

Abschlussbericht

Potenzial- und Nutzen-Kosten-Analyse Rad- und Fußwegbrücke Landau in der Pfalz



Auftraggeber

Stadtbauamt
Abteilung Mobilität und Verkehrsinfrastruktur
Königstraße 21
76825 Landau in der Pfalz



Bearbeitung

Planungsbüro VAR+
Riedeselstr. 48
64283 Darmstadt

Beteiligte Mitarbeiter:

M.Sc. Jens Andreas
Dipl.-Ing. Uwe Petry



März 2023

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	ii
1 Ausgangslage	3
2 Vorgehensweise	4
2.1 Verkehrsmodell.....	4
2.2 Strukturdaten	6
2.3 Kalibrierung des Verkehrsmodells.....	6
2.4 Unfallanalyse	8
3 Nutzen-Kosten-Analyse.....	9
4 Fazit und Ausblick.....	13
Abbildungsverzeichnis	I
Tabellenverzeichnis.....	I
Literaturverzeichnis.....	I
Anhang I – Horststraße	II
Anhang II – Queichheimer Straße/L 509.....	III
Anhang III –Bahnhofsunterführung Ostseite	IV
Anhang IV – Bahnhofsunterführung Westseite.....	V

1 Ausgangslage

Die Stadt Landau in der Pfalz wird durch eine von Norden nach Süden verlaufende Bahntrasse geteilt. Diese Trasse kann im innerstädtischen Bereich lediglich an drei Stellen überquert werden: die Horstbrücke, die Unterführung im Zuge des Hauptbahnhofs und die Brücke der L 509. Sie sind in Abbildung 1 dargestellt. Da die L 509 und die Horststraße stark befahrene Strecken des Kfz-Verkehrs und die Bahnhofsunterführung regelmäßige Konflikte mit dem Fußverkehr darstellen, ist die Attraktivität dieser Verbindungen für den Radverkehr und den Fußverkehr sehr gering. Im Zuge der Mobilitätswende gilt es jedoch speziell diese beiden Verkehrsarten gerade im innerstädtischen Bereich zu stärken und attraktiver zu gestalten.

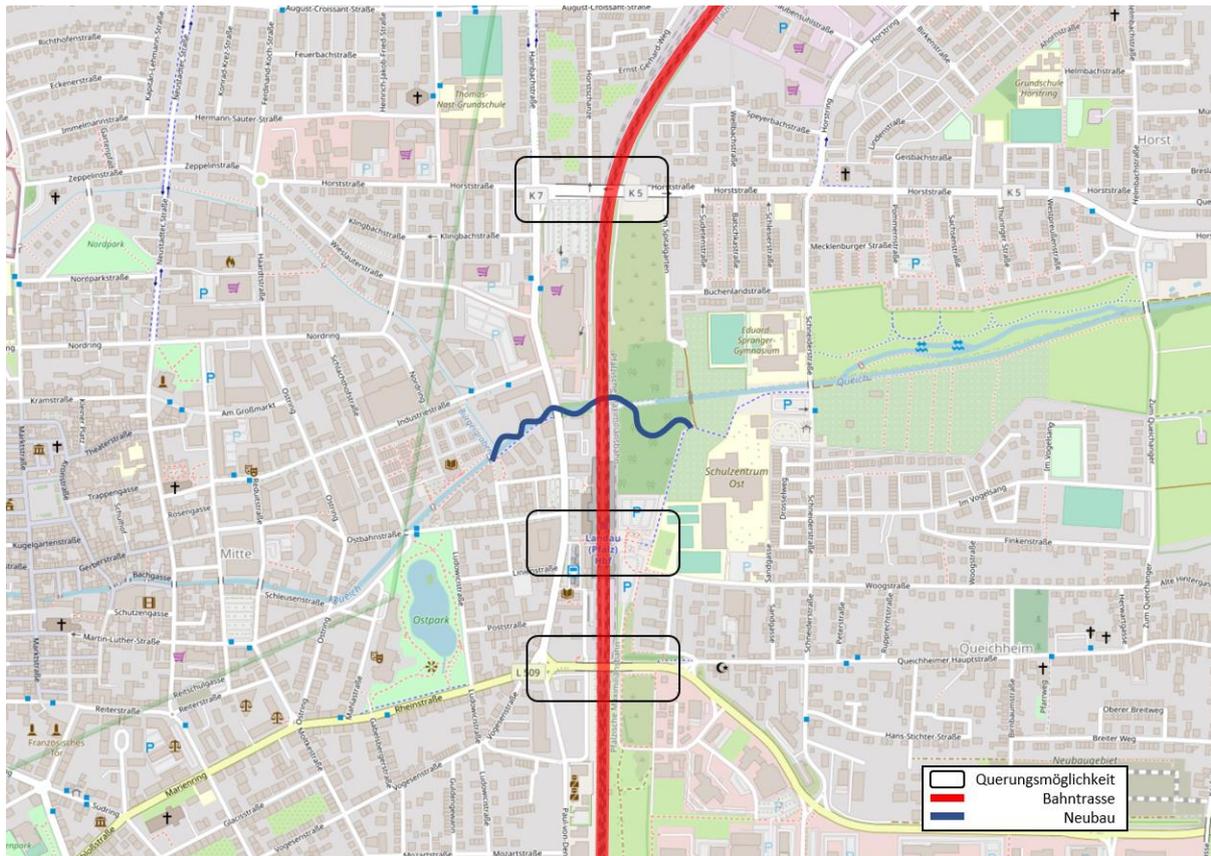


Abbildung 1: Innerstädtische Querungsmöglichkeiten der Bahntrasse | VAR+ | Kartengrundlage: © OpenStreetMap contributors

Die Stadt Landau plant daher den Neubau einer Rad- und Fußwegbrücke über die Bahntrasse und die Maximilianstraße. Diese soll, wie in Abbildung 1 dargestellt ist, eine Querung mit direkter Anbindung zu den Stadtteilen Horst und Queichheim bieten, sodass insbesondere das Schulzentrum Ost und das Eduard-Spranger-Gymnasium aber auch das Gewerbegebiet Im Horst und der Gewerbepark Am Messegelände mit dem Rad leichter zu erreichen sind. Sie stellt somit sowohl eine Entlastung der bereits vorhandenen Verbindungen, eine schnellere, direktere und konfliktärmere Verbindung sowie eine Attraktivierung des nicht-motorisierten Individualverkehrs im innerstädtischen Bereich dar.

Jedoch müssen Infrastrukturmaßnahmen und speziell solche mit nicht unerheblichen Kosten auch vor den jeweiligen politischen Gremien gerechtfertigt werden können. Hierfür bietet sich eine Nutzen-Kosten-Analyse an, die den volkswirtschaftlichen Nutzen einer Maßnahme den entsprechenden Kosten gegenüberstellt, um eine Aussage zu treffen, ob die Maßnahme monetär zu rechtfertigen ist. In dieser Nutzen-Kosten-Analyse wird daher ermittelt, ob die geschätzten Kosten des Brückenneubaus von 4.300.000 € geringer sind als der volkswirtschaftliche Nutzen der Maßnahme.

2 Vorgehensweise

Im folgenden Kapitel wird die Vorgehensweise zur Erarbeitung und Gewinnung der für die Potenzial- und Nutzen-Kosten-Analyse benötigten Daten erläutert. Hierzu zählt zunächst die Erstellung eines Verkehrsmodells für die Stadt Landau, die Ermittlung von Struktur- und Bestandsdaten hierfür und die Kalibrierung des Modells mittels selbst durchgeführter Verkehrserhebungen. Schließlich wurde zusätzlich eine Unfallanalyse Jahre 2016 bis 2021 mit dem Fokus auf Verkehrsunfälle mit Radfahrenden durchgeführt, um weitere volkswirtschaftliche Faktoren darzulegen.

2.1 Verkehrsmodell

Verkehrsmodelle dienen der Abschätzung der Auswirkungen von Infrastrukturmaßnahmen auf das Verkehrsgeschehen. Für das vorliegende Projekt wurde sich am „Leitfaden zur Potenzialanalyse und Nutzen-Kosten-Analyse“ der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) orientiert. Dieser Leitfaden beschreibt detailliert, welche Schritte für die Erstellung eines Verkehrsmodell mit dem Gravitationsansatzes notwendig durchgeführt werden müssen. Die Vorgehensweise wird in diesem Abschnitt zusammengefasst und erläutert.

