



**Gutachterliche Stellungnahme zur
Nutzen-Kosten-Untersuchung
Stadtbahn Ost-West-Achse Innenstadt Köln**

München, den 29.10.2024

Auftraggeber:

Bündnis Verkehrswende Köln

Erstellt von:

Dr. Martin Viereg

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Ausgangssituation und Fragestellung	3
2. Zur Methodik der Standardisierten Bewertung und der vorliegenden Studie	4
3. Ergebnisse der Neuberechnung der Reisezeitdifferenzen	10
4. Interpretation der Ergebnisse und Schlussfolgerungen und Ausblick	14
Anlage 1: Excel-Tabelle Reisezeitsalden bei 1,4 m/s horizontaler Fußgängergeschwindigkeit	17
Anlage 2: Excel-Tabelle Reisezeitsalden bei 1,0 m/s horizontaler Fußgängergeschwindigkeit	18



1. Ausgangssituation und Fragestellung

In Köln ist im Jahr 2019 der politische Beschluss für einen Untersuchungsauftrag gefasst worden, für den Stadtraum im Bereich der Ost-West-Achse der Innenstadt, von Heumarkt bis Eisenbahnring/Aachener Weiher die gestalterische Aufenthaltsqualität und den Öffentlichen Personennahverkehr zu verbessern. Dies betrifft die Stadtbahnlinien 1,7, und 9. Bisher verläuft die Stadtbahn auf der Ost-West-Achse in der Innenstadt oberirdisch, und zwar zu 75% auf einem besonderen Bahnkörper und zu 25% auf einer straßenbündigen Trasse. Im Bereich Neumarkt - Heumarkt ist der Stadtbahnverkehr an der Oberfläche sehr dicht, da hier alle 3 Linien gemeinsam geführt werden. Teil des Beschlusses ist auch die Untersuchung der Ertüchtigung der Linie 1 von 60-Meter-Zügen auf 90-Meter-Züge, und zwar nicht nur in der Innenstadt, sondern von den Endhaltestellen Bensberg bis Weiden-West, um künftig eine höhere Kapazität anbieten zu können.

Für den Innenstadtbereich wurden zwei Varianten für die Beschlussvorlage 2024 ausgearbeitet, eine oberirdische und eine Tunnelvariante. Letztere muss sehr tief verlaufen, weil an zwei der vier Stationen bestehende Stadtbahntunnels unterquert werden müssen. Die Tunnelvariante ist natürlich deutlich teurer als die oberirdische, erzielt jedoch auch größere Fahrzeitverkürzungen in Höhe von 4,2 Minuten bei der Fahrt durch die gesamte Innenstadt, während die oberirdische Variante nur auf 1,6 Minuten kommt.

Nach der offiziellen Standardisierten Bewertung von 2018 lag die oberirdische Variante in der Standardisierten Bewertung bei einem Nutzen-Kosten-Indikator (NKI) von 2,3 und die Tunnelvarianten je nach Länge bei 0,8 bis 1,3, die jetzt favorisierte Variante bei einem NKI von 1,0. Hohe Werte sind besser und der Wert 1,0 ist die Voraussetzung für die Förderfähigkeit mit Landes- und Bundesmitteln.

Der aktuellen Beschlussvorlage 2024 liegen neue Bewertungen zugrunde. Jetzt liegt die oberirdische Variante nur noch bei 1,3 und die favorisierte Tunnelvariante bei 1,4. Noch 2018 hat die oberirdische Variante somit besser abgeschnitten und nach der Überarbeitung schneidet nun der Tunnel besser ab. Warum sich die Zahlen geändert haben, wurde nicht erklärt. Mit der Umstellung vom Bewertungsverfahren "2016" auf "2016+" lässt sich dies nicht erklären, da durch die jetzt obligatorische Betrachtung der CO₂-Emissionen beim Tunnelbau die Tunnelvariante tendenziell eher schlechter abschneiden müsste und keine weiteren so schwerwiegenden Änderungen vorgenommen wurden, die dies kompensieren könnten.



Die Aufgabe der vorliegenden Studie ist, durch Nachrechnen entscheidender Teile der Standardisierten Bewertung die Plausibilität der Ergebnisse zu überprüfen. Es wird die Standardisierte Bewertung nicht vollständig nachgerechnet, stattdessen konzentriert sich die vorliegende Studie auf den wesentlichen Einflussfaktor des Nutzens, nämlich auf die Reisezeiten der Fahrgäste. Da sowohl bei der oberirdischen als auch bei der unterirdischen Variante die Außenäste (Weiden-West bis Innere Kanalstraße und Deutzer Freiheit bis Bensberg) identisch ausgebaut werden, können nur im Innenstadtbereich (Moltkestraße bis Heumarkt) Reisezeitdifferenzen entstehen.

2. Zur Methodik der Standardisierten Bewertung und der vorliegenden Studie

Die "Standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen des ÖPNV", kurz "Standardisierte Bewertung", ist ein bundesweit standardisiertes Bewertungsverfahren von Schienenprojekten des Öffentlichen Nahverkehrs. Die aktuelle Fassung lautet "2016+" und ist von 2022. Es wird der Nutzen des Projektes den Kosten gegenübergestellt. Hierbei wird ein sogenannter "Ohnefall" (keine Realisierung des Projektes) mit einem "Planfall" (Realisierung des Projektes) verglichen. Ohnefall und Planfall beziehen sich auf das selbe Jahr in der Zukunft, hier das Jahr 2035, obwohl der Tunnel nicht vor 2042 fertig sein kann. Doch das Bewertungsverfahren erfordert methodisch denselben Prognosehorizont. Aufgrund eines eventuellen Bevölkerungswachstums und bestimmter Wirtschaftsdaten kann das unterstellte Gesamtverkehrsaufkommen (Öffentlicher Verkehr und motorisierter Individualverkehr) auch im Ohnefall höher liegen als heute. Die Bewertung mündet in einen dimensionslosen sog. Nutzen-Kosten-Indikator NKI: Es wird der beim Planfall gegenüber dem Bezugsfall ermittelte zusätzliche Nutzen, reduziert um die zusätzlichen Betriebskosten, durch die Abschreibungen und Zinsen der Investition (Baukosten) dividiert. Je höher der Nutzen-Kosten-Indikator, desto wirtschaftlicher ist die Maßnahme.



