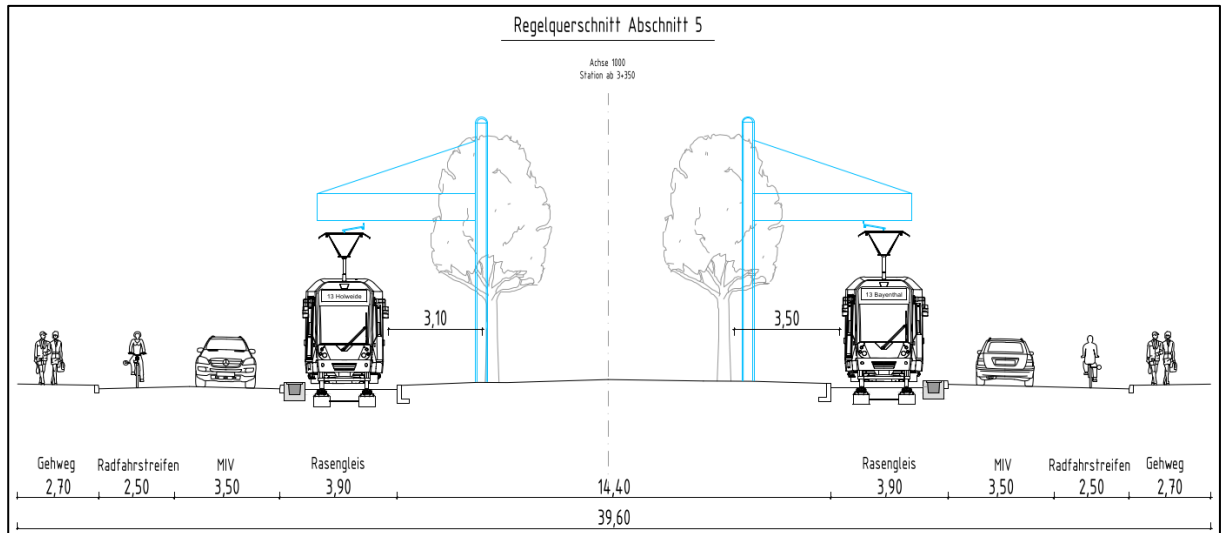
#### 4.2.5 Abschnitt 5: Bayenthalgürtel von km 3,326 – km 4,238 (siehe Anlage 8, Blatt 5)



**Abbildung 18:** Bayenthalgürtel im Bestand

Der Abschnitt zwischen der Bonner Straße und der Alteburger Straße ist besonders geprägt durch den Baumbestand in der Mittelzone. Die hier vorhandene doppelte Platanenreihe ist als Allee geschützt, zudem sind die Bäume als Naturdenkmäler eingetragen. Neben den Baumreihen sind beidseitig ausgewiesene Parkflächen in Längsaufstellung angeordnet. Angrenzend verlaufen die Richtungsfahrbahnen mit je zwei durch eine Markierung getrennte Fahrstreifen. Der jeweils rechte Fahrstreifen wird heute überwiegend zum Parken genutzt, sodass faktisch nur ein Fahrstreifen befahren wird. Im Bestand sind in diesem Abschnitt 338 Parkstände vorhanden.

Der als Allee und Naturdenkmäler geschützte Baumbestand schränkt die Möglichkeiten zur Neuordnung des Querschnitts mit Berücksichtigung der Stadtbahn stark ein. Unter Beachtung des Schutzabstandes von 3 m zu den Bäumen ist eine Führung der Stadtbahn zwischen den Bäumen weder zwei- noch eingleisig möglich. Zudem wird das notwendige Lichtraumprofil durch die Baumkronen eingeschränkt. Daher sieht die Planung eine Anordnung der Stadtbahntrasse in diesem Abschnitt außerhalb der Mittelzone vor.



**Abbildung 19: Streckenquerschnitt Abschnitt 5**

Damit die Stadtbahnzüge an der neuen Endhaltestelle Bayenthalgürtel wenden und zurückfahren können, wurden verschiedene Lösungsmöglichkeiten untersucht (siehe Anlage 10):

- Ausziehgleis nach Osten
- Auseinandergezogene Weichenverbindung
- Kreuzungsweiche unmittelbar westlich der Haltestelle „Bayenthalgürtel“
- Kreuzungsweiche in Höhe der Einmündung Bayenthalgürtel / Unter den Linden

Zu a) Ausziehgleis nach Osten

Unter Beibehaltung des denkmalgeschützten Baumbestandes, sieht hier das Planungskonzept ein Auszugsgleis in den südlichen Ast des Bayenthalgürtels vor, bei dem der Einbau von nur einer Weiche erforderlich wird. Aufgrund der geringen Platzverhältnisse kann die Gleisanlage nur mit Minimalradien trassiert werden. Die geringen Radien verursachen jedoch einen hohen Gleisverschleiß sowie erhöhte Lärmemissionen.

Um dieser Problematik entgegenzuwirken, müsste die geplante Haltestelle zur Vergrößerung der Radien ein Stück in westliche Richtung verschoben werden. Dies ist aber nur dann möglich, wenn auf einige wenige Bäume am Rand der Allee verzichtet werden kann.

Da hier jeder der zukünftigen Stadtbahnzüge wenden muss, ist hoher Verschleiß zu erwarten. Zusätzlich sind kleine Radien hinsichtlich der Lärmemissionen problematisch. Außerdem führt jede Wendefahrt zu zwei Querungen des Knotenpunkts. Daraus resultieren lange Sperrzeiten

Zu b) Einfache Weichenverbindung

Dieses Konzept sieht eine langgestreckte Weichenverbindung ohne Gleiskreuzung vor. Eine solche Gleisverbindung erfordert einen größeren Eingriff in den denkmalgeschützten Baumbestand bei dem ca. 6 Bäume gefällt werden müssten. Für die Stadtbahn bietet diese Planung jedoch mehr Betriebsflexibilität und ermöglicht Wendefahrten außerhalb des Straßenraums.

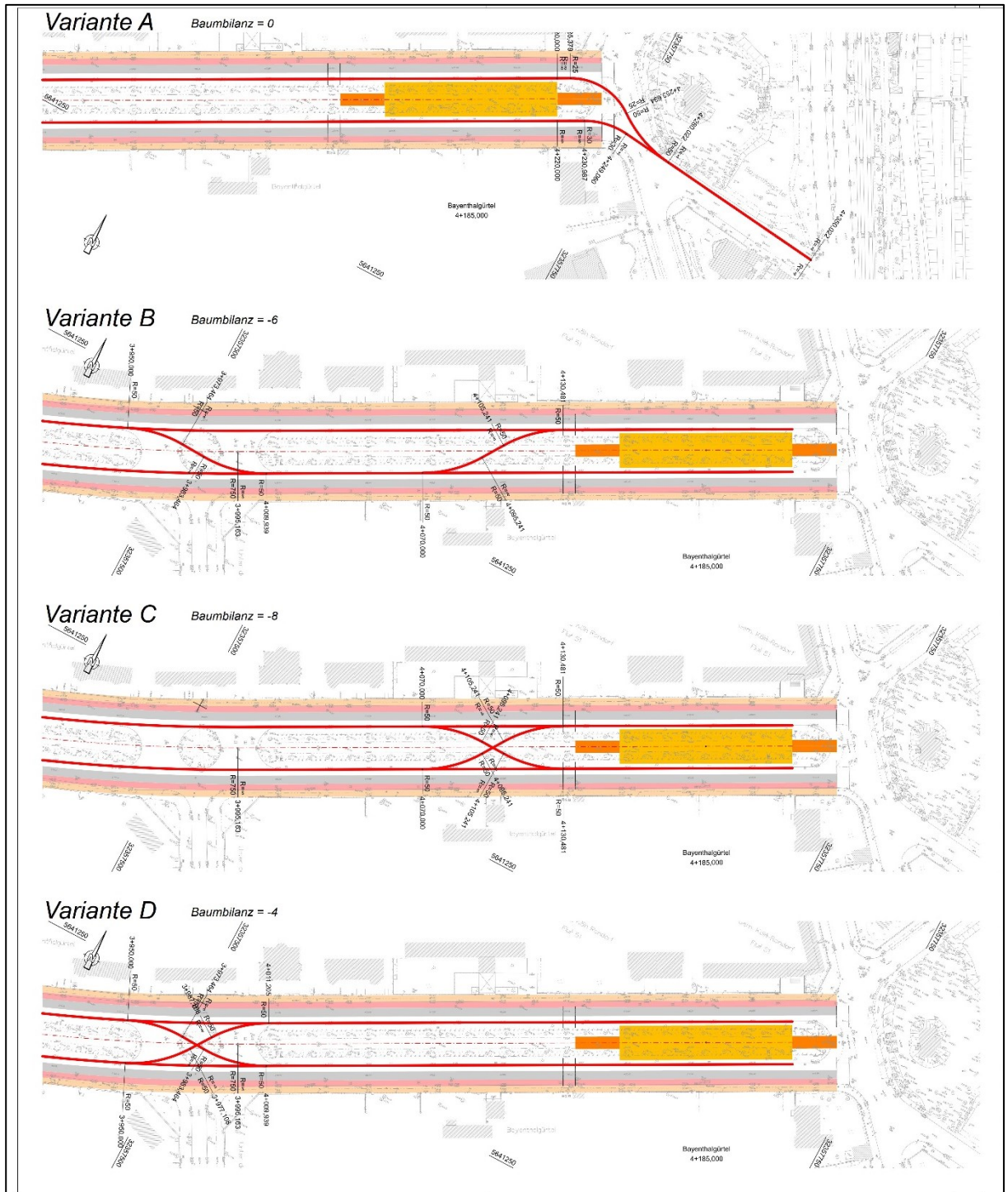
Zu c) Gleiskreuzung westlich der Haltestelle Bayenthalgürtel

Eine Gleiskreuzung aus vier Weichen unmittelbar westlich der Haltestelle Bayenthalgürtel ist ebenfalls mit einem größeren Eingriff in den Baumbestand verbunden. Es müssen ca.

16 Bäume entfallen. Außerdem wäre der in der Mittelzone verlaufende Fuß- und Radweg betroffen, der zusätzlich mit einer Lichtsignalanlage gesichert werden müsste. Wendefahrten der Stadtbahn fänden außerhalb des Straßenraums statt.

Zu d) Gleiskreuzung in der Einmündung Bayenthalgürtel / Unter den Ulmen  
Eine Gleiskreuzung an dieser Position erfordert einen geringeren Eingriff in den Baumbestand. Allerdings fänden die Richtungswechsel der Stadtbahn in der Kreuzung statt, zudem lägen die beweglichen Teile der Weichen in der Fahrbahn.





**Abbildung 20:** Wendeanlagen Endhaltestelle Bayenthalgürtel

#### 4.2.6 Gleisbau

In den Streckenabschnitten 1 und 2, in denen die Stadtbahn zusammen mit dem motorisierten Verkehr im Mischverkehr geführt wird, werden die Gleise als Rillengleise in die Fahrbahn integriert.

In den Streckenabschnitten 3 bis 5 wird der besondere Bahnkörper als Rasengleis geplant, um ein städtebaulich ansprechendes Bild zu erreichen und vollversiegelte Flächen zu reduzieren. Entlang der Gleise mit besonderem Bahnkörper sind Kabeltröge vorgesehen.

#### 4.2.7 Gleisverbindungen

Die an der Kreuzung Sülzgürtel/ Klettenberggürtel / Luxemburger Straße vorhandenen Weichenverbindungen bleiben auch bei einer Verlängerung der Streckengleise nach Osten bestehen, um die bestehenden Fahrmöglichkeiten weiterhin aufrecht zu erhalten (siehe Anlage 6.1).

Im Kreuzungsbereich Raderberggürtel / Bayenthalgürtel/ Bonner Straße sind Weichenverbindungen vorgesehen, die künftig Fahrtbeziehungen aus der Bonner Straße in den Bayenthalgürtel und umgekehrt ermöglichen sollen. Dies erhöht die betriebliche Flexibilität sowohl für die zukünftige Linienführung wie auch für Sonderfahrten im Störfall oder für Einsetzfahrten (siehe Anlage 6.2).

#### 4.2.8 Haltestellen (siehe Anlage 9)

Die Positionierung und Planung der Haltestellen erfolgt unter der Maßgabe der Barrierefreiheit und einer Nutzlänge von 60 m auf. Um eine gute Erreichbarkeit zu ermöglichen, werden Bahnsteige grundsätzlich von beiden Seiten erschlossen. Damit wird das wilde Überqueren der Fahrbahn und Gleise verringert. Die Zugänge zu den Haltestellen erfolgen entweder über bestehende Fußgängerquerungen an Knotenpunkten oder über neue, signalisierte Fußgängerquerungen. Die Planung der Gleisquerungen ist in dieser Planungsphase noch nicht erfolgt. Zudem werden an allen Haltestellen Fahrgastunterstände, Fahrgastinformationssysteme und Beleuchtung im Querschnitt mitbetrachtet.

Die Haltestelle **Rhöndorfer Straße** ist als eine Art Mittelbahnsteig geplant. Die vorhandenen Bäume werden bautechnisch in die Bahnsteige integriert, um ggf. notwendige Baumfällungen auf ein absolutes Minimum zu reduzieren. Die Positionierung der Fahrgastunterstände ist zwischen den Bäumen geplant. Der Bereich zwischen den Bahnsteigen wird auf das Niveau der Bahnsteige angehoben. Dadurch werden die Bahnsteige auf beiden Seiten über gemeinsame Rampen erschlossen.

Die Haltestelle **Bernkasteler Straße** ist mit außenliegenden Seitenbahnsteigen konzipiert. Der Zugang zur den Bahnsteigen soll beidseitig über neue Querungen erfolgen.

Die Haltestelle **Zollstockgürtel** ist ebenso mit außenliegenden Seitenbahnsteigen konzipiert. Auf der östlichen Seite erfolgt der Zugang über die bestehende Fußgängerquerung des Höniger Wegs, auf der westlichen Seite ist eine zusätzliche, signalisierte Querung vorgesehen.

Die Haltestelle **Leichweg / Zollstockbad** ist ebenfalls außenliegenden Seitenbahnsteigen geplant. Auf der östlichen Seite erfolgt der Zugang über die bestehenden Fußgängerquerungen des Leichwegs. Auf der westlichen Seite ist eine zusätzliche, signalisierte Querung vorgesehen.

Die Haltestelle **Brühler Straße** wird mit außenliegenden Seitenbahnsteigen geplant. Die Erschließung im Osten erfolgt über die bestehende Fußgängerquerung der Brühler Straße, auf der westlichen Seite ist eine zusätzliche, signalisierte Querung vorgesehen.

Im Gegensatz zu den anderen Haltestellenstandorten, die im Rahmen der Machbarkeitsuntersuchung betrachtet wurden, wäre im Bereich der Haltestelle Brühler Straße ein Umbau auch im Bereich der bestehenden Gehwege und bestehenden Bäume erforderlich:

- Im Vergleich zum vorigen Streckenquerschnitt außerhalb der Haltestelle müsste hier eine Verschwenkung der südlichen Richtungsfahrbahn erfolgen, um den Platz für den Bahnsteig zu schaffen. Dies führt dazu, dass im Bereich der Haltestelle der Radfahrstreifen eine Fällung der Bestandsbäume erforderlich macht.
- Alternativ könnte der Radfahrstreifen hier in einen baulichen Radweg überführt werden und nach Süden verschoben werden, sodass die Bäume erhalten bleiben könnten. Dann allerdings ist es erforderlich, die Radfahrenden abgesetzt von der Fahrbahn auch über den Knotenpunkt zu führen und erst hinter dem Knotenpunkt wieder zurück auf die Fahrbahn zu führen. Gleiches gilt für Radfahrende auf der Nordseite in der entgegengesetzten Fahrtrichtung. Im Zuge der späteren Planung ist für die

Radfahrenden daher für den Bereich der Haltestelle und der Kreuzung eine gesamthafte Lösung gefunden werden. Es wurde geprüft, ob anstelle von zwei außenliegenden Seitenbahnsteige mit einem Mittelbahnsteig eine Flächensparnis möglich ist. Dazu müsste jedoch die Bahnsteigbreite deutlich unter eine Breite von 5,75 m reduziert werden.

Die Lage der Haltestelle **Bonner Straße** ist zwischen den Knotenpunkten Mertener Straße und Bonner Straße geplant. Die Planung sieht ebenso wie bei den vorher beschriebenen Haltestellen außenliegende Seitenbahnsteige vor. Der Zugang zu den Bahnsteigen soll über die vorhandenen Fußgängerquerungen östlich und westlich der Haltestelle erfolgen. Aufgrund der beengten Platzverhältnisse kann der südliche Bahnsteig an der Einmündung Mertener Straße nur über eine Treppe angebunden werden. Die Entwicklungslänge für eine Rampe ist an dieser Stelle nicht vorhanden.

Die Haltestelle **Goltsteinstraße** ist anders als die vorherigen Haltestellen mit innen liegenden Seitenbahnsteigen konzipiert. Im Bereich der Bahnsteige befinden sich die als Allee und Naturdenkmal geschützten Platanen. Diese können bautechnisch in die Bahnsteige integriert werden, wenn entsprechende Schutzmaßnahmen für den Wurzelbereich getroffen werden. Die Fahrgastunterstände werden zwischen den Bäumen angeordnet. Auch hier soll – wie an der Haltestelle Rhöndorfer Straße – der Mittelbereich zwischen den Bahnsteigen mit angehoben werden, damit die Haltestelle an beiden Seiten über eine gemeinsame Rampe erschlossen werden kann. Auf der Ostseite der Haltestelle erfolgt der Zugang zu den Bahnsteigen über die vorhandene Fußgängerquerung an der Kreuzung Goltsteinstraße / Bayenthalgürtel. Auf der Westseite ist die Haltestelle an den vorhandenen Gehweg zwischen den Bäumen angebunden. Der Abstand zur nächsten signalisierten Fußgängerquerung an der Kreuzung Bayenthalgürtel / Goethestraße / Schillerstraße beträgt nur ca. 80m. Die Anlage einer zusätzlichen Fußgängerquerung über den Bayenthalgürtel unmittelbar westlich der geplanten Haltestelle würde in diesem Fall zu einer zu dichten Folge von Querungen führen.

Die Haltestelle **Bayenthalgürtel** ist ebenso wie die Haltestellen Goltsteinstraße und Rhöndorfer Straße wieder mit innenliegenden Seitenbahnsteigen konzipiert. Auch in diesem Abschnitt befinden sich die als Allee und Naturdenkmal geschützten Platanen im Bereich des Bahnsteigs. Diese können ebenfalls bautechnisch in die Bahnsteige integriert werden, sofern notwendige Schutzmaßnahmen für den Wurzelbereich getroffen werden. Die Zone zwischen den Bahnsteigen soll auch hier angehoben werden. Aus Richtung Osten erfolgt der Zugang aus der vorhandenen Fußgängerquerung über den Knotenpunkt Alteburger Straße. Für den Zugang aus der westlichen Richtung ist eine Anbindung an den bestehenden Fußweg zwischen den Bäumen vorgesehen.

Wie bereits oben beschrieben, sind alle Haltestellen mit einer Bahnsteighöhe von 0,9 m oberhalb der Schienenoberkante für Hochflur-Stadtbahnwagen konzipiert. Zusammen mit den notwendigen Bahnsteiganlagen (Geländern, Fahrgastunterstand etc.) entsteht durch eine optische Barriere im Straßenraum. Zudem sind zur barrierefreien Erschließung an beiden Bahnsteigenden ca. 18 m lange Rampenbauwerke mit Zwischenpodesten vorzusehen. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurde untersucht, ob durch die Absenkung der Haltestellen und der Gleisgradienten die optische Barriere reduziert und die Rampen verkürzt werden können. Die untersuchten Absenkungen um 0,9 m, um 0,75 m und um 0,45 m erfordern eine Länge zwischen 33 m und 60 m in Abhängigkeit von der Absenkung und dem Abrundungsradius der Gradienten. Bei Haltestellen, die unmittelbar vor oder nach einem Knotenpunkt liegen, würde eine solche Gleis- und Haltestellenabsenkung einen Eingriff in

die Höhengsituation in der Kreuzung nach sich ziehen. Als Fazit ist daher festzuhalten, dass eine Absenkung grundsätzlich möglich ist, in der weiteren Planung aber zu untersuchen ist.

#### 4.2.9 **Baumbestand**

Die im Rahmen der Machbarkeitsuntersuchung erarbeitete vollständige oberirdische Planung würde die Fällung von ca. 130 Bäumen erfordern, davon sind ca. 35 Bäume als Alleenbäume geschützt. Die Baumfällungen sind in den Streckenabschnitten 3 bis 5 sowohl zwischen den Haltestellen als auch im Bereich der Haltestellen erforderlich. Abschnittsweise können insgesamt ca. 150 neue Bäume gepflanzt werden.

Die Ermittlung der zu fällenden und neu zu pflanzenden Bäume erfolgt überschläglich auf der Grundlage der Machbarkeitsuntersuchung und stellt keine Baumbilanz mit einer ökologischen Bewertung dar.

#### 4.2.10 **Stellplätze**

Die Neuordnung der Verkehrsflächen ist mit dem Entfall von Stellplätzen verbunden. Im Abschnitt 1 am Klettenberggürtel entfallen die heute straßenbegleitenden Stellplätze am Fahrbahnrand. In der Mittelzone entfallen Stellplätze im Bereich der Haltestelle. Stellplätze in der Mittelzone sollten zudem zukünftig als Schrägparker vorgesehen werden, da sich so weniger Konflikte mit der Stadtbahn ergeben.

Der Bayenthalgürtel ist Bestandteil des „gelben Netzes“ des Radverkehrskonzeptes Rodenkirchen. Hiernach soll eine Trennung von Radverkehr und MIV erfolgen, dadurch entfallen insgesamt ca. 125 Stellplätze. Infolge einer Stadtbahnverlängerung in diesem Abschnitt würden ca. 215 weitere Stellplätze entfallen.