Der erste Schritt für die Erstellung des Gravitationsverkehrsmodells ist die Einteilung des Projektgebiets in Verkehrszellen. Diese können je nach Lage ganze Ortschaften, Stadtteile, Quartiere, große Arbeitgeberstandorte oder ähnliches darstellen. Für diese Verkehrszellen müssen Strukturdaten erhoben werden, um sowohl den von Ihnen ausgehenden Verkehr abschätzen zu können und gleichzeitig die Gravitationswirkung der Zelle, d.h. die Anziehungskraft für den Verkehr, der aus anderen Zellen ausgeht, bestimmen zu können.

Übliche Strukturdaten, die der Erstellung eines Verkehrsmodells dienen, sind z.B. Einwohnerzahlen, Arbeitsplätze, Schulplätze, Freizeit- sowie Einkaufsmöglichkeiten. Dabei hängt die Genauigkeit des Modells direkt mit dem Detailgrad der Strukturdaten zusammen. Da diese Daten jedoch oftmals nicht im benötigten Detailgrad vorliegen, muss, wie auch im Falle Landau, auf aggregierte Daten zurückgegriffen werden. Die genannten Strukturdaten dienen als Grundlage für die Berechnung der Gravitation jeder einzelnen Verkehrszelle, d.h. wie stark der Verkehr in diese Zellen gezogen wird. Grundlage hierfür ist der Sachverhalt, dass Mobilität nach dem Ergebnisbericht der Mobilitätsbefragung „Mobilität in Deutschland 2017“ zum Großteil einem der vier Zwecke zugeordnet werden kann: Arbeit, Bildung, Einkaufen, Freizeit.¹

Mittels der Einwohnerzahl und der durchschnittlich pro Tag und Person zurückgelegten Wegeanzahl von 3,1² können die im Projektgebiet nach Verkehrszellen getrennt auftretenden Verkehrsbewegungen abgeschätzt werden. Ein Weg stellt dabei die gesamte Strecke zwischen einem Aktivitätenwechsel dar. Dies bedeutet, dass die morgendliche Fahrt zum Arbeitsplatz, auch wenn sie mit mehreren Verkehrsmitteln zurückgelegt wird, einen Weg darstellt.

Durch die weiteren Strukturdaten wird die Gravitation jeder Verkehrszelle ermittelt. Als Grundlage dient hier die Annahme, dass eine Zelle mit einer höheren Anzahl an Arbeitsplätzen, Schulplätzen und Freizeiteinrichtungen sowie Einkaufsmöglichkeiten häufiger das Ziel von Verkehrsbewegungen als eine Zelle mit einer geringen Anzahl ist.

Anschließend wird die durchschnittliche Reisezeit zwischen den einzelnen Verkehrszellen berechnet. Die Reisezeit stellt dabei einen hemmenden Faktor in der Verteilung der Verkehrsbewegungen auf die unterschiedlichen Verbindungen dar. Je weiter eine andere Verkehrszelle entfernt liegt, desto

¹ Vgl.: BMDV, Mobilität in Deutschland - MiD Ergebnisbericht, 2019, S.3

² Vgl.: Ebd.

unwahrscheinlicher ist es, dass diese also Ziel ausgewählt wird. Die Reisezeit wird mittels Luftlinien zwischen den Verkehrszellen und einer durchschnittlichen Luftliniengeschwindigkeit ermittelt.

Basierend auf der Gravitation jeder einzelnen Verkehrszelle sowie der Reisezeit zwischen den Zellen werden die täglich zurückgelegten Wege auf die verschiedenen Verbindungen verteilt. Das Ergebnis dieser Verteilung ist eine sogenannte Quelle-Ziel-Matrix. Eine solche stellt anschaulich die täglichen Verkehrsbewegungen im Projektgebiet nach Verbindung dar und ist beispielhaft in Tabelle 1 abgebildet.

Tabelle 1: Beispiel einer Quelle-Ziel-Matrix | VAR+

Wege / Tag	A-Dorf	B-Stadt	C-Stadt	Quellsumme
A-Dorf	-	500	1000	1.500
B-Stadt	250	-	750	1.000
C-Stadt	500	2500	-	3.000
Zielsumme	750	3.000	1.750	5.500

In der linken Spalte stehen die Quellen, die übrigen Spalten stellen die Ziele dar. Von A-Dorf finden somit jeden Tag 500 Bewegungen in Richtung B-Stadt statt. Von B-Stadt aus werden jeden Tag 250 Wege nach A-Dorf zurückgelegt. Der Binnenverkehr innerhalb einer Zelle wird aufgrund der Komplexität der Modellierung dieser Verflechtungen nicht berücksichtigt.

Mit Hilfe dieser Verteilung der täglichen Verkehrsbewegungen im Projektgebiet kann das tägliche Radverkehrsaufkommen auf jeder einzelnen Verbindung mittels des Radverkehrsanteils bestimmt werden. Dabei kann angenommen werden, dass der Radverkehrsanteil primär von der Reisezeit abhängig ist. Eine Verbindung wird einen höheren Radverkehrsanteil haben je geringer die Reisezeit ist. Für das für Landau erstellte Verkehrsmodell wurde die in Abbildung 2 dargestellte Annäherung des Radverkehrsanteils in Abhängigkeit von der Reisezeit verwendet.

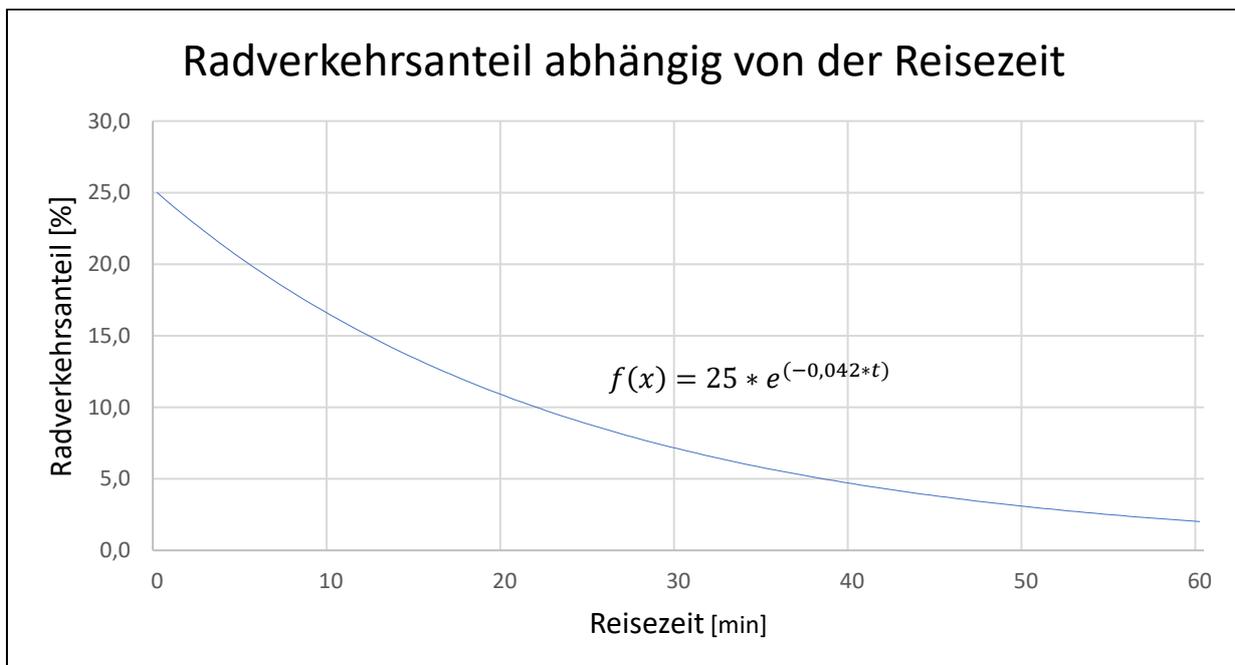


Abbildung 2: Radverkehrsanteil in Abhängigkeit von der Reisezeit³

³ Vgl.: BASt, Radschnellverbindungen Leitfaden zur Potenzialanalyse und Nutzen-Kosten-Analyse, 2019, S.26

Das Ergebnis dieser Verrechnung des Verkehrsaufkommens mit dem Radverkehrsanteil ist somit erneut eine Quelle-Ziel-Matrix, die das tägliche Radverkehrsaufkommen auf allen Verbindungen zwischen den Verkehrszellen darstellt.

