



**Machbarkeitsstudie Radschnellweg
(Pendler-Radroute)
Worms – Frankenthal – Ludwigshafen
Metropolregion Rhein-Neckar**

Machbarkeitsstudie Radschnellweg (Pendler-Radroute) Worms – Frankenthal – Ludwigshafen

15. April 2021

Auftraggeber

Verband Region Rhein-Neckar
Körperschaft des öffentlichen Rechts
vertreten durch:
Klemens Gröger

M1, 4-5
68161 Mannheim
Telefon: 0621 / 10708-213
Telefax: 0621 / 10708-255
info@vrrn.de
www.m-r-n.com

Ministerium für Wirtschaft,
Verkehr, Landwirtschaft und
Weinbau Rheinland-Pfalz

Stiftsstraße 9
55116 Mainz
Telefon: 06131 / 16-0
Telefax: 06131 / 16-2100
www.mwvlw.rlp.de

Auftragnehmer

R+T Verkehrsplanung GmbH
Julius-Reiber-Straße 17
64293 Darmstadt
Telefon: 06151 / 2712 0
Telefax: 06151 / 2712 20
darmstadt@rt-verkehr.de
www.rt-verkehr.de

Bearbeitung durch:
Moritz Albrecht
Alexander Vogel
Dominik Königshaus

Hinweis:

In allen von R+T verfassten Texten wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit auf eine geschlechtsspezifische Unterscheidung verzichtet. Es sind stets alle Menschen jeden Geschlechts gleichermaßen gemeint.

Inhalt

1	Aufgabe und Vorgehensweise	1
2	Einführung	2
2.1	Vorstellung Untersuchungsgebiet	2
2.2	Begriffe „Radschnellverbindung“ und „Pendler-Radroute“	3
3	Grundlagenermittlung	4
3.1	Bestandsaufnahme der Streckenabschnitte	4
3.2	Bewertung der Streckenabschnitte	5
4	Vorstellung der Trassenvarianten	8
4.1	Trassenvariante 1 – Westroute	9
4.2	Trassenvariante 2 – mittlere Route	10
4.3	Trassenvariante 3 – Ostroute	10
4.4	Trassenvariante 4 – Ostroute über Frankenthal	11
5	Vergleich der Trassenvarianten	12
5.1	Potenziale	12
5.1.1	Erschließungswirkung	12
5.1.2	Weiterführende Schulen und Bahnhaltdepunkte	13
5.1.3	Reisezeiten	14
5.1.4	Anzahl zu erwartende Nutzer	14
5.2	Handlungsbedarf	18
5.2.1	Beeinträchtigung Natur	18
5.2.2	Zusätzliche Versiegelung	19
5.2.3	Herstellbarkeit	19
5.2.4	Kosten, erste Einschätzung für die Trassenvarianten	20
5.2.5	Wartepflichtige Knotenpunkte	20
5.2.6	Weitere Chancen und Hemmnisse	21
5.3	Vorzugstrasse	21
6	Maßnahmenkonzept der Vorzugstrasse	22

6.1	Maßnahmen auf der Vorzugstrasse – Strecke	23
6.2	Maßnahmen der Vorzugstrasse – Knotenpunkte	25
6.3	Maßnahmen der Vorzugstrasse – Anbindung Wormser Stadtteile	27
6.4	Kostenschätzung	28
6.5	Priorisierung der Maßnahmen	29
6.6	Erfüllung der Anforderungen Premiumprodukt Radschnellverbindung	31
7	Qualitätsstandards Radverkehrsführung	32
8	Umsetzungsstrategie	34
8.1	Nutzen-Kosten-Analyse	34
8.2	Empfehlung für eine Entscheidung zur Realisierung	38
8.2.1	Nächste Schritte	39
8.3	Lösung von Nutzungskonflikten	40
8.3.1	Landwirtschaft	40
8.3.2	Kfz-Verkehr	41
8.3.3	Elektro-Fahrräder	42
8.3.4	Fußverkehr	42
8.4	Unterhalt und Betrieb	43
9	Fazit	44
10	Verzeichnisse	48

1 Aufgabe und Vorgehensweise

Das Thema Radschnellwege hat das Land Rheinland-Pfalz 2014 im Rahmen einer Potenzialstudie aufgegriffen und ermittelt, dass in einer ersten Stufe die Suche nach störungsarmen Verbindungen im Bestand im Fokus stehen. Ziel dieser Studie war es, mögliche Räume für Pendler-Radrouten (PRR) und Radschnellverbindungen (RSV) zu definieren. Maßgeblich waren die Zahlen der potenziellen Nutzer, die bestehenden Pendlerverflechtungen im Berufs- wie Ausbildungsverkehr, die Topografie, vorhandene Radinfrastruktur sowie mögliche Nutzungsverflechtungen v. a. mit der Landwirtschaft. In dieser Potentialanalyse sind 7 potenzielle Korridore identifiziert worden. Einer davon ist der Korridor „Oberrhein zwischen Karlsruhe/Wörth und Worms“ der in Teil-Machbarkeitsstudien unterteilt wurde.

Der Verband Region Rhein-Neckar hat mit dem Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Verkehr (MWVLW) vereinbart, die Entwicklungsmöglichkeiten eines Radschnellweges zwischen Worms und Ludwigshafen für den regionalen Pendlerverkehr als Untersuchungsgegenstand in den Fokus zu nehmen. Der Untersuchungsbereich wurde auf Basis einer gemeinschaftlichen Verständigung mit den beteiligten Stadt- und Landkreisen festgelegt.

Das Instrument Machbarkeitsstudie soll den Projektträgern als Grundlage zur weiteren Arbeit dienen. Die Machbarkeitsstudie steckt demnach den Rahmen und Umfang des besagten Projekts ab. In einem ersten wesentlichen Schritt wird hier richtungsweisend die grundsätzliche Durchführbarkeit beschrieben, wie und wo eine möglichst störungsarme Radverkehrsverbindung im gewünschten Standard für eine Radschnellverbindung bzw. eine Pendler-Radrouten geschaffen werden könnte. Im Ergebnis der Machbarkeitsstudie wird eine Vorzugstrasse bestimmt und definiert.

Als Start- bzw. Zielpunkte wurden, mit Abstimmung der Beteiligten, im Stadtgebiet Worms der Hauptbahnhof und im Stadtgebiet Ludwigshafen am Rhein der Bereich Berliner Platz gewählt.