Heute sind im gesamten betrachteten Abschnitt zwischen der Luxemburger Straße und der Alteburger Straße insgesamt 745 Stellplätze vorhanden. Bei einer Umsetzung des Planungskonzeptes für eine vollständig oberirdische Verlängerung der Stadtbahn bis zum Bayenthalgürtel, würden nach derzeitiger Bilanz etwa 580 Stellplätze entfallen.



#### 4.2.11 Risiken

Die Untersuchung der technischen Machbarkeit hat für die oberirdische Variante verschiedene Risiken aufgezeigt:

##### **Bayenthalgürtel**

Die vorhandenen Bäume sind teilweise als Allee und im Bayenthalgürtel zusätzlich als Naturdenkmal geschützt. Im Bayenthalgürtel konnte eine Querschnittaufteilung aufgezeigt werden, die Fällungen hier weitestgehend vermeidet. Im Bereich der Haltestellen Bayenthalgürtel und Goltsteinstraße wäre ein besonderer bautechnischer Aufwand notwendig, um die Bestandsbäume in die Haltestellen zu integrieren. Dieses erscheint technisch machbar, erfordert jedoch besonderen finanziellen Aufwand und gesonderte Genehmigungen. **Wegen des besonderen Baumschutzes besteht ein finanzielles und hohes genehmigungsrelevantes Risiko.**

Im Bayenthalgürtel kann der aufgezeigte Querschnitt mit den Anforderungen an Schutzabstände zu Bäumen, Radfahrstreifen und Gehwegen nur umgesetzt werden, wenn alle öffentlichen Parkstände entfallen. **Hier besteht ein Risiko in der politischen Umsetzbarkeit.**

##### **Raderthalgürtel**

Die Bestandsbäume beiderseits der nördlichen Richtungsfahrbahn sind als Allee geschützt. Die Wahl des Querschnitts berücksichtigt diese besonders geschützten Bäume so weit wie möglich. Fällungen im Bereich der Gleise oder Bahnsteige wären jedoch unvermeidbar. Hier werden Ersatzmaßnahmen und gesonderte Genehmigungen notwendig. **Hier besteht ein finanzielles und genehmigungsrelevantes Risiko.**

##### **Klettenberggürtel**

Im Bereich der Haltestelle sind die vorhandenen Bäume als Allee geschützt. Daher wäre hier ein besonderer technischer Aufwand notwendig, um die Bäume in die Haltestelle zu integrieren. Es wären außerdem besondere Genehmigungen erforderlich. **Hier besteht ein finanzielles und genehmigungsrelevantes Risiko.**

#### 4.2.12 Rechtsrheinische Weiterführung

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurde eine perspektivische Weiterführung ins rechtsrheinische Köln mit einer Rheinquerung untersucht. Für die Weiterführung wären zwei Möglichkeiten denkbar.

##### a) Unterquerung des Rheins mit einem Tunnelbauwerk

Um die Stadtbahnstrecke von der Oberfläche in die notwendige Tiefe unter den Rhein zu führen, ist eine Tunnelrampe unmittelbar östlich der Bonner Straße erforderlich. Ab hier taucht die Gradientenlinie mit einer Neigung von 4 % bis zur Haltestelle Goltsteinstraße ab. In der Haltestelle verläuft der Streckenabschnitt ohne Neigung. Anschließend daran wird die Gradientenlinie wieder mit 4 % Neigung bis zur Haltestelle Bayenthalgürtel geführt. An dieser Stelle wird die notwendige Tiefe erreicht, so dass die Haltestelle Bayenthalgürtel sich bereits auf dem Niveau befinden würde, die für die Rheinunterführung erforderlich ist (siehe Anlage 7).

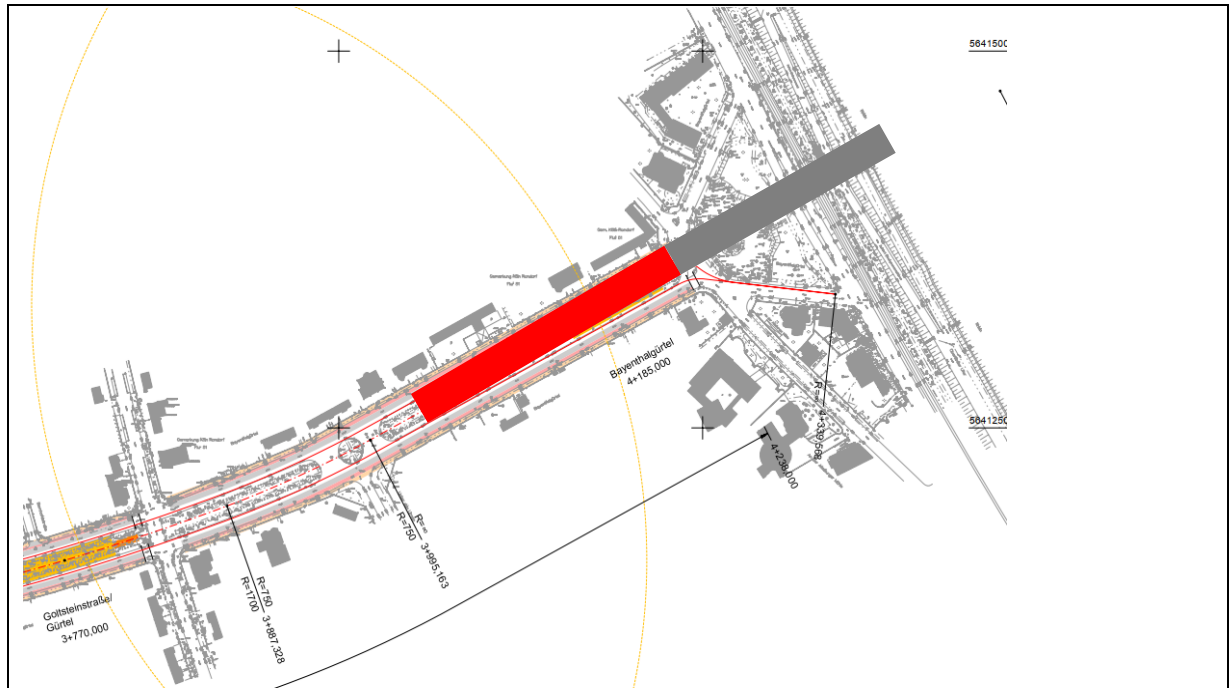
Bei dieser Planung wäre die Tunnelrampe mit einer Öffnungslänge von ca. 200 m und einer Breite von ca. 10 m im Querschnitt in folgenden Positionen vorstellbar:

- In Mittellage der Straße: hier wäre ein erheblicher Eingriff in den geschützten Baumbestand auf einer Länge von ca. 200 m unvermeidbar. Außerdem lägen die Tunnelrampe und der Tunnel in der Achse des Sammlers DN 2400/2800. Um diese Lage dennoch zu realisieren, wäre eine umfangreiche und aufwändige Verlegung des Sammlers erforderlich.
- Getrennte Tunnelrampen beiderseits der bestehenden Bäume: hier wäre eine Verlegung der danebenliegenden Fahrspur für den motorisierten Verkehr, Radverkehrsanlagen und Gehwege erforderlich, was ohne einen Eingriff in den Baumbestand im Bayenthalgürtel ebenfalls nicht umsetzbar wäre.
- Tunnelrampe weiter westlich: alternativ ist es vorstellbar, die Tunnelrampe bereits vor der Haltestelle Bonner Straße anzuordnen. Auch bei dieser Lösung wäre eine Verlegung des bestehenden Sammlers DN 2400/2800 erforderlich, da dieser etwa ab km 3+000 in der Mitte des Raderthalgürtels verläuft. Eine weitere Lösung wäre, die Tunnelrampe so weit nach Westen zu verlegen, dass der Tunnel tiefer gebaut werden kann, um somit den Sammler unterfahren zu können. In diesem Fall müsste die Tunnelrampe hinter der Kreuzung Brühler Straße beginnen.

Bei einer Unterführung des Rheins mit einem Tunnel wird der zulässige Abstand von 600 m zwischen zwei Notausgängen überschritten. Die Anlage von Fluchttreppenhäusern an die Oberfläche erscheint hier zunächst nicht möglich, da diese im Hochwasserbereich der Rheinaue enden würden. Eine Verlängerung der Fluchttreppenhäuser mit oberirdischen Bauwerken und einem Verbindungssteg in den hochwassergeschützten Bereich oder eine Entfluchtung in die benachbarte Tunnelröhre erfordert in jedem Fall eine frühzeitige Einbindung der zuständigen Genehmigungsbehörden.

Rechtsrheinisch kann die Weiterführung dann entweder oberirdisch oder unterirdisch erfolgen. Für eine oberirdische Weiterführung ist eine Tunnelrampe erforderlich. Die vorhandenen Straßenraumbreiten sind hierzu jedoch nicht ausreichend breit.

## b) Überquerung des Rheins mit einer Brücke



**Abbildung 21:** Rheinquerung mit Brücke

Um die Stadtbahnstrecke auf einem Brückenbauwerk zu führen, wird eine Rampe im Bayenthalgürtel erforderlich, auf dem die Gradiente mit einer Steigung von 4% in die Höhe geführt wird. Damit in Höhe der Alteburger Straße eine lichte Durchfahrthöhe von 4,5 m erreicht wird, ist bei einer angenommenen Konstruktionshöhe der Brücke von 2,0 m eine Höhenlage der Gradiente von 6,5 m erforderlich. Daraus ergibt sich überschläglich eine Rampenlänge von ca. 165 m, so dass die Rampe östlich der Einmündung Bayenthalgürtel / Unter den Ulmen beginnen würde.

Bei einer reinen Stadtbahnbrücke ist ein ca. 10,0 m breiter Brückenquerschnitt für die erforderlich. Sofern über die Brücke ein einseitiger Rad- und Gehweg mitgeführt wird, verbreitert sich der Querschnitt auf ca. 18,5 m und bei einem beiderseitigen Rad- und Gehweg auf eine Breite von ca. 24 m.<sup>2</sup>

Das Rampenbauwerk kann nur in der Mittellage des Bayenthalgürtel angeordnet werden, damit die beiderseits angrenzenden Privatgrundstücke weiter erschlossen werden können. In der Konsequenz müssten ca. 100 Bäume zwischen der Einmündung Bayenthalgürtel / Unter den Ulmen bis zur Rheinuferstraße gefällt werden. Die betroffenen Bäume sind als Allee und als Naturdenkmäler geschützt. Der Entfall der Bäume und das Rampenbauwerk stellen zudem eine erhebliche städtebauliche Zäsur dar.

Ebenso würde die Trasse den denkmalgeschützten Bismarckturm überfahren, der somit rückgebaut – sprich abgerissen - werden müsste.

<sup>2</sup> Reine Stadtbahnbrücke:  $2 \cdot 3,90 \text{ m Gleisbereich} + 2 \cdot 0,7 \text{ m Sicherheitsbereich} + 2 \cdot 0,35 \text{ m Geländer} = 10 \text{ m}$

Einseitiger Geh- und Radweg:  $10 \text{ m} + 3,5 \text{ m Radweg} + 4,0 \text{ m Gehweg} + 0,5 \text{ m Beleuchtung} + 0,5 \text{ m Geländer} = 18,5 \text{ m}$

Beidseitiger Geh- und Radweg:  $10 \text{ m} + 2 \cdot 3,0 \text{ m Radweg} + 2 \cdot 3,0 \text{ m Gehweg} + 2 \cdot 0,5 \text{ m Beleuchtung} + 2 \cdot 0,5 \text{ m Geländer} = 24 \text{ m}$

Die Haltestelle Bayenthalgürtel selbst würde im Bereich der Steigungsstrecke der Brückenrampe liegen und könnte entweder in Hochlage über der Rheinuferstraße vorgesehen oder in Richtung der Haltestelle Goltsteinstraße nach Westen verschoben werden.

Sowohl durch die Brückenpfeiler als auch durch eine notwendige Brückenrampe auf der rechtsrheinischen Seite ergeben sich Eingriffe in den Retentionsraum der Rheinaue.

Aufgrund der zur Verfügung stehenden Straßenraumbreiten auf der rechtsrheinischen Seite (Maifischgasse, Poller Hauptstraße) ist hier keine oberirdische Führung möglich. Deshalb kommt an dieser Stelle nur eine unterirdische Führung in Betracht.

#### 4.3 Variante 5 / 6 „Unterirdisch“

Unabhängig vom Bauverfahren kann der Tunnel sowohl mit zwei eingleisigen Bauwerken wie auch als ein zweigleisiges Bauwerk hergestellt werden.

Mit einer unterirdischen Führung ist vielfach die Erwartungshaltung verbunden, die bauzeitlichen und dauerhaften Eingriffe an der Oberfläche reduzieren zu können. Dennoch erfordern unterirdische Bauweisen immer Start- und Zielbaugruben, Lager- und Montageplätze sowie offene Baugruben für die Haltestellen. Damit verbunden sind Baumfällungen, die im Zuge der Wiederherstellung der Oberflächen durch Neupflanzungen ersetzt werden können.

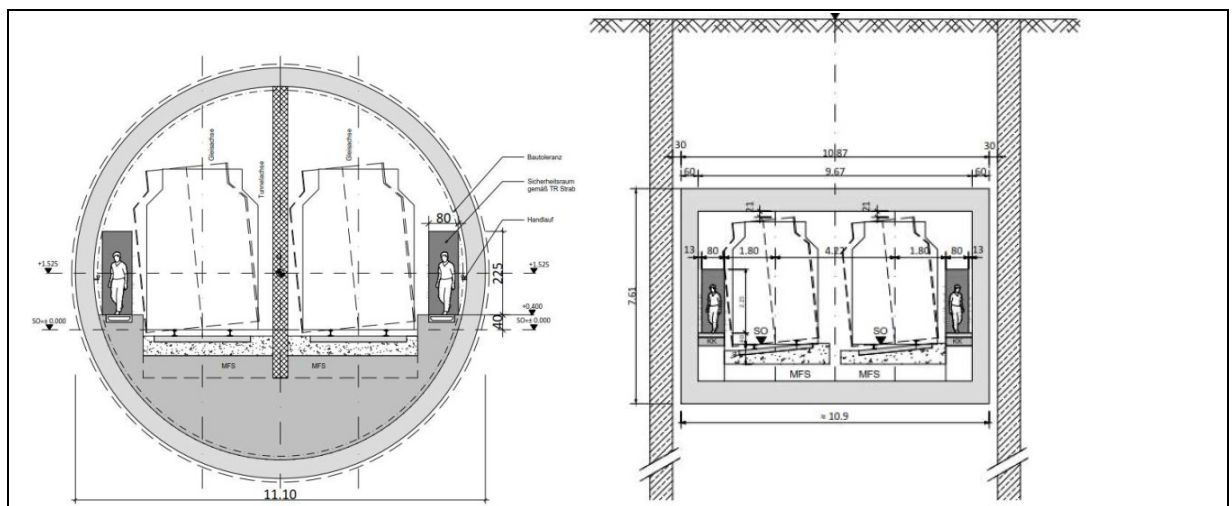
Die Trasse des Tunnels ist in Anlage 11 und in Anlage 12 dargestellt.

##### 4.3.1 Tunneldesign

Für den Tunnelquerschnitt sind verschiedene Lösungen möglich, die für die Machbarkeitsstudie jedoch lediglich qualitativ miteinander verglichen werden.

Ein zweigleisiger Tunnelquerschnitt, der entweder als Kreisprofil oder als Rahmen hergestellt werden kann, ermöglicht es, auch zu einem späteren Zeitpunkt Gleiswechsel vorzusehen, was eine hohe betriebliche Flexibilität ermöglicht.

Bei einer Herstellung als Bohrtunnel erfordert der größere Querschnitt dann auch eine größere Tiefenlage, da hier im Regelfall eine 1,5 – 2-fache Überdeckung des Tunnelquerschnitts erforderlich ist. Bei einem zweigleisigen Querschnitt ist auch jeweils nur eine Start- und Zielbaugrube erforderlich.



**Abbildung 22:** Zweigleisige Tunnelquerschnitte

Ein eingleisiger Tunnelquerschnitt erfordert grundsätzlich die parallele Führung von zwei Tunnelröhren, die mit einem Mindestabstand nebeneinanderliegen. Gleiswechsel erfordern Verbindungsbauwerke, die in diesem Fall nur mit einer zusätzlichen Baugrube hergestellt werden können. Aufgrund des geringen Querschnitts kann die Tiefenlage reduziert werden. Außerdem sind für die Herstellung jeder Tunnelröhre getrennte Start- und Zielgruben erforderlich.





### 4.3.2 Bauverfahren

zu a) Offene Baugrube

Dieses Bauverfahren ist über einen langen Zeitraum mit erheblichen Eingriffen, Umleitungen sowie Lärm und Staubemissionen verbunden. Versorgungsleitungen müssen entweder im Vorfeld umgelegt oder bauzeitlich aufwändig gesichert werden. Bäume, die im Baufeld stehen, müssen gefällt und durch Ersatzpflanzungen kompensiert werden.

Zu b) Bergmännischer Vortrieb

In diesem Bauverfahren wird die Tunnelröhre von einer Startbaugrube aus hergestellt, für die zunächst ein Verbau einzubringen ist. Um dann im bergmännischen Vortrieb die Tunnelröhre herzustellen, ist eine aufwändige Sicherung des Baugrunds z.B. durch Vereisungen oder Kompensationsinjektionen erforderlich. Hierbei werden zusätzliche Eingriffe an der Oberfläche erforderlich, um z.B. Bohrungen einzubringen. Der Aufwand der Baugrundsicherung ist erheblich, da diese auf der gesamten Strecke notwendig ist. Haltestellen werden bei diesem Bauverfahren mit offenen Baugruben hergestellt, die ebenfalls mit Eingriffen in die Oberfläche verbunden sind und Fällungen von geschützten Bäumen erfordern.

**Bei einer Streckenlänge von insgesamt ca. 4,185 km Länge ist dieses Bauverfahren aufgrund der aufwändigen Baugrundsicherung nicht umsetzbar. In der Regel kommt das Bauverfahren daher für kürzere Abschnitte in Frage.**

Zu c) Tunnelbohrmaschine

Bei diesem Bauverfahren werden eine Start- und eine Zielbaugrube erstellt. In der Startbaugrube wird die Tunnelbohrmaschine aufgebaut, mit der dann in der Regel ohne zusätzliche Baugrundsicherung der Tunnel aufgefahren und mit Tübbing ausgebaut wird. Die Startbaugrube erfordert zusätzliche Flächen für die Zwischenlagerung von Aushub und Ausbaumaterial. Die Zielbaugrube wird für die Bergung der Tunnelbohrmaschine benötigt und ist in der Regel kleiner als die Startbaugrube. Haltestellen werden bei diesem Bauverfahren ebenfalls in offenen Baugruben hergestellt, die mit Eingriffen in die Oberfläche verbunden sind und Fällungen von geschützten Bäumen erfordern.

**Dieses Bauverfahren erscheint grundsätzlich umsetzbar.**

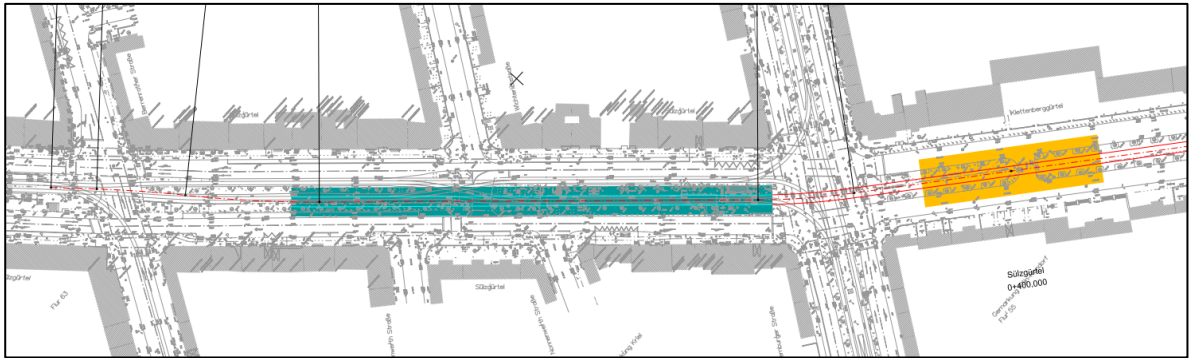
#### 4.3.3 Tunnelrampe Luxemburger Straße

Damit die vorhandene oberirdische Strecke in die Tunnellage überführt werden kann, muss die Tunnelrampe eine Breite von ca. 10,0 m und mit einer Öffnungslänge von ca. 200 m aufweisen. Danach ist die notwendige Tiefe für eine Überdeckung erreicht. Dieses Bauwerk kann grundsätzlich westlich oder östlicher der Luxemburger Straße angeordnet werden:

- Westlich der Luxemburger Straße wäre ein Eingriff in den vorhandenen Baumbestand erforderlich (Entfall von ca. 36 Bäumen). Oberhalb des Tunnels können bei fehlender Mindestüberdeckung auch keine neuen Bäume gepflanzt werden. Der heute vorhandene U-Turn in Höhe der Wichterichstraße, der das indirekte Linksabbiegen von der Luxemburger Straße in den Klettenberggürtel ermöglicht, entfällt. Die Haltestelle Sülzgürtel müsste in Tieflage verlegt werden. Die bestehenden Gleisverbindungen können nur aufrecht erhalten bleiben, wenn diese Gleise neben der Tunnelrampe im Mischverkehr mit dem Kfz-Verkehr geführt werden.

Die Tunnelstrecke taucht westlich der Luxemburger Straße zunächst in einer Tunnelrampe mit einer Neigung von 4 % ab und liegt im Bereich der Kreuzung mit Luxemburger Straße in einer Tiefe von ca. 7,30 m unter dem Gelände.