Durch den Bau der Rad- und Fußwegbrücke wird eine neue Möglichkeit geschaffen, die Bahntrasse zu queren. Jedoch profitiert von dieser neuen Querungsmöglichkeit nicht jede Verbindung zwischen den Verkehrszellen, sodass hier zunächst festgestellt werden muss, welche die Profiteure unter den Verbindungen sind. Auf diesen wird daraufhin eine Anpassung der Reisezeit vorgenommen. Diese basiert auf der Annahme, dass durch die neue Rad- und Fußwegbrücke, die Reisegeschwindigkeit des Radverkehrs erhöht und gleichzeitig die Reisedistanz verringert wird.

Mit Hilfe dieser angepassten Reisezeit wird erneut der Radverkehrsanteil zwischen den Verkehrszellen durch die in Abbildung 2 dargestellt Funktion ermittelt und somit das Radverkehrsaufkommen in einer Quelle-Ziel-Matrix dargestellt.

Durch eine Gegenüberstellung der Quelle-Ziel-Matrizen des Ist- und des Soll-Zustands können die für die Nutzen-Kosten-Analyse benötigten Werte ermittelt werden. Hierzu zählen die eingesparten Pkw-Kilometer, die eingesparte Reisezeit, die zusätzlichen Radfahrten und deren Länge.

2.2 Strukturdaten

Für das Verkehrsmodell für die Stadt Landau wurden diverse Struktur- und Bestandsdaten gesichtet und ausgewertet. Diese sind:

- Flächennutzungsplan 2030 der Stadt Landau⁴
- Bebauungspläne der Stadt Landau⁵
- Daten zu sozialversicherungspflichtigen Angestellten in der Stadt Landau⁶
- Einwohnerstatistik der Stadt Landau⁷ und deren Verteilung in den Ortsteilen⁸

Der Flächennutzungsplan und die Bebauungspläne wurden zur Bestimmung der Verteilung von Gewerbe- und Industrieflächen in den einzelnen Verkehrszellen herangezogen. Durch eine prozentuale Verteilung der Anzahl der sozialversicherungspflichtigen Angestellten mit Arbeitsort in Landau konnten mit Hilfe dieser Informationen Schätzungen bezüglich der Anzahl an Arbeitsplätzen in den einzelnen Verkehrszellen getroffen werden.

Mit Hilfe der städtischen Angaben zu den Einwohnerzahlen der umliegenden Ortsteile konnten für diese Verkehrszellen die täglichen Wegeaufkommen in diesen berechnet werden. Für die Stadt Landau selbst hingegen lag jedoch keine Verteilung der Einwohner auf die verschiedenen Viertel vor, sodass hierfür Annahmen getroffen werden mussten. Diese basieren auf Auswertungen von Bebauungsplänen und Luftbildern der Stadt Landau hinsichtlich der Bebauungsdichte und Art der Bebauung. Somit konnten auch für diese Verkehrszellen Annahmen bezüglich des täglichen Wegeaufkommens getroffen werden.

2.3 Kalibrierung des Verkehrsmodells

Verkehrsmodelle bedürfen einer Kalibrierung, um die Realität möglichst genau darzustellen. Hierfür muss zunächst eine entsprechende Kennzahl festgelegt werden, anhand derer die Kalibrierung

⁴ <https://maps.landau.de/map22.htm?wor=bw&layers=FNP> [letzter Zugriff: 22.03.2023]

⁵ <https://maps.landau.de/map22.htm?wor=bw&layers=Bebauungsplaene> [letzter Zugriff: 22.03.2023]

⁶ <https://www.landau.de/Wirtschaft-Bildung/Wirtschaft/Daten-und-Fakten/> [letzter Zugriff: 22.03.2023]

⁷ Ebd.

⁸ <https://www.landau.de/Leben-Wohnen/Stadtportrait/Ortsteile/> [letzter Zugriff: 22.03.2023]

durchgeführt werden kann. Durch die Gewinnung von in der Realität gefußten Vergleichswerten können dann die Modellparameter angepasst werden, sodass die realen Vergleichswerte und die Kennzahlen des Modells möglichst deckungsgleich sind.

Im vorliegenden Fall wurde als Kennzahl die täglichen Radfahrten über die Bahntrasse in Landau in der Pfalz gewählt. Da der Radverkehr im innerstädtischen Bereich lediglich die Horststraße, die L 509 oder die Bahnstrecke unterqueren kann, bieten sich diese Stellen als idealer Standort für eine Verkehrserhebung und als Vergleichswert an. Hierfür wurden am 18. und 19. Oktober Querschnittszählungen per Videoaufnahmen an vier Standorten durchgeführt. Die Standorte der Kameras sind in Abbildung 3 festgehalten. Die Ergebnisse dieser Erhebungen können dem Anhang entnommen werden.

Durch die somit gewonnenen Vergleichsdaten konnte das Verkehrsmodell an den Ist-Zustand angepasst werden, um eine möglichst detailgetreue Darstellung des realen Ist-Zustands zu erreichen. Hierfür wurden die Verkehrsströme, die über die genannten Querungsmöglichkeiten der Bahntrasse verlaufen beobachtet und die Eingangsparameter des Wegeaufkommens angepasst. Der Parameter des Wegeaufkommens bietet sich dahingehend als Kalibrierungsparameter an, da das Verkehrsmodell auf Landau begrenzt wurde, jedoch die täglich auftretenden Verkehrsbewegungen sich nicht auf Landau bzw. die umliegenden Ortsteile beschränken.

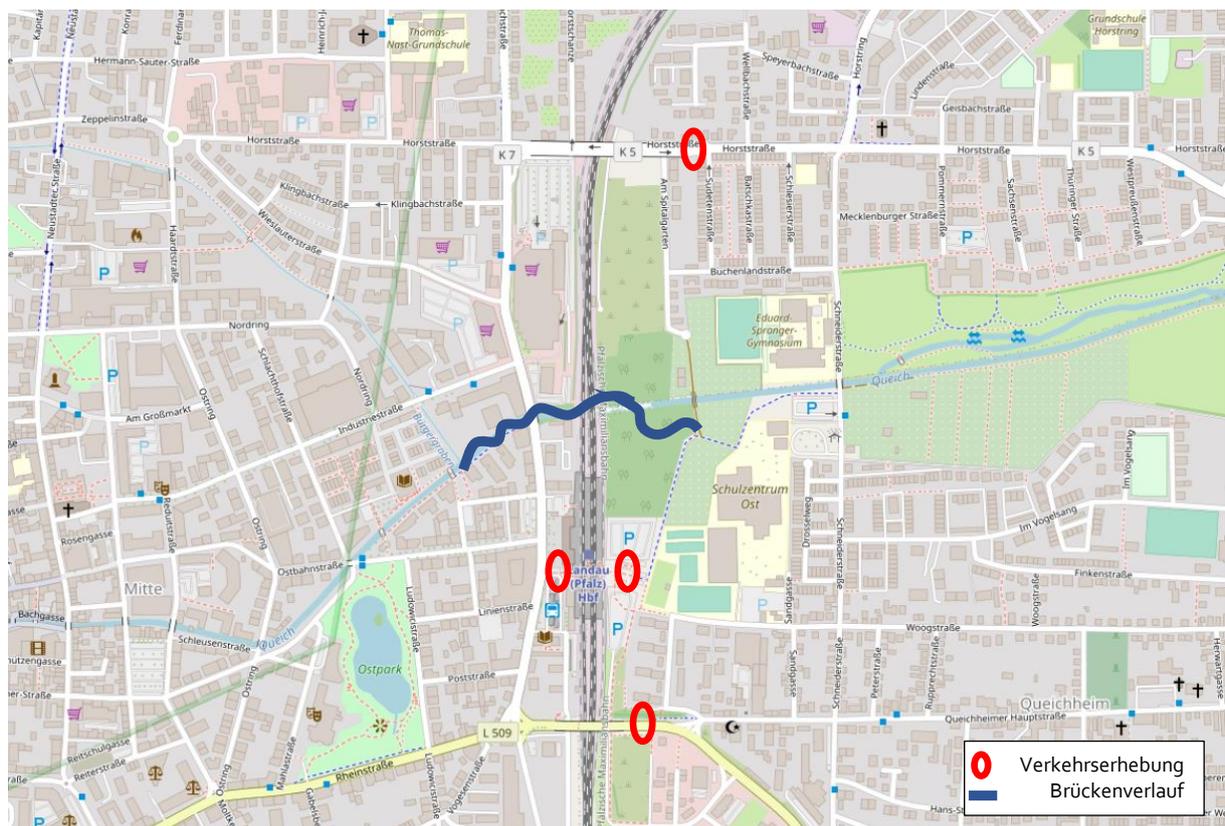


Abbildung 3: Standorte der Querschnittszählungen | VAR+ | Kartengrundlage: © OpenStreetMap contributors

Das Ergebnis der Verkehrserhebung auf der Horststraße konnte zusätzlich durch eine durch die Stadt Landau durchgeführte Erhebung des Radverkehrsaufkommens auf der Horstbrücke im Jahr 2016 validiert werden.