Der Nutzen resultiert nahezu vollständig aus Reisezeitverkürzungen. Die meisten Nutzenkategorien werden aus dieser Zwischengröße direkt abgeleitet. Je kürzer die Reisezeit, desto größer der Nutzen. Es werden zwei Arten bzw. Wirkungen von Reisezeitverkürzungen unterschieden:

- (1) Für die Fahrgäste, die schon im "Ohnefall" die Stadtbahn benutzen, wird eine Reisezeitersparnis in Form eines fiktiven Stundenlohns angesetzt und so der Vorteil des Zeitgewinns monetarisiert, also in Geld umgerechnet.
- (2) Die Verkürzung der Reisezeit wird einer Attraktivitätssteigerung der Stadtbahn gleichgesetzt. Je kürzer die Reisezeiten, desto mehr Personen wählen die Stadtbahn statt bislang den PKW. Es findet somit eine Verlagerung vom PKW auf die Stadtbahn statt, und die Senkung des PKW-Aufkommens wird in Form diverser Nutzen bewertet, z. B. niedriger CO₂-Emissionen.

Bei (1) wird die unmittelbare Reisezeit in Minuten vom Startpunkt der Reise bis zum Zielpunkt errechnet. Es werden somit nicht nur die Fahrzeiten der Züge, sondern auch anteilige Wartezeiten und Fußwege incl. Rolltreppen-Förderzeiten angesetzt. Die Nutzung von Aufzügen wird grundsätzlich nicht unterstellt.

(2) betrachtet wie (1) die Reisezeiten, jedoch werden Teilabschnitte der Reisezeiten, die von den Fahrgästen als unangenehm empfunden werden, stärker gewichtet. So wird für Fußwege ein leicht quadratischer Effekt berücksichtigt. Dies trägt der Tatsache Rechnung, dass eine Fahrzeit mit Sitzplatz mit Zeitunglesen oder Handy schauen als weniger störend empfunden wird wie längere Fußwege, bei denen die Menschen die verstrichene Zeit nicht anderweitig nutzen können. So bleibt ein Fußweg von 1 Minute gewichtet auch bei 1 Minute, aber ein Fußweg von 3 Minuten wird zu 4 Minuten und einer von 5 Minuten geht in die weitere Berechnung mit 8 Minuten ein. Außerdem werden Wartezeiten auf die Stadtbahn oder den Bus ebenfalls anteilig angerechnet und gewichtet, so dass eine Taktausdünnung die Reisezeit verlängert und eine Verdichtung sie verkürzt. Wird im Planfall eine im Ohnefall verfügbare Direktverbindung aufgegeben und nun nur noch eine Umsteigeverbindung ermöglicht, so gilt dies als für den Fahrgast signifikante Verschlechterung, die zusätzlich zu Fußwege- und Wartezeiten noch mit 8 "Strafminuten" berücksichtigt wird.

Ein Mehrverkehr auf der Stadtbahn durch einen Rückbau von Straßenflächen muss schon im Ohnefall angesetzt werden und darf nicht als Nutzen der Planfälle ausgewiesen werden.



Die vorliegende Studie betrachtet genau diese zwei Arten von Reisezeiten. Umgangssprachlich können sie als (1) "ungewichtete" und (2) "gewichtete" Reisezeiten bezeichnet werden. Es werden nicht die gesamten Reisezeiten betrachtet, sondern nur die Unterschiede zwischen dem Ohnefall und dem Planfall, und zwar einmal für die Tunnelvariante und einmal für die oberirdische Variante. Anhand der vorliegenden Verkehrsprognosen werden diese Teilwege mit der Anzahl der betroffenen Reisenden im Ohnefall multipliziert, so dass sich "Reisendenminuten" als Differenzen zwischen Ohnefall und der Planvariante (Tunnelvariante, oberirdische Variante) ergeben. Für die Erfassung der Einzeldaten wurde eine Excel-Tabelle angelegt, bei der jeder Einzelweg - z. B. vom Bahnsteig der Ost-West-Stadtbahn Richtung West-Ost zu den Bahnsteigen Ringbahn - sowohl hinsichtlich der horizontalen als auch der vertikalen Wege sowie die Anzahl der betroffenen Reisenden pro Werktag erfasst wurde. Eine Simulation oder eine Matrizenrechnung ist bei diesem Ansatz gar nicht erforderlich. Die Excel-Tabelle ist im Anhang beigelegt.

Nicht betrachtet werden die unveränderten Teile der Reisezeit:

- Fahrzeiten im Außenbereich bis zum Beginn des betrachteten Abschnittes (Moltkestraße bzw. Heumarkt)
- Fußwege von der Station bis zum Ziel (beim Tunnel von der Oberfläche aus)
- zusätzliche oder entfallende Umsteigevorgänge, da das Liniennetz unverändert bleibt
- Wartezeiten auf die Züge, da die Taktung unverändert bleiben soll.