Im weiteren Verlauf schließt eine weitere Gefällestrecke mit 4 % Neigung an, sodass die Gradienten an der Haltestelle Rhöndorfer Straße in einer Tiefe von ca. 15,40 m unter dem Gelände verläuft. In dieser Tiefe wird der Güterbahnhof Köln-Eifeltor unterfahren. Bis zur Haltestelle Bernkasteler Straße wird die Trasse bis auf eine Höhe von 29,0 m abgesenkt, sodass die Gleise hier in ca. 20 m Tiefe verlaufen.



**Abbildung 24:** Tunnelrampe westlich Luxemburger Straße

- Östlich der Luxemburger Straße wäre ebenfalls ein Eingriff in den vorhandenen Baumbestand erforderlich, der heute vorhandene U-Turn zwischen der Luxemburger Straße und der Petersbergstraße über den heute das indirekte Linksabbiegen von der Luxemburger Straße in den Sülzgürtel möglich ist, entfällt. Die Tunnelrampe grenzt dann unmittelbar an den Bereich des Klettenberger Wochenmarktes. Bauzeitlich wird neben der Baugrube für die Tunnelrampe auch noch eine Starbaugrube für die Tunnelbohrmaschine und ein Lagerplatz benötigt, der dann einen Eingriff in den vorhandenen Baumbestand erfordert und zumindest bauzeitlich einen Teil der Fläche des Klettenberger Wochenmarktes einnimmt.



**Abbildung 25:** Tunnelrampe östlich Luxemburger Straße

#### 4.3.4 Start- und Zielbaugrube

Am Beginn und Ende der Baustrecke werden jeweils eine Start- und Zielbaugrube erforderlich, zusätzlich werden in diesen Bereichen Montage- und Lageplätze benötigt. Für einen zweigleisigen Tunnel wird eine breitere Baugrube erforderlich als bei einem getrennten Auffahren von zwei Röhren. Nebeneinanderliegende Tunnelröhren müssen mit Abstand zueinander verlaufen, so dass in diesem Fall für jede Richtung eine Start- und Zielbaugrube erforderlich ist, in den entweder zwei Tunnelbohrmaschinen parallel arbeiten oder ein Umsetzen der Tunnelbohrmaschine erfolgt.

Die Abmessungen einer Startbaugrube können überschläglich mit ca. 75 m • 15 m zuzüglich einem Lagerplatz von 125 m • 15 m angenommen werden. Für eine Zielbaugrube können überschläglich ca. 75 m • 15 m mit einem Lagerplatz von 30 m • 10 m angenommen werden. Diese Flächen müssen in den Varianten 3 und 5 im Klettenberggürtel und Bayenthalbürtel zur Verfügung gestellt werden und ziehen an beiden Standorten Eingriffe in den Baumbestand nach sich.

#### 4.3.5 Tunnelstrecke

Die eigentliche Tunnelstrecke wird als Bohrtunnel aufgeföhren. Der Rohbau erfolgt mit Tübbingen, anschließend erfolgt der technische Ausbau des Tunnels mit Gleisen, Kabeltrögen und technischer Ausstattung.

Die Entfluchtung des Tunnels erfolgt über die Haltestellen, somit entfällt die Notwendigkeit von zusätzlichen Entfluchtungstrepfen.

#### 4.3.6 Gleisverbindungen

Eine Gleisverbindung zur Stadtbahn in der Bonner Straße ist bei einer unterirdischen Führung nicht möglich. Dies geht zu Lasten der betrieblichen Flexibilität im Stadtbahnnetz, die an dieser Stelle von großem Vorteil wäre.

Ein Abzweig in die Bonner Straße wäre unterirdisch nur zu realisieren, wenn dieser Verbindungstunnel bestehende Gebäude unterfährt und eine Möglichkeit gefunden wird, die erforderlichen Tunnelrampen in der Bonner Straße unterzubringen. Entsprechende Flächen stehen hier augenscheinlich jedoch nicht zur Verfügung.

#### 4.3.7 Haltestellen

Das Planungskonzept für alle unterirdischen Haltestellen sieht Verteilerebenen vor, die über mindestens zwei unabhängige Treppen mit der Oberfläche verbunden sind. Damit stehen zwei unabhängige Fluchtwege an die Oberfläche zur Verfügung. Zusätzlich wird jeder Bahnsteig auch mit einem Aufzug barrierefrei erschlossen. Die Treppen und Aufzüge sind so angeordnet, dass diese außerhalb der Fahrbahnflächen liegen und Baumfällungen weitestgehend vermieden werden. Die Positionierung berücksichtigt auch bekannte Entwässerungskanäle.

Die Verteilerebenen der **Haltestelle Sülzgürtel** werden über insgesamt vier Treppen und zwei Aufzugsanlagen an die Oberfläche angebunden. Diese sind außerhalb der Fahrbahnflächen angeordnet, liegen jedoch so im Gehweg, dass in der weiteren Ausarbeitung der Planung entweder eine Neuaufteilung des oberirdischen Straßenraums oder Grunderwerb erforderlich werden. Die unterirdische Haltestelle ist mit jeweils außenliegenden Seitenbahnsteigen konzipiert, die über zwei Verteilerebenen miteinander verbunden sind.

Die Haltestelle **Rhöndorfer Straße** ist ebenfalls mit außenliegenden Seitenbahnsteigen vorgesehen, die über Verteilerebenen miteinander verbunden sind. Beide Verteilerebenen sind mit jeweils zwei unabhängigen Treppen und einem Aufzug an die Oberfläche angebunden. Die Treppen- und Aufzüge erfordern eine weitere Ausarbeitung der Planung mit einer Neuaufteilung der oberirdischen Verkehrsflächen oder Grunderwerb.

Die Haltestelle **Bernkasteler Straße** ist wiederum mit außenliegenden Seitenbahnsteigen konzipiert und Verteilerebenen konzipiert, von denen jede Verteilerebene mit zwei Treppen



und einem Aufzug an die Oberfläche angebunden ist. Ebenso wie bei den bisher beschriebenen Haltestellen ist auch hier eine weitere Ausarbeitung der Planung erforderlich, um an der Oberfläche die Verkehrsflächen neu aufzuteilen. Alternativ ist Grunderwerb erforderlich.

Aufgrund der zur Verfügung stehenden Fläche an der Oberfläche ist die Haltestelle **Zollstockgürtel** in der Machbarkeitsuntersuchung lediglich mit einer Verteilerebene konzipiert, die einen Zugang von der Nord- und der Südseite des Zollstockgürtels ermöglicht. Die Verteilerebene wird mit zwei Treppen und zwei Aufzügen die Oberfläche angebunden. Auch hier ist eine Neuaufteilung der Oberfläche oder Grunderwerb erforderlich.

Das Planungskonzept für die Haltestelle **Leichweg / Zollstockbad** sieht wiederum außenliegende Seitenbahnsteige und zwei Verteilerebenen vor, von denen Treppen und Aufzüge an die Oberfläche führen. Im Lageplan ist eine Lösung dargestellt, bei der auf der Südostseite des Raderthalgürtels zwei Treppen vorgesehen sind und die Verteilerebene unter der Parkplatzzufahrt (Europaschule und Wohnbebauung) nach Osten verlängert ist.

Die Haltestelle **Brühler Straße** ist aufgrund der Flächenverfügbarkeit an der Oberfläche mit einer Verteilerebene konzipiert. Diese wird mit zwei Aufzügen und vier Treppen an die Oberfläche angebunden. Die Treppen und Aufzüge liegen überwiegend im öffentlichen Raum, ebenso wie an den anderen Haltestellen ist die genaue Lage in der weiteren Planung noch auszuarbeiten.

Die Haltestelle **Bonner Straße** ist mit zwei Verteilerebenen und jeweils zwei Treppen und einem Aufzug konzipiert. Alle Zugänge liegen im öffentlichen Raum. Die Haltestelle Bonner Straße übernimmt eine besondere Verknüpfungsfunktion zum Umstieg in die zukünftige Stadtbahnlinie 5 (2. Baustufe der Nord-Süd-Stadtbahn).

Das Konzept für Haltestelle **Goltsteinstraße** sieht abweichend von den bisher beschriebenen Haltestellen eine Anordnung der Treppen und Aufzüge in der Mittelzone des Bayenthalgürtels vor. Die Seitenräume sind hier nicht ausreichend breit, um Treppen und Aufzüge zu integrieren, ebenso erscheint ein Grunderwerb nicht möglich zu sein. Die Anordnung der Treppen und Aufzüge in der Mittelzone wurde deshalb geplant, damit die für die Haltestelle ohnehin erforderliche Baugrube nicht zusätzlich vergrößert werden muss. Somit soll der Eingriff in den Baumbestand möglichst reduziert werden. Der Nachteil dieser Anordnung besteht jedoch darin, dass zum Erreichen der Haltestelle stets die Fahrbahn überquert werden muss. .

Die Haltestelle **Bayenthalgürtel** wurde mit einer Verteilerebenen konzipiert. Auf der Westseite der Haltestelle sind zwei Treppen vorgesehen, die die Bahnsteige mit der Oberfläche verbinden. Auf der Ostseite ist eine große Verteilerebene im Lageplan dargestellt, die Zugänge auf der nördlichen Straßenseite des Bayenthalgürtels, der Alteburger Straße und in neben dem Bismarckturm möglich macht. Damit ist die Haltestelle auch für Umsteiger zur Haltestelle am Rheinufer gut zu erreichen.

#### 4.3.8 Baumbestand

In der kombinierten Variante entfallen im westlichen Abschnitt, der eine unterirdische Führung vorsieht, vorhandene Bäume im Bereich der Tunnelrampe westlich der Luxemburger Straße, für die Startbaugrube im Klettenberggürtel, im Bereich der notwendigen Baugruben für die unterirdischen Haltestellen Sülzgürtel und Rhöndorfer Straße. Im Bereich der Startbaugrube und der Baugruben für die Haltestellen können nach Abschluss der Arbeiten

neue Bäume gepflanzt werden. Im Bereich der Tunnelrampen westlich der Luxemburger Straße ist das nicht möglich.

Insgesamt entfallen ca. 230 Bäume. Es können ca. 190 neue Bäume gepflanzt werden. Diese Gegenüberstellung stellt keine Bilanzierung im Sinne einer ökologischen Bewertung dar.

#### 4.3.9 Stellplätze

In dieser Variante können die vorhandenen Stellplätze im Klettenberggürtel weitestgehend erhalten bleiben. Hier entfallen punktuell Stellplätze im Bereich der unterirdischen Haltestellen für die notwendigen Zugangsbauwerke. Im östlichen Abschnitt entfallen, wie bereits im Abschnitt zur oberirdischen Variante beschrieben, Stellplätze.

Insgesamt entfallen in dieser Varianten von 745 Stellplätzen im Bestand ca. 375 Stellplätze, so dass zukünftig ca. 370 Stellplätze zur Verfügung stehen.

#### 4.3.10 Leitungen

Die Tunnelbohrmaschine unterfährt die in Längsrichtung im Gürtel und in Querrichtung in den kreuzenden Straßen verlaufenden Versorgungsleitungen und Kanäle in einer ausreichenden Tiefe, so dass hier keine besonderen Maßnahmen erforderlich sind.

In den Bereichen der Baugruben, die für die Herstellung der Haltestellen erforderlich sind, sind jedoch dennoch aufwändige Sicherungsmaßnahmen oder vorab durchzuführende Leitungsumlegungen erforderlich.

Etwa am dem km 3+000 verläuft im Raderthalgürtel und im Bayenthalgürtel in der Mitte der Straße ein Ortbetonkanal DN2200/2400 bzw. DN2400/2800, der in Höhe des Bismarckturms in den Rhein führt. Die Kanalsohle verläuft hier in einer Tiefe von ca. 11,0 m unterhalb des Geländes.

#### 4.3.11 Risiken

##### Sülzgürtel und Klettenberggürtel

In Abhängigkeit von der Lage der Tunnelrampe entweder westlich der Luxemburger Straße (Sülzgürtel) oder östlich der Luxemburger Straße (Klettenberggürtel) ist ein Eingriff in den als Allee geschützten Baumbestand erforderlich. Wegen des besonderen Baumschutzes besteht hier ein genehmigungsrelevantes Risiko.

##### Unterfahrung Güterbahnhof Köln-Eifeltor

Die Unterfahrung des Güterbahnhofs Köln-Eifeltor ist nur mit einer Tunnelbohrmaschine oder im bergmännischen Vortrieb machbar. Eine offene Bauweise kann hier nicht umgesetzt werden. Unabhängig von der Bauweise sind besonders aufwändige Maßnahmen zur Baugrundsicherung erforderlich, um Setzungen der vorhandenen Gleisanlagen oder eine Beeinträchtigung des Bestandsbauwerks zu meiden. Hier besteht ein technisches, finanzielles und genehmigungsrelevantes Risiko.

##### Unterfahrung des Sammlers DN300 im Bayenthalgürtel

Im Bestand verläuft im Bayenthalgürtel ein Sammler DN3000, der auf dem gesamten Streckenabschnitt unterfahren werden muss. Dazu muss der Tunnel sehr tief aufgefahren werden, um eine ausreichende Überdeckung zu ermöglichen. Dies führt zu finanziellem Mehraufwand. Außerdem besteht ein besonderer Abstimmungsbedarf.

Hier entsteht ein technisches, finanzielles und genehmigungsrelevantes Risiko.

### Bayenthalgürtel

Die vorhandenen Bäume sind als Allee geschützt und zusätzlich als Naturdenkmal geschützt. Für die Haltestelle Goltsteinstraße und Bayenthalgürtel sind Baugruben erforderlich, die einen Eingriff in den geschützten Baumbestand erfordern. Hierzu sind aufwändige Ersatzmaßnahmen vorzusehen sowie besondere Genehmigungen einzuhalten. Hier besteht ein finanzielles und genehmigungsrelevantes Risiko

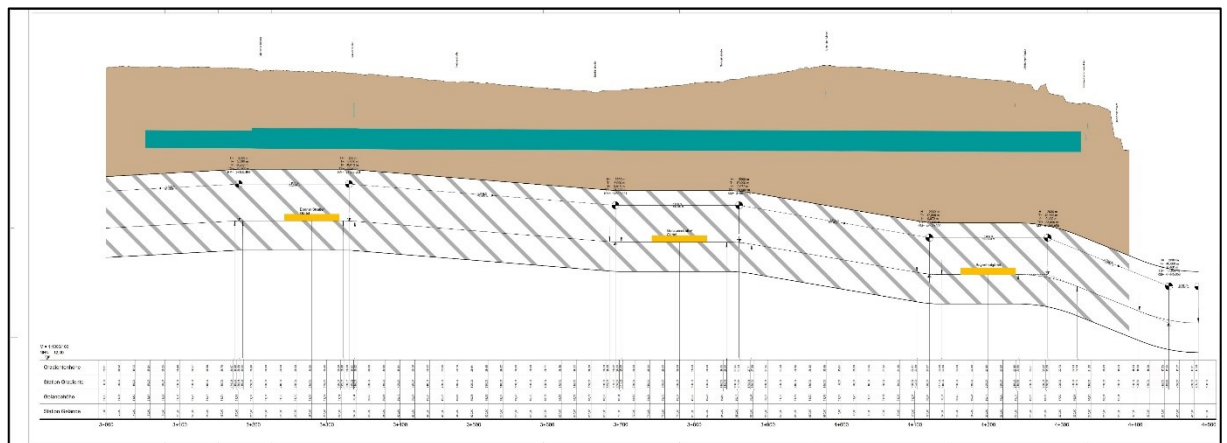
### Baugruben für Haltestellen

Alle Haltestellen erfordern Baugruben, die aufgrund der notwendigen Überdeckung des Tunnels teilweise sehr tief liegen. Dies erfordert besonderen bautechnischen Aufwand. Hier besteht ein technisches und finanzielles Risiko

#### 4.3.12 Rechtsrheinische Weiterführung

Ein Bohrtunnel muss im östlichen Abschnitt des Raderthalgürtels und des Bayenthalgürtels ohnehin sehr tief geführt werden, um den vorhandenen Sammler DN 2400/2800 im Bayenthalgürtel zu unterfahren.

Eine Weiterführung der Strecke nach Osten erscheint grundsätzlich machbar. Um auch im Bereich des Rheins eine ausreichende Überdeckung zu erreichen, wird der Tunnel ab der Haltestelle Bonner Straße abschnittsweise tiefer geführt, so dass die Haltestelle Goltsteinstraße mit einer Gradientenhöhe (Schienenoberkante) von 28,00 m bereits ca. 20 m unterhalb des Geländes liegt. Die Haltestelle Bayenthalgürtel liegt mit einer Gradientenhöhe von 23,60 m nochmals um ca. 5,0 m tiefer und in einer Tiefe von 26,0 m. Östlich der Haltestelle Bayenthalgürtel taucht die Gradienten dann auch ca. 17,0 m ab und unterfährt in dieser Tiefenlage den Rhein



**Abbildung 26:** Ausschnitt Höhenplan Bohrtunnel östlich der Bonner Straße

Die Unterfahrung des Rheins mit einem Bohrtunnel stellt jedoch eine technische Herausforderung dar, die in dieser Form bisher noch nicht realisiert wurde. Um die Entfluchtung des Tunnels zu ermöglichen, wären Entfluchtungsbauwerke erforderlich, die im Überflutungsbe-  
reich des Rheins liegen und daher bautechnisch aufwändig herzustellen und zu sichern sind.

Hinsichtlich der Fortführung der Trasse auf der rechtsrheinischen Seite wird auf die Ausführungen im Abschnitt 4.2.12 verwiesen.

#### 4.4 Variante 3 „Kombination“

Die kombinierte Variante verläuft zwischen der Luxemburger Straße und dem Höninger Weg unterirdisch (siehe Variante „unterirdisch“) und ab dem Höninger Weg oberirdisch (siehe Variante „oberirdisch“). Mit einer derartigen Trassenführung wurde die Erwartung verbunden, im Bereich des Klettenberger Wochenmarktes und der Straßenunterführung des Güterbahnhofs Köln-Eifeltor eine Führung der Stadtbahn im Mischverkehr zu vermeiden.

Eine kombinierte Variante mit einer oberirdischen Führung bis zum Bonner Wall und einer unterirdischen Führung im Bereich des Bayenthalgürtels wurde nicht weiter untersucht, da in diesem Fall Konflikte mit dem Baumbestand im Bayenthalgürtel durch die Baugruben der Haltestellen entstehen würden, eine Verknüpfung zu den Gleisanlagen in der Bonner Straße nicht möglich ist sowie Konflikte mit der Unterfahrung des bestehenden Regenwassersammlers zu erwarten sind.

##### 4.4.1 Tunnelrampe Luxemburger Straße

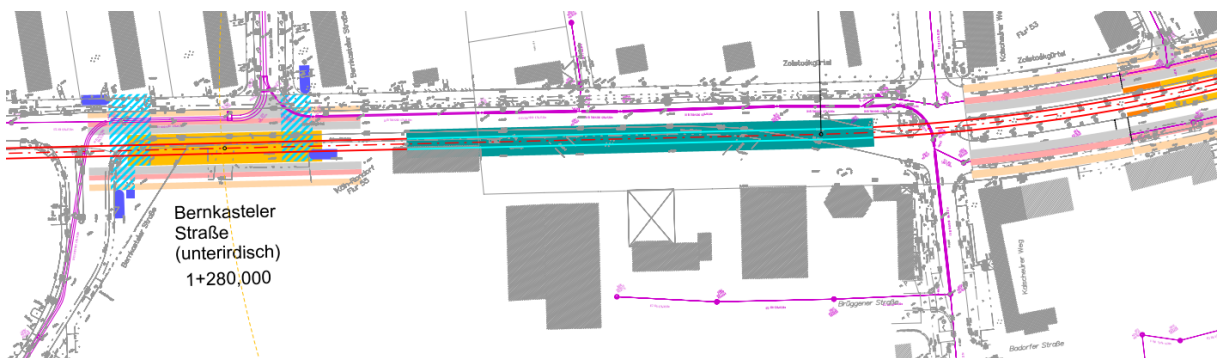
Siehe Abschnitt 4.3.3

##### 4.4.2 Start- und Zielbaugrube

Siehe Abschnitt 4.3.4

##### 4.4.3 Tunnelrampe Zollstockgürtel

In der kombinierten Variante ist eine zusätzliche Tunnelrampe erforderlich, in der die Gleise zwischen der geplanten Haltestelle Bernkasteler Straße und dem Höninger Weg wieder der an die Oberfläche geführt werden. Wie auch die Tunnelrampe an der Luxemburger Straße hat dieses Bauwerke eine Breite von ca. 10,0 m und eine lichte Öffnungsweite von ca. 200 m.



**Abbildung 27:** Tunnelrampe Zollstockgürtel

##### 4.4.4 Haltestellen

Siehe Abschnitte 4.2.8 und 4.3.7.

##### 4.4.5 Bäume

Auch in der vollständig unterirdischen Variante entfallen zahlreiche Bäume im Bereich der Tunnelrampe westlich der Luxemburger Straße und im Bereich der Baugruben für die unterirdischen Haltestellen. Davon sind auch geschützte Alleebäume betroffen. Hier sind nach Abschluss der Arbeiten auch Neupflanzungen von Bäumen möglich. Insgesamt entfallen ca. 280 Bäume und es können ca. 160 Bäume neu gepflanzt werden. Wie auch in den vorher beschriebenen Abschnitten stellt diese Gegenüberstellung keine ökologische Bewertung dar.



#### 4.4.6 **Stellplätze**

In der vollständig unterirdischen Variante entfallen im Bereich der Zugangsbauwerke zu den Haltestellen insgesamt ca. 45 Pkw-Stellplätze. Zusätzlich entfallen durch die Neugestaltung der Radverkehrsführung im Bayenthalgürtel unabhängig von einer Verlängerung der Stadtbahn ca. 125 Stellplätze. Von den 745 Stellplätzen im Bestand entfallen damit insgesamt ca. 170 Stellplätze, so dass zukünftig ca. 575 Stellplätze zur Verfügung stehen.

#### 4.4.7 **Risiken**

Auf die in Abschnitt 4.2.11 beschriebenen Risiken zu den Abschnitten Sülzgürtel / Klettenberggürtel und die Unterfahrung des Güterbahnhofs Köln-Eifeltor wird verwiesen.