Im Stadtgebiet Worms sollen zudem Anbindungen der Stadtteile an die Vorzugstrasse des Radschnellweges untersucht und dargestellt werden.

Es wurden im Untersuchungskorridor verschiedene Streckenführungen auf ihre Eignung untersucht und miteinander verglichen, um die Vorzugstrasse zu bestimmen.

Der Radschnellweg soll in Ergänzung zum öffentlichen Nahverkehrssystem (ÖPNV) zu sehen sein und dabei wichtige Radverkehrsziele und Arbeitsplatzschwerpunkte erschließen. Die Integration in das bestehende Radwegenetz ist dabei eine zentrale Vorbedingung. Zielsetzung in Rheinland-Pfalz ist es auch, mit Pendler-Radrouten überwiegend auf vorhandenen Straßen und Wegen und mit geringeren Investitionen eine zeitnahe und kostengünstige Umsetzung zu ermöglichen. So sollen die gewünschten Effekte weitestgehend erreicht werden, indem z. B. Schnittstellen optimiert werden und somit eine Beschleunigung des Radverkehrs erreicht wird. Durch die Planung am Bestand wird der vorhandene (begrenzte) Verkehrsraum neu aufgeteilt.

2 Einführung

2.1 Vorstellung Untersuchungsgebiet

Der Radverkehr besitzt in großen Teilen des Untersuchungsgebiets bereits heute einen hohen Stellenwert – sowohl im touristisch geprägten Freizeitverkehr als auch bei täglichen Wegen im Alltag. Die steigende Anzahl an Radfahrenden erhöht stetig den Bedarf nach neuen Qualitäten im infrastrukturellen Angebot. Die intensiven Pendlerbewegungen in diesen Regionen, welche auf die verdichteten Siedlungsachsen und ebenso hohen Arbeitsplatzdichten zurückzuführen sind, führen zu dem Bestreben den Teilkorridor Worms – Ludwigshafen (Rhein) auf sein Radschnellwegspotenzial hin zu untersuchen.

Der ca. 25 km lange geplante Radschnellweg wird nur von wenigen Verkehrsteilnehmern in ganzer Länge genutzt werden. Zahlreiche Radfahrer werden Teilstrecken nutzen (z.B. um BASF-Standorte, die KTL Kombi-Terminal Ludwigshafen GmbH, den Landeshafen Nord oder dazwischenliegende Kommunen wie Bobenheim-Roxheim oder Frankenthal zu erreichen) oder sich auch innerstädtisch in Worms oder Ludwigshafen zügiger fortbewegen können. Durch eine hohe Attraktivität ist sie dazu geeignet, den Radverkehr zu bündeln und sicher zu führen.

Gleichzeitig ist ein Radschnellweg ein starker Ausdruck überregionalen Gestaltungswillens und hat verschiedene Vorzüge:

- Verbesserte Erreichbarkeit von Zielen zwischen (Stadt-)Regionen.
- Verlagerungspotenzial auf das Fahrrad durch eine Verbesserung des Reisezeitverhältnisses gegenüber dem MIV.
- Erlebnisangebot mit der Möglichkeit zum Nebeneinanderfahren und (ganz wichtig bei der inhomogenen Gruppe der Radfahrenden) der Möglichkeit zum Überholen.
- Infrastrukturelle Qualitätssteigerung
- Standortmarketing und Imageförderung

Im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie soll eine geeignete Streckenführung für einen Radschnellweg untersucht und als aktueller Planungsstand festgehalten werden.

2.2 Begriffe „Radschnellverbindung“ und „Pendler-Radroute“

Die Bezeichnung *Radschnellwege* wird als Überbegriff für *Radschnellverbindungen* (RSV) und *Radvorrangrouten* verwendet, letztere werden in Rheinland-Pfalz als *Pendler-Radrouten* bezeichnet.¹ In Hessen z.B. werden die Radschnellwege mit reduziertem Standard *Raddirektverbindung* genannt.

Im vorliegenden Text wird dementsprechend der Begriff „Radschnellverbindung“ als Begriff für eine Strecke verwendet, welche die höchsten in Richtlinien formulierten Qualitätsstandards hinsichtlich bspw. Breite, Radien und Reisezeiten erfüllt.²

Als nächste Kategorie unterhalb der Radschnellverbindung (RSV) steht die in Rheinland-Pfalz eingeführte Pendler-Radroute (PRR), mit etwas reduzierten Standards gegenüber der Radschnellverbindung und der Radvorrangroute.³

Die niedrigste Stufe stellen dann die Standards aus den Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA) dar, die als das Mindestmaß für jegliche Radverbindung gelten.

Sowohl die Radschnellverbindung (RSV) als auch die Pendler-Radroute (PRR) können auch auf Fahrradstraßen, Tempo 30 Zonen oder entlang von Hauptverkehrsstraßen (z.B. auf ausreichend breiten Radfahrstreifen) geführt werden. Es handelt sich nicht immer um separat geführte Anlagen.

Einige der verschiedenen Qualitätsstandards sind in **Anlage 3** übersichtlich einander gegenübergestellt.

¹ Diese Differenzierung waren bei Auftragsvergabe Stand der damals gültigen Sprachregelung. Zum aktuellen Sachstand verweisen wir auf Fußnote 3.

² Siehe dazu auch das FGSV Arbeitspapier „Einsatz und Gestaltung von Radschnellverbindungen“ vom Juni 2014, zuletzt geändert im Januar 2018

³ Bei der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV) werden derzeit "Hinweise zu Radschnellverbindungen und Radvorrangrouten" (H RSV) bearbeitet, die neben den Standards für Radschnellverbindungen auch die Standards für Radvorrangrouten definieren (voraussichtliche Fertigstellung Frühjahr 2021). Ein aktueller Abgleich (zum Zeitpunkt der Fertigstellung der vorliegenden Machbarkeitsstudie) mit dem Entwurf dieser Hinweise für RVR zeigt, dass die Standards für RVR im Vergleich zu denen der Pendler-Radrouten (PRR) höher liegen.

3 Grundlagenermittlung

3.1 Bestandsaufnahme der Streckenabschnitte

Der zu untersuchende Streckenkorridor umschließt die Achse Worms – Bobenheim-Roxheim – Frankenthal – Ludwigshafen in einem etwa 5 km breiten Radius, der sich durch eine hohe Arbeitsplatz- und Wohndichte sowie intensive Berufspendlerbewegungen auszeichnet.