Schon betrachtet werden dagegen:

- a) Fahrzeitgewinne der Züge zwischen den Stationen Moltkestraße bis Heumarkt sowie Zülpicher Platz und Heumarkt
- b) veränderte Fußwege gegenüber dem Ohnefall, beim Tunnel zusätzliche Wege in den Zwischengeschoßen und Zeiten auf Treppen bzw. Rolltreppen und bei der oberirdischen Variante Änderungen der oberirdischen Fußwege zwischen den Nord-Süd-Tunnelstationen und den oberirdischen Bahnsteigen
- c) längere Fußwege durch den Entfall des Haltes Mauritiuskirche.

Es handelt sich somit um eine Differenzbetrachtung. Während die Fahrzeiten auf den Außenästen und auch z. B. der Fußweg vom Bahnhof (bei der Tunnelvariante nach Erreichen der Oberfläche) zum eigentlichen Ziel bei allen Varianten gleich ist und nicht betrachtet werden muss, müssen bei der Nullvariante die Fußwege beim Umsteigen der heutigen oberirdischen Stationen auf die drei unterirdischen Nord-Süd-Strecken an Rudolfplatz, Neumarkt und Heumarkt erfasst werden. Diese Zeiten werden dann von den Umsteigezeiten der zwei Planfälle abgezogen, um zur Differenz zu gelangen.

Die für die Berechnungen verwendeten Daten werden ausschließlich aus den auch von Spiekermann ausgewerteten Quellen bzw. ermittelten Daten entnommen.

Diese Vorgehensweise ist gegenüber der von Spiekermann anders, da nur ein Teilaspekt betrachtet wird und nicht ein Verkehrsmodell von ganz Köln mit aufwendigen Quelle-Ziel-Matrizen erstellt wird. Stattdessen werden Berechnungen erstellt, die sich auf Teil-Wege der Fahrgäste beschränkt, die sich durch die Planfälle gegenüber dem Ohnefall ändern.

Diese vereinfachte Vorgehensweise kann eine vollständige Standardisierte Bewertung nicht ersetzen, doch ermöglicht sie eine Plausibilitätskontrolle. In Abbildung 8 des 10-seitigen Dokuments von Spiekermann "Kapazitätserweiterung... Planungsalternativen Oberfläche und Tunnel" (Anlage 20 der Ratsbeschlussvorlage von 2024) werden "Nutzen Fahrgast" und "Nutzen aus ÖPNV-Fahrgeld" ausgewiesen. Der erste Punkt resultiert aus den oben erläuterten ungewichteten Reisezeitänderungen (1) und der zweite aus den gewichteten Reisezeitänderungen (2):

Tabelle 1: Monetär bewerteter Einzelnutzen in 1000 EUR/Jahr laut Spiekermann

	Oberfläche	Tunnel
(1) Nutzen Fahrgast	4.496	32.348
(2) Nutzen aus ÖPNV-Fahrgeld	3.502	5.838

Demnach müssten die Reisezeitänderungen (1) beim Tunnel um Faktor 7 und die Reisezeitänderungen (2) beim Tunnel um Faktor 1,67 höher liegen als bei der oberirdischen Variante. Wenn durch die neu erstellten Berechnungen der Reisezeitänderungen wesentlich andere Verhältnisse als die von Spiekermann genannten sich ergeben, muss die Berechnung von Spiekermann fehlerhaft sein, denn als Ausgangsdaten werden ausschließlich die Daten verwendet, die auch Spiekermann verwendet hat und alle nicht erfassten Abschnitte der Reisewege bleiben definitionsgemäß unverändert.

In den Berechnungen von Spiekermann gibt es keine separate Ausweisung der ermittelten Reisezeitdifferenzen, sondern die Ergebnisse fließen mit den restlichen, hier nicht betrachteten Reisezeiten, direkt in die weiteren Formeln mit ein.



zu a) Fahrzeitgewinne der Züge

Die Fahrzeitgewinne der drei Linien 1, 7 und 9 wurden der Betriebs-Studie Bernard entnommen (Säulendiagramme Abbildung 3, Anlage 4_2 Betriebs-simulation, Beschlussvorlage Ost-West-Achse 2024). Diese Studie wurde auch bei der Nutzen-Kosten-Untersuchung als Input verwendet. Die Fahrzeiten wurden nicht nachgerechnet, erscheinen jedoch in der Größenordnung plausibel. Da die Fahrzeitverkürzung von 3,6 bzw. 4,85 Minuten (je nach Fahrtrichtung) zwischen Universitätsstraße und Heumarkt nicht auf die vier Einzelsektionen aufgeschlüsselt sind, wurde zwischen jeder Station ein Viertel der Fahrzeitverkürzung unterstellt. Das Fahrgast-Verkehrsaufkommen auf und zwischen den Stationen wurde den Tabellen 8 und 10 der Standardisierten Bewertung (Anlage 19 Nutzen-Kosten-Untersuchung Ratsbeschlussvorlage Ost-West-Achse 2024) entnommen, wobei durch logische Schlüsse die fehlenden Daten mit einer für diese Studie ausreichenden Genauigkeit komplettiert werden konnten.

zu b) zusätzliche Fußwege

Bei Fußwegen sind horizontale und vertikale Wege zu unterscheiden. Die vertikalen Wege sind nicht nur bei der Tunnelvariante, sondern auch bei der oberirdischen Variante relevant, da die querenden Stadtbahnen alle Tunnelbahnen sind. Es kann somit vorkommen, dass durch die Tunnelvariante die vertikalen Wege sogar verkürzt werden, doch für die Ein- und Aussteiger, die keine Umsteiger sind, fallen bei der Tunnelvariante zusätzliche vertikale Wege an. Da der Steigungswinkel von Rolltreppen mit $27,3^\circ$ bundesweit weitgehend einheitlich ist und Rolltreppen einheitlich mit $0,5 \text{ m/s}^2$ betrieben werden, ergibt sich eine Vertikalgeschwindigkeit von $0,23 \text{ m/s}$.