## 5 VERKEHRSNACHFRAGE UND WIRKUNG

### 5.1 Grundlagen und Vorgehensweise

Für die Ermittlung und Bewertung der verkehrlichen Wirkungen der ausgewählten Varianten wurde eine makroskopische Verkehrsnachfragemodellierung verwendet.

Grundlage bilden Verkehrsmodelle der Stadt Köln (MIV) und der KVB (ÖV). Diese beiden Modellgrundlagen wurden im Rahmen der „Machbarkeitsuntersuchung eines Wasserbusystems auf dem Rhein“ im Auftrag der Städte Köln, Leverkusen und Wesseling auf den Stand 2020 (Bestand) und 2030 (Prognose) fortgeschrieben und zu einem Modellstand integriert<sup>3</sup>.

Diese Modellgrundlage wurde zur weiteren Verwendung für die vorliegende Machbarkeitsstudie über die Stadt Köln zur Verfügung gestellt. Die ÖV- und MIV-Modelle bilden die entsprechenden Verkehrsangebote der Stadt Köln sowie der umliegenden Gebiete ab.

Diese Modellgrundlage wurde für die vorliegende Aufgabenstellung geprüft und aufbereitet. Hierzu wurden die folgenden Anpassungen und Arbeitsschritte durchgeführt:

- Netzverfeinerung und Überprüfung der Netzverschlüsselung im engeren Untersuchungsgebiet im Bereich des Gürtels für Bestand und Prognose
- Kalibrierung / Validierung der Modellnetze für das engere Untersuchungsgebiet um den Gürtel auf der Grundlage der zur Verfügung gestellten Verkehrszählungen im Kfz-Verkehr sowie für den ÖPNV (Linienbelastungen und Ein-/Aussteiger je Haltestelle)
- Fortschreibung der Verkehrsnachfrageprognose (Kfz-Verkehr und ÖPNV) für den Bereich Parkstadt Süd nach Vorgaben der AG
- Einarbeitung des ÖV-Zielnetzes 2030+
- Anpassungen am Netzmodell sowie am Berechnungsverfahren des ÖV-Modells in Bezug auf Besonderheiten der Wasserbusuntersuchung

Die Methodik der Verkehrsprognose richtet sich nach dem Verfahren der standardisierten Bewertung in der Fassung 2016+. Im Rahmen der Verkehrsnachfrageprognose wird ermittelt, wie viele Fahrten vom MIV zum ÖV verlagert werden, und wie viele ÖV-Fahrten induziert werden (neu hinzukommen). Die Vorgehensweise ist in der standardisierten Bewertung vorgegeben und hier ausführlicher dargestellt<sup>4</sup>.

Die Nachfrageprognose der Standardisierten Bewertung beruht auf dem Ansatz, dass die Nachfrage des ÖV vom Verhältnis des Reisewiderstands zwischen MIV und ÖV abhängig ist. Wenn sich durch eine Maßnahme das ÖV-Angebot (die Reisezeit verringert) verbessert, werden neue Fahrgäste gewonnen. Die Anzahl der Fahrten im MIV sinkt auf dieser Verbindung. Die Methodik beruht auf einer Betrachtung eines Prognose-Ohnefalls (ohne ÖV-Maßnahme) und eines Prognose-Mitfalls (mit ÖV-Maßnahme).

---

<sup>3</sup> PTV AG in Auftragnehmergemeinschaft Transport-Technologie-Consult Karlsruhe GmbH (TTK), APPM GmbH, Rebel Deutschland GmbH: Machbarkeitsuntersuchung eines Wasserbusystems auf dem Rhein auf Basis einer auf unerschöpflichen Energiequellen basierenden Antriebstechnologie. Düsseldorf, November 2021.

<sup>4</sup> Arbeitsgemeinschaft Intraplan Consult GmbH / Verkehrswissenschaftliches Institut Stuttgart GmbH: Standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen im öffentlichen Personennahverkehr (Version 2016+). Stand 02.11.2022.

Der Ohnefall stellt die Situation ohne Realisierung des Investitionsvorhabens dar. Der Ohnefall berücksichtigt aber von der zu bewertenden Maßnahme unabhängige, gesicherte Entwicklungen des Verkehrsangebotes und der Verkehrsnachfrage bis zum Prognosehorizont (in diesem Fall das Jahr 2030). Die Veränderung der Verkehrsnachfrage zwischen Ohne- und Mitfall entsteht ausschließlich durch Angebotsveränderungen, die im direkten Zusammenhang mit der geplanten ÖV-Maßnahme entstehen. Diese Nachfrageveränderung wird entsprechend der Verfahrensanleitung im Rahmen der Ermittlung eines Nutzen-Kosten-Indikators bewertet (Vgl. Kapitel 0). Im Regelverfahren zur Ermittlung des Nutzen-Kosten-Indikators wird zugrunde gelegt, dass die Widerstandsmatrix für den MIV (also das MIV-Angebot) zwischen Ohnefall und Mitfall unverändert bleibt.

Zusätzlich wurde eine Verkehrsprognose für den Kfz-Verkehr erstellt, bei der in Abweichung zur Methodik der standardisierten Bewertung die Auswirkungen der veränderten Kapazitäten und Fahrbeziehungen an den einzelnen Knotenpunkten als Folge der (oberirdischen) Verlängerung der Stadtbahn explizit berücksichtigt wurden. Diese Verkehrsprognose wurde als Grundlage für die Überprüfung der Auswirkungen der Stadtbahnverlängerung auf die Qualität der Verkehrsabwicklung im MIV verwendet (Vgl. Kapitel 6.1). Als Exkurs wurden die im Rahmen dieser Betrachtung ermittelten zusätzlichen Auswirkungen auf die Fahrgast-Nachfrage der verlängerten Stadtbahn nachrichtlich dargestellt (Vgl. Kapitel 5.2.5).

Für eine evtl. Weiterführung der Stadtbahntrasse auf die rechte Rheinseite können derzeit nur sehr grobe Angaben zu Trassenführung, Haltestellenlagen und Betriebskonzept gemacht werden. Vor diesem Hintergrund ist eine Berechnung der Verkehrsnachfrage auf der Grundlage einer detaillierten Verkehrsmodellierung nicht zielführend. Die verkehrliche Wirkung einer Weiterführung auf die rechte Rheinseite erfolgt daher über eine qualitativ-vergleichende Bewertung.

## 5.2 Untersuchungsfälle

Nachfolgend werden die untersuchten Fälle kurz beschrieben und die Ergebnisse der Verkehrsnachfrageberechnungen dargestellt.

### 5.2.1 Bestand

Für das MIV-Modell erfolgte eine Kalibrierung anhand der zur Verfügung gestellten Zählraten (Knotenpunktbelastungen) im Untersuchungsgebiet. Streckeneinstellungen wurden angepasst (Geschwindigkeit, Kapazität). In Einzelfällen wurden Abbiegeverbote aktualisiert (gesetzt oder entfernt) sowie Abbiegewiderstände angepasst. Die resultierenden Streckenbelastungen sind in Anlage 4.1 dargestellt.

Für das ÖPNV-Modell erfolgte eine Validierung von Angebot und Nachfrage der im Untersuchungsgebiet verkehrenden Linien. Der Abgleich mit den zur Verfügung gestellten Ein-/Aussteigerzahlen erfolgte dabei auf aggregierter Ebene (Einteilung des Gürtelbahnkorridors in vier Haltestellengebiete), wobei eine gute Übereinstimmung festgestellt wurde.

### 5.2.2 Prognose-Ohnefall

Für die Ermittlung der Verkehrsnachfrage im Prognose-Ohnefall wurden die für das Bestandsmodell vorgenommenen Netzverfeinerungen und -anpassungen entsprechend im Prognosemodell übernommen. Die sonstigen Annahmen zur Veränderung der nachfragebestimmenden Strukturen und des Verkehrsangebots im Prognose-Ohnefall wurden weitestgehend aus dem vorliegenden Modellgrundlagen übernommen.

Enthalten sind Strukturdatenprognosen (Einwohnerzahlen (EW), Arbeitsplätze (AP)) für das Jahr 2030. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung erfolgte in Abstimmung mit der AG eine Aktualisierung der Strukturdaten für den Bereich Parkstadt Süd gegenüber der Machbarkeitsstudie Wasserbus. Die folgenden städtebaulichen Großprojekte wurden berücksichtigt:

- Deutzer Hafen (6.900 EW, 6.000 AP),
- Mülheim-Süd (6.800 EW, 7.000 AP),
- Parkstadt Süd (7.000 EW, 4.500 AP) und
- Zündorf Süd (4.300 EW).

Bei der Betrachtung des Prognose-Ohnefalls wurden die bis dahin zu erwartenden Veränderungen im ÖV- und MIV-Angebot ebenfalls berücksichtigt. Zu nennen sind insbesondere diese ÖV-Maßnahmen:

- RRX (Vorlaufbetrieb)
- S-Bahnhaltestellen Kalk-West, Berliner Str., Bocklemünd (S6 bis Pulheim)
- Nord-Süd Stadtbahn: Lückenschluss Severinstraße-Heumarkt sowie 3. Baustufe bis Haltestelle Arnoldshöhe
- Stadtbahn Süd - Stadtbahnverlängerung nach Rondorf und Meschenich
- Stadtbahnverbindung Bonn (rechtsrheinisch) – Niederkassel – Köln (inkl. Anbindung Linie 7 rechtsrheinisch)
- Stadtbahnverlängerung Mülheim – Stammheim / Flittard (1. Baustufe: „Bypass“ in Mülheim und 2. Baustufe: Verlängerung bis Stammheim / Flittard)
- neuer Schnellbus SB 92/93 Wesseling – Bergheim



- Zielnetz 2030+ (Haltepunkte TH Köln, Grevenbroich Süd, Aachener Straße, Klettenberg, Weißhausstraße, Hürth-Fischenich, EU-Roitzheim, Overath-Vilkerath, Bonner Wall, Poll, BN-Ramersdorf, BN-Vilich, Pulheim Gewerbepark)

und die MIV-Maßnahmen:

- Neubau Rheinbrücke Leverkusen
- Ausbau A1 und A3 Kölner Autobahnring, Ausbau A59
- Neubau „Rheinspange 553“
- Maßnahme A4plus auf der Rodenkirchener Brücke
- Reduktion der Kapazität auf der Bonner Straße zwischen Brühler Straße und Gürtel (Fahrstreifenreduktion im Rahmen des Baus der Nord-Süd Stadtbahn).
- Die resultierenden Streckenbelastungen im motorisierten Verkehr sind in Anlage 4.3 dargestellt.

### 5.2.3 Prognose-Mitfall (Standardisierte Bewertung)

Die Auswirkungen einer Verlängerung der Stadtbahnlinie auf die Verkehrsnachfrage werden über den jeweiligen Prognose-Mitfall ermittelt. Ein Mitfall besteht aus der neuen Trassenführung der Stadtbahn einschließlich neuer Haltestellenlagen sowie dem zugehörigen Betriebskonzept für einen durchschnittlichen Werktag. Im Betriebskonzept werden die Veränderungen im Betriebskonzept des Ohnefalls, die sich als direkte Folge der Maßnahme insbesondere im Linienbusverkehr ergeben, ebenfalls berücksichtigt.

Die ausgewählten Varianten unterscheiden sich in der Führung der Stadtbahnlinie entlang des Gürtels (oberirdisch, unterirdisch und abschnittsweise ober- und unterirdisch). Die Stadtbahn wird in den unterirdisch geführten Trassenabschnitten voraussichtlich eine höhere Fahrgeschwindigkeit erreichen und geringeren Fahrzeitstreuungen unterliegen als bei den oberirdischen Führungsformen. Dies wirkt sich positiv auf die Fahrgastnachfrage aus. Demgegenüber steht der höhere Aufwand für Fahrgäste beim Betreten / Verlassen der unterirdischen Haltestellen (Ebene Wechsel) sowie die (subjektiven) Nutzungswiderstände von unterirdischen Haltestellen. Bei der Planungstiefe, die eine Machbarkeitsstudie erreichen kann, sind solche Wirkungseffekte noch nicht derart ermittelbar, dass eine Berücksichtigung in einem Verkehrsmodell fachlich begründet werden kann. Von daher wurde bei der Ermittlung der Auswirkungen der Stadtbahnverlängerung auf die Verkehrsnachfrage nicht weiter nach Führungsformen der Stadtbahn differenziert.

Bei einer Verlängerung der Stadtbahn sind Anpassungen am Linienbusangebot sinnvoll und erforderlich, insbesondere damit vermeidbare Parallelangebote die Nachfragepotentiale und Betriebskosten nicht unnötig beeinträchtigen. Die nachfolgenden Anpassungen am Betriebskonzept zwischen Ohne- und Mitfall wurden mit der KVB abgestimmt:

Im Ohnefall verkehrt die Stadtbahn-Linie 13 im 10-Minuten-Takt und endet an der Haltestelle Sülzgürtel. Im Mitfall wird diese in Richtung Osten über die Haltestelle Zollstockgürtel bis zum Bayenthalgürtel direkt bis zum Rhein erweitert. Aufgrund dieser Änderung wird auch das Buskonzept der Linien 130 und 134 in diesem Bereich angepasst. Im Ohnefall verkehren diese ab der Universität. Da diese aber im Mitfall ab der Haltestelle Berrenrather Str./Gürtel parallel zur verlängerten Linie 13 fahren würden, beginnt die Linie 134 im Mitfall an der Haltestelle Zollstock-Südfriedhof und verläuft erst ab der Haltestelle Brühler Str./Gürtel auf dem alten Linienweg in Richtung Sürth Bahnhof. und weiter bis Sürth Rodderweg. Der 20-Minuten-Takt des Ohnefalls bleibt auch im Mitfall bestehen. Die Linie 130

beginnt im Mitfall am Bayenthalgürtel, der neuen Endhaltestelle der Linie 13. Von dort verkehrt sie in einem 20-Minuten-Takt ebenfalls in Richtung Sürth. In den Abendstunden endet die Linie 130 bereits an der Haltestelle Rodenkirchen Bf. Für den Verlauf der Linie 13 werden im Weiteren keine betrieblichen Unterschiede angenommen.



**Abbildung 28:** Linienführung Linie 13, 130, 134 im Mitfall

### Darstellung und Bewertung der verkehrlichen Wirkungen

*Die Auswirkungen auf die Verkehrsnachfrage im ÖPNV sind (Belastung in Personen / Werktag, Rot = Fahrgastzunahme, Grün = Fahrgastabnahme). Die Lage und Bezeichnung der Querschnitte sind in **Abbildung 29**) dargestellt)*

**Tabelle 4** und **Abbildung 30** zu entnehmen.

Insgesamt werden rd. 4.500 Personenfahrten/Werktag vom MIV auf den ÖPNV verlagert. Zusätzlich werden 1.300 Personenfahrten/Werktag induziert. Hierbei handelt es sich um Fahrten, die ohne Maßnahmen weder im MIV noch im ÖPNV zurückgelegt werden.

In der Summe ergeben sich demnach rd. 5.800 Personenfahrten/Werktag zusätzlich im ÖPNV. Die Beförderungsleistung im ÖPNV nimmt in der Folge gegenüber den Ohnfall um rd. 40 Tsd. Personen-km/Werktag zu. Ferner führt die Verlängerung der Stadtbahnlinie 13 zu veränderten Routenwahlentscheidungen im linksrheinischen Stadtgebiet.

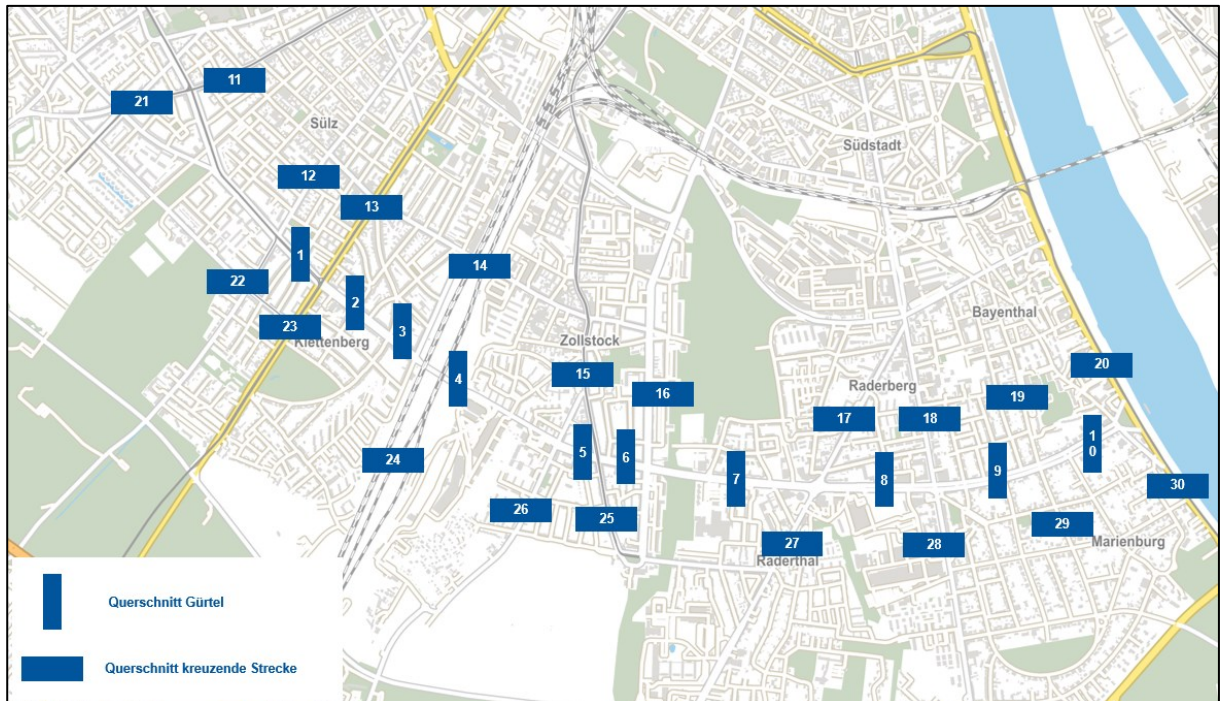
Die Nachfrageveränderung im direkten Umfeld der untersuchten Varianten der Gürtelbahnverlängerung zeigt **Abbildung 30**. Die Belastung auf der Gürtelbahnstrecke nimmt im Vergleich zur Nachfrage im Ohnfall um bis zu rd. 16.000 Personen/Werktag zu. Die stärksten Zunahmen treten im Bereich Klettenberg auf. Im weiteren Verlauf nimmt die Stärke der Zunahme ab. Im Abschnitt Bayenthal nimmt die ÖV-Belastung entlang des Bayenthalgürtels ab, was insbesondere auf die Anpassungen im Linienbusangebot zurückzuführen ist. Derzeit direkte Verbindungen in/aus Richtung Rodenkirchen und Sürth erfordern im Mitfall einen Umstieg zwischen Bus und Stadtbahn. Hierdurch fallen Personenfahrten im Verlauf des Bayenthalgürtels weg bzw. werden auf anderen Routen abgewickelt.

Bereich	Querschnitt	Belastung Ohne- fall	Belastung Mit- fall	Differenz Mitfall - Ohnefall
Gürtel	1	10.300	26.300	+16.000 ( +155,3% )
	2	14.100	26.600	+12.500 ( +88,7% )
	3	10.700	24.200	+13.500 ( +126,2% )
	4	13.400	25.200	+11.800 ( +88,1% )
	5	13.500	25.000	+11.500 ( +85,2% )
	6	16.000	23.500	+7.500 ( +46,9% )
	7	17.700	21.500	+3.800 ( +21,5% )
	8	12.900	16.100	+3.200 ( +24,8% )
	9	10.100	8.800	-1.300 ( -12,9% )
	10	6.900	3.400	-3.500 ( -50,7% )
Nördlich Gürtel	11	5.700	10.100	+4.400 ( +77,2% )
	12	15.100	6.600	-8.500 ( -56,3% )
	13	20.500	19.900	-600 ( -2,9% )
	14	92.700	93.300	+600 ( +0,6% )
	15	9.300	6.900	-2.400 ( -25,8% )
	16	900	700	-200 ( -22,2% )
	17	2.600	2.900	+300 ( +11,5% )
	18	24.100	25.400	+1.300 ( +5,4% )
	19	2.200	1.400	-800 ( -36,4% )
Südlich Gürtel	20	31.900	34.700	+2.800 ( +8,8% )
	21	3.300	3.000	-300 ( -9,1% )
	22	6.200	6.300	+100 ( +1,6% )
	23	19.600	18.900	-700 ( -3,6% )
	24	81.900	82.200	+300 ( +0,4% )
	25	3.200	3.300	+100 ( +3,1% )
	26	400	500	+100 ( +25,0% )
	27	3.300	4.400	+1.100 ( +33,3% )
	28	19.100	19.200	+100 ( +0,5% )
	29	300	300	+0 ( +0,0% )
	30	37.300	35.000	-2.300 ( -6,2% )

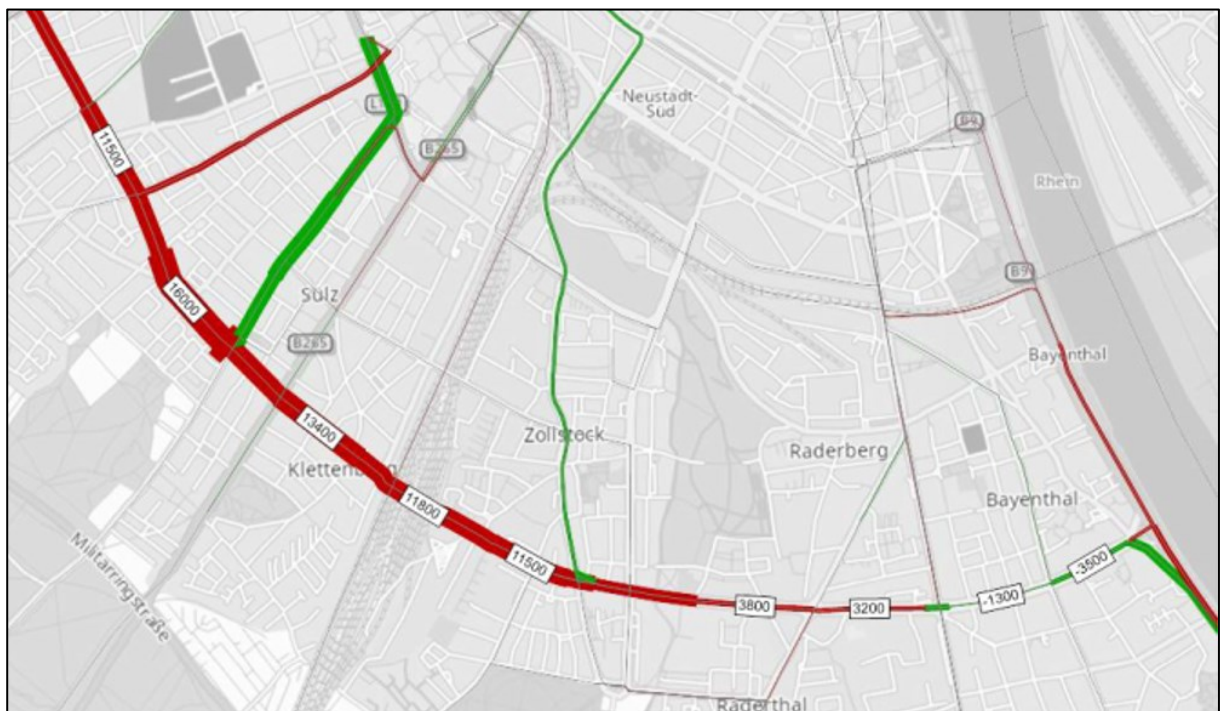
(Belastung in Personen / Werktag, Rot = Fahrgastzunahme, Grün = Fahrgastabnahme). Die Lage und Bezeichnung der Querschnitte sind in **Abbildung 29**) dargestellt)

**Tabelle 4:** Entwicklung der Fahrgastnachfrage zwischen Ohne- und Mitfall





**Abbildung 29:** Lage und Bezeichnung der betrachteten Querschnitte



**Abbildung 30:** Belastungsänderung im ÖV entlang des Gürtels zwischen Ohnefall und Mitfall [Pers/24h]

In der Summe ist festzuhalten, dass die Verlängerung der Stadtbahnlinie 13 eine große positive Auswirkung auf das ÖV-Angebot in Köln hat, was über die deutliche Zunahme der ÖV-Nachfrage zum Ausdruck gebracht wird.