Als Grundlage der Bearbeitung wurde zunächst eine detaillierte **Bestandsaufnahme aller relevanten Strecken und Knoten** in den definierten Untersuchungsbereichen unternommen.

Kriterien zur Beurteilung der relevanten Streckenabschnitte waren z.B.:

- Möglichkeit zur optimalen Linienführung (Hindernisse durch Topografie, Bahntrassen, Flüsse, Straßen, Gebäude, landwirtschaftliche Flächen)
- Art der heutigen Radverkehrsführung (z.B. Radfahrstreifen, Radwege mit/ohne Benutzungspflicht, selbständig geführte Wege)
- Qualität der vorhandenen Radverkehrsanlagen (z.B. Breite, Art der Oberfläche)
- Aktuelle Fahrbahnbreite und mögliche zukünftige Fahrbahnbreite / Erweiterungs- und Umorganisierungspotenziale
- Störung anderer Verkehrsteilnehmer (Fußgänger, Kfz-Verkehr)
- Führung an Knotenpunkten und Querung viel befahrener Straßen
- Soziale Kontrolle, Beleuchtung
- direkte Verbindung in Nord-Süd-Ausrichtung (bzw. Worms – Ludwigshafen bis zu einer der beiden Rheinbrücke dort)
- bereits heute weitgehend Teil von Radverkehrsrouten

Neben der Erfassung des Bestandes wurde während der Befahrung berücksichtigt, welche Veränderungen zur Einhaltung der Qualitätsstandards (vgl. **Anlage 3**) erforderlich sind und ob diese im vorhandenen Straßenraum darstellbar sind (z.B. durch Verbreiterung des landwirtschaftlichen Weges, andere Organisation des Parkens o.ä.)

Falls Verbesserungen auf den „Haupt“-Routen nicht machbar waren, wurden parallele Verbindungen als Alternativrouten gesucht und ebenfalls aufgenommen.

Die Bestandsaufnahme wurde in Form von „Video-Befahrungen“ mit dem Fahrrad durchgeführt. Die aufgenommenen Videos wurden GPS-codiert, so dass Ort und Blickrichtung jederzeit nachzuvollziehen sind. Neben einer umfassenden Aufnahme der relevanten Merkmale wurden für jeden

Streckenabschnitt ein bis zwei Fotos extrahiert, die den gesamten Abschnitt charakterisieren.

3.2 Bewertung der Streckenabschnitte

Durch die in der Bestandaufnahme gewonnenen Informationen wird für jeden einzelnen Abschnitt eine **Bewertung** durchgeführt (vgl. **Plan 1**)

Die wichtigen Kriterien für den Streckenabschnitt werden mit einem Notensystem bewertet. Den zu bewertenden Kriterien liegt ein Bewertungsmaßstab zugrunde, der in **Abbildung 1** dargestellt ist. Hier sind sämtliche Merkmalsausprägungen, die für eine bestimmte Note vorhanden sein müssen, dargestellt. Die Notenskala reicht für jedes Kriterium von 1 (sehr gut) bis 5 (sehr schlecht). Bewertet wurden die Abschnitte nach insgesamt sechs Kriterien.

Kriterium	Note				
	1	2	3	4	5
Herstellbarkeit	"Radschnell- verbindung in RLP"	> 50 % "Radschnell- verbindung in RLP"	"Pendler-Radroute"	„ERA“	„geringer als ERA“
Schutzgebiete	keine Schutzgebiete	Wald und/ oder Wasserschutzgebiete	LSG	NSG oder FFH	NSG und FFH
Konflikte	keine Konflikte	geringe Konflikte	mäßige Konflikte	hohe Konflikte	sehr hohe Konflikte
Eingriffe in Privatgrundstücke	kein Eingriff			Eingriff erforderlich	
Zusätzliche Versiegelung	Keine zusätzliche Versiegelung	≤ 2.000 m ² /km	>2.000m ² ≤3.000m ² /km	>3.000m ² ≤4.000m ² /km	>4.000m ²
Grobe Kostenschätzung	≤ 0,3 Mio./km	0,3 < € ≤ 0,5 Mio./km	0,5 < € ≤ 1 Mio./km	1 < € ≤ 1,5 Mio./km	>1,5 Mio./km

Abbildung 1: Bewertungsmaßstab, Kriterien und Noten

In der Kategorie „**Herstellbarkeit**“ findet eine Abstufung entsprechend der jeweiligen Vorgaben zum Erfüllungsgrad einer Radschnellverbindung von optimaler Weise der Erfüllung der Standards „Radschnellverbindung“ (Note 1 / Note 2 bei Erfüllung auf > 50 % der Abschnittslänge⁴), über „Pendler-Radroute“ (Note 3) bis hin zu „ERA-Standard“ (Note 4) oder keiner Standarderfüllung (Note 5) statt. Es wird jeweils beurteilt, in welchem Ausmaß die Standards hinsichtlich Breite erfüllt werden können, angestrebt wird stets der höchste Standard, der Note 1 rechtfertigen würde. Es wird gewissermaßen beurteilt, welche Flächen für den Radverkehr zu Verfügung gestellt werden

⁴ Note 2 wurde eingeführt, um kurze Engstellen in der Bewertung berücksichtigen zu können. Andernfalls hätten aus einem grundsätzlich gleichartigen Streckenverlauf statt einem Abschnitt zahlreiche Streckenabschnitte gebildet werden müssen.

könnten. Auf vielen Abschnitten handelt es sich um eine Verbreiterung der Radverkehrsanlage bzw. des Wegs, auf anderen Abschnitten um eine Umgestaltung des Straßenraums. Es gibt auch Abschnitte, bei denen nur ordnungsrechtliche Maßnahmen erforderlich sind, um beispielsweise aus einer Tempo 30 Zone eine Fahrradstraße zu machen.⁵

Der zur Herstellung eines Radschnellwegs erforderliche Ausbau bestehender Wege wurde auf Eingriffe in „**Schutzgebiete**“ bewertet. Die Einteilung reicht von „keinem Schutzgebiet“ (Note 1) über „Wasserschutzgebiet (WSG)“ (Note 2), „Landschaftsschutzgebiet (LSG)“ (Note 3) bis hin zu den am höchsten einzuschätzenden Schutzgebieten Naturschutzgebieten (NSG) und FFH-Gebieten mit den Noten 4 (NSG oder FFH-Gebiet) bzw. Note 5 (NSG und FFH).