Die horizontale Fußweggeschwindigkeit ist in der Standardisierten Bewertung nicht vorgegeben. Hier sind Werte von $1,0$ bis $1,4 \text{ m/s}$ plausibel. Da die Tunnelvariante tendenziell die Fußwege verlängert, führt eine höhere Fußgängergeschwindigkeit tendenziell zu besseren Nutzen-Kosten-Werten bei der Tunnelvariante. $1,4 \text{ m/s}$ (gut 5 km/h) ist die Gehgeschwindigkeit eines gesunden Menschen ohne Hindernisse. Doch es gibt häufig Hindernisse. So können sich vor den Rolltreppen oder an anderen Engstellen kleine Schlangen bilden und jede Rolltreppe ist am Ende ebenerdig; wer auf der Rolltreppe am Anfang und am Ende nicht auf der fahrenden Rolltreppe geht, erreicht die 5 km/h hier nicht. Bei oberirdischen Wegen im Stadtverkehr können Fußgängerampeln die Durchschnittsgeschwindigkeit senken. Deshalb sind auch nur $1,0 \text{ m/s}$ durchaus plausibel. Spiekermann hat bei der NKU der Ost-West-Achse mit $1,4 \text{ m/s}$ gerechnet. Im Ergebnisteil wird deshalb alternativ mit beiden Geschwindigkeiten gerechnet und die Differenz diskutiert.



Bei den Fußwegen auf den Bahnsteigen werden für die Umsteiger auf eine Nord-Süd-Stadtbahnlinie vom Start-Bahnsteig aus 30 m Fußweg auf dem Bahnsteig unterstellt, wobei angenommen wird, dass ein Teil der Fahrgäste die Wartezeit am Startbahnhof dazu nutzt, sich grob an der richtigen Stelle beim Einsteigen zu positionieren. Beim Zielbahnsteig wird dagegen keine Wegstrecke unterstellt, da beliebig in den Zug eingestiegen werden kann, wenn er schon im Bahnhof steht. Beim Ohnefall werden wegen der kürzeren Bahnsteige nur 20 m Fußweg unterstellt. Auf oberirdischen Bahnsteigen werden für die Fahrgäste, die nicht umsteigen, sondern ihr Ziel zu Fuß erreichen, gar keine Fußwege unterstellt, denn nach dem Aussteigen kann man schon auf dem Bahnsteig gleich die richtige Richtung einschlagen.

Bei den Fußwegen vom Tunnel an die Oberfläche, also bei den Fahrgästen, die nicht in eine andere Stadtbahn umsteigen, sondern ihr Ziel vom betrachteten Bahnhof aus zu Fuß erreichen, wird vereinfacht unterstellt, dass diese entweder östlich oder westlich des Bahnhofs und nicht direkt über der Tunnelstation ihr Ziel haben. Da alle Bahnhöfe zwei Bahnhofszugänge haben, einer westlich und einer östlich, und in mehreren Fällen die Rolltreppen schon in die Zielrichtung zeigen, kann dieser Weg eingespart werden. Je nachdem, ob die Rolltreppen gegen oder in Zielrichtung ausgerichtet sind, werden eingesparte bzw. zusätzliche horizontale Fußwege entsprechend berücksichtigt.

zu c) Entfall Bahnhof Mauritiuskirche

Mit dem Entfall des Bahnhofs Mauritiuskirche entsteht ein zusätzlicher Fußweg im Tunnelbauwerk am Neumarkt plus 300 Meter Fußweg auf städtischen Gehsteigen. Die Fußwegentfernung ist eigentlich 350 m weit, aber einige wenige Fahrgäste werden ihr Ziel direkt nördlich der Mauritiuskirche haben und somit keine 350 m länger unterwegs sein. Andererseits werden einige Fahrgäste die ca. 400 m entfernte Haltestelle Zülpicher Platz nutzen.

Werden 1,4 m/s angesetzt, so werden keine Fußgängerampeln berücksichtigt, bei nur 1,0 m/s dagegen schon. Dies ist der einzige Fall, wo in der vorliegenden Differenzbetrachtung Fußwege im Stadtverkehr berücksichtigt werden müssen. Fußgängerampeln werden zur Vereinfachung nicht eigens berücksichtigt.

Da sonstige oberirdische Wege von der Station zum Ziel samt eventueller Fußgängerampeln bei Ohnefall und Planfall unverändert sind, werden diese nicht berücksichtigt.



3. Ergebnisse der Neuberechnung der Reisezeitdifferenzen

Es wurden alle Reisezeitänderungen zwischen Ohnefall und Planfall Tunnel sowie Ohnefall und Planfall Oberirdische Variante erfasst, wie dies im vorigen Kapitel zur Methodik beschrieben wurde. Bei der Tunnelvariante ergeben sich die höchsten Fahrzeitverkürzungen, doch hinsichtlich der für die Bewertung relevanten Veränderung der Reisezeit werden diese um die verlängerten Fußwegzeiten gemindert. Bei der oberirdischen Variante ergeben sich eher geringe Wegeverlängerungen, aber auch Verkürzungen, da die neuen oberirdischen Bahnsteiglagen nicht immer exakt mit den heutigen zusammenfallen. Allerdings ist die Fahrzeitverkürzung der oberirdischen Variante geringer als bei der Tunnelvariante. Entscheidend ist nun beim Tunnel der Saldo aus Verkürzung durch schnellere Fahrzeiten und Verlängerung durch längere Fußwege. Die ermittelten Wege- und Fahrzeiten werden in Sekunden ausgewiesen, dann mit der Anzahl der betroffenen Fahrgäste anhand der Verkehrsprognosen für den Ohnefall multipliziert und in Minuten umgerechnet. Im Ergebnis ergeben sich "Personenminuten" pro Werktag, also um wieviel Minuten über alle Fahrgäste hinweg sich die Reisezeiten verkürzen oder verlängern. Da kleine Werte von wenigen Minuten pro Fahrgast mit großen Personenmengen multipliziert werden, ergeben sich Minutenwerte im Bereich von mehreren Hunderttausend.