Bei der jetzigen Planungstiefe kann keine Aussage zur weiteren Differenzierung der Nachfrageveränderung zwischen den einzelnen Varianten der Stadtbahnführung (oberirdisch, unterirdisch, kombiniert) gemacht werden. Die Auswirkungen auf die Nachfrage werden in etwa vergleichbar sein.

#### 5.2.4 Nachfrage-Wirkung bei einer rechtsrheinischen Weiterführung

Da eine Führung über die Parkstadt Süd bereits ausgeschlossen wurde, weil in diesem Fall für den Gürtel östlich der Bernkasteler Straße keine verbesserte Erreichbarkeit mit dem ÖV zu erwarten ist, verbleiben die Führungsvarianten ausgehend von der Führung entlang des Gürtels (**Abbildung 5**, Seite 10). Die Planungstiefe der rechtsrheinischen Varianten ist aufgrund der Aufgabenstellung, eine „perspektivische Fortführung“ zu untersuchen, derzeit sehr gering. Eine Modellierung der Verkehrsnachfrage ist bei diesem Planungsstand nicht sinnvoll und zielführend.

Grundsätzlich wird aber die Führung über Kalk als relativ vorteilhaft eingestuft. Die Gründe für diese Einschätzung sind die etwas geringer eingeschätzten Investitionskosten (kürzere Strecke als über Vingst), der bessere Erschließungsgrad von Einwohnern und Beschäftigten, die hiermit verbundene höhere ÖPNV-Nachfrage und die vermutlich etwas bessere CO<sub>2</sub>-Bilanz.

Die Verknüpfung der links- und rechtsrheinischen Seite ist aber insgesamt problematisch. Die unterirdische Querung des Rheins erfordert eine unterirdische Führung auf der linken Rheinseite, hierfür ist die Förderfähigkeit aber voraussichtlich nicht gegeben. Eine Brückenslösung ist aufgrund der erforderlichen Rampenbauwerke auf beide Seiten des Rheins äußerst problematisch, und daher voraussichtlich nicht umsetzbar (siehe auch Abschnitt 4.2.12)

#### 5.2.5 Prognose-Mitfall (Qualität der MIV-Verkehrsabwicklung im Straßennetz)

Als Grundlage für die Bewertung der Auswirkungen der Stadtbahnverlängerung auf die Kfz-Verkehrsstärken im unmittelbaren Umfeld und die Qualität der Verkehrsabwicklung an Knotenpunkte werden zusätzliche Modellberechnungen durchgeführt.

Diese berücksichtigen im Vergleich zum Verfahren nach der standardisierten Bewertung auch die Eingriffe im Straßennetz. Die (oberirdischen) Anlagen der Stadtbahn benötigen Flächen, die z.T. zu Lasten der derzeitigen Verkehrsflächen gehen. Dadurch sind neben den modalen Verlagerungswirkungen aufgrund des besseren ÖPNV-Angebots zusätzliche modale Verlagerungen aufgrund der Einschränkungen im MIV-Angebot sowie räumliche Verlagerungen im Kfz-Verkehr aufgrund von Kapazitätsreduzierungen und wegfallenden Kfz-Fahrbeziehungen an Knotenpunkten verbunden.

Zur Berücksichtigung dieser Auswirkungen wurden folgende Anpassungen bei der Netzverschlüsselung vorgenommen:

- Der Wegfall von Fahrstreifen im Verlauf der freien Strecke wurde durch eine entsprechende Anpassung der Streckenkapazität im Netzmodell abgebildet
- Bei Führung der Stadtbahn im Mischverkehr wurde dies über eine (geringere) Anpassung der Kapazität im Netzmodell für den Kfz-Verkehr berücksichtigt.
- Der Wegfall von Kfz-Fahrbeziehungen an Knotenpunkten (Linksabbiegeverbote, Wegfall von U-Turns) wurde durch die Unterbindung von diese Fahrbeziehungen im Netzmodell

dargestellt. Der Entfall von bestehenden U-Turns führt zu einer veränderten Routenwahl und zur Verlagerung auf andere Abbiegebeziehungen an den benachbarten Knotenpunkten. Die veränderten Verkehrsmengen sind in der Bewertung der Verkehrsqualität (vgl. hierzu Abschnitt 6.1 berücksichtigt. Detailuntersuchungen hierzu sind im Zuge der weiteren Planung zu erstellen.

- An signalisierten Knotenpunkten im Verlauf der oberirdischen Verlängerung der Stadtbahn, an denen durch die Stadtbahn Auswirkungen auf die verfügbaren Freigabezeiten für den Kfz-Verkehr entstehen, wurden Zeitzuschläge für alle Fahrbeziehungen aufgenommen.

Diese Anpassungen erfolgten für alle drei Varianten der Stadtbahnführung (oberirdische, unterirdische und kombinierte Variante), da die Auswirkungen auf das Straßennetz jeweils unterschiedlich sind.

Die modalen Verlagerungen von MIV zum ÖPNV wurde für die drei Varianten nach dem gleichen Berechnungsverfahren wie sie bei der standardisierten Bewertung angesetzt wird ermittelt. Zusätzlich zu den modalen Verlagerungen durch das bessere ÖPNV-Angebot (rd. 5.800 Personenfahrten/Werhtag) ergeben sich zusätzliche rd. 400 Personenfahrten/Werhtag in Variante 1, die aufgrund der Einschränkungen im Kfz-Verkehr vom MIV zum ÖPNV verlagert werden. Dieser Wirkungsbeitrag ist demnach gering.

Die räumlichen Verlagerungswirkungen wurden mit dem im Modell hinterlegten Umlenungsverfahren berechnet.

Die resultierenden Auswirkungen auf die Kfz-Verkehrsstärken im Umfeld der geplanten Stadtbahnverlängerung sind in der Anlage 4.3 – 4.7 dargestellt. Folgende Ergebnisse sind festzuhalten:

#### Variante 1

Diese Variante führt aufgrund der durchgehend oberirdischen Führung der Stadtbahn und die damit verbundenen Eingriffe im Straßenraum zu den stärksten Auswirkungen auf den Kfz-Verkehr.

Entlang des Gürtels nehmen die Kfz-Verkehrsbelastungen durchgehend ab. Die stärksten Abnahmen treten mit rd. 5.900 Kfz/24h bzw. - 25% im Vergleich zum Ohnefall im Bereich des Raderthalgürtels auf. Östlich und westlich hiervon werden die Belastungsabnahmen weniger ausgeprägt, am beiden Ende der Stadtbahnverlängerung beträgt die Abnahme rd. 1.100 Kfz/24h bis 1.700 Kfz/24h (ca. - 5% bis -15%).

Räumliche Verlagerungen sind insbesondere für Parallelstrecken zum Gürtel zu erwarten. Die Kfz-Verkehrsstärken nehmen auf A4, B51, Kendenicher Straße und Markusstraße sowie im Bereich des Bischofswegs und am Vorgebirgstor zu. In Nord-Süd-Ausrichtung sind Belastungszunahmen für die Luxemburger Straße (B265) und das Gustav-Heinemann-Ufer (B51) zu erwarten.

Bis auf die Zunahmen im Verlauf der Kendenicher Straße und weniger stark ausgeprägt im Verlauf der Markusstraße sind die Zunahmen im Vergleich zur Vorbelastung im Kfz-Verkehr gering. Diese Verlagerungswirkungen werden als unproblematisch gewertet.

Für die Achse Kendenicher Straße - Markusstraße sind bei der weiteren Planung geeignete Maßnahmen zur Unterbindung von Kfz-Durchgangsverkehren zu prüfen.

### Variante 3

Das Belastungsbild ist hier sehr ähnlich wie in der Variante 1. Lediglich im unterirdisch geführten Abschnitt sind die räumliche Verlagerungswirkungen im Bereich des Gürtels etwas weniger stark ausgeprägt, da hier die Kapazität entlang des Gürtels gegenüber dem Ohnefall nicht maßgebend verändert wird.

Die Bewertung der Kfz-Verlagerungswirkung für die Variante 1 kann auf die Variante 3 analog übertragen werden.

### Variante 5

In der Variante 5 (unterirdische Führung) sind nur geringe Veränderungen der Kfz-Belastungen im Straßennetz gegenüber dem Ohnefall festzuhalten. Lediglich im Bereich des Knotenpunkts Klettenberggürtel / Luxemburger Str. sind maßgebende, aber kleinräumige Veränderungen erkennbar, die auf die erforderlichen Anpassungen im Straßennetz zur Unterbringung des Rampenbauwerks zurückzuführen sind. Die Ergebnisse für die Variante 5 lassen darauf schließen, dass die Kfz-Belastungsveränderungen bei den Varianten 1 und 3 vor allem auf räumliche Verlagerungen infolge von Eingriffen im bestehenden Straßennetz zurückzuführen sind. Modale Verlagerungen haben einen geringeren Anteil.

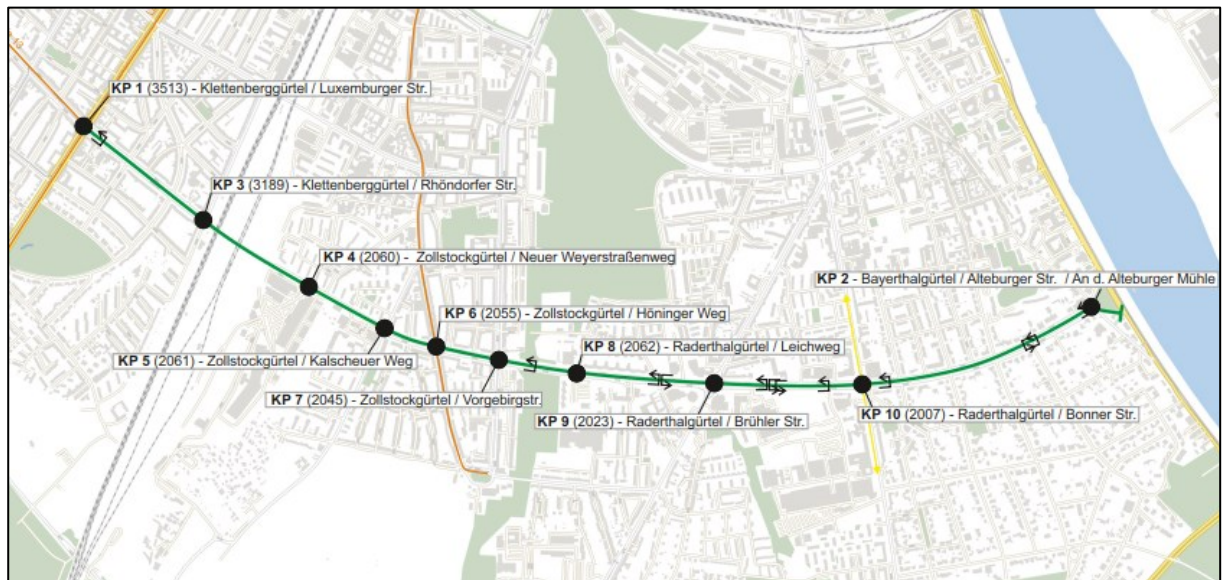
## 6 VERKEHRLICHE MACHBARKEIT – MIV

### 6.1 Qualität der Verkehrsabwicklung

#### 6.1.1 Methodik und Grundlagen

Die Verlängerung der Stadtbahn ist insbesondere bei der oberirdischen Führung mit Eingriffen in den bestehenden Verkehrsraum verbunden. Gleichzeitig soll auch die Situation für den Rad- und Fußverkehr dort, wo heute die Regelanforderungen nicht eingehalten werden, verbessert werden. An den Knotenpunkten ist die Stadtbahn bei oberirdischer Führung priorisiert in die Signalisierung aufzunehmen.

Im Rahmen der vorliegenden Machbarkeitsstudie wird für zehn ausgewählte maßgebende Knotenpunkte die Auswirkung der Stadtbahnverlängerung auf die Qualität der Verkehrsabwicklung überschlägig untersucht. Die Festlegung der Knotenpunkte erfolgte unter Berücksichtigung des erforderlichen Eingriffs in der Bestandsanlage und die Bedeutung für die Verkehrsabwicklung. Die untersuchten Knotenpunkte sind in **Abbildung 31** dargestellt.



**Abbildung 31:** Übersicht der Knotenpunkte für die Bewertung der Qualität der Verkehrsabwicklung

Für jeden Knotenpunkt werden die voraussichtlichen Auswirkungen auf:

- die Knotenpunktgeometrie auf der Grundlage von Planskizzen (vgl. Anlage 16) und
- die Veränderungen im Verkehrsaufkommen auf der Grundlage von makroskopischen Modellrechnungen (vgl. Abschnitt 5.2.5)

bewertet.

Die Überprüfung der Qualität der Verkehrsabwicklung erfolgt auf der Grundlage von Berechnungen nach dem Handbuch für die Bemessung von Verkehrsanlagen (HBS 2015). Hierzu werden für die signalisierten Knotenpunkte, ausgehend von der aktuellen Signalisie-

rung, angepasste Signalprogramme entwickelt, die die künftige Situation mit Stadtbahn berücksichtigen. Berücksichtigt wird die Qualität für den Kfz-, Rad- und Fußverkehr sowie für den ÖPNV.

Die Betrachtungsebene entspricht die der Machbarkeitsstudie und stellt daher eine überschlägige Prüfung dar. Insbesondere komplexe Wechselwirkungen zwischen benachbarten Knotenpunkten, Auswirkungen von verkehrsabhängigen Steuerungs- und Koordinierungsansätzen sowie die signaltechnische Priorisierung des ÖPNV können derzeit nur bedingt und nur auf qualitative Ebene bewertet werden.

Zur besseren Einordnung der Auswirkungen wird die Bestandssituation ebenfalls bewertet. Die Ermittlung erfolgt jeweils für die vor- und nachmittägliche Spitzenstunde. Die aktuellen Signalprogramme wurden von der AG zur Verfügung gestellt. Für die Bewertung wurden die Festzeitprogramme für die Hauptverkehrszeiten sowie die ebenfalls zur Verfügung gestellten Knotenstrombelastungen aus Verkehrszählungen herangezogen. Für einzelne Knotenpunkte wurde bei Berücksichtigung der Festzeitprogramme eine unzureichende Qualität der Verkehrsabwicklung im Bestand festgestellt, die aber durch eine veränderte Verteilung der Freigabezeiten behoben werden konnte. Die unzureichende Qualität im Bestand kann darauf zurückzuführen sein, dass die Knotenpunkte im Regelbetrieb z. B. verkehrsabhängig gesteuert werden oder Koordinierungsrestriktionen unterliegen. Zur besseren Vergleichbarkeit sind für die Bestandsknoten daher neben den Qualitätsstufen nach Festzeitprogramm auch die Qualitätsstufen unter Berücksichtigung von Optimierungspotentialen bei isolierter Betrachtung der jeweiligen Knotenpunkte ermittelt worden.

Im Rahmen der Untersuchungstiefe werden zur Berücksichtigung der Auswirkung der Stadtbahn auf die Qualität der signalisierten Knotenpunkte zunächst Signalprogramme mit Stadtbahndurchfahrt erstellt. Ist die leistungsfähige Verkehrsabwicklung nicht gegeben, wird zusätzlich ein Signalprogramm ohne Stadtbahndurchfahrt erstellt, welches u. U. noch nach Fahrtrichtung differenziert wird (insgesamt sind demnach bis zu drei Signalprogramme pro Knotenpunkt möglich). Die Qualität der Verkehrsabwicklung wird dann als gewichteter Mittelwert unter Berücksichtigung des 10-Minuten-Taktfahrplans der Stadtbahn und die Umlaufzeiten der Signalprogramme abgeleitet. Z. B. bei einer Umlaufzeit von 70 s ergeben sich rd. 51 Umläufe je Stunde. Davon sind 12 Umläufe mit Stadtbahndurchfahrt (6 Durchfahrten / Richtung) und 39 Umläufe ohne Stadtbahndurchfahrt. Die Qualitätsstufe der einzelnen Zufahrten und Querungen ergibt sich aus dem gewichteten Mittelwert der Wartezeiten je Umlauf.

Die maßgebenden Spitzenstundenbelastungen wurden auf der Grundlage der makroskopischen Modellrechnungen und den vorliegenden Knotenstrombelastungen aus den zur Verfügung gestellten Verkehrserhebungen abgeleitet. Hierzu wurden die relativen Veränderungen der werktäglichen Kfz-Belastungen zwischen Bestand und jeweiligen Mitfall je Knotenstrom aus den passenden makroskopischen Modellrechnungen abgeleitet. Mit diesem Umrechnungsfaktor wurden die gezählten Knotenströme für die vor- und nachmittägliche Spitzenstunde auf die Mitfallsituation umgerechnet. Die so ermittelten maßgebenden Knotenstrombelastungen spiegeln demnach die allgemeinen Verkehrsentwicklungen im Großraum Köln und insbesondere die räumlichen und modalen Verlagerungswirkungen der Stadtbahnverlängerung wider.

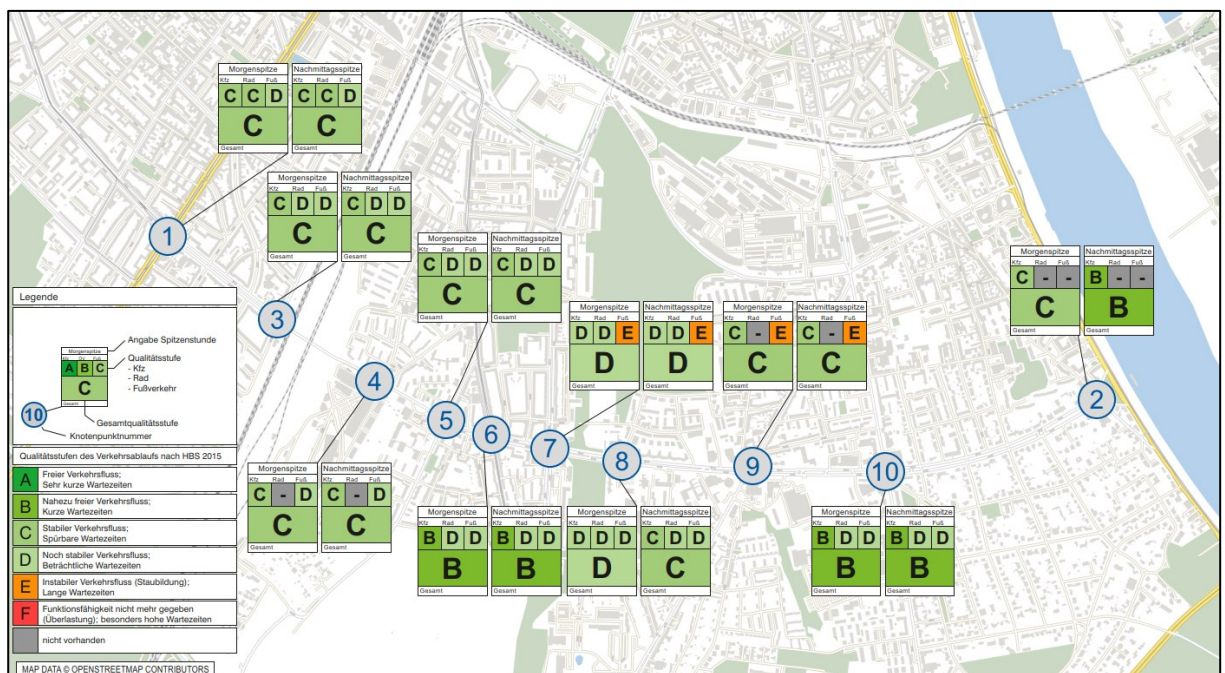


### 6.1.2 Verkehrsabwicklungsqualität Bestand

Die Grundlagen und Ergebnisse der Ermittlung der Verkehrsabwicklungsqualität im Bestand sind Anlage 4 zu entnehmen.