Konflikte, sowohl im Bereich MIV/Parken als auch mit Fußverkehr oder der Landwirtschaft, werden in Stufen von „keine“ (Note 1) bis „sehr hohe“ Konflikte (Note 5) abgestuft. Es werden sowohl die Konflikte zur Herstellung des dort möglichen, höchsten RSV-Standards beurteilt (z.B. Entfall von Pkw-Stellplätzen) als auch die zu erwartenden Konflikte nach Etablierung des Radschnellwegs (z.B. Fußgänger auf der für den Radverkehrs vorgesehenen Fläche). Auch größere Eingriffe in Grünflächen, und das ggf. erforderliche Fällen von Bäumen wurde hier berücksichtigt. Ebenfalls geht die Bedeutung der Abschnitte für die landwirtschaftliche Nutzung ein.

In Bezug auf eine Umsetzung mit möglichst geringen Widerständen wurde darüber hinaus das Kriterium „**Eingriffe in Privatgrundstücke**“ ergänzt. Kann ein Ausbau innerhalb bestehender Wegeparzellen bzw. innerhalb von öffentlichem Straßenraum durchgeführt werden wurde die Note 1 vergeben. Ist hingegen ein Eingriff in private Flurstücke erforderlich (z.B. über ein Planfeststellungsverfahren) kann sich die Umsetzungsdauer deutlich erhöhen (Note 4). Auch Flächen der Deutschen Bahn beispielsweise werden als Privatgrundstücke eingestuft, da die Gebietskörperschaften nicht darüber verfügen können. Bei diesem Kriterium kommen nur zwei Notenstufen in Betracht: Note 1 oder Note 4.

Der Eingriff in die Natur wird in Bezug auf die **zusätzliche Versiegelung** der zu ertüchtigenden Abschnitte berücksichtigt. Dementsprechend erhalten Abschnitte, auf denen keine Flächen neu zu versiegeln sind, die Note 1. Bei bis zu 2.000 qm/km wurde die Note 2 vergeben und im Anschluss in Tausender Schritten bis Note 4 (bis 4.000 qm/km) abwärts bewertet. Bei mehr als 4.000 qm/km neu zu versiegelnder Fläche wurde die Note 5 vergeben. Das bedeutet, dass die schlechteste Note dann vergeben wird, wenn die Breite eines Radschnellwegs von 4,00 m Breite komplett neu versiegelt werden muss. Bei dieser Bilanzierung werden Wegedecken, die zurzeit wassergebunden sind, als teilversiegelte Flächen betrachtet. Ein 2,50 m breiter Weg, der

⁵ Neben der Geradlinigkeit der Streckenführung war das Kriterium „Erfüllung Standard“ ein wichtiges Kriterium für die Bildung der Trassen. Ggf. wurden Problembereiche mit Note 5 umgangen.

auf 4,00 verbreitert wird, hat somit eine zusätzliche Versiegelung von 1.500 qm/km zur Folge und wird mit Note 2 bewertet. Ist darüber hinaus noch ein 2,50m breiter Fußweg zu schaffen (Musterquerschnitt S1S in Anlage 1), dann wird Note 4 vergeben, weil dazu 4.000 qm/km zusätzlich versiegelt werden.

Zuletzt wurden auch die zur Herstellung geschätzten **Kosten** in die Bewertung der Abschnitte mit einbezogen. Die Skala reicht in Anlehnung an bisherige Erfahrungswerte für den Bau von Radschnellwegen von $\leq 0,3$ Mio.€/km (Note 1) bis hin zu $> 1,5$ Mio.€/km (Note 5).

Die Noten der einzelnen Kriterien werden – über die jeweilige Abschnittslänge gewichtet – auch in die Trassensteckbriefe übertragen.

Das Bewertungsschema ergibt eine in sich robuste Bewertung eines Abschnitts für die Tauglichkeit zur Herstellung eines Radschnellwegs. Wenn eine andere Führungsform als die hier gewählte zum Einsatz kommt, verändern sich auch die anderen Noten entsprechend. Daher werden gut geeignete Abschnitte zuverlässig von ungeeigneten Abschnitten unterschieden.

4 Vorstellung der Trassenvarianten

Für den definierten Korridor Worms – Ludwigshafen (Rhein) werden vier Trassenvarianten untersucht. Die Steckbriefe der Trassen sind durch die **blaue Kopfzeile** zu erkennen. Alle Steckbriefe der Trassenvarianten sind in **Anlage 5** dargestellt. Eine Übersicht der Trassen ist in **Plan 2** dargestellt.

Die Steckbriefe sind wie folgt aufgebaut:

- Kürzeste mögliche Fahrradverbindung im Bestand (Idealroute)⁶
- Idealisierte Reisezeit mit 25 km/h auf der Idealroute ohne Verlust- oder Wartezeiten
- Einen Übersichtsplan der jeweiligen Trassenvariante und Kurzbeschreibung (Lage im Korridor, nicht erschlossene Ortsteile, usw.).
- Durchschnittsnoten der sechs Kriterien aus den Abschnitts-Steckbriefen (über die Abschnittslänge gewichtete Note) für die Trassenvariante.
- Länge der Trassenvariante
- Umwegfaktor im Vergleich zur Idealroute
- Anzahl der Knotenpunkte, an denen auch nach Herstellung einer RSV Wartezeiten auftreten werden (Schienequerungen, LSA-Knoten, Querung von Straßen mit Nachrang für den Radverkehr).
- Resultierende Reisezeit für die Trassenvariante (25 km/h bezogen auf die Trassenlänge zzgl. Verlustzeiten an wartepflichtigen Knotenpunkten und zzgl. Verlustzeiten an Haarnadelkurven oder ähnlichen Richtungswechseln, bei denen die Geschwindigkeit gesenkt werden muss).⁷
- Verlustzeit gegenüber der idealisierten Reisezeit. Angestrebt werden weniger als 30 Sekunden pro km.
- Erschließungswirkung der Trassenvariante über einen 1 km breiten Einzugsbereich (Buffer) um die jeweilige Routenführung herum, dabei werden Barrieren wie Bahnstrecken, Autobahnen, Flüsse o.ä. berücksichtigt und der Einzugsbereich nur über die vorhandenen Querungsmöglichkeiten weitergeführt. (Siehe auch **Plan 3**)

⁶ Online unter <https://www.radwanderland.de> (kürzeste Route)

⁷ Pro Kehre wird mit einem Zeitverlust von 10 Sekunden und pro rechtwinkligen Abbiegevorgang mit 5 Sekunden gerechnet. Bei Neutrassierung von Radschnellwegen werden zwar Radien von 20 m oder mehr angestrebt, dies wird indes bei der Nutzung von bestehenden Wegen nicht immer möglich sein.