Wie schon oben erläutert, werden bei den "Personenminuten" sog. gewichtete und ungewichtete unterschieden. Die ungewichteten Personenminuten, Methodikkapitel Punkt (1), stellen die Reisezeitänderung dar, von denen die Fahrgäste profitieren, die schon beim Ohnefall die Stadtbahn als Verkehrsmittel wählen. Bei den gewichteten Personenminuten, beschrieben unter (2), werden die Teile der Reisezeit, die von den Fahrgästen als unangenehmer empfunden werden, stärker gewichtet. Die gewichteten Reisezeiten stehen als Sinnbild für die Attraktivität der Stadtbahn. Je attraktiver die Stadtbahn, desto größer ist die volkswirtschaftlich gewünschte Verlagerung des PKW-Verkehrs auf die Stadtbahn. Die zugrundeliegende Methodik ist in der bundeseinheitlichen Anleitung zur Standardisierten Bewertung genau festgelegt.

Für die Standardisierte Bewertung ist die gewichtete Reisezeit hinsichtlich der Auswirkung auf den Nutzen-Kosten-Wert in der Regel etwas bedeutender als die ungewichtete.



Es folgen die Ergebnisse der erstellten Berechnungen.

- = Reisezeitverkürzung = positive Wirkung auf den NK-Indikator
- + = Reisezeitverlängerung = negative Wirkung auf den NK-Indikator

Tabelle 2: Reisezeitverkürzung/verläng. in Personenminuten pro Werktag
Fußgängergeschwindigkeit horizontal 1,4 m/s (= 5,04 km/h)

	Personenmin. ungewichtet	Personenmin. gewichtet
Tunnelvariante		
Saldo	-75.869	11.067
- davon Fahrzeitgewinn	-449.770	-449.770
- davon Wegeverlängerung	373.901	460.837
Oberirdische Variante		
Saldo	-157.206	-158.154
- davon Fahrzeitgewinn	-156.530	-156.530
- davon Wegeverlängerung	-676	-1.624

Diese Zahlen bedeuten folgendes:

- Sowohl Tunnelvariante als auch oberirdische Variante schaffen ungewichtet eine Reisezeitverkürzung. Die oberirdische Variante schafft gegenüber dem Tunnel eine rund doppelt so große ungewichtete Reisezeitverkürzung.
- Nach der Gewichtung werden bei der Tunnelvariante die Fahrzeitgewinne durch die unangenehmeren Umsteigewege vollständig kompensiert, so dass sich kein Verlagerungseffekt von der Straße auf die Schiene einstellen wird.
- Bei der oberirdischen Variante bleiben die Fußwege weitgehend unverändert. Es gibt zwar im Detail kleine Wegeverlängerungen (geringfügige Verlegung der Bahnsteige am Neumarkt nach Westen), doch durch den Wegfall der heutigen Gleis-Splittung am Rudolfplatz mit relativ langen Fußwegen von der Richard-Wagner-Straße zu den U-Bahn-Eingängen am Rudolfplatz ergibt sich sogar eine minimale Wegeverkürzung gegenüber dem Status Quo/Nullvariante.
- Die Fahrzeitverkürzung der oberirdischen Variante beträgt mit 156.530 Minuten zwar nur rund ein Drittel gegenüber der Tunnelvariante, doch geht davon nichts durch die längeren Fußwege wieder verloren.



- Mit 158.154 Minuten ist die gewichtete Reisezeitverkürzung bei der oberirdischen Variante etwa genauso hoch wie die ungewichtete Reisezeitverkürzung (157.206 Minuten), weil sich die gewichteten Fußwege gegenüber dem Ohnefall praktisch nicht verändern.

Dass sich bei der oberirdischen Variante durch die Gewichtung ein vermeintlich großer Unterschied ergibt (-676 ungewichtet, -1.624 gewichtet), liegt daran, dass diese Zahlen wiederum Salden aus positiven wie negativen Beträgen sind.

Aus diesen Ergebnissen folgt, dass nach dem festgelegten Schema der Standardisierten Bewertung die oberirdische Variante einen deutlich höheren Nutzen aufweist als die Tunnelvariante: Die ungewichteten Reisezeitverkürzungen sind bei der oberirdischen Variante doppelt so hoch und die besonders entscheidenden gewichteten Reisezeitverkürzungen, die den gewünschten Verlagerungseffekt vom PKW auf die Stadtbahn bewirken, stellen sich überhaupt nur bei der oberirdischen Variante ein.

Da die Investitionskosten des im Rahmen der Nutzen-Kosten-Analyse bewerteten Gesamtprojektes incl. Ausbau der Außenäste bei der Tunnelvariante 1,55 Mrd EUR und bei der oberirdischen Variante mit 0,51 Mrd EUR betragen, liegen die Kosten somit um Faktor 3 auseinander. Weil beim Nutzen-Kosten-Indikator - stark vereinfacht - der Nutzen durch die Kosten geteilt wird, müssten die Reisezeitsalden bei der Tunnelvariante um Faktor 3 höher sein als bei der oberirdischen Variante, um bei der Bewertung (NKI) zu einem Gleichstand zu kommen. Da vom Nutzen die Betriebskosten abgezogen werden und der gewichtete Reisezeitnutzen, der bei der Tunnelvariante als "Reisezeitschaden" in die Bewertung eingeht, schwerer wiegt, als der vorhandene ungewichtete Reisezeitnutzen, ist es bei der Tunnelvariante nicht einmal sicher, dass sich überhaupt ein NKI von über 0,0 ergibt. Wie hoch die Nutzen-Kosten-Indikatoren jeweils tatsächlich sind, kann mit der vorliegenden reinen Differenzbetrachtung der Reisezeiten jedoch nicht ermittelt, sondern nur geschätzt werden.