Auf der Grundlage der vorliegenden Festzeitprogramme ist bei sieben von zehn Knotenpunkten eine unzureichende Qualität der Verkehrsabwicklung für die Bestandssituation festzuhalten. Zusätzlich ist an einem Knotenpunkt eine unzureichende Qualität ausschließlich für den Fußverkehr vorhanden (vgl. Anlage 4)

Durch Optimierung der Freigabezeitenverteilung kann aber für alle Knotenpunkte eine ausreichende Qualitätsstufe für den Kfz- und Radverkehr nachgewiesen werden (isolierte Knotenpunkt Betrachtung). In der Regel ist die Qualitätsstufe für den Kfz-Verkehr C oder besser. Nur am Knotenpunkt Zollstockgürtel / Vorgebirgstraße (Querung östlicher Knotenpunktzufahrt) und Raderthalgürtel / Brühler Straße (signalisierter Fußgängerüberweg nördlich des Knotenpunkts) ist eine unzureichende Qualität im Fußverkehr gegeben. Die Qualität für den Kfz-Verkehr ist an diesen Knotenpunkten mit Qualitätsstufe D bzw. C rechnerisch noch ausreichend (vgl. **Abbildung 32**).



**Abbildung 32:** Qualität der Verkehrsabwicklung im Bestand (mit Optimierung der Freigabezeitenverteilung)

### 6.1.3 Verkehrsabwicklungsqualität Variante 1

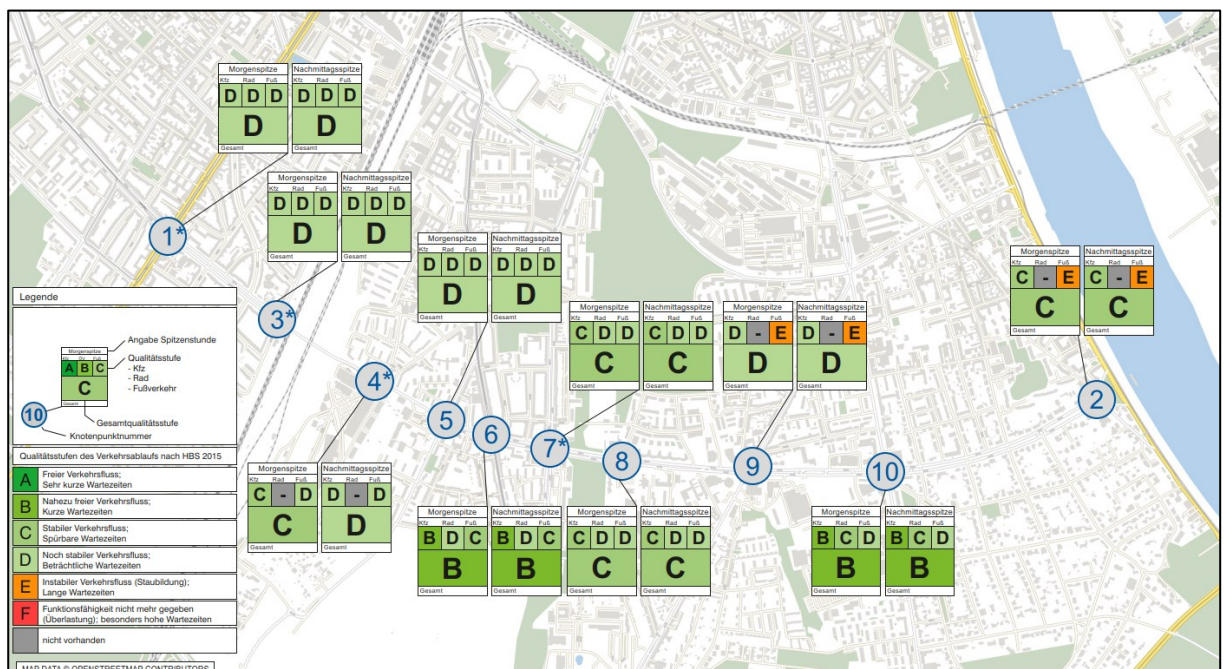
Die Grundlagen und Ergebnisse der Ermittlung der Verkehrsabwicklungsqualität für die Variante 1 sind Anlage 4 zu entnehmen.

Die Berechnungen bauen auf den anfänglichen Planungsskizzen für die Knotenpunkte auf (siehe hierzu auch Anlage 4). Es ist jedoch anzumerken, dass bereits nach überschlägiger Berechnung der Qualitätsstufe ersichtlich wurde, dass vier der zehn Knotenpunkte nach den anfänglichen Planungsskizzen nicht leistungsfähig sind. Die Knotenpunkte sind hinter der Knotenpunktnummer mit einem Anmerkungszeichen (\*) versehen (vgl. **Abbildung 33**). Die genaue Anpassung je Knotenpunkt ist ausführlich der Anlage 4 zu entnehmen.

**Abbildung 33** zeigt außerdem die Übersicht der Qualitätsstufen für die Variante 1. Erwartungsgemäß wird die Qualität der Verkehrsabwicklung durch die Verlängerung der Stadtbahn gegenüber dem Bestand verschlechtert. Bei entsprechender Anpassung der Knotenpunkte ist für alle Knotenpunkte eine ausreichende Qualität der Verkehrsabwicklung gegeben. Die verkehrliche Machbarkeit ist für diese Knotenpunkte daher voraussichtlich gegeben.

Für die Stadtbahn ergeben sich auf der Grundlage eines Festzeitprogramms Wartezeiten am Knotenpunkt, die rechnerisch als unzureichend einzustufen sind. Für die Praxis ist aber davon auszugehen, dass eine signaltechnische Priorisierung möglich sein wird, wodurch die Wartezeiten auf ein Minimum reduziert werden können.

Für die folgenden Knotenpunkte sind bei späteren Planungsschritten folgende Hinweise zu beachten, damit eine möglichst gute und ausreichende Qualität der Verkehrsabwicklung sichergestellt werden kann (Näheres siehe auch Anlage 4).



**Abbildung 33:** Qualität der Verkehrsabwicklung Variante 1

### **Knotenpunkt 1: Klettenberggürtel/ Luxemburger Str.:**

Bereits heute sind in Zusammenhang mit der Abwicklung des Stadtbahnverkehrs entlang der Luxemburger Straße Linksabbiegebeziehungen am Knotenpunkt teilweise untersagt. Diese Verkehrsbeziehungen werden über U-Turns im Sülzgürtel und Klettenberggürtel abgewickelt. Der U-Turn im Klettenberggürtel hat dadurch eine große Bedeutung für die Verkehrsabwicklungsqualität am Knotenpunkt.

Das Konzept sieht in der Knotenpunktausfahrt zum Klettenberggürtel das Zusammenlegen der heute auf eigenen Fahrstreifen geführten Verkehre in Geradeausrichtung und Richtung U-Turn vor. Des Weiteren soll die Stadtbahn ebenfalls im Mischverkehr geführt werden. Die Kfz-Verkehrsmengen lassen das an dieser Stelle aber nicht zu.

Damit eine ausreichende Qualität der Verkehrsabwicklung ohne Eingriff im Baumbestand erreicht werden kann, wird eine Führung der Stadtbahn im Mischverkehr lediglich mit der Geradeausrichtung bis zum Abzweig des U-Turns empfohlen. Es sind demnach zwei Fahrstreifen bis zum Abzweig des U-Turns nötig. Zur Vermeidung von Überstauungen ist eine Koordinierung des U-Turns im Klettenberggürtel mit dem Knotenpunkt Klettenberggürtel/ Luxemburger Str. vorzunehmen. Eine Rückstaudetektion wird - soweit noch nicht vorhanden – empfohlen.

Unter den genannten Voraussetzungen ist die Machbarkeit für diesen Knotenpunkt voraussichtlich gegeben.

### **Knotenpunkt 3: Klettenberggürtel/ Rhöndorfer Str.:**

Dieser Knotenpunkt ist aufgrund der räumlichen und funktionalen Rahmenbedingungen von allen Knotenpunkten am kritischsten zu bewerten. Zur Sicherstellung von ausreichenden Flächen für den Wochenmarkt und zum weitgehenden Erhalt des Baumbestands ist die geplante Haltestelle direkt westlich am Knotenpunkt verortet und im Mischverkehr geplant. Östlich des Knotenpunkts wird die Stadtbahn im Mischverkehr durch die bestehende Unterführung der Bahnanlagen geführt. Hierdurch entstehen starke Wechselwirkungen zwischen dem Stadtbahnbetrieb und der Abwicklung des restlichen Verkehrs. Die Lösung ist, wie dem Anhang 5 zu entnehmen ist, vor allem für die Fahrtrichtung Westen weder für den Kfz-Verkehr noch für die Stadtbahn ausreichend leistungsfähig.

Zur Sicherstellung einer ausreichenden Qualität der Verkehrsabwicklung ist zumindest in Fahrtrichtung Westen eine Vorbeifahrt von an der Haltestelle haltenden Stadtbahnen für den Kfz-Verkehr sicherzustellen. An gleicher Stelle ist dies voraussichtlich nur mit Eingriffen im Baumbestand möglich. Alternativ ist die Haltestelle in Richtung Westen zu verlegen, damit sie nicht mehr direkt an der Knotenpunktausfahrt liegt. Hierdurch würde aber die Flächenverfügbarkeit des Wochenmarkts reduziert werden<sup>5</sup>. Ferner ist in Fahrtrichtung Osten in der Zufahrt Klettenberggürtel ein (kurzer) Linksabbiegerstreifen vorzusehen. Hierdurch ist eine geringfügige Lageverschiebung der Haltestelle in Fahrtrichtung Westen erforderlich. Werden die genannten Anforderungen eingehalten, kann eine gerade noch ausreichende Qualitätsstufe erreicht werden.

Die Machbarkeit ist daher nur mit Einschränkung gegeben.

---

<sup>5</sup> Im Rahmen der Machbarkeitsuntersuchung konnten keine geeigneten Ersatzflächen für den Wochenmarkt identifiziert werden, so dass der Erhalt des Wochenmarktes angenommen wird.



**Knotenpunkt 4: Zollstockgürtel/ Neuer Weyerstraßenweg:**

Zur Sicherstellung einer ausreichenden Qualität der Verkehrsabwicklung ist an diesem Knotenpunkt ein gesonderter Linksabbiegestreifen in Fahrtrichtung Westen vorzusehen. Dies ist voraussichtlich im vorhandenen Querschnitt darstellbar.

Die Machbarkeit ist daher gegeben.

**Knotenpunkt 5: Zollstockgürtel/ Kalscheurer Weg**

Am Knotenpunkt Zollstockgürtel/ Kalscheurer Weg ist bei Betrachtung der anfänglichen Planung der Linkseinbieger aus der Zufahrt Kalscheurer Weg in Fahrtrichtung Norden in der nachmittäglichen Hauptverkehrszeit überlastet (Qualitätsstufe E). Bei Erlaubnis des Linksabbiegens auf beiden Fahrstreifen kann eine gerade noch ausreichende Qualitätsstufe erreicht werden. Problematisch wird hierbei die Rückstaulänge in der nachmittäglichen Hauptverkehrszeit (Überstauung der Einmündung zur Brüggener Straße in mehreren Umläufen / Stunde). Allerdings wird aufgrund der nachgeordneten Bedeutung dieser Straße diese Situation als vertretbar angesehen. Die Machbarkeit ist hierdurch nicht grundsätzlich in Frage gestellt.

Eine weitere Möglichkeit ist z.B. zwei Linksabbiegerstreifen in Verbindung mit einer zweistreifigen Knotenpunktausfahrt des Zollstockgürtels in Fahrtrichtung Westen vorzusehen.

**Knotenpunkt 6 Zollstockgürtel/ Höninger Weg:**

Machbarkeit gegeben.

**Knotenpunkt 7 Zollstockgürtel/ Vorgebirgstr.:**

Machbarkeit unter Voraussetzung von zwei Fahrstreifen in der Knotenzufahrt und -ausfahrt Zollstockgürtel in Fahrtrichtung Westen gegeben.

**Knoten 8 Raderthalgürtel/ Leichweg:**

Machbarkeit gegeben.

**Knoten 9: Raderthalgürtel/ Brühler Str.:**

An diesem Knotenpunkt muss darauf geachtet werden, dass der Knotenpunkt und der nördlich davon liegende signalisierte Fußgängerüberweg koordiniert werden, da sich ansonsten zu hohe Rückstaulängen einstellen.

Die Freigabezeit für besagten Fußgängerüberweg führt zu einer unzureichenden Qualitätsstufe für zu Fuß Gehende. Die leistungsfähige Abwicklung kann in der Praxis voraussichtlich gewährleistet werden.

Machbarkeit voraussichtlich gegeben.

**Knoten 10: Raderthalgürtel/ Bonner Str.:**

Für diesen Knotenpunkt wurde berücksichtigt, dass künftig zusätzlich in Nord-Süd-Richtung eine neue Stadtbahnlinie entlang der Bonner Straße verlaufen wird.

Die Machbarkeit ist gegeben.

**Knoten 2: Bayenthalgürtel/ Alteburger Str.:**

Am Knotenpunkt Bayenthalgürtel/ Alteburger Str. wird die Stadtbahn künftig ihre Endhaltestelle haben.

Eine mögliche Variante für die Abwicklung der Wendefahrten ist ein Ausziehgleis über den Knotenpunkt hinweg. Bei Wendefahrten ist in diesem Fall der Knotenpunkt signaltechnisch abzusichern. Die Machbarkeit dieser Lösung wurde daher hier untersucht. Weitere Lösungen sind im Abschnitt 4.2.5 beschrieben.

Die signaltechnische Absicherung von Wendefahrten wird voraussichtlich über eine Bedarfssignalisierung erfolgen können. An dieser Stelle erfolgt die Prüfung vereinfachend für eine Vollsignalisierung des Knotenpunkts (sichere Seite).

Die Machbarkeit ist grundsätzlich gegeben. Für den Fußgängerverkehr ergeben sich teilweise rechnerisch zu langen Wartezeiten. Die Abwicklung des Fußgängerverkehrs kann aber auch bei dieser Variante in der Praxis voraussichtlich so organisiert werden, dass eine ausreichende Qualität der Verkehrsabwicklung für den Fußgängerverkehr sichergestellt werden kann.

#### 6.1.4 Verkehrsabwicklungsqualität Variante 3 und 5

Die Verkehrsabwicklungsqualität unterscheidet sich bei der Variante 3 im Vergleich zu Variante 1 im Wesentlichen bei den Knotenpunkten 1 Klettenberggürtel/ Luxemburger Str. und Knotenpunkt 3 Klettenberggürtel/ Rhöndorfer Straße.

Am Knotenpunkt 1 führt das Rampenbauwerk zum Wegfall des U-Turns am Sülzgürtel. Hierdurch entstehen kleinräumige Verlagerungswirkungen, die aber voraussichtlich keine maßgebenden Auswirkungen für die Qualität der Verkehrsabwicklung am Knotenpunkt haben werden.

Am Knotenpunkt 3 Klettenberggürtel/ Rhöndorfer Straße verläuft die Stadtbahn im Gegensatz zur Variante 1 unterirdisch. Dieser Knotenpunkt ist im Endzustand daher in dieser Variante unproblematisch.

Die Verkehrsabwicklungsqualität bei der Variante 5 entspricht - bis auf den Knotenpunkt 1, für den das gleiche gilt wie bei der Variante 3 – im Wesentlichen dem Ohnefall. Die Variante 5 hat daher die geringsten Auswirkungen auf die Qualität der Verkehrsabwicklung.

#### 6.1.5 Fazit

Eine ausreichende Qualität der Verkehrsabwicklung kann bei allen drei der untersuchten Varianten hergestellt werden. Die Machbarkeit ist in dieser Hinsicht also für die drei Varianten gegeben.

Erwartungsgemäß sind die größten Auswirkungen für die oberirdisch geführte Variante 1 zu erwarten, für die Anpassungen gegenüber dem ursprünglichen Konzept empfohlen werden. Diese Anpassungen lassen sich nach derzeitigem Kenntnisstand aber umsetzen. Kritisch bei der Variante 1 ist der Knotenpunkt 3 Klettenberggürtel/ Rhöndorfer Straße. Hier sind für eine ausreichende Qualität sowohl des Stadtbahnverkehrs als auch des Kfz-Verkehrs voraussichtlich zusätzliche Eingriffe in den Baumbestand oder in die Flächen des Wochenmarkts erforderlich.



## 7 KOSTENANNAHME

Die Grundlage für die Kostenannahme bilden die für die drei untersuchten Varianten in den Lageplänen dargestellten Trassenführungen mit den zugehörigen Querschnitten in den einzelnen Abschnitten. Für jeden Streckenabschnitt wurden die Kosten querschnittbezogen ermittelt und dann über die Abschnittslänge hochgerechnet. Dabei sind folgende Kostengruppen berücksichtigt worden:

### **Tiefbau**

- Herstellungskosten für Gehweg, Radfahrstreifen, Parkflächen, Grünflächen, Bäume, Fahrbahn, Gleistrasse (Mischverkehr oder Rasengleis).
- Haltestellen mit Bahnsteig und Haltestellenausstattung
- Ausstattung mit wegweisender und verkehrsregelnder Beschilderung
- Rückbau / Abbruch von oberirdischen Verkehrsanlagen

### **Technische Ausrüstung**

- Verkehrstechnik für Neubau bzw. Anpassung von Lichtsignalanlagen
- Öffentliche Beleuchtung,
- Bahntechnische Ausstattung mit Weichen, kommunikationstechnische Verkabelung auf der Strecke und der Haltestellen, Netzwerktechnik, Fahrgastinformationssysteme an den Haltestellen, Fernwirktechnik, Unterwerke, Bahnstromversorgung, Fahrleitungsanlagen, Streckeneinspeisung

### **Leitungsumlegung**

- Umlegung Versorgungsleitungen und Entwässerungseinrichtungen

### **Bauwerke**

- Unterirdische Bahnhöfe mit Aufzug, Treppenabgängen, Rohbau und Ausbau, Wiederherstellung der Oberfläche, Aushub und Verfüllen
- Tunnelrampen mit Aushub, Verbau, Wänden und Boden
- Tunnelabschnitte mit Rohbau und Ausbau (einschl. Tunnelbohrmaschine)

### **Weitere Kosten**

- Provisorien, bauzeitliche Verkehrsführung, Risikobewertung
- Planungskosten

Die nachstehende Tabelle zeigt die Kostenannahme für die betrachteten Varianten.

Kennwert	Mitfall V1 „oberirdisch“	Mitfall V3 „kombiniert“	Mitfall V5 „unterirdisch“
<b>Investitionskosten</b>	<b>88,78</b>	<b>472,36</b>	<b>1.184,30</b>
davon oberirdisch	45,20	35,52	7,27
davon Tunnel (einschl. Gleise)	-	121,21	346,2
davon oberirdische Haltestellen	2,32	1,74	-
davon unterirdische Haltestellen	-	219,18	667,48
davon technische Ausstattung	19,78	18,93	14,5
davon Bäume	1,18	1,11	0,9
davon Leitungen	1,42	1,40	2,51
davon Sonstiges (bauzeitliche Verkehrsführung, Risiken u.a.)	18,88	73,27	145,43
<b>Planungskosten</b>	<b>8,88</b>	<b>47,24</b>	<b>118,43</b>
<b>Gesamtkosten</b>	<b>97,66</b>	<b>519,60</b>	<b>1.302,73</b>

**Tabelle 5:** Kostenzusammenstellung nach Varianten

## 8 NUTZEN-KOSTEN-ERMITTLUNG

### 8.1 Vorgehensweise

Die "Standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen des öffentlichen Personennahverkehrs" ist ein Verfahren zur gesamtwirtschaftlichen Nutzen-Kosten-Untersuchung (NKU) von Projekten im Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV). Sie dient dem Bundesministerium für Digitales und Verkehr und den Verkehrsministerien der Länder als einheitliche Entscheidungsgrundlage für den Einsatz öffentlicher Investitionsmittel nach dem Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz (GVFG) für Investitionsvorhaben bzw. dem Gesetz zur Entflechtung von Gemeinschaftsaufgaben und Finanzhilfen (Entflechtungsgesetz - EntflechtG). In § 6 des Gesetzes über die Grundsätze des Haushaltsrechts des Bundes und der Länder (HGrG) und in § 7 der Bundeshaushaltsordnung (BHO) wird für Vorhaben mit einer erheblichen finanziellen Bedeutung die Durchführung einer NKU verlangt. Beim Bau oder Ausbau von Schienenwegen gemäß § 2 Abs. 1 Nr. 2 GVFG hat eine Standardisierte Bewertung zu erfolgen, sofern die zuwendungsfähigen Kosten 30 Mio. € übersteigen. Für die Beurteilung von Vorhaben bei einem Investitionsvolumen von 10 bis 30 Mio. € wird die Anwendung als Entscheidungshilfe empfohlen. Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse von NKU's erfordert die Anwendung eines einheitlichen Bewertungsverfahrens mit einer weitgehenden Standardisierung. Nach dem Mitfall-/Ohnefall-Prinzip werden Veränderungen ermittelt, die durch die Umsetzung des geplanten Investitionsvorhabens (Mitfall) gegenüber dem voraussichtlichen Zustand ohne Investitionsvorhaben (Ohnefall) eintreten werden. Das Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV) entscheidet über die Förderfähigkeit der Maßnahme. Dieser Indikator muss dafür größer als 1 sein. Die Version 2016+ des Verfahrens hat im Juli 2022 die Version 2016 abgelöst und ist an neue Vorgaben und Ansätze angepasst.