2.4 Unfallanalyse

Neben dem volkswirtschaftlichen Nutzen, der durch das Einsparen von Pkw-Kilometern sowie der Reisezeit und der Stärkung der Gesundheit der Bevölkerung erzielt werden kann, so können durch den Ausbau der Radverkehrsinfrastruktur auch potenziell Unfallkosten reduziert werden. Insbesondere der Radverkehr ist auf Strecken, die mit dem Kfz-Verkehr geteilt werden, besonders gefährdet. Von besonderer Bedeutung sind in diesem Fall speziell die Verkehrsunfälle bei denen Personenschäden entstanden sind. In sind die Verkehrsunfälle mit Radbeteiligung und bei denen ein Personenschaden aufgetreten ist dargestellt.

Es wird deutlich, dass insbesondere die Horst-, Ostbahn- und Maximilianstraße vermehrt Verkehrsunfälle mit Radbeteiligung aufweisen. Die volkswirtschaftlichen Kosten dieser Unfälle belaufen sich allein für den Zeitraum von 2016 bis 2021 auf der Maximilian-, Horst- und Ostbahnstraße im direkten Einzugsgebiet der geplanten Rad- und Fußwegbrücke auf 2.108.893 €. Dies entspricht durchschnittlichen Unfallkosten von 351.482 € pro Jahr allein im Einzugsgebiet der Quermöglichkeiten der Bahntrasse. Für die Berechnung der Unfallkosten wurden Kostensätzen für Verkehrsunfälle der BAST verwendet.⁹ Durch den Neubau der Rad- und Fußwegbrücke wird Radverkehr von den benannten Straßen auf sichereren Wegen über die Bahntrasse geleitet, sodass mit einem Rückgang an Verkehrsunfällen mit Radbeteiligung und Personenschaden zu rechnen ist.

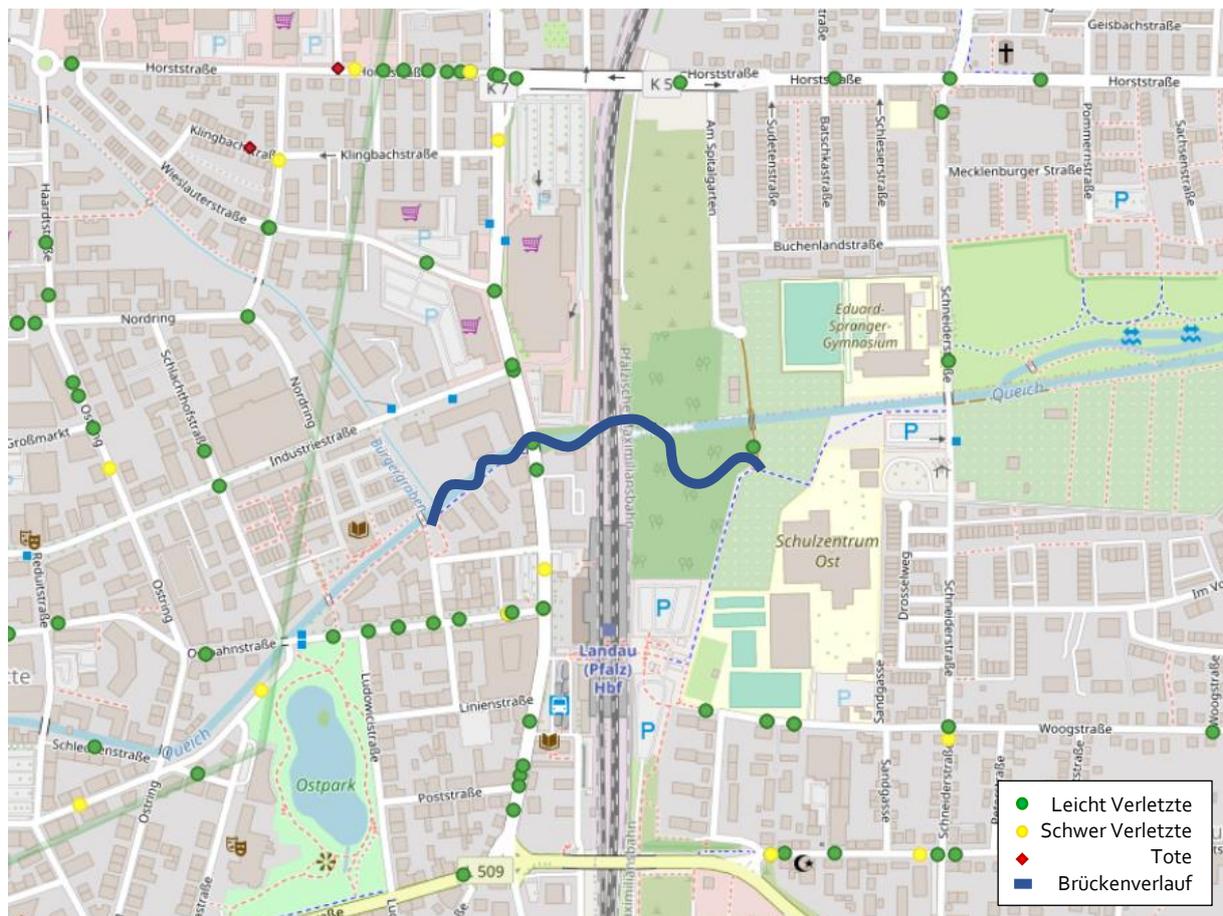


Abbildung 4: Verkehrsunfälle mit Radbeteiligung 2016-2021 | VAR+ | Kartengrundlage: © OpenStreetMap contributors¹⁰

⁹ Vgl.: BAST, Volkswirtschaftliche Kosten von Straßenverkehrsunfällen in Deutschland, 2021

¹⁰ Datenquelle: Statistische Ämter des Bundes und der Länder, Datenlizenz Deutschland – Namensnennung – Version 2.0, www.govdata.de/dl-de/by-2-0, https://unfallatlas.statistikportal.de/_opendata2022.html [21.03.2021]

3 Nutzen-Kosten-Analyse

Der Bau einer Rad- und Fußwegbrücke stellt ein kostspieliges Vorhaben dar, dessen Nutzen nachgewiesen werden muss. Wie bei anderen Infrastrukturvorhaben dieser Größe bewertet eine Nutzen-Kosten-Analyse die Wirtschaftlichkeit einer Maßnahme. Mit dem „Leitfaden zur Potenzialanalyse und Nutzen-Kosten-Analyse“ besteht die Möglichkeit, die Effizienz von Radverkehrsmaßnahmen konkret zu beziffern. Mit dieser Bewertung können Investitionen im Bereich des Radverkehrs Projekten im Straßenbau und ÖPNV gegenübergestellt werden. Als Eingangswert der Untersuchung dienen die Wege, die durch den Bau bzw. Ausbau der Rad- und Fußwegbrücke vom motorisierten Individualverkehr auf den Radverkehr verlagert werden können. Dazu wird zunächst durch ein Verkehrsmodell die Anzahl der Fahrten im Projektgebiet ermittelt und anschließend wie viele dieser Fahrten durch die Maßnahme auf das Rad umgelegt werden können. Auch die bereits im Bestand mit dem Rad durchgeführten Fahrten und deren Zeitersparnisse dienen als Berechnungsgrundlage. Mithilfe folgender Werte wird das Einsparpotenzial/der Nutzen der Maßnahme berechnet:

- Fahrzeugbetriebskosten
- gesundheitliche Auswirkungen erhöhter Aktivität
- Reduzierung der Sterblichkeitsrate
- Reisezeit
- Umweltkosten

Die im Leitfaden erläuterte Bedeutung und Berechnung der aufgeführten Nutzenkomponenten sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 2: Komponenten der Nutzen-Kosten-Analyse¹¹