Sensitivitätsbetrachtung mit reduzierter Fußweggeschwindigkeit

Bei der von Spiekermann durchgeführten Standardisierten Bewertung wurde im Berichtstext eine Fußweggeschwindigkeit von 1,4 m/s explizit erwähnt. Das ist eine relativ hohe Geschwindigkeit. In der Standardisierten Bewertung wird keine Geschwindigkeit vorgegeben. Als unterer Eckwert kann auch eine niedrigere Geschwindigkeit von 1,0 m/s verwendet werden, siehe Kapitel 2. unter b).



Setzt man in die Excel-Tabelle den niedrigeren Wert für die Fußgängergeschwindigkeit, so ergibt sich folgendes Bild:

Tab. 3: Reisezeitverkürzung/verläng. in Personenminuten pro Werktag
Fußgängergeschwindigkeit horizontal 1,0 m/s (= 3,6 km/h)

	Personenmin. ungewichtet	Personenmin. gewichtet
Tunnelvariante		
Saldo	-38.472	79.126
- davon Fahrzeitgewinn	-449.770	-449.770
- davon Wegeverlängerung	411.298	528.896
Oberirdische Variante		
Saldo	-157.477	-159.118
- davon Fahrzeitgewinn	-156.530	-156.530
- davon Wegeverlängerung	-947	-2.588

Mit einer Absenkung der Fußgängergeschwindigkeit von 1,4 auf 1,0 m/s wiegen die Reisezeitverlängerungen durch die Fußwege noch stärker, wobei nur die Tunnelvariante darunter leidet, während die oberirdische Variante wegen der nur geringen Fußweg-Differenzen gegenüber dem Ohnefall keine nennenswerte Änderung erfährt.

Der ohnehin geringe Nutzen aus den ungewichteten Reisezeiten halbiert sich bei der Tunnelvariante durch die Absenkung der Fußgängergeschwindigkeit.

Während bislang die gewichtete Reisezeitänderung bei der Tunnelvariante zu einer nur leichten Reisezeitverlängerung führt, nehmen nun die Reisezeitverlängerungen deutlich um Faktor 7 zu von 11.067 auf 79.126 Personenminuten pro Werktag. Dadurch ergibt sich eine unerwünschte Verkehrsverlagerung von der Stadtbahn auf den PKW, die dann den Nutzen-Kosten-Indikator auf unter 0,0 ziehen dürfte, zumal vom ohnehin schon negativen Verlagerungsnutzen noch die hohen Betriebskosten des Tunnels abgezogen werden müssen. Der bislang positive Gesamtnutzen wird dann möglicherweise negativ, wobei der Nutzen, der auf den ungewichteten Reisezeitdifferenzen beruht, weiterhin positiv verbleibt. Rein mathematisch sind auch negative Nutzen-Kosten-Werte von unter 0,0 möglich. Das heißt, mit einem investierten Euro wird dann kein Nutzen mehr, sondern ein Schaden erzeugt.



Dass kleine Änderungen bei den Reisezeiten zu einer starken Änderung des Nutzen-Kosten-Indikators führen, ist im Bericht von Spiekermann (S. 66 f.) ebenfalls dargestellt: Eine geringe Änderung der Reisezeiten von 1 Minute führt schon zu einer Abweichung beim Nutzen-Kosten-Indikator von 0,4. Bei einer Reisezeitverlängerung von mehr als 1,0 Minuten ist somit auch nach Aussagen von Spiekermann der Tunnel nicht mehr förderfähig.

Da es bei beiden Varianten geplant ist, Straßenfahrspuren zu entfernen, dürfte der Verlagerungseffekt vom PKW auf die Stadtbahn größer sein als nach der Standardisierten Bewertung ermittelt wurde. Doch das Wegnehmen von Straßenfahrspuren ist nicht Teil der Standardisierten Bewertung, man würde sich "mit fremden Lorbeeren schmücken". Vielmehr muss methodisch schon der Ohnefall die Wegnahme der Straßenfahrspuren enthalten, und deshalb unterscheidet sich der Ohnefall auch deutlich vom heutigen Fahrgast-Verkehrsaufkommen.

4. Interpretation der Ergebnisse und Schlussfolgerungen und Ausblick

Es ist sicher, dass der Nutzen-Kosten-Wert der Tunnelvariante deutlich unter 1,0 liegt, unter Umständen liegt er sogar unter 0,0. Somit ist die Tunnelvariante nicht mit Bundes- und Landesmitteln förderfähig. Ob die oberirdische Variante förderfähig ist, kann aufgrund der oben erläuterten Systematik nicht eindeutig nachgewiesen werden, doch die Wahrscheinlichkeit dürfte groß sein, dass sie deutlich über 1,0 liegt. Denn sowohl der ungewichtete als auch der gewichtete Reisezeitsaldo ist bei der oberirdischen Variante deutlich negativ, und diese signifikanten Reisezeitreduzierungen werden bei relativ niedrigen Kosten erzielt.