- Die Erschließungswirkung bzgl. der Siedlungsfläche wird nach Art der Siedlungsfläche unterschieden: Wohnen, Gewerbe und Sonderflächen.
- Die Erschließungswirkung bzgl. POI wird nach Schienenhaltepunkten, Bushaltstellen und weiterführende Schulen unterschieden.
- Weiterhin wird festgestellt, auf wie viel Prozent der Streckenlänge der höchste RSV-Standard erreicht werden kann. Für eine Förderung wird angestrebt, dass ein Wert über 80% erreicht wird.
- Die zusätzliche Versiegelung (Summe über alle Streckenabschnitte) der Trassenvariante wird in Quadratmeter angegeben.
- Die Trassenkosten (Summe über alle Streckenabschnitte) zur Herstellung der Maßnahmen auf der Strecke werden angegeben. Zu diesen Herstellungskosten kommen jeweils noch die Maßnahmen an den Knotenpunkten hinzu. Eine gute Vergleichbarkeit der Trassenvarianten untereinander hinsichtlich des Aufwandes ist dennoch über das Kriterium gegeben.

Die Auswertung der Trassensteckbriefe in **Anlage 5** ergibt wichtige Hinweise zu den Trassenführungen.

4.1 Trassenvariante 1 – Westroute

Die Trassenvariante 1 führt vom Hauptbahnhof Worms bis Studernheim westlich der bestehenden Bahntrasse, tangiert dabei Bobenheim-Roxheim, erschließt im weiteren Verlauf LU-Oggersheim und führt abschließend durch Ludwigshafen-Mitte bis zum Anschluss an die Konrad-Adenauer-Brücke.

Mit einer Länge von etwa 26,5 km ist sie die längste Variante mit der daraus resultierenden höchsten Verlustzeit.

Ein großer Teil der Führung verläuft im Bereich landwirtschaftlicher Flächen, wodurch eine hohe Anzahl an Streckenabschnitten komplett neu hergestellt werden müssen. Besonders aufgrund dieser Tatsache sind die Herstellungskosten und die zusätzliche Versiegelung bei der Trassenvariante 1 am höchsten.

Im Verlauf der Führung werden wenige Gewerbe- und Wohngebiete erschlossen weshalb die gesamte Erschließungswirkung im Vergleich am niedrigsten ausfällt.

Bei der aktuellen Konzeption kann auf 65% der Länge der höchste Standard (RSV-Standard) erreicht werden.

4.2 Trassenvariante 2 – mittlere Route

Die Trassenvariante 2 führt vom Hauptbahnhof Worms über Bobenheim-Roxheim bis nach Frankenthal östlich der bestehenden Bahntrasse, tangiert LU-Oppau und führt abschließend über LU-Friesenheim und Ludwigshafen-Mitte bis zum Anschluss an die Konrad-Adenauer-Brücke. LU-Oggersheim wird nicht erschlossen.

Mit einer Länge von etwa 25,6 km ist sie nur unwesentlich kürzer als Trassenvariante 1 mit nahezu identischer Verlustzeit.

Ein großer Teil der Führung verläuft über bereits versiegelte Flächen, wodurch die Trassenvariante 2 auf der gesamten Länge die geringste zusätzliche Versiegelung sowie im Vergleich niedrige Herstellungskosten aufweist

Die Trasse erschließt im Vergleich zwar den größten Teil an Wohnflächen hat aber insgesamt eine ähnlich niedrige Erschließungswirkung wie Variante 1.

Bei der aktuellen Konzeption kann auf 72% der Länge der höchste Standard (RSV-Standard) erreicht werden.

4.3 Trassenvariante 3 – Ostroute

Die Trassenvariante 3 verläuft vom Hauptbahnhof Worms bis zum Südring in Bobenheim-Roxheim auf denselben Abschnitten wie die Variante 2. Im weiteren Verlauf knickt die Trasse nach Osten ab und führt über Mörsch, LU-Edigheim und LU-Oppau. Der letzte Teil der Trasse verläuft entlang des Werksgeländes der BASF bis zum Anschluss an die Konrad-Adenauer-Brücke. Frankenthal und LU-Oggersheim werden nicht erschlossen.

Die Trasse verläuft zwischen dem Knoten Brunckstraße / Langgartenstraße und dem Knoten Hemshofstraße / Rheinuferstraße je nach Fahrtrichtung auf unterschiedlichen Abschnitten. In Fahrtrichtung Ludwigshafen verläuft die Trasse auf der südlichen Seite der Brunckstraße sowie der Carl-Bosch-Straße und in Fahrtrichtung Worms auf der nördlichen Seite.

Mit einer Länge von 22,7 km ist sie deutlich kürzer als die Varianten 1 und 2. Auch die Verlustzeit verringert sich erheblich auf nur noch 10 Minuten.

Die Trassenvariante 3 ist, hauptsächlich aufgrund der nach Fahrtrichtung getrennten parallelen Führungen in Ludwigshafen, und der daraus resultierenden teils beidseitigen Ertüchtigungen minimal teurer als Variante 2. Die Versiegelung liegt im mittleren Bereich zwischen Variante 1 und 2.

Besonders durch die Führung entlang des Werksgeländes der BASF, erschließt die Trassenvariante 3 einen deutlich größeren Anteil an Gewerbeflächen und hat damit auch eine größere Erschließungswirkung als die Varianten 1 und 2.

Bei der aktuellen Konzeption kann auf 74% der Länge der höchste Standard (RSV-Standard) erreicht werden.

4.4 Trassenvariante 4 – Ostroute über Frankenthal

Die Trassenvariante 4 entspricht im nördlichen und südlichen Abschnitt der Trassenführung von Variante 3, zwischen Bobenheim-Roxheim und LU-Pfingstweide verläuft die Trasse allerdings über Frankenthal.

Mit einer Länge von 22,8 km ist sie nur unwesentlich länger als Trassenvariante 3 mit nahezu identischer Verlustzeit.