Im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie wurde keine vollumfängliche Standardisierte Bewertung durchgeführt. An gewissen Stellen mussten bei einer Prüfung der Förderfähigkeit weitere Details mit in die Berechnungen aufgenommen werden. Die Ermittlung dieser Details erfordert aber eine größere Planungstiefe, die im Rahmen einer Machbarkeitsstudie nicht erreicht wird. Die nachfolgend dargestellten Ergebnisse geben jedoch sehr gut wieder, wie sich die Ergebnisse bei einer vollumfänglichen Berechnung darstellen würden.

Als Prognosehorizont für den Ohne- und Mitfall wurde das Jahr 2030 angesetzt. Gemeinsam mit der AG wurden Betriebskonzepte für die beiden Fälle erarbeitet. Diese lieferten die Grundlage für die Betriebskostenermittlung gemäß Standardisierter Bewertung. Details zum Angebot sind Kapitel 8.2 zu entnehmen. Die betrieblichen Kenndaten stellten zudem auch die Basis für die Eingaben in das Verkehrsmodell dar. Das Vorgehen zur Ermittlung der Verkehrsnachfrage wurde bereits in Kapitel 5 erläutert. Welchen Einfluss die Nachfragewerte auf das Ergebnis der NKU haben, wird in Kapitel 8.3 aufgezeigt.

Ein weiterer Baustein für die Berechnung des NKV liefern die Investitionskosten. Diese sind für die 3 final untersuchten Varianten abgeschätzt worden (Abschnitt 7). Dabei wurde ausschließlich der linksrheinische Teil betrachtet. Insofern bezieht sich die Nutzen-Kosten-Ermittlung auch immer nur auf den linksrheinischen Teil.

In der Anlage 15 sind alle verwendeten Eingangsgrößen, Berechnungsschritte und Ergebnisse dokumentiert.

## 8.2 Angebotsbeschreibung

Alle drei Varianten weisen denselben Verlauf auf und unterscheiden sich nur in den jeweiligen Infrastrukturkosten. Die Angebotskonzepte sind im Abschnitt 5.2.3 beschrieben.

## 8.3 Nutzen-Kosten-Indikatoren

Die Teilindikatoren, welche zur Berechnung der Nutzen-Kosten-Indikatoren benötigt werden, sind im Folgenden detailliert aufgeführt. Die verschiedenen Varianten unterscheiden sich in der Berechnung der NKI lediglich bei den Investitionskosten. Diese werden detailliert in Kapitel 8.3.5 je Variante beschrieben. Bei allen anderen Indikatoren wird aus Gründen der Übersichtlichkeit lediglich ein Indikatorwert dargestellt, der für alle drei Varianten gilt.

Für die Untersuchung wurden zur Vereinfachung nur die Kosten angepasst, da beispielsweise etwaige Fahrzeitvorteile bei unterirdischen Streckenabschnitten durch längere Zeiten bei den Zu- und Abgangswegen der Fußgänger in etwa ausgeglichen werden. In Abstimmung mit der AG wurde entschieden, für keine Varianten-spezifische Nachfrageberechnungen durchzuführen.

### 8.3.1 Saldo Fahrgastnutzen

Widerstands- und Verkehrsnachfragematrizen bilden die Basis für die Änderung des Fahrgastnutzes zwischen Mit- und Ohnefall. Maßgebende Fahrten sind dabei Fahrten, die im Ohnefall sowie im Mitfall mit dem ÖPNV durchgeführt werden. Zusätzlich zählen die Hälfte der Fahrten des Mehrverkehrs. Besonders ist, dass sich der Widerstand bei den Fahrten der Schüler erhöht. Jedoch ist eine Verringerung des Widerstandes bei den Erwachsenen um etwa 3.000 Stunden/Werktag maßgebend. Es ergibt sich eine deutliche Senkung des Widerstandes im Mitfall. Der Widerstand sinkt im Vergleich zum Ohnefall um etwa 787.600 Stunden pro Jahr. Dieser Wert wird im weiteren Verlauf gemäß Verfahrensanleitung mit einem Nutzen von 6,60 €/Stunde bewertet. Entsprechend ergibt sich eine monetäre Bewertung von 5,198 Millionen €/Jahr.

Klasse der Einzelwiderstands- standsdifferenz ÖPNV	Widerstandsdifferenz maßgebender ÖPNV-Fahrten		
	Erwachsene	Schüler	Gesamt
[Minuten]	[Stunden/Werktag]	[Stunden/ Werktag]	[1.000 Stunden/Jahr]
(1)	(7)	(8)	(9)
<b>Summe</b>	<b>- 2.996</b>	444	<b>- 787,6</b>
≥ 20	69	15	
10 bis < 20	531	400	
5 bis < 10	662	167	
2 bis < 5	797	107	
0 bis < 2	593	61	
0 bis > -2	- 760	- 84	
-2 bis > -5	- 989	- 80	
-5 bis > -10	- 1.219	- 65	
-10 bis > -20	- 1.410	- 64	
≤ -20	- 1.269	- 13	

**Tabelle 6:** Widerstandsdifferenzen maßgebender ÖPNV-Fahrten

### 8.3.2 Saldo ÖPNV-Fahrgeld

Durch die Maßnahme erzeugter Mehrverkehr generiert zusätzliche Fahrgasterlöse und stellt einen zusätzlichen Nutzen dar. Dieser Nutzen wird durch die Beförderungsleistungsänderung durch Mehrverkehr bzw. Minderverkehr im ÖPNV ermittelt. Insgesamt erhöht sich die Beförderungsleistung aufgrund von Mehrverkehr um ca. 11,7 Millionen Personenkilometer pro Jahr. Dieser Wert wird gemäß Verfahrensanleitung mit einem kilometer-abhängigen ÖV-Fahrgeld von 0,13 €/Pkm bewertet. Entsprechend ergibt sich eine monetäre Bewertung von 1,5 Millionen €/Jahr.



Summe	Beförderungsleistungsänderung aufgrund Mehr-/Minderverkehr ÖPNV	
	Erwachsene	Erwachsene
[Minuten]	[Pkm/Werktag]	[1.000 Pkm/Jahr]
(1)	(12)	(13)
<b>Summe</b>	<b>38.848</b>	<b>11.654</b>
≥ 20	- 1.326	
10 bis < 20	- 7.267	
5 bis < 10	- 7.100	
2 bis < 5	- 6.665	
0 bis < 2	- 4.125	
0 bis > -2	9.689	
-2 bis > -5	12.993	
-5 bis > -10	13.460	
-10 bis > -20	16.646	
≤ -20	12.543	

**Tabelle 7:** Beförderungsleistungsänderung aufgrund Mehr-/Minderverkehr ÖPNV

### 8.3.3 Umweltfolgen MIV

Der Saldo der MIV-Verkehrsleistungen zwischen Mit- und Ohnefall definiert die Änderungen der Umweltfolgen. Die Umrechnung in eingesparte Pkw-Betriebsleistungen erfolgt unter Ansatz eines Pkw-Besetzungsgrades von 1,3. Für den fakultativen Teilindikator „Primärenergieverbrauch“ wird hier der Wert automatisiert ermittelt. Die Pkw-Fahrleistung sinkt um etwa 6,3 Mio. Pkw-km pro Jahr. Entsprechend deutlich fallen die Einsparungen von Treibhausgasen und Schadstoffen aus. Da insgesamt weniger Energie verbraucht wird, sinkt auch der Primärenergieverbrauch.

Fall	Einheit	Saldo Mitfall-Ohnefall
<b>MIV-Verkehrsleistung</b>	[Personen-km/Werktag]	- 27.315,0
<b>Pkw-Fahrleistung</b>	[1.000 Pkw-km /Jahr]	- 6.303,5
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen MIV - Pkw-Betrieb</b>	[t/Jahr]	- 800,5
<b>THG-Emissionen MIV - Pkw-Herstellung</b>	[t/Jahr]	- 258,4
<b>Schadstoffemissionskosten MIV</b>	[T€/Jahr]	- 25,2
<b>Primärenergieverbrauch MIV</b>	[GJ/Jahr]	- 11.346,3

**Tabelle 8:** Umweltfolgen

#### 8.3.4 Saldo der ÖPNV-Betriebskosten

Die Kostenermittlung basiert auf den hinterlegten Linienkonzepten und Fahrzeugdaten. Dabei sind alle Linien hinterlegt, welche zwischen Mit- und Ohnefall vorhabenbedingt eine Änderung erfahren. Für alle drei Varianten sind diese identisch hinterlegt.

Für den Betrieb der Fahrzeuge (Stadtbahn + Elektrobusse) werden sowohl im Mit- als auch im Ohnefall regenerative Energiequellen genutzt. Die Ermittlung der Umlaufzeiten wurde nach dem im Verfahren vorgegebenen Ablauf durchgeführt. Ferner wird eine übliche Fahrzeugreserve von 10 % angesetzt.

Die Fahrzeugkosten steigen im Mitfall, da die Busse im Ohnefall im Mitfall durch Straßenbahnen im ähnlichen Maße ersetzt werden müssen. In der HVZ werden 4 Straßenbahnen mehr benötigt, dafür können 3 Busse eingespart werden. Straßenbahnen sind pro Stück mit etwa 2,8 Millionen € Anschaffungskosten (Preisstand 2016) deutlich teurer als Busse mit 0,5-0,7 Millionen € pro Stück (Preisstand 2016). Der Kapitalsdienst erhöht sich entsprechend um etwa 193.000 € pro Jahr.

Die Unterhaltungskosten der Fahrzeuge erhöhen sich um etwa 276.000 € pro Jahr. Die Energiekosten erhöhen sich um etwa 99.000 € pro Jahr. Die Personalkosten hingegen sinken um ca. 839.000 € pro Jahr, da der Linienverlauf der Buslinien 130 und 134 sowie die Anzahl der Fahrten der Linie 134 eingekürzt wurden. Insgesamt verringern sich die Betriebskosten des ÖPNV um etwa 270.000 € pro Jahr.

	Einheit	Mitfall	Ohnefall	Saldo Mitfall-Ohnefall
<b>Fahrzeugkosten</b>	[T€/Jahr]	5.984,6	5.515,0	469,5
<b>Kapitalsdienst Fahrzeuge</b>	[T€/Jahr]	3.199,1	3.005,7	193,4
<b>Unterhaltungskosten Fahrzeuge</b>	[T€/Jahr]	2.785,5	2.509,3	276,1
zeitabhängige Unterhaltungskosten Fahrzeuge	[T€/Jahr]	656,0	608,4	47,7
laufleistungsabhängige Unterhaltungskosten Fahrzeuge	[T€/Jahr]	2.129,4	1.901,0	228,5
<b>Energiekosten ÖPNV</b>	[T€/Jahr]	1.465,0	1.365,8	99,2
<b>Personalkosten ÖPNV</b>	[T€/Jahr]	3.611,6	4.450,5	-838,9
<b>Summe Betriebskosten ÖPNV</b>	[T€/Jahr]	11061,2	11331,4	-270,1

**Tabelle 9:** Betriebskosten ÖPNV

#### 8.3.5 Investitionen, Kapitalsdienst und Unterhaltungskosten für die ortsfeste Infrastruktur

Die Investitionskosten wurden zum Preisstand des Jahres 2022 ermittelt. Der Aufzinsungsfaktor für die Kapitalbindung während der angesetzten Bauzeit von 5 Jahren ist nach Vor-

gabe des Verfahrens auf 1,0346 gesetzt. Um die Investitionen auf den maßgeblichen Preisstand 2016 zu beziehen, werden entsprechende Indizes des Statistischen Bundesamts herangezogen. Es wurde der Mittelwert der Indizes aus dem 4. Quartal des Jahres 2021 sowie aus den Quartalen 1, 2 und 3 des Jahres 2022 als Grundlage verwendet.

Die Investitionskosten der untersuchten Varianten unterscheiden sich inkl. 10% Planungskosten im Mitfall deutlich. Die komplett oberirdisch geführte Variante 1 ist mit knapp 98 Millionen € auf dem Preisstand 2022 die kostengünstigste. Variante 3, die sowohl einen oberirdischen als auch unterirdischen Abschnitt hat, ist mit knapp 520 Millionen € deutlich teurer. Die vollständig untertunnelte Variante 5 ist jedoch mit etwa 1,3 Milliarden € mehr als doppelt so teuer wie Variante 3. Gemäß der Verfahrensanleitung ergeben sich entsprechend die Kapitaldienste. Die Unterhaltungskosten gehen in die Berechnung des NKV ein.

Investitionskosten	Mitfall V1	Mitfall V3	Mitfall V5
Summe Investitionen inkl. 10% Planungskosten (Preisstand)	98 Millionen € (2022)	520 Millionen € (2022)	1,3 Milliarden € (2022)
Summe Investitionen Preisstand 2016	74 Millionen €	370 Millionen €	917 Millionen €
Kapitaldienst Preisstand 2016	2,85 Millionen €	10,02 Millionen €	23,23 Millionen €
Unterhaltungskosten Preisstand 2016	0,78 Millionen €	2,17 Millionen €	4,73 Millionen €

**Tabelle 10:** Investitionskosten

### 8.3.6 Saldo der Unfallfolgen

Die Salden der Betriebsleistungen von Pkw, Bussen und Schienenfahrzeugen werden mit einer spezifischen Unfallkostenrate bewertet. Insgesamt zeigt sich eine deutliche Verringerung der Unfallfolgekosten um ca. 341.800 € pro Jahr. Diese Verringerung ist hauptsächlich auf eine im Mitfall deutlich geringere Betriebsleistung des MIV im Vergleich zum Ohnefall zurückzuführen.

Unfallfolgekosten	Saldo Betriebsleistung [1.000 Fahrzeug-km/Jahr]	Saldo Unfallkosten [T€/Jahr]
<b>MIV</b>	- 6.303,5	- 535,8
<b>ÖSPV-Schiene</b>	297,6	301,1
<b>ÖSPV-Bus</b>	- 503,1	- 107,2
<b>Summe</b>		- 341,8

**Tabelle 11:** Unfallfolgekosten

### 8.3.7 Saldo der Umweltfolgen

Die Umweltfolgen verschiedener Bereiche werden getrennt nach den Verkehrsmitteln MIV und ÖPNV ermittelt.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Betriebs sinken im Saldo deutlich um 785,7 t CO<sub>2</sub>/Jahr. Die Betriebs-Emissionen des ÖPNV steigen geringfügig (14,9 t CO<sub>2</sub>/Jahr). Die Einsparungen der Emissionen des MIV sind aber deutlich größer (-800,5 t CO<sub>2</sub>/Jahr).

Die Fahrzeugherstellungs-Emissionen sinken beim MIV sowie beim ÖPNV deutlich. Entsprechend verringern sich diese Emissionen insgesamt um 310,9 t CO<sub>2</sub>/Jahr. Im ÖPNV sinkt der Wert, obwohl im Mitfall mehr Straßenbahnfahrzeuge zum Einsatz kommen. Der Rückgang resultiert aus der deutlichen Einsparung von Elektrobussen, bei deren Herstellung ein hoher Wert an CO<sub>2</sub> pro Fahrzeug verbraucht wird.

Für die Errichtung der Infrastruktur des schienengebundenen ÖPNV werden Emissionen freigesetzt. Diese Emissionen werden im Verfahren grundsätzlich berücksichtigt. Es sei denn, es werden Bestandsanlagen ersetzt. Diese CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Infrastrukturherstellung wurden in dieser Untersuchung noch nicht mitberücksichtigt. Die Ermittlung erfordert eine detaillierte Massenermittlung der beim Bau verwendeten Materialien. Grundsätzlich kommen bei allen Varianten Emissionen in Zusammenhang mit der Infrastrukturherstellung hinzu. Bei Variante 1 fallen diese am geringsten aus. Je mehr Strecke unter der Erde gebaut wird, desto höher fallen die Emissionswerte aus und desto stärker geht der Nutzen herunter. Entscheidender Treiber ist hierbei der erforderliche Beton beim Bau des Tunnels.

Insgesamt sinken die Treibhausgas-Emissionen ohne Berücksichtigung der Emissionen für die Errichtung der Infrastruktur deutlich um 1.096,6 t CO<sub>2</sub> pro Jahr. Diese werden gemäß Verfahrensanleitung mit 670 € pro eingesparter Tonne CO<sub>2</sub> monetarisiert. Entsprechend ergibt sich die positive monetäre Bewertung von 734.700 € pro Jahr. Dieser Wert wird bei Berücksichtigung der Emissionen für die Errichtung der Infrastruktur sinken – bei Variante 1 am wenigsten und bei Variante 5 am meisten. Der Saldo der Schadstoffemissionskosten geht mit zusätzlichen 24.900 € Nutzen pro Jahr mit ein.

Verkehrsmittel	Einheit	MIV	ÖPNV	Summe
Saldo CO <sub>2</sub> -Emissionen Betrieb	[t CO <sub>2</sub> /Jahr]	-800,5	14,9	-785,7
Saldo CO <sub>2</sub> -Emissionen Fahrzeugherstellung	[t CO <sub>2</sub> /Jahr]	-258,4	-52,5	-310,9
Saldo CO <sub>2</sub> -Emissionen Infrastrukturherstellung	[t CO <sub>2</sub> /Jahr]		-	-
Saldo CO <sub>2</sub> -Emissionen gesamt	[t CO <sub>2</sub> /Jahr]	-1.059,0	-37,6	-1.096,6
Saldo Emissionskosten Schadstoffe	[T€/Jahr]	-25,2	0,4	-24,9

**Tabelle 12:** Umweltfolgen

### 8.4 Fakultativen Indikatoren

Neben den bisher beschriebenen zwingend einzurechnenden Indikatoren bietet die neue Version 2016+ der Standardisierten Bewertung durch weitere fakultative Indikatoren die

Möglichkeit, den Nutzen einer Untersuchung positiv zu beeinflussen. Hierfür sind stets gewisse Voraussetzungen erforderlich. In den weiteren Kapiteln wird auf diese fakultativen Indikatoren und ihren Einfluss auf die Maßnahme der Verlängerung der Linie 13 eingegangen.

#### 8.4.1 **Saldo der Geräuschbelastung**

Dieser fakultative Teilindikator wird in der vorliegenden Bewertung nicht betrachtet. Die Standardisierte Bewertung geht davon aus, dass die Immissionsgrenzwerte der 16. BIm-SchV bei dem zu bewertenden Investitionsvorhaben eingehalten werden. Entsprechend ist dafür kein gesonderter Nachweis erforderlich. Entlastungswirkungen können in der neuen Version 2016+ der Standardisierten Bewertung als Nutzen einberechnet werden. Durch die Verlängerung der Gürtelbahn treten jedoch keine Entlastungswirkungen auf. Von einer Geräuschbelastungsänderung von mehr als 3 dB(A) ist nicht auszugehen. Die Geräuschbelastung im Mitfall gegenüber dem Ohnfall sinkt nicht.

#### 8.4.2 **Nutzen gesellschaftlich auferlegter Investitionen**

Dieser fakultative Teilindikator wird in der vorliegenden Bewertung nicht betrachtet. Erhöhte Kosten durch gesellschaftlich auferlegte Pflichten wie die Barrierefreiheit oder den Brandschutz können als Nutzen mit in die Bewertung eingehen. Dafür ist eine detaillierte Kosteneinteilung nötig. Es ist davon auszugehen, dass durch den Indikator nur eine geringe NKV-Verbesserung möglich ist, da diese Kosten verhältnismäßig niedrig ausfallen. In Abstimmung mit den Beteiligten wurde dieser Indikator daher nicht ermittelt.

#### 8.4.3 **Nutzen anderer Netznutzer**

Dieser fakultative Teilindikator wird in der vorliegenden Bewertung nicht betrachtet. In bestimmten Fällen können im SPNV zusätzliche Kapazitäten bereitgestellt werden. Da die für die Verlängerung der Gürtelbahn eingesetzte Stadtbahn kein SPNV ist, sondern ÖSPV, ist dieser Indikator nicht anwendbar.

#### 8.4.4 **Funktionsfähigkeit Verkehrssysteme / Flächenverbrauch**

Dieser fakultative Teilindikator wird in der vorliegenden Bewertung nicht betrachtet. Ein Vorhaben kann zur Stärkung der Funktionsfähigkeit der Verkehrssysteme und zu einer Senkung des verkehrlich bedingten Flächenverbrauchs beitragen. Verkehrsverlagerungen können z. B. zu Nachverdichtungen, Staureduktion oder der Umwidmung von Verkehrsflächen führen. Der ermittelte Nutzwert dieser Effekte ist abhängig von der räumlichen Lage der Straßeninfrastruktur und wird deshalb differenziert nach Raumtypen bewertet, die losgelöst von den durchgeführten Modellrechnungen in das Modell eingepflegt werden müssen.

Ohne das Untersuchungsgebiet bis in das kleinste Detail in die entsprechenden Raumkategorien eingeteilt zu haben, konnte eine erste Tendenz der Höhe des Nutzens für die verschiedenen Varianten ermittelt werden. Der zusätzliche Nutzen geht gemäß Standardisierter Bewertung mit ca. 550.000 €/Jahr positiv mit ein. Aufgrund der hohen Investitionskosten hebt sich das Nutzen-Kosten-Verhältnis bei Variante 1 um ca. 0,2, bei Variante 3 um ca. 0,06 und bei Variante 3 lediglich um ca. 0,02 an. Eine vollständige Berücksichtigung dieses Indikators hat demnach keinen Einfluss auf die finale Bewertung dieser Untersuchung.



#### 8.4.5 Primärenergieverbrauch

Dieser fakultative Teilindikator wird in der vorliegenden Bewertung berücksichtigt. Gemäß der Verfahrensanleitung wird der sparsame Umgang mit Energie als zusätzlicher Nutzen betrachtet, da die Vermutung besteht, dass der Wert des sparsamen Umgangs mit Energie in den Energiepreisen aufgrund diverser staatlicher Eingriffe und Marktversagenstatbestände auf dem Energiemarkt nicht hinreichend abgebildet ist. Der Saldo der Primärenergie wird als nutzwertanalytischer Teilindikator bewertet. Für die Verlängerung der Gürtelbahn ergeben sich aufgrund der erwarteten Reduzierung des Primärenergieverbrauchs um etwa 8.157 GJ knapp 7.300 Nutzerwertpunkte. Bei der Berechnung des NKV wird jeder Nutzerwertpunkt der fakultativen Indikatoren mit 15,5 € monetarisiert.