Warum die Tunnelvariante derart schlecht abschneidet, liegt an der Tatsache, dass die Fußwege in den meist sehr tiefliegenden Stationen, die andere Tunnelbahnen unterqueren müssen, bis zur Oberfläche sehr lange werden und so die ohnehin geringen Fahrzeitverkürzungen zum Teil mehr als kompensieren. Unglücklicherweise müssen nämlich zwei bestehende Tunnelbahnen in großer Tieflage unterfahren werden. Die meisten Fahrgäste haben ihr Ziel an den drei Stationen Rudolfplatz, Neumarkt und Heumarkt, während nur ein kleiner Teil der Reisenden von den Fahrzeitverkürzungen bei der Durchfahrt durch die Innenstadt profitieren. Unter den verlängerten Fußwegen an die Oberfläche leiden somit mehr Fahrgäste als Fahrgäste von den kürzeren Fahrzeiten profitieren und deshalb ergibt sich im Saldo über alle Fahrgäste eine für den Nutzen so fatale Reisezeitverlängerung. Die Verlänge-



zung mündet in einer völlig unerwünschten Verlagerung des Verkehrs von der Stadtbahn auf den PKW, die in die Standardisierte Bewertung als negativer Nutzen eingeht. Diese Wanderungsbewegung wird sich in der Praxis nicht einstellen, weil gleichzeitig auch Straßenverkehrsräume reduziert werden sollen, doch die Reduzierung findet bei der Bewertung schon im Ohnefall statt, so dass dies kein "Verdienst" des Planfalls ist und somit nicht als Nutzen angesetzt werden darf.

Betrachtet man nicht das Gesamtprojekt, sondern nur den Innenstadtbereich, so würde das Ergebnis noch dramatischer ausfallen. Denn das Tunnelprojekt ist in der Standardisierten Bewertung mit rund 1,5 Mrd EUR "nur" dreimal so teuer wie die oberirdische Lösung mit 0,5 Mrd EUR, weil in beiden Fällen die Gesamtstrecke von Weiden-West bis Bensberg und nicht nur der Innenstadtabschnitt betrachtet wird. Betrachtet man nur den in den beiden Planfällen abweichenden Innenstadtabschnitt, so gibt es nicht eine Kostendifferenz von Faktor 3, sondern von Faktor 6 (Ratsbeschluss Vorlage Anlage 20 Spiekermann Gegenüberstellung NKU, Abb. 2).

Schienenbahnen können sowohl bei der Eisenbahn als auch bei der Straßenbahn signalisiert oder auf Sicht betrieben werden. Bei einer Signalisierung gibt es sog. Streckenblöcke, die am Anfang mit einem Lichtsignal versehen sind und durch einen Sicherungsmechanismus das Einfahren eines Zuges verhindern. Gegenüber dem Fahren auf Sicht erfordert dies größere Abstände der Züge zueinander. Sowohl die Tunnelvariante als auch die oberirdische Variante der Stadt haben den Nachteil der signalisierten Fahrt. Bei der Tunnelvariante ist die Signalisierung wegen der fehlenden Übersichtlichkeit vorgeschrieben und bei der oberirdischen Variante wegen der Zuglänge, die bei über 75 m Länge nach der Betriebsordnung Straßenbahn eine Signalisierung gesetzlich vorschreibt. Die Signalisierung führt zu größeren minimalen Zugfolgezeiten und somit zu einer Leistungsminderung der Strecke.

Vom Bündnis Verkehrswende Köln gibt es ein konkretes Konzept einer anderen Variante des oberirdischen Ausbaus. Statt der 90 m langen Züge werden hier weiterhin nur 60 m lange Züge eingesetzt. Es sollen dichtere Takte realisiert werden, die in der Standardisierten Bewertung bei den Reisezeiten dank reduzierter Wartezeiten stark positiv bewertet würden. Da dann die Stationen aufgrund der Fahrgastwechselzeiten jedoch zu Engpässen führen würden, sieht diese Planung zusätzliche Bahnsteige nicht nur - wie bei der bisherigen oberirdischen 90-m-Variante - am Neumarkt, sondern auch am Heumarkt vor. Aus Sicht der Standardisierten Bewertung hätte diese Variante den Charme, dass die leistungsmindernde Signalisierung nicht erforderlich wäre, die Taktung der Stadtbahnzüge auf allen Linien 1, 7 und 9 verdichtet und somit die Wartezeit verkürzt werden kann. Am Neumarkt und am Heumarkt werden die Fußwegestrecken nochmals gegenüber der oberirdischen 90-m-Variante reduziert. Dies alles reduziert wiederum die Reisezeit.



ten, was sich positiv auf den Nutzen-Kosten-Wert auswirkt. Gleichzeitig werden die Investitionskosten gesenkt, weil die Bahnsteig-Umbauten in den Außenbereichen in Höhe von ca. 350 Mio EUR entfallen. Der Vorschlag sollte auf jeden Fall ebenfalls einer Standardisierten Bewertung unterzogen werden. Bei eher kleinen oberirdischen Maßnahmen mit hoher Netz Wirkung (Leistungssteigerung von drei Straßenbahnlinien auf der gesamten Strecke durch Beseitigung eines Flaschenhalses) sind Nutzen-Kosten-Werte von 5,0 und darüber durchaus üblich.

Die oberirdische Variante der Stadt sowie die oberirdische Variante des Bündnisses Verkehrswende haben den grundsätzlichen Vorteil, dass sie mindestens zehn Jahre früher zur Verfügung stehen können, da langwierige Planungsprozesse des bautechnisch schwierigen Tunnels sowie jahrelange Tunnelbauarbeiten entfallen. Die oberirdischen Lösungen könnten Anfang der 30er Jahre schon zur Verfügung stehen, während der Tunnel erst im Laufe der 40er Jahre in Betrieb genommen werden kann.