I. Fahrzeugbetriebskosten
<p>Bedeutung: Durch die Verlagerung des Pkw-Verkehrs auf das Fahrrad kann die betreffende Fahrt mit einem geringeren Ressourcenverbrauch durchgeführt werden. Hierdurch ergibt sich ein volkswirtschaftlicher Nutzen in Höhe der Betriebskosteneinsparung. Da der Indikator auch den Kraftstoffverbrauch beinhaltet, verdeutlicht er zudem den Verbrauch bzw. den Schutz begrenzter, nicht-erneuerbarer Ressourcen.</p> <p>Berechnungsverfahren:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Ermittlung der eingesparten Pkw-km (Saldo)▪ direkte Monetarisierung durch Multiplikation der eingesparten Pkw-km mit dem Kostensatz 0,20 €/km
II. Gesundheitliche Auswirkungen erhöhter Aktivität
<p>Bedeutung: Regelmäßige Bewegung, d. h. mindestens eine halbe Stunde an mehreren Tagen der Woche, führt nachweisbar zur Verringerung bestimmter Krankheitsrisiken. Hierzu eignen sich besonders gut Ausdauersportarten wie Radfahren, Joggen und Schwimmen. Der besondere Vorteil des Radfahrens ist darin zu sehen, dass es sich – eine entsprechende Infrastruktur vorausgesetzt – gut in den Alltag integrieren lässt.</p>

¹¹ Vgl.: BAST, Radschnellverbindungen Leitfaden zur Potenzialanalyse und Nutzen-Kosten-Analyse, 2019, S.31-34

Berechnungsverfahren:

- Ermittlung verlagerter Fahrten vom Kfz auf das Fahrrad und Reduzierung von diesen auf Fahrten, deren Streckenlänge >3,8 km beträgt. Dieser Wert wird durch 2 geteilt, um die Anzahl hinzukommender Fahrradfahrten zu berechnen.
- Anzahl hinzukommender Fahrradfahrten >7,5 km/Tag wird mit 220 Arbeitstagen/Jahr multipliziert. Der ermittelte Jahreswert wird wiederum mit 320,16 € multipliziert. Diese Berechnung basiert auf den 2015 erhobenen Bevölkerungsdaten und Krankheitskosten.

III. Reduzierung der Sterblichkeitsrate

Bedeutung:

Wie die Einsparungen im Gesundheitswesen wird auch die Sterblichkeitsrate bei zunehmender Aktivität reduziert. Das Sterberisiko sinkt laut der World Health Organisation (WHO) für regelmäßig aktive Personen um 10 %.

Berechnungsverfahren:

- Ermittlung der Personenkilometer von Radfahrten >3,8 km, die durch die Maßnahme auf das Fahrrad verlagert wurden
- Multiplikation dieser Personenkilometerzahl mit 220 Arbeitstagen/Jahr und mit 0,036 €

IV. Reisezeit

Bedeutung:

Bei einem Wechsel des Verkehrsmittels kann es je nach Verlagerungspotenzial, Streckenlänge und Aufkommen der Bestandsradfahrer zu einer Reisezeitersparnis oder höheren Reisezeit kommen. Damit kann es sich als positive oder negative Nutzungskomponente herausstellen.

Berechnungsverfahren:

- Es wird die Differenz aus der Gesamtreisezeit von Kfz- und Radverkehr zwischen Bestand und Mitfall berechnet
- Die Reisezeitveränderung in der Einheit h/Jahr wird mit 4,27 €/h monetarisiert

V. Umweltkosten

Bedeutung:

Maßnahmen zur Radverkehrsförderung, die zur Reduktion des motorisierten Verkehrs beitragen, kommt eine große Bedeutung sowohl für die Verringerung von Umweltproblemen als auch für die Verbesserung der Lebensqualität in den Städten zu. Dadurch werden städtische Lebensräume für die Bevölkerung attraktiver und der Trend, zum Wohnen zurück in die Stadt zu ziehen, wird unterstützt.

Unter Umweltkosten werden folgende Aspekte betrachtet:

- Schadstoffemissionen
- Treibhausgasemissionen
- Abrieb
- Lärm
- Bau und Entsorgung von Kraftfahrzeugen
- Auswirkungen auf Natur und Landschaft

Berechnungsverfahren:

- Ermittlung der eingesparten Pkw-km (Saldo)
- direkte Monetarisierung durch Multiplikation der eingesparten Pkw-km mit einem Kostensatz von 0,049 €/km

Dem Nutzen stehen die Herstellungskosten der Rad- und Fußwegbrücke gegenüber. Dazu sind zunächst die Annuitäten der zuvor berechneten Kosten zu ermitteln. Da es sich hierbei um ein Brückenbauwerk handelt, kann von einer Nutzungsdauer von 50 oder mehr Jahren ausgegangen werden.

Mit den aus dem Verkehrsmodell ermittelten Werten konnten die in Tabelle 2 erläuterten Nutzenkomponenten berechnet werden. Daraus lässt sich der jährlich monetarisierte Nutzen für die Rad- und Fußwegbrücke ableiten. Zur Bildung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses werden die monetarisierten Nutzenkomponenten den Gesamtkosten inklusive ca. 19% Planungskosten gegenübergestellt. Der Nutzen-Kosten-Quotient einer Maßnahme gibt Auskunft über deren Effizienz. Ist der Wert größer als 1,0, so ist ihr gesamtwirtschaftlicher Nutzen größer als die notwendigen Investitionen. Tabelle 3 zeigt die Zusammenführung der oben aufgeführten monetarisierten Nutzenkomponenten sowie jährlichen Investitionskosten über die Nutzungsdauer verteilt und hält das Nutzen-Kosten-Verhältnis der untersuchten Rad- und Fußwegbrücke als Ergebnis fest.

Tabelle 3: Nutzen-Kosten-Verhältnis der Rad- und Fußwegbrücke | VAR+

Jährlicher monetärer Nutzen		Annuität der Baukosten	
Einsparungen im Gesundheitswesen	26.250 €	Planungskosten	39.250 €
Reduzierung der Sterblichkeitsrate	6.530 €	Baukosten	128.350 €
Einsparung von Fhz.-Betriebskosten	82.760 €		
Einsparungen durch Reisezeitreduzierung	208.010 €		
Einsparung von Umweltkosten	20.420 €		
Betriebskosten	-107.500 €		
Summe:	236.470 € pro Jahr	Summe:	167.600 € pro Jahr
Nutzen-Kosten-Quotient			
1,41			

Durch eine zusätzliche Berücksichtigung der Unfallanalyse und somit dem zu erwartenden Rückgang von Verkehrsunfällen mit Beteiligung von Radfahrenden, steigt das Nutzen-Kosten-Verhältnis weiter. Unter der Annahme, dass durch den Neubau der Rad- und Fußwegbrücke 50% der durchschnittlichen jährlichen Unfallkosten eingespart werden können, was einem Wert von 175.741 € entspräche, würde der jährliche Nutzen somit auf 412.211 € und der Nutzen-Kosten-Quotient auf 2,46 steigen.

Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass diese Potenzial- und Nutzen-Kosten-Analyse allein die Belange des Radverkehrs betrachtet. Der Fußverkehr wurde aufgrund dessen Komplexität im Bereich der Verkehrssimulation nicht berücksichtigt, jedoch sind auch hier Einsparungen insbesondere im Bereich der Reisezeit zu erwarten, sodass mit einer weiteren Steigerung des Nutzen-Kosten-Quotienten zu rechnen ist.

Neben diesen monetären Nutzenkomponenten können auch deskriptive Nutzenkomponenten hinzugezogen werden. Hierunter fällt zum Beispiel die Steigerung der Aufenthalts- und Lebensqualität, die Verbesserung der Teilhabe nicht-motorisierter Personen am städtischen Leben sowie die Wirkung als Vorzeigeprojekt im Bereich der Nahmobilität für die öffentliche Wahrnehmung der Stadt

Landau in der Pfalz. Diese Komponenten wurden in dieser Betrachtung jedenfalls nicht hinzugezogen.

Dennoch wird deutlich, dass das Nutzen-Kosten-Verhältnis der Rad- und Fußwegbrücke die Grenze von 1,0 deutlich übersteigt. Damit ist ein positiver volkswirtschaftlicher Nutzen gegeben und der Bau der Rad- und Fußwegbrücke aus volkswirtschaftlicher und verkehrsplanerischer Sicht als positiv zu bewerten. Durch die Berücksichtigung weiterer Nutzenkomponenten wie etwa der Reduzierung von Verkehrsunfällen mit Beteiligung von Radfahrenden sowie der Reisezeitreduzierung für den Fußverkehr steigt das Nutzen-Kosten-Verhältnis zusätzlich.