Verkehrsmittel	Saldo Primärenergieverbrauch [GJ/Jahr]	Nutzwertpunkte [1.000 Punkte]
ÖPNV	3.189,6	
MIV	- 11.346,3	
Summe	-8.156,6	7,3

**Tabelle 13:** Primärenergieverbrauch

#### 8.4.6 Daseinsvorsorge / raumordnerische Aspekte

Dieser fakultative Teilindikator wird in der vorliegenden Bewertung nicht betrachtet. Der Indikator betrachtet die Wirkungen der ÖPNV-Erreichbarkeit zentraler Orte. Der Einfluss auf das NKV ist stets positiv, wird für die untersuchte Maßnahme jedoch als eher gering eingeschätzt, da das Gebiet auch im Ohnefall vom ÖPNV erschlossen ist. In Abstimmung mit den Beteiligten wurde daher auf eine detaillierte Ermittlung des Indikators verzichtet.

#### 8.4.7 Resilienz von Schienennetzen

Dieser fakultative Teilindikator wird in der vorliegenden Bewertung nicht betrachtet. Bei außerplanmäßigen Ereignissen bieten alternative Fahrtmöglichkeiten im ÖPNV die Möglichkeit, die Funktionsfähigkeit zu erhalten oder schnell wiederzuerlangen. Nicht ausfallende Fahrten aufgrund alternativer Fahrtmöglichkeiten werden mit einem Nutzwert quantifiziert. Der Einfluss auf das NKV ist stets positiv. Zur Ermittlung des Nutzens ist die Konzeptionierung von entsprechenden Störungs- Mit- und Ohnefällen erforderlich. In Abstimmung mit den Beteiligten wurde dieser Indikator nicht ermittelt, auch wenn die Verlängerung der Linie 13 durchaus einen positiven Effekt in Sachen betriebliche Ausweichmöglichkeiten liefert, sofern eine Verknüpfung mit anderen Stadtbahnlinien hergestellt wird. Dies ist bei der oberirdischen Variante 1 und 3 der Fall.

#### 8.5 Nutzen-Kosten-Verhältnis

Aus den verschiedenen ermittelten Teilindikatoren werden das NKV ermittelt. Indikatoren, welche nicht in Geldeinheiten vorliegen, werden nach Vorgaben der standardisierten Bewertung monetarisiert. Die Summe der Einzelnutzen wird der Summe der Kosten des Vorhabens gegenübergestellt. Ein Vorhaben ist dann wirtschaftlich sinnvoll, wenn das NKV größer als 1,0 ist. In Tabelle 14 sind alle Teilindikatoren für die drei Varianten zusammengefasst.

Teilindikator	Monetäre Bewertung – V1 [T€/Jahr]	Monetäre Bewertung – V3 [T€/Jahr]	Monetäre Bewertung – V5 [T€/Jahr]
Saldo Fahrgastnutzen ÖPNV	5.198,0	5.198,0	5.198,0
Saldo ÖPNV-Fahrgeld	1.515,1	1.515,1	1.515,1
Saldo der ÖPNV- Betriebskosten	270,1	270,1	270,1
Unterhaltungskosten für die orts- feste Infrastruktur im Mitfall	- 779,3	- 2.165,4	- 4.732,4
Saldo der Unfallfolgekosten	341,8	341,8	341,8
Saldo der CO <sub>2</sub> -Emissionen	734,7	734,7	734,7
Saldo der Schadstoffemissionskosten	24,9	24,9	24,9
Primärenergieverbrauch	113,8	113,8	113,8
Summe monetäre bewerteter Einzelnutzen	7.419,0	6.032,9	3.465,94
Saldo Kapitaldienst für die ortsfeste Infrastruktur	2.849,3	10.023,5	23.225,4
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis</b>	<b>2,60</b>	<b>0,60</b>	<b>0,15</b>

**Tabelle 14:** Nutzen-Kosten-Verhältnis

## 8.6 Schlussfolgerungen

**Variante 1** der Verlängerung der Gürtelbahn in Köln erreicht mit der Version 2016+ der Standardisierten Bewertung ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von 2,60. Nach Maßgabe der Standardisierten Bewertung (NKV >1) ist das Investitionsvorhaben aus gesamtwirtschaftlicher Sicht sinnvoll. Bei einer vollständigen Durchführung dieser Bewertung ist mit einer großen Sicherheit davon auszugehen, dass diese Maßnahme förderfähig ist. Gerade auch da zusätzliche nicht bewertete fakultative Indikatoren, welche einen positiven Einfluss auf das NKV aufweisen, dieses Ergebnis nochmals verbessern könnten. Die Differenz zur geforderten 1,0 ist deutlich. Demnach existiert ein guter Puffer für den Fall etwaiger Kostensteigerungen. Die noch nicht einberechneten negativen Nutzen im Zusammenhang der Treibhausgasemissionen bei der Herstellung der Infrastruktur werden bei der durchgehend oberirdischen Varianten keinen entscheidenden Einfluss nehmen.

**Variante 3** erreicht lediglich ein NKV von 0,6. Dieser Wert ist weit von dem nötigen NKV entfernt. Auch durch fakultative Indikatoren ist es unwahrscheinlich die Förderfähigkeit nachzuweisen. Selbst wenn ein Wert von 1 erreicht wird, besteht stets das Risiko, dass nur leichte Kostensteigerungen den Wert bereits wieder unter die 1,0 sinken lassen.

**Variante 5** ist aufgrund des langen Tunnelabschnitts im Verhältnis zu dem erreichbaren Nutzen deutlich zu teuer. Sie erreicht ein NKV von lediglich 0,15. Eine Förderfähigkeit dieser Variante ist auch unter Ausschöpfen aller nicht berechneten Nutzen aufgrund fakultativer Indikatoren unrealistisch.

In dieser Untersuchung konnte folglich aufgezeigt werden, dass die oberirdische Führung entlang des Gürtels (Variante 1) weiterverfolgt werden kann. Bei einer weiterführenden Untersuchung gilt es ein detailliertes Angebotskonzept für den Mit- und Ohnefall aufzustellen, so dass auch eine gemäß Verfahrensanleitung erforderliche Dimensionierungsprüfung durchgeführt werden kann. Bei einer detaillierten Betrachtung sollte mit großer Wahrscheinlichkeit die Förderfähigkeit der Variante 1 der Verlängerung der Gürtelbahn nachgewiesen werden können.

## 9 ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG

### 9.1 Technische Machbarkeit

Die Untersuchung der technischen Machbarkeit hat gezeigt, dass in der vollständig oberirdischen Variante im Bereich des Klettenberggürtels eine Führung der Stadtbahn nur dann auf einem besonderen Bahnkörper möglich ist, wenn Eingriffe in den Baumbestand und die Verlegung des Wochenmarktes toleriert werden<sup>6</sup>. Andernfalls ist nur eine Führung im Mischverkehr möglich. Im Bereich der Unterfahrung des Güterbahnhofs Eifeltor ist eine Aufweitung des Bauwerks nicht möglich, so dass hier nur ein Mischverkehr möglich ist. In den östlich angrenzenden Abschnitten ist ein besonderer Bahnkörper möglich. Die geplanten Haltestellen können in den Straßenraum integriert werden.

Eine vollständig unterirdische Führung kann durch einen Bohrtunnel grundsätzlich umgesetzt werden, Unterfahrungen von Gebäude sind nicht erforderlich. Ein hohes bautechnisches und finanzielles Risiko entsteht aus der Unterfahrung der DB-Gleise im Bereich des Güterbahnhofs Eifelturm, da hier besondere Sicherungsmaßnahmen erforderlich sind. Eine vollständig unterirdische Bauweise erfordert eine Tunnelrampe westlich der Luxemburger Straße, dass zu einem erheblichen Eingriff in den Baubestand führt. Für die Herstellung der unterirdischen Haltestelle sind Baugruben erforderlich, die Eingriffe in die Oberfläche und insbesondere in den Baumbestand erfordern. Ein besonderer baulicher Aufwand entsteht im Bereich des Bayenthalgürtels, da hier ein großer Regenwassersammler unterfahren werden muss.

In der kombinierten unterirdischen und oberirdischen Varianten werden zwei Tunnelrampen erforderlich. Außerdem ist auch in dieser Variante der Güterbahnhof Eifeltor zu unterfahren, was mit einem hohen bautechnischen und Kostenrisiko verbunden ist. Der unterirdische Abschnitt ist vergleichsweise kurz, dennoch erscheint nur ein Bohrtunnel technisch umsetzbar, da eine offene Baugrube erhebliche Eingriffe in den Klettenberggürtel nach sich ziehen würde und im Bereich des Güterbahnhofs nicht umsetzbar ist.

### 9.2 Verkehrliche Machbarkeit

In der vollständig oberirdischen Variante 1 und der kombinierten Variante 3 erfordert die Anlage eines weitestgehend unabhängigen Bahnkörpers vom motorisierten Verkehr und die regelkonforme Ausbildung von durchgehenden Radverkehrsanlagen den Verzicht auf einen Kfz-Fahrsteifen. Die Untersuchung der verkehrlichen Machbarkeit hat gezeigt, dass das grundsätzlich möglich ist. Punktuell sind im Zuge einer vertiefenden Planung noch Lösungen zu finden, um eine ausreichende Leistungsfähigkeit nachzuweisen.

### 9.3 Stadtbahnbetrieb

Im Bereich des Klettenberggürtels und der Unterfahrung der DB-Gleise erscheint in der oberirdischen Variante nur ein Mischverkehr mit dem motorisierten Verkehr möglich. Daraus entsteht eine hohe Anfälligkeit für wechselseitige Störungen. In den restlichen Abschnitten ermöglicht die Führung auf dem besonderen Bahnkörper einen unabhängigen Betrieb von Stadtbahn und motorisiertem Verkehr. In der oberirdischen Variante kann das Stadtbahnnetz in der Luxemburger Straße und der Bonner Straße verknüpft werden und ermöglicht so eine hohe betriebliche Flexibilität.

---

<sup>6</sup> Im Rahmen der Machbarkeitsuntersuchung konnten keine geeigneten Ersatzflächen für den Wochenmarkt identifiziert werden, so dass der Erhalt des Wochenmarktes angenommen wird.

Die vollständig unterirdische Varianten ermöglicht einen unabhängigen Betrieb von Stadtbahn und motorisiertem Verkehr, in dieser Variante entfallen jedoch die Gleisverbindungen in der Luxemburger Straße und der Bonner Straße.

#### 9.4 Verkehrsnachfrage

Die Ergebnisse zeigen, dass mit der Stadtbahnverlängerung täglich bis zu 4.500 Pkw-Fahrten auf die Stadtbahn verlagert werden können. Zusätzlich werden durch das verbesserte Angebot ca. 1.300 ÖPNV-Fahrten induziert, weil sich die Erschließungssituation mit öffentlichen Verkehrsmitteln verbessert.

Hinsichtlich der perspektivischen, rechtsrheinischen Verlängerung wird eine Führung über Kalk besser bewertet als eine Führung über Vingst, weil hier ein größeres Fahrgastpotential erschlossen werden kann.

#### 9.5 Eingriffe in den Baumbestand

Die nachstehende Tabelle zeigt in der Gegenüberstellung die Eingriffe in den Baumbestand und die möglichen Neupflanzungen:

Abschnitt / Haltestelle	Variante 1 Fällung	Variante 1 Neupflanzung	Variante 3 (kombi) Fällung	Variante 3 (kombi) Neupflanzung	Variante 5 (Tunnel) Fällung	Variante 5 (Tunnel) Neupflanzung
Trog Luxemburger Str.	-	-	45 Alleenbäume	-	45 Alleenbäume	-
<b>Abschnitt 1 (Klettenberggürtel)</b>	-	-	50 Alleenbäume (Startbaugrube)	40	50 Alleenbäume (Startbaugrube)	40
Hst. Sülzgürtel	-	-	30 Alleenbäume	20	30 Alleenbäume	20
Hst. Rhöndorfer Straße	-	-	30 Alleenbäume	20	30 Alleenbäume	20
<b>Abschnitt 3 (Zollstockgürtel)</b>	5	40				
Hst. Bernkasteler Straße	-	-	-	-	-	-
Trog Zollstockgürtel	-	-	-	-	-	-
Hst. Zollstockgürtel	20	-	20		25	20
<b>Abschnitt 4 (Zollstock – Raderberggürtel)</b>	50 25 Alleenbäume	110	50 25 Alleenbäume	110		
Hst. Zollstockbad	10		10		15	10



Abschnitt / Haltestelle	Variante 1 Fällung	Variante 1 Neupflanzung	Variante 3 (kombi) Fällung	Variante 3 (kombi) Neupflanzung	Variante 5 (Tunnel) Fällung	Variante 5 (Tunnel) Neupflanzung
Hst. Brühler Straße	5		5		15	10
Hst. Bonner Straße	5		5		10	5
<b>Abschnitt 5 (Bayenthalgürtel)</b>	10 Alleenbäume (Gleiswechsel)		10 Alleenbäume (Gleiswechsel)	-	25 Alleenbäume (Zielbaugrube)	15
Hst. Goltsteinstraße	-	-	-	-	20 Alleenbäume	10
Hst. Bayenthalgürtel	-	-	-	-	15 Alleenbäume	10
<b>Summe</b>	<b>130</b>	<b>150</b>	<b>230</b>	<b>190</b>	<b>280</b>	<b>160</b>

**Tabelle 15:** Gegenüberstellung von Eingriffen und Neupflanzungen Bäume

Aus der Gegenüberstellung wird deutlich, dass die Erwartungshaltung mit einer unterirdischen Variante die Anzahl der Baumfällungen reduzieren zu können, nicht erfüllt werden kann, weil in dieser Varianten Bäume im Bereich der Tunnelrampen und Baugruben erforderlich sind.

## 9.6 Eingriffe in die oberirdischen Pkw-Stellplätze

Die nachstehende Tabelle zeigt in der Gegenüberstellung die Eingriffe der Varianten in den Stellplatzbestand.

Abschnitt	Bestand	Variante 1 Veränderungen	Variante 1 (oberirdisch)	Variante 3 Veränderungen	Variante 3 (Kombi)	Variante 5 Veränderungen	Variante 5 (unterirdisch)
Klettenberggürtel	295	-165 -215	Senkrecht-parken: 130 Schrägparken: 80	-10	285	-10	285
Güterbahnhof	-	-	-	-	-	-	-

Abschnitt	Bestand	Variante 1 Veränderungen	Variante 1 (oberirdisch)	Variante 3 Veränderungen	Variante 3 (Kombi)	Variante 5 Veränderungen	Variante 5 (unterirdisch)
Zollstockgürtel	15	-	15	-	15	-10	5
Zollstock – Raderthalgürtel	95	-25	70	-25	70	-15	80
Bayenthalgürtel	340	Radwegkonzept - 125 Stadtbahn - 215	-	Radwegkonzept - 125 Stadtbahn - 215	-	Radwegkonzept - 125 Stadtbahn - 10	205
<b>Summe</b>	<b>745</b>	-530 bis - 580	<b>165 - 215</b>	-375	<b>370</b>	-170	<b>575</b>

**Tabelle 16:** Eingriffe in die vorhandenen Stellplätze

Die Gegenüberstellung bestätigt die Erwartung, dass die Neuordnung der oberirdischen Verkehrsflächen mit den größten Eingriffen in den Stellplatzbestand verbunden ist. Neben den zusätzlichen Flächen für die Gleisanlagen erfordert auch der regelkonforme Ausbau von durchgängigen Radverkehrsanlagen eine Neuordnung der Verkehrsflächen, der auch nicht durch den fast durchgängigen Verzicht auf einen Kfz-Fahstreifen kompensiert werden kann.

## 9.7 Kosten und Wirtschaftlichkeit

Der ermittelte Kostenrahmen für eine oberirdische Lösung beträgt ca. 98 Mio €, für die kombinierte Variante ca. 520 Mio € und für die unterirdische Variante ca. 1,3 Mrd. €. Aus der Nutzen-Kosten-Betrachtung ergibt sich für die oberirdische Variante ein Verhältnis von 2,6, für die kombinierte Variante von 0,6 und für die unterirdische Variante von 0,15. Damit erscheint ausschließlich die oberirdische Varianten förderfähig zu sein und für eine vertiefende Planung geeignet.

## 9.8 Perspektivische Rheinquerung

Unter technische Gesichtspunkten ist eine mögliche Unterfahrung des Rheins kritisch zu bewerten, weil dazu eine erhebliche Tiefenlage erforderlich ist und bisher noch keine Bohrtunnel unter dem Rhein hindurchgeführt wurden. Daher ist diese Variante sowohl technisch als auch finanziell mit einem hohen Risiko verbunden.

Eine Überquerung des Rheins mit einer Brücke führt linksrheinisch zu einem erheblichen städtebaulichen Eingriff in den Bayenthalgürtel, in dem dann ein Rampenbauwerk unterzubringen wäre. Eine mögliche Trasse steht zudem im Konflikt mit dem Bismarckturm. Rechtsrheinisch greift die Brückenrampe in die Retentionsräume der Rheinauen ein. Eine oberirdische Fortführung erscheint zusätzlich aufgrund der zur Verfügung stehenden Straßenquerschnitte hier kaum vorstellbar.

## 9.9 Fazit

In der Machbarkeitsstudie wurde die verkehrliche und technische Machbarkeit untersucht. Außerdem wurde eine Kostenannahme getroffen, um so die Wirtschaftlichkeit mit einer Nutzen-Kosten-Ermittlung zu bewerten. Außerdem wurden betriebliche Aspekte wie die Führung auf einem besonderen Bahnkörper oder im Mischverkehr und mögliche Verknüpfungen mit bestehenden bzw. geplanten Stadtbahnlinien betrachtet. Weiterhin wurde das Kostenrisiko und das bautechnische Risiko betrachtet. Zusätzlich wurden auch die Eingriffe in den Baumbestand sowie eine überschlägliche Stellplatzbilanz ermittelt.

Als Gesamtfazit sind in der nachstehenden Tabelle diese Kriterien mit Punkten bewertet worden. Die Bewertung erfolgte dabei mit Punkten zwischen -2 und +2. Eine hohe Punktzahl steht dabei für eine gute Bewertung, eine geringe Punktzahl steht für eine schlechte Bewertung.

Die Aufsummierung enthält keine Wichtung der einzelnen Kriterien, so dass die Bewertung lediglich einen plakativen Überblick ermöglicht.

Variante / Kriterium	Variante 1 „oberirdisch“	Variante 3 „kombinierte Führung“	Variante 5 „unterirdisch“
Verkehrliche Machbarkeit	+ 1	+ 1	+ 2
Technische Machbarkeit	+ 2	+ 1	0
Führungsform (besonderer Bahnkörper oder Mischverkehr)	0	+ 1	+ 2
Stadtbahnbetrieb (Verknüpfungen)	+ 1	0	- 2
Bautechnisches Risiko	0	- 1	- 2
Kostenrisiko	0	- 1	- 2
Perspektivische Rheinquerung	- 2	- 2	0
Eingriffe Baumbestand	0	- 1	- 2
Stellplatzbilanz	- 2	- 1	0
Wirtschaftlichkeit	+ 2	- 1	- 2
<b>Summe</b>	<b>2</b>	<b>- 2</b>	<b>- 6</b>

**Tabelle 17:** Zusammenfassende Bewertung der Varianten

In der Gesamtschau zeigt sich, dass

die **Variante 1 „oberirdisch“** eine hohe Wirtschaftlichkeit, eine gute technische und verkehrliche Machbarkeit und eine gute Verknüpfung mit anderen Stadtbahnlinien erwarten lässt. Es sind Eingriffe in den Baumbestand nötig. Ebenso sind zusätzliche Bäume möglich. Das bautechnische Risiko und das Kostenrisiko sind geringer als in den anderen betrachteten Varianten. Die Variante führt zu einer erheblichen Reduzierung der oberirdischen Parkstände und eine perspektivische Rheinquerung erscheint sehr unwahrscheinlich.

die **Variante 3 „kombinierte Führung“** ist hinsichtlich der verkehrlichen und technischen Machbarkeit positiv zu bewerten, ist durch den unterirdischen Abschnitt jedoch mit einem deutlichen bautechnischen Risiko und einem Kostenrisiko verbunden. Es sind Eingriffe in den Baumbestand erforderlich. Außerdem entfallen auch in dieser Variante Stellplätze. Eine Rheinquerung erscheint ebenfalls sehr unwahrscheinlich und die Verknüpfung mit anderen Stadtbahnlinien ist nicht so gut möglich wie in Variante 1. Die Wirtschaftlichkeit ist ebenfalls deutlich schlechter als bei einer oberirdischen Führung. Die Förderfähigkeit erscheint nicht gegeben.

die **Variante 5 „unterirdisch“** lediglich hinsichtlich der verkehrlichen Machbarkeit und einer vollständig unabhängigen Führung vom oberirdischen Verkehr gut zu bewerten ist. Aufgrund der unterirdischen Führung besteht ein sehr hohes Kostenrisiko. Außerdem bestehen große bautechnische Risiken. Die erforderlichen Tunnelrampen und Baugruben für die Haltestellen erfordern große Eingriffe in den Baumbestand. Die Verknüpfung mit anderen Stadtbahnlinien, auch zur systemkompatiblen Linie entlang der Bonner Straße, ist äußerst problematisch. Hingegen sind nur geringe Eingriffe hinsichtlich der Stellplätze zu erwarten. Vor allem ist jedoch in dieser Variante nur eine sehr geringe Wirtschaftlichkeit zu erwarten.

**Es wird empfohlen, die oberirdische Variante weiter zu planen und hierfür die Finanzierungsmöglichkeiten aufzuzeigen, die genehmigungsrechtlichen Randbedingungen zu klären und einen politischen Beschluss einzuholen**