Weitere Anmerkung zur Standardisierten Bewertung

Es fiel auf, dass die in der Anleitung zur Standardisierten Bewertung 2016+ ausgewiesenen Tabellen hinsichtlich CO₂-Emissionen verändert wurden, mit dem Argument, man könne Beton auch CO₂-ärmer herstellen. Diese Änderung ist methodisch unzulässig, zumal auf der anderen Seite in der Fassung 2016+ beim eingesparten PKW-Verkehr noch mit einem hohen Anteil an Verbrenner-PKW gerechnet wird, der in der betrachteten Nutzungszeit des Tunnels von 2035 bis 2105 nur noch in den Anfangsjahren bestehen bleiben wird. Man kann deshalb nicht einseitig Verbesserungen unterstellen, sondern muss auf die nächste Überarbeitung der Anleitung zur Standardisierten Bewertung warten, bei der dann sowohl die CO₂-Emissionen beim Tunnelbau als auch die CO₂-Emissionen des PKW-Verkehrs entsprechend gesenkt werden. Es muss zwingend mit den in der Anlage der Standardisierten Bewertung 2016+ vorgegebenen "Datenvorgaben, Kosten und Wertansätzen" gerechnet werden.

Anlage 2: Excel-Tabelle Reisezeitsalden bei 1,0 m/s horizontaler Fußgängergeschwindigkeit

weiß= Formeln nicht editierbar, gelb= von Hand erfasst

Ein- und Aussteige sowie Umsteigewege Stadtbahn Köln Ost-West-Achse

VIEREGER-RÖSSLER GmbH

OW = Bahnsteige auf der Ost-West-Achse

Für die Reisezeitdifferenzen ist der Ohnefall relevant

minus=Verkürzung plus=Verlängerung

	Fußwege horizontal in m	Fußwege Vertikal in m	Anteil Treppen in Zielrichtung als Faktor	Summe sec ungewichtet	Summe sec gewichtet	Anzahl Pers. pro Werktag	Personenmin. ungewichtet	Personenmin. gewichtet	
TUNNELVARIANTE									
							Summe	18.674	161.137
							Summe minus Ohnefall	-38.472	79.126
							davon Fahrzeitgewinn	-449.770	-449.770
							davon Wege -verkürz +verläng	411.298	528.896
Fußgängergeschwind. horiz. m/s	1,0								
Moltkestraße									
OW Nordbahnsteig <=> Oberfläche	5	11,20	1,00	32,413	32	3250	1.756	1.722	
OW Südbahnsteig <=> Oberfläche	2	11,20	0,50	39,977	40	3250	2.165	2.165	
Rudolfplatz									
OW Mittelbahnsteig <=> VE2	90								
OW Mittelbahnsteig <=> Oberfläche	105	28,85	0,40	208,047	295	51260	177.742	252.414	
OW Mittelbahnsteig <=> Ringtunnel	117	17,44	0,00	192,826	266	1870	6.010	8.306	
Neumarkt WO=Ebene-3 OW=-4									
OW <=> Oberfläche	50	20,20	-0,20	145,586	184	48140	116.809	147.642	
OW <=> Innenstadtunnel	90	27,88	0,00	211,217	302	2305	8.114	11.588	
WO <=> Oberfläche	60	10,24	-0,39	112,282	133	48140	90.087	106.367	
WO <=> Innenstadtunnel	100	17,92	0,00	177,913	239	2305	6.835	9.191	
Heumarkt									
OW <=> Oberfläche	0	12,90	1,00	31,061	30	68840	35.637	34.841	
OW <=> Nord-Süd-Stadtbahntunnel	21	7,60	0,00	54,043	56	10660	9.602	9.939	
Mauritiuskirche									
zusätzlicher Fußweg bei Tunnelvar.	355	15,22	0,00	421,174	823	1950	13.688	26.732	
Fahrzeitverkürzungen									
Univ – Moltkestraße				-63,360	-63,36	40700	-42.979	-42.979	
Moltkestraße – Rudolfplatz				-63,360	-63,36	41700	-44.035	-44.035	
Rudolfplatz – Neumarkt				-63,360	-63,36	112700	-119.011	-119.011	
Neumarkt - Heumarkt				-63,360	-63,36	159100	-168.010	-168.010	
Neumarkt – Zülpicher Platz				-153,000	-153	29700	-75.735	-75.735	
OHNEFALL							57.146	82.011	
Rudolfplatz									
OW <=> Ringtunnel	135	11,20	0,00	183,696	250	1870	5.725	7.782	
Neumarkt									
OW <=> Nord-Süd-Stadtbahntunnel	74	9,96	0,00	117,304	140	4610	9.013	10.755	
Heumarkt									
OW <=> Nord-Süd-Stadtbahntunnel	150	20,40	0,00	238,696	357	10660	42.408	63.474	
OBERIRDISCHE VARIANTE									
							Summe	-100.330	-77.107
							Summe minus Ohnefall	-157.477	-159.118
							davon Fahrzeitgewinn	-156.530	-156.530
							davon Wege -verkürz +verläng	-947	-2.588
Rudolfplatz									
OW <=> Ringtunnel	100	11,20	0,00	148,696	189	1870	4.634	5.894	
Neumarkt									
OW <=> Innenstadtunnel	99	9,96	0,00	142,304	179	4610	10.934	13.730	
Heumarkt									
OW <=> Innenstadtunnel	140	20,40	0,00	228,696	337	10660	40.632	59.799	
Fahrzeitverkürzungen									
Univ – Moltkestraße				-24,000	-24	40700	-16.280	-16.280	
Moltkestraße – Rudolfplatz				-24,000	-24	41700	-16.680	-16.680	
Rudolfplatz – Neumarkt				-24,000	-24	112700	-45.080	-45.080	
Neumarkt - Heumarkt				-24,000	-24	159100	-63.640	-63.640	
Neumarkt – Zülpicher Platz				-30,000	-30	29700	-14.850	-14.850	