4 Fazit und Ausblick

Durch diese Nutzen-Kosten-Analyse konnte gezeigt werden, dass die geplante Rad- und Fußwegbrücke über die Bahntrasse und die Maximilianstraße in Landau an der Pfalz einen Nutzen-Kosten-Faktor von 1,41 hat und somit als volkswirtschaftlich positiv zu bewerten ist. Sie ergänzt die Querungsmöglichkeiten der Horststraße, L 509 und die Unterführung des Bahnhofs um eine weitere, die sicherer und attraktiver für den Radverkehr ist als die Alternativen. Zu den Nutzenfaktoren zählen Verlagerungen des Pkw-Verkehrs auf den Radverkehr durch die Schaffung einer neuen, kürzeren Verbindung in das Zentrum Landaus und damit einhergehende Einsparungen im Bereich der Fahrzeugbetriebskosten, Umweltkosten und Reisezeit sowie der Stärkung gesundheitlicher Faktoren durch körperliche Aktivität. Die Kostenfaktoren setzen sich aus den Bau- und Planungskosten der Rad- und Fußwegbrücke zusammen.

Mittels eines Verkehrsmodells basierend auf dem Gravitationsansatz wurden dabei die für die Nutzen-Kosten-Analyse benötigten Daten erarbeitet. Das Verkehrsmodell stellt eine Schätzung des Radverkehrsaufkommens in der Stadt Landau im Bestandsfall und im Fall des fertiggestellten Baus der Rad- und Fußwegbrücke dar und bietet somit eine Möglichkeit Aussagen zu den zu erwartenden Verlagerungen vom Pkw-Verkehr auf den Radverkehr und den Verlagerungen von den bisherigen Querungsmöglichkeiten der Bahntrasse zur neuen Rad- und Fußwegbrücke zu treffen. Für dieses Modell wurden diverse Bestandsdaten gesichtet und ausgewertet. Hierunter zählen zum Einen der Flächennutzungsplan der Stadt Landau sowie Bebauungspläne und Statistiken zu Einwohnern und sozialversicherungspflichtigen Angestellten im Stadtgebiet und zum Anderen die Auswertung wissenschaftlicher Studien in Bezug auf das allgemeine Mobilitätsverhalten wie etwa die Zwecke für Mobilität und deren Verteilung sowie die durchschnittlich pro Tag und Einwohner zurückgelegten Wege.

Die Aussagekraft des erstellten Verkehrsmodells wurde mit Hilfe von Radverkehrserhebungen an den derzeitigen Querungsmöglichkeiten der Bahntrasse sichergestellt. Diese Erhebungen wurden mittels Videokamera und anschließende Auswertung der Videoaufnahmen durchgeführt. Durch eine Anpassung der Eingangsparameter des Verkehrsmodells konnten daher die realen Verkehrsstärken des Bestandsfalls abgebildet werden und somit der Prognosefall möglichst realistisch dargestellt werden. Die Erhebungsergebnisse konnten zusätzlich durch die Ergebnisse von durch die Stadt Landau durchgeführten Radverkehrserhebungen im Jahr 2016 an der Horstbrücke validiert werden.

Durch eine Unfallanalyse der Jahre 2016 bis 2021 konnte zusätzlich gezeigt werden, dass die volkswirtschaftlichen Schäden durch Verkehrsunfälle mit Radbeteiligung und Personenschaden eine nicht unerhebliche Summe betragen und somit zu berücksichtigen sind. Hierfür wurden speziell die Verkehrsunfälle im näheren Umfeld der Horstbrücke, der Brücke der L 509 und der Maximilianstraße ausgewertet. Durch den Neubau der Rad- und Fußwegbrücke und der damit einhergehenden Verlagerung des Radverkehrs kann daher davon ausgegangen werden, dass auch diese Kosten sinken werden. Durch die Verlagerung auf eine sicherere Verbindung ist mit einem Rückgang der Verkehrsunfälle mit Radbeteiligung und Personenschaden in den genannten Bereichen zu rechnen. Zusätzlich sind positive Effekte für den Fußverkehr, die Aufenthalts- und Lebensqualität und die Mobilität nicht-motorisierter Personen zu erwarten und somit als weitere Nutzenkomponenten zu betrachten.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Innerstädtische Querungsmöglichkeiten der Bahntrasse VAR+ Kartengrundlage: © OpenStreetMap contributors	3
Abbildung 2: Radverkehrsanteil in Abhängigkeit von der Reisezeit	5
Abbildung 3: Standorte der Querschnittszählungen VAR+ Kartengrundlage: © OpenStreetMap contributors.....	7
Abbildung 4: Verkehrsunfälle mit Radbeteiligung 2016-2021 VAR+ Kartengrundlage: © OpenStreetMap contributors	8
Abbildung 5: Radverkehrserhebung Horststraße 19.10.2022 VAR+ Kartengrundlage: © OpenStreetMap contributors	11
Abbildung 6: Radverkehrserhebung L 509 18.10.2022 VAR+ Kartengrundlage: © OpenStreetMap contributors.....	11
Abbildung 7: Radverkehrserhebung Bahnhof Ostseite 18.10.2022 VAR+ Kartengrundlage: © OpenStreetMap contributors	IV
Abbildung 8: Radverkehrserhebung Bahnhof Westseite 18.10.2022 VAR+ Kartengrundlage: © OpenStreetMap contributors	V

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beispiel einer Quelle-Ziel-Matrix VAR+	5
Tabelle 2: Komponenten der Nutzen-Kosten-Analyse.....	9
Tabelle 3: Nutzen-Kosten-Verhältnis der RDV 1 VAR+	11

Literaturverzeichnis

- Bundesanstalt für Straßenwesen, Radschnellverbindungen – Leitfaden zur Potenzialanalyse und Nutzen-Kosten-Analyse**, 2. Auflage, Bergisch-Gladbach, 2019, abrufbar unter: <https://www.bast.de/DE/Publikationen/Medien/Radwegschnellverbindungen.html> [letzter Zugriff 23.03.2023]
- Bundesanstalt für Straßenwesen, Volkswirtschaftliche Kosten von Straßenverkehrsunfällen in Deutschland**, Bergisch-Gladbach, 2021, abrufbar unter: https://www.bast.de/DE/Statistik/Unfaelle/volkswirtschaftliche_kosten.html [letzter Zugriff 23.03.2023]
- Bundesministerium für Digitales und Verkehr, Mobilität in Deutschland – MiD Ergebnisbericht**, Bonn, 2019, abrufbar unter: <https://www.mobilitaet-in-deutschland.de/publikationen2017.html> [letzter Zugriff 23.03.2023]
- Stadt Landau in der Pfalz, GeoPortal.Landau Flächennutzungsplan 2030**, 2021, abrufbar unter: <https://maps.landau.de/map22.htm?wor=bw&layers=FPN> [letzter Zugriff 23.03.2023]
- Stadt Landau in der Pfalz, GeoPortal.Landau Bebauungspläne**, abrufbar unter: <https://maps.landau.de/map22.htm?wor=bw&layers=Bebauungsplaene> [letzter Zugriff 23.03.2023]
- Stadt Landau in der Pfalz, Daten und Fakten**, abrufbar unter: <https://www.landau.de/Wirtschaft-Bildung/Wirtschaft/Daten-und-Fakten/> [letzter Zugriff 23.03.2023]
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder, Unfallatlas**, abrufbar unter: https://unfallatlas.statistikportal.de/_opendata2022.html [letzter Zugriff 23.03.2023]