Die zusätzliche Versiegelung sowie die Herstellungskosten sind etwas niedriger als in Variante 3.

Durch die zusätzliche Erschließung von Frankenthal, ist die Ostroute über Frankenthal die Variante mit der höchsten gesamten Erschließungswirkung.

Bei der aktuellen Konzeption kann auf 70% der Länge der höchste Standard (RSV-Standard) erreicht werden.

5 Vergleich der Trassenvarianten

Die Trassenvarianten wurden über verschiedene Parameter hinsichtlich Potenziale, Handlungsbedarf, Herstellbarkeit und groben Kosten bewertet.

Mithilfe einer Bewertungsmatrix erfolgte im Anschluss die Festlegung einer Vorzugstrasse, die dann in Abstimmung mit den Beteiligten auf ihre Machbarkeit zur Herstellung eines Radschnellwegs detailliert untersucht wurde.

5.1 Potenziale

5.1.1 Erschließungswirkung

Die Auswertung der Erschließungspotenziale [in km²] für die jeweilige Trassenvariante erfolgte für die unterschiedlichen Nutzungen innerhalb eines Umgebungsradius von 1 km (Buffer)⁸. Diese Streckenlänge wird als noch akzeptabler Zulauf zu einem Radschnellweg angesetzt.

Untersucht wurden dabei:

- Wohnbauflächen
Eine große Fläche von erschlossenen Wohnbaugebieten weist auf ein hohes allgemeines Potenzial hin.
- Gewerbliche Bauflächen
Eine hohe Erschließung von gewerblichen Bauflächen weist auf ein hohes Potenzial hinsichtlich Pendlerbeziehungen hin.
- Verkaufsflächen
Eine hohe Erschließung von Verkaufsflächen weist auf ein hohes Potenzial bei sonstigen Wegen im Alltag und der Freizeit hin.

Die Erschließungspotenziale der einzelnen Trassenvarianten sind in **Tabelle 1** aufgelistet, sowie auf **Plan 3.1** bis **Plan 3.4** grafisch dargestellt.

Grundlage für die Analyse war die in OpenStreetMap definierte Bodennutzung⁹

⁸ Bei der Bestimmung der erschlossenen Flächen wurden Barrieren für den Radverkehr (z.B. Bahnlinien, Flüsse und Autobahnen) sowie bestehende Übergänge (z.B. Querungen und Unter- oder Überführungen) mit in die Betrachtung eingeschlossen, wodurch die angelegten Buffer teilweise einen Radius von 1 km unterschreiten.

⁹ Die Auswertung sowie Berechnung der jeweiligen Flächen erfolgte automatisiert mithilfe von ArcGIS über Pufferpolygone

Trassenvariante	Wohnbauflächen	Gewerbliche Bauflächen	Verkaufsflächen
1	16,24 km ²	3,89 km ²	0,58 km ²
2	17,36 km ²	3,13 km ²	0,46 km ²
3	15,24 km ²	6,15 km ²	0,09 km ²
4	16,80 km ²	6,96 km ²	0,36 km ²

Tabelle 1: Bewertung Erschließungswirkung

5.1.2 Weiterführende Schulen und Bahnhaltepunkte

Eine weitere Abbildung des zukünftigen Potenzials an Radfahrenden wurde für die unterschiedlichen Trassenverläufe über die Auswertung der erschlossenen Points of Interest (POI) durchgeführt. Für die Untersuchung lagen hierfür die Standorte von Bildungseinrichtungen sowie Bahnhaltepunkten innerhalb des Untersuchungsgebiets vor.

Als Bildungseinrichtungen wurden alle weiterführenden Schulen in der Bewertung berücksichtigt.¹⁰ Grund- und Sonderschulen wurden nicht betrachtet.

Die Erschließung vieler Einrichtungen innerhalb eines 1 km Radius weist auf ein hohes Potenzial hin. Die Erschließungspotenziale von Schulen und Bahnhaltepunkten sind für die einzelnen Trassenvarianten in **Tabelle 2** aufgeführt sowie ebenfalls in **Plan 3.1** bis **Plan 3.4** grafisch dargestellt.

Trassenvariante	Anzahl Schulen	Bahnhaltepunkte
1	19	45
2	24	46
3	18	40
4	20	40

Tabelle 2: Erschließung POI

¹⁰ Privat- und berufliche Schulen sind enthalten

5.1.3 Reisezeiten

Hinsichtlich der Wahl des Verkehrsmittels spielt die Reisezeit, die für einen Weg (z.B. zur Arbeitsstätte) benötigt wird – insbesondere im Alltagsverkehr – eine wichtige Rolle. Für die Bewertung der Trassenvarianten wurde daher die Gesamtreisezeit der einzelnen Trassen ermittelt. Für den Vergleich wurde die Geschwindigkeit des Radverkehrs mit 25 km/h angesetzt.

Kurze Reisezeiten weisen auf eine häufige Nutzung des Fahrrades hin. Für das zukünftige Radfahrpotenzial spielt dabei aber auch der Reisezeitvergleich zu den anderen Verkehrsmitteln eine große Rolle. Gegenüber dem MIV hat das Fahrrad den Vorteil, dass es frei ist von möglichen Stauzeiten (vor allem in den vormittäglichen und nachmittäglichen Spitzenstunden) und Parkplatzsuchen. Im Gegensatz zum Zurücklegen der täglichen Wege mit Bus und Bahn bietet das Fahrrad deutlich höhere Flexibilität (z.B. keine Zuwege zur Haltestelle und keine Wartezeiten).

Tabelle 3 zeigt den Reisezeitvergleich zwischen den einzelnen Trassenvarianten und die Fahrtzeiten mit dem PKW (ohne Stauereignisse) sowie dem ÖPNV (Summe der Gesamtfahrtzeit aus Bahn + Bus).

Trassenvariante	Reisezeit
1	74 min
2	74 min
3	62 min
4	65 min
PKW	31 min
ÖPNV	32 min

Tabelle 3: Reisezeitenvergleich

Es wird deutlich, auf zwei der Trassen ist die Reisezeit um ca. 10 Min länger als auf den beiden kürzesten Trassen. Auf den Trassen 3 und 4 ist die Reisezeit nur doppelt so lang wie mit Pkw oder ÖV, dafür hat man Bewegung bereits in den Tagesablauf integriert.