Anhang I – Horststraße

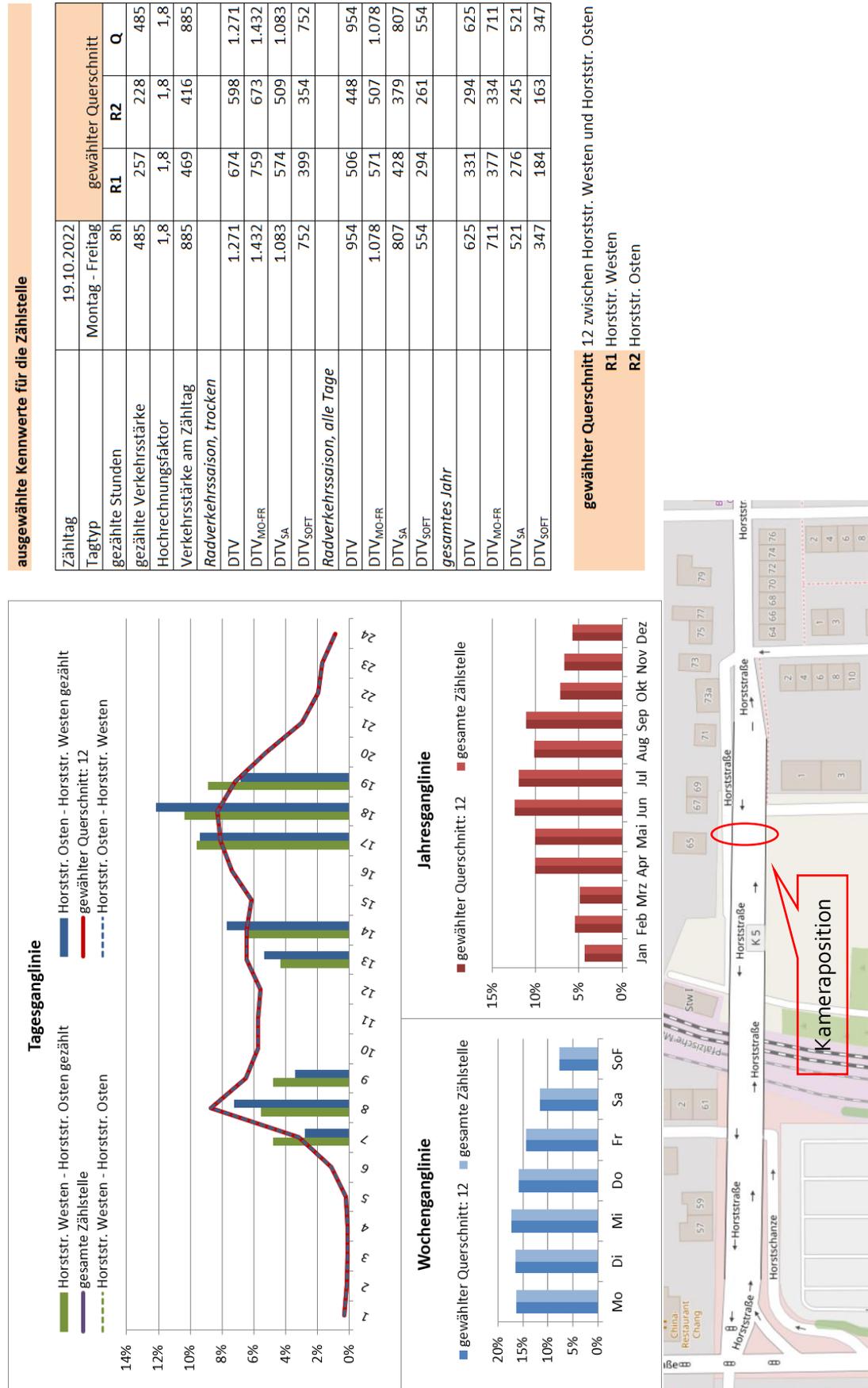


Abbildung 5: Radverkehrserhebung Horststraße 19.10.2022 | VAR+ | Kartengrundlage: © OpenStreetMap contributors

Anhang II – Queichheimer Straße/L 509

ausgewählte Kennwerte für die Zählstelle

Zähltag	18.10.2022		gewählter Querschnitt	
	Tagtyp	Montag - Freitag	R1	R2
gezählte Stunden	8h	315	170	145
gezählte Verkehrsstärke		315	170	145
Hochrechnungsfaktor		1,8	1,8	1,8
Verkehrsstärke am Zähltag		578	312	266
Radverkehrssaison, trocken				
DTV		904	488	416
DTV _{MO-FR}		1.019	550	469
DTV _{SA}		770	416	354
DTV _{SOFT}		535	289	246
Radverkehrssaison, alle Tage				
DTV		678	366	312
DTV _{MO-FR}		767	414	353
DTV _{SA}		574	310	264
DTV _{SOFT}		394	213	181
gesamtes Jahr				
DTV		444	240	204
DTV _{MO-FR}		506	273	233
DTV _{SA}		370	200	170
DTV _{SOFT}		247	133	114

gewählter Querschnitt 12 zwischen Queichheimer Str. Westen und Queichheimer Str. Osten
R1 Queichheimer Str. Westen
R2 Queichheimer Str. Osten

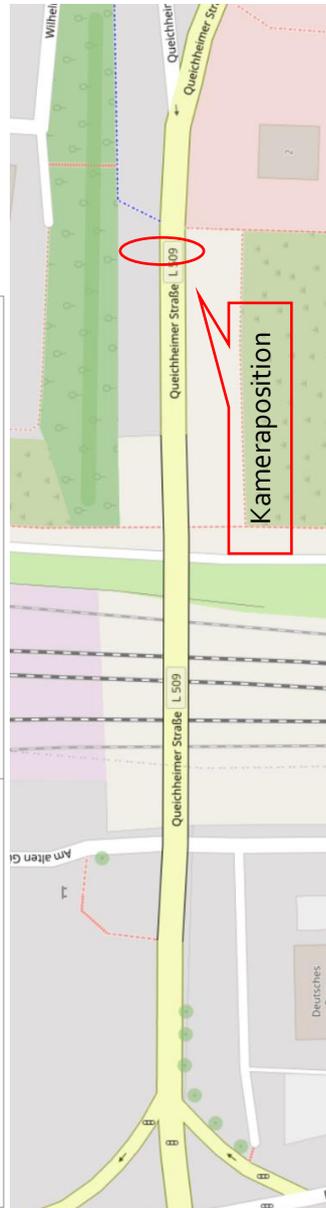
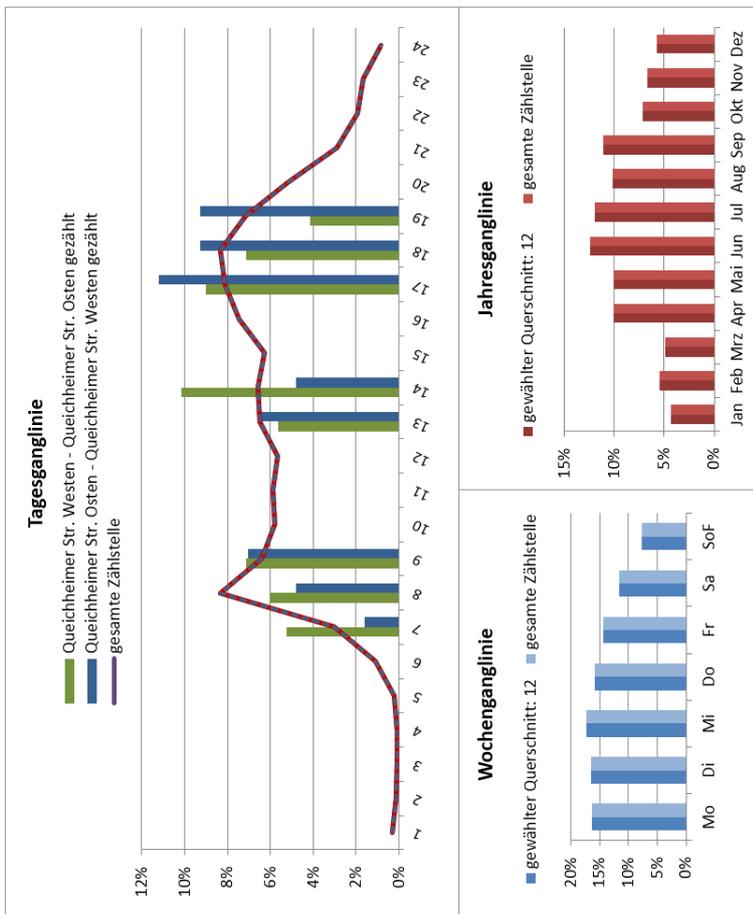


Abbildung 6: Radverkehrserhebung L 509 18.10.2022 | VAR+ | Kartengrundlage: © OpenStreetMap contributors

Anhang III –Bahnhofsunterführung Ostseite

ausgewählte Kennwerte für die Zählstelle

Zähltag	18.10.2022		gewählter Querschnitt		
	Montag - Freitag	8h	R1	R2	Q
Tagtyp					
gezählte Stunden	478	239	239	239	478
gezählte Verkehrsstärke	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Hochrechnungsfaktor	878	439	439	439	878
Verkehrsstärke am Zähltag					
<i>Radverkehrssaison, trocken</i>					
DTV	1.373	687	687	687	1.373
DTV _{MO-FR}	1.547	774	774	774	1.547
DTV _{SA}	1.170	585	585	585	1.170
DTV _{SOFT}	812	406	406	406	812
<i>Radverkehrssaison, alle Tage</i>					
DTV	1.031	515	515	515	1.031
DTV _{MO-FR}	1.165	582	582	582	1.165
DTV _{SA}	872	436	436	436	872
DTV _{SOFT}	599	299	299	299	599
<i>gesamtes Jahr</i>					
DTV	675	337	337	337	675
DTV _{MO-FR}	768	384	384	384	768
DTV _{SA}	563	281	281	281	563
DTV _{SOFT}	375	188	188	188	375

gewählter Querschnitt 12 zwischen Ostseite Unterführung Westen und Ostseite Unterführung Osten
R1 Ostseite Unterführung Westen
R2 Ostseite Unterführung Osten