5.1.4 Anzahl zu erwartende Nutzer

Die Machbarkeitsstudie legt den Fokus auf alltagstaugliche Verbindungen, auch für Beschäftigte auf dem Weg zur Arbeit. Auch der Begriff „Pendler-Radroute“ macht deutlich, dass es sich um Verbindungen handelt, die auch auf dem Weg von und zur Arbeit genutzt werden.

Die Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten wird bezüglich der Verflechtungen im Untersuchungskorridor ausgewertet (Stichtag 30.06.2017). Diese Auswahl aus der Statistik ist in **Tabelle 4** dargestellt.

	Rohdaten, Personen	Wohnorte					Summe (ohne Mannheim)
	Arbeitsort	Worms	Bobenheim-	Frankenthal	Ludwigshafen	Mannheim	
Arbeitsorte	Worms	x	404	571	668	640	1.643
	Bobenheim-Roxheim	281	x	261	207	72	749
	Frankenthal (Pfalz),	766	590	x	1.543	838	2.899
	Ludwigshafen a. Rh, Stadt	2.313	922	3.959	x	9.144	7.194
	Mannheim, Universitätsst.	2.356	572	2.155	13.183	x	
	Summe (ohne Mannheim)	3.360	1.916	4.791	2.418		12.485

Tabelle 4: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte im Untersuchungskorridor (ohne Binnenpendler)

Tabelle 4 zeigt: insgesamt pendeln täglich ca. 12.500 sozialversicherungspflichtig beschäftigten Personen zwischen den Kommunen des Untersuchungsraums zur Arbeit und zurück. (Nimmt man Mannheim noch hinzu handelt es sich sogar um über 40.000 Personen). Daher werden innerhalb des Korridors täglich 25.000 Wege von den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten über die kommunalen Grenzen hinweg zurückgelegt.¹¹

Selbstverständlich ist die Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten insgesamt viel höher. Allein nach Ludwigshafen pendeln aus allen Himmelsrichtungen über 70.000 Personen ein und über 32.000 Personen pendeln aus und legen zusammen ca. 200.000 Wege pro Werktag zurück.

Die Pendler greifen heute auf die verschiedenen Verkehrsmittel zurück, im wesentlichen Pkw und öffentliche Verkehrsmittel. Auch das Fahrrad wird heute schon genutzt. Über die kommunalen Grenzen hinweg spielt Fußverkehr nur eine geringe Rolle.

Um im nächsten Schritt das Potenzial bei einer deutlichen Verbesserung des Radverkehrsangebots zu ermitteln, spielt die Entfernung eine wichtige Rolle. Der Radverkehrsanteil sinkt mit zunehmender Entfernung. Zur Abschätzung der Verlagerung wurden folgende Annahmen getroffen: Bei weniger als 5 km Entfernung kann ein Radverkehrsanteil von bis zu 30 % erreicht werden, bei bis zu 10 km sind es 12%, bei bis zu 15 km sind es 8%, zwischen 15 und 20 km Entfernung sind es 5%, bei Entfernungen über 20 km sind es 5% und bei mehr als 20 km Entfernung wird nur noch ein Radverkehrsanteil von 3% unterstellt.

¹¹ Aufgrund Abwesenheit wegen Urlaub, Krankheit oder Dienstreisen finden typischerweise nur 85% dieser Wege statt.

An einem Beispiel soll dies verdeutlicht werden. In **Tabelle 4** ist abzulesen: 2.313 Personen wohnen in Worms und arbeiten in Ludwigshafen. 668 Personen wohnen in Ludwigshafen und arbeiten in Worms. Diese 2.981 Menschen legen an Werktagen bis zu 5.962 Wege zwischen Wohnort und Arbeitsplatz zurück. Da die Entfernung über 20 km beträgt, kann nur ein Radverkehrsanteil von 3% erreicht werden. Das entspricht ca. 180 täglichen Radfahrten. Diese würden dann auf allen Teilabschnitten auftreten. Überlagert man sämtliche für das Fahrrad erreichbare Ziele für alle Teilabschnitte ergeben sich die in **Plan 4.1** dargestellte Radverkehrsmengen für den Wegezweck Pendeln.

Alle Wegezwecke

Selbstverständlich sind noch weitere Wegezwecke außer dem Weg zwischen der (sozialversicherungspflichtigen) Arbeit und zu Hause zu berücksichtigen. Es handelt sich dabei zum Beispiel um Wege in der Freizeit (Kino, Schwimmbad) oder zum Einkaufen, aber auch um Wege von Ausbildungspendlern (Azubis, Schüler und Studierende) oder von Personen, die nicht sozialversicherungspflichtig beschäftigt sind.¹² Während für das Einkaufen nur selten Wege über die kommunalen Grenzen hinweg unternommen werden, legen Ausbildungspendler durchaus erhebliche Strecken zurück, häufig findet eine Orientierung an anderen Haushaltsmitgliedern statt, bereits bei der Wahl der Ausbildungsstätte. Zudem gilt die Verteilung der Wohngebiete und Arbeitsplatzschwerpunkte für viele Erwerbstätige, die nicht in der verwendeten Statistik auftauchen.

Daher bieten die Verflechtungen aus der Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten eine gute Datenbasis, um auf alle Wegezwecke hochzurechnen. Aus der Zusammenschau von Statistiken, Verkehrsmodellen und Zählungen und entsprechenden Studien ist bekannt, dass es einen Zusammenhang zwischen dem Radverkehrsaufkommen der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten und dem gesamten Radverkehrsaufkommen gibt. Es kann ein Hochrechnungsfaktor abgeleitet werden, der zwischen 1,5 und 2 liegt.¹³ Es wird ein Faktor von 1,6 gewählt und auf das oben erläuterte Pendler-Potenzial angewandt. Dieses Radverkehrspotenzial für alle Wegezwecke ist in **Plan 4.2** dargestellt.

¹² In der Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten sind zum Beispiel nicht enthalten: Beamte, Selbständige oder Soldaten.

¹³ Beispielsweise ergibt die „Potenzialanalyse für Radschnellverbindungen in Baden-Württemberg“ für das Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg von brenner BERNARD / VIA / Planersocietät vom März 2018: für den Korridor Mannheim – Viernheim – Weinheim ein „gerundetes Potenzial des Korridors“ von 2.400 Radfahrenden pro Tag. Aufgrund der Pendlerverflechtungen der Statistik der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten und der Entfernung wäre nur mit 1.000 bis 1.400 Radfahrenden zu rechnen. Der Hochrechnungsfaktor liegt bei dieser Studie (die auch Schulplätze und Hochschulplätze berücksichtigt hat) also bei ca. 2,0

Abbildung 2 zeigt die prognostizierten Nutzerpotenziale in Tabellenform unter unterschiedlichen Randbedingungen.