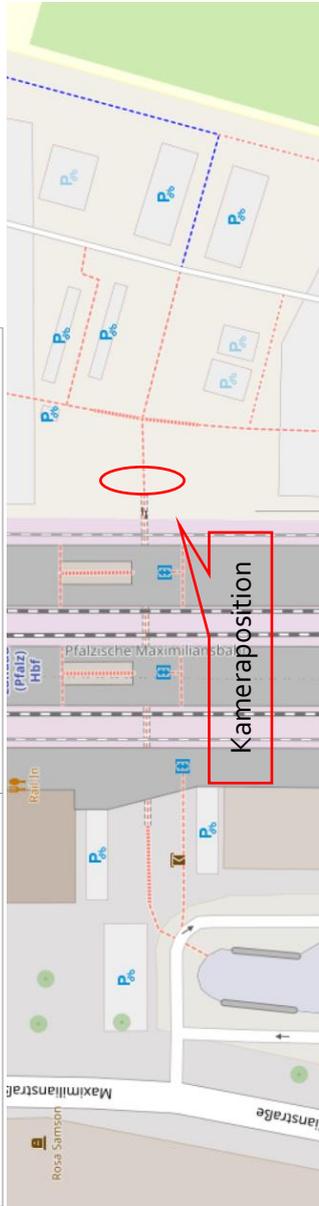
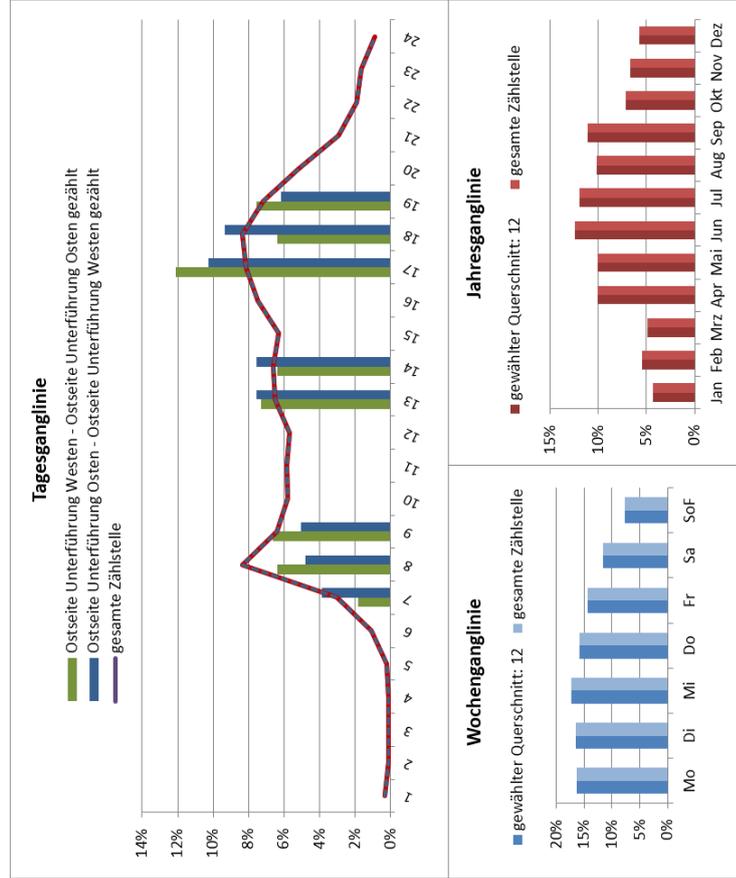


Abbildung 7: Radverkehrserhebung Bahnhof Ostseite 18.10.2022 | VAR+ | Kartengrundlage: © OpenStreetMap contributors

Anhang IV – Bahnhofunterführung Westseite

ausgewählte Kennwerte für die Zählstelle

Zähltag	19.10.2022		gewählter Querschnitt		
	Montag - Freitag	8h	R1	R2	Q
Tagtyp					
gezählte Stunden	441		243	198	441
gezählte Verkehrsstärke	1,8		1,8	1,8	1,8
Hochrechnungsfaktor	804		443	361	804
Verkehrsstärke am Zähltag					
Radverkehrssaison, trocken					
DTV	1.155		636	519	1.155
DTV _{MO-FR}	1.301		717	584	1.301
DTV _{SA}	984		542	442	984
DTV _{SOFT}	683		376	307	683
Radverkehrssaison, alle Tage					
DTV	867		478	389	867
DTV _{MO-FR}	980		540	440	980
DTV _{SA}	733		404	329	733
DTV _{SOFT}	504		278	226	504
gesamtes Jahr					
DTV	567		313	255	567
DTV _{MO-FR}	646		356	290	646
DTV _{SA}	473		261	213	473
DTV _{SOFT}	316		174	142	316

gewählter Querschnitt 12 zwischen Westseite Unterführung Westen und Westseite Unterführung Osten
R1 Westseite Unterführung Westen
R2 Westseite Unterführung Osten

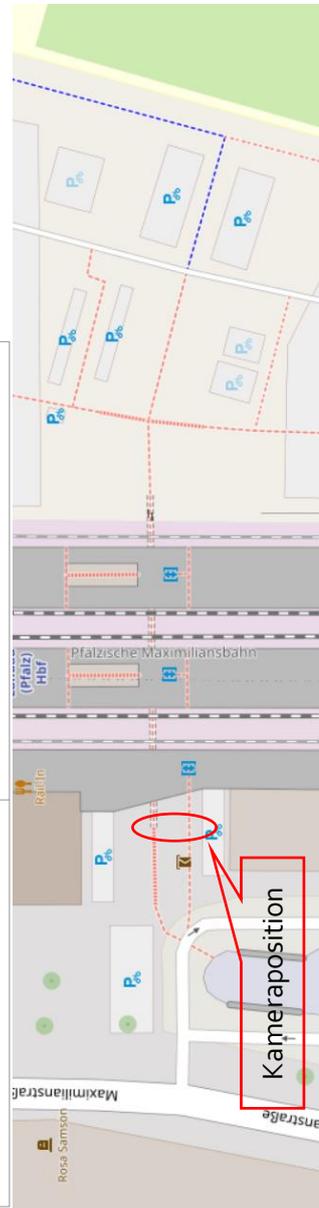
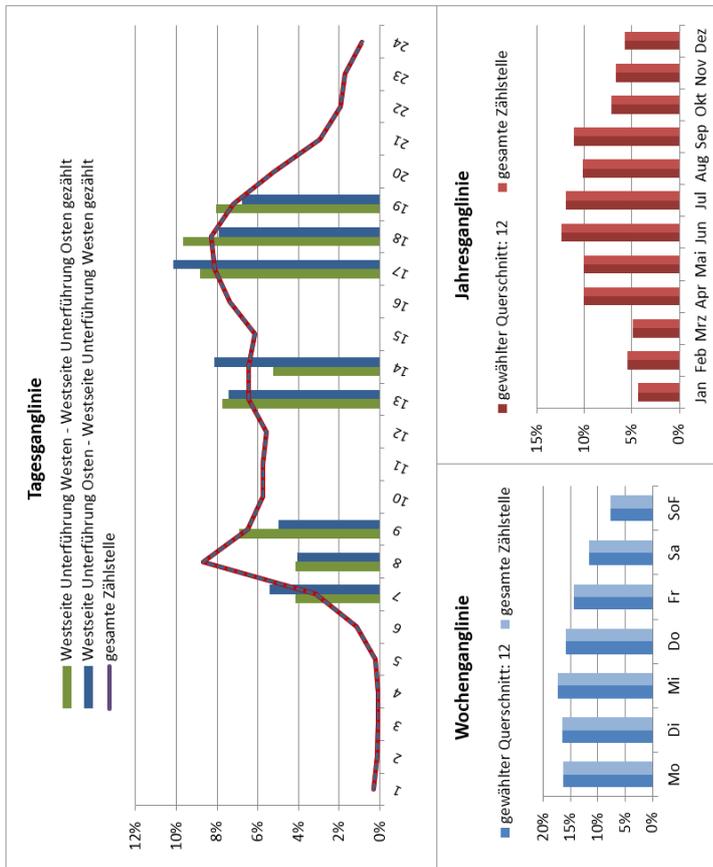


Abbildung 8: Radverkehrserhebung Bahnhof Westseite 18.10.2022 | VAR+ | Kartengrundlage: © OpenStreetMap contributors