Zunächst sind Radverkehrsmengen gemäß **Plan 4.2** in Grün dargestellt. Diese gelten für die Trassenverläufe 1, 2 und 4.

Wenn Trasse 3 als Vorzugstrasse gewählt würde, könnten man die Potenziale von Frankenthal nicht vollständig aktivieren. Entsprechend würden sich im gesamten Trassenverlauf nicht die vollen Radverkehrsmengen einstellen. Diese reduzierten Mengen sind in Rot dargestellt.

Betrachtet man nur die Verflechtungen innerhalb von Rheinland-Pfalz gelten die in blau dargestellten Radverkehrsmengen (z.B. wenn es keine geeignete Brückenverbindung gäbe).

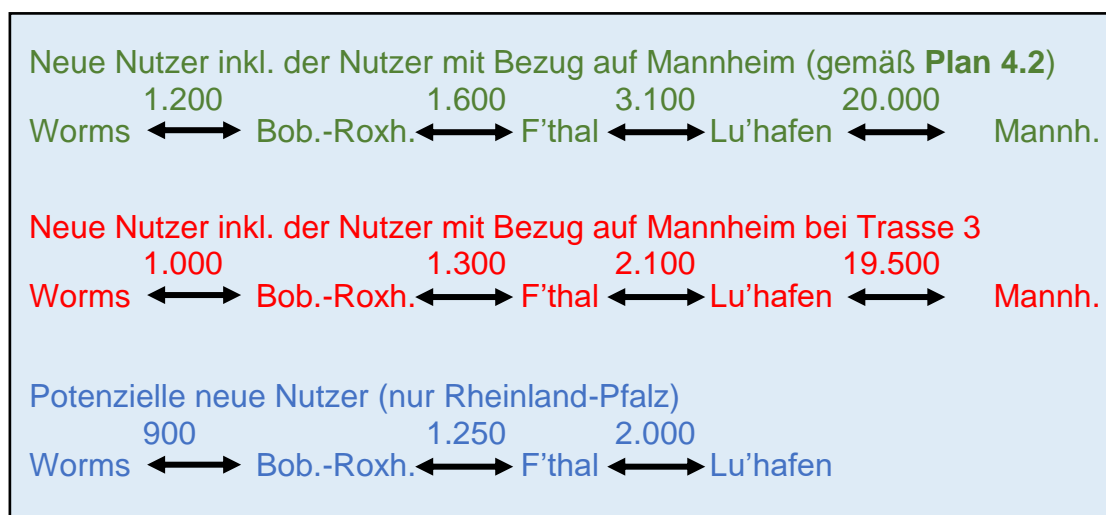


Abbildung 2: Radverkehrspotenzial im Alltagsverkehr mit und ohne die Weiterführung nach Mannheim und mit einer Teil-Anbindung von Frankenthal

Die oben stehenden Potenziale (grüne Schrift bzw. Plan 4.2) sind auch Grundlage für die Nutzen-Kosten-Analyse in **Kapitel 8.1**. Dabei werden die verlagerten ÖV- und Pkw-Kilometer der Vorzugstrasse deren Herstellungskosten gegenübergestellt.

5.2 Handlungsbedarf

Die Abschätzung des Handlungsbedarfs für die Herstellung eines Radschnellwegs erfolgte gemäß den Vorgaben der Anforderungen für Radschnellwege in Rheinland-Pfalz¹⁴. In der Detailplanung der Vorzugstrasse und bei der Umsetzung werden voraussichtlich nicht überall diese Standards durchgesetzt werden können.

5.2.1 Beeinträchtigung Natur

Für die Bewertung wurde untersucht, auf wieviel Streckenlänge [in Meter] die jeweilige Trassenvariante durch Vorranggebiete der Natur verläuft (vgl. **Tabelle 5**). Dazu zählen:

- **Plan 3.1** bis **Plan 3.4** FFH-Gebiete
- Landschaftsschutzgebiete, Wasserschutzgebiete
- Naturschutzgebiete

Die Bedeutung dieser Untersuchung resultiert aus der Tatsache, dass im Zuge von baulichen Maßnahmen innerhalb von Schutzgebieten bestimmte Gebote voraussichtlich beachtet werden müssen (z.B. hinsichtlich Beleuchtung) und darüber hinaus gegebenenfalls Ausgleichsmaßnahmen ergriffen werden müssen. Je mehr Streckenlänge durch Schutzgebiete verläuft, desto höher werden die Hemmnisse einer geplanten Umsetzung, z.B. müssen Abstriche beim Oberflächenbelag, Breite oder Beleuchtung gemacht werden.

Trassenvariante	Länge Strecke durch NSG-Gebiete	Länge Strecke durch FFH-Gebiete	Länge Strecke durch sonstige Schutzgebiete
1	0 m	0 m	0 m
2	0 m	0 m	3.012 m
3	0 m	0 m	4.792 m
4	0 m	0 m	0 m

Tabelle 5: Bewertung Beeinträchtigung der Natur

¹⁴ Landesbetrieb Mobilität Rheinland-Pfalz: Radschnellwege Rheinland-Pfalz – Standards für Pendler-Radrouten und Radschnellverbindungen“ (Stand 05.04.2019)

5.2.2 Zusätzliche Versiegelung

Für die Analyse des Handlungsbedarfs der unterschiedlichen Trassenvarianten wurde die Notwendigkeit einer zusätzlichen Versiegelung [in m²] geprüft.

Für jede Trasse wurde mithilfe des aktuellen Bodenbelags sowie einer ersten Annahme der zukünftigen Führungsform die zusätzliche Versiegelung abgeschätzt. Dabei wurden auch bereits mögliche Ausgleichsflächen für andere Verkehrsmittel (z.B. Fußverkehr) berücksichtigt (vgl. **Tabelle 6**).

Die zusätzliche Versiegelung ist auch ein Indikator dafür, den zusätzlich aufzuwendenden Unterhalt aufzuzeigen.

Trassenvariante	Zusätzliche Versiegelung
1	36.701 m ²
2	23.614 m ²
3	29.604 m ²
4	27.348 m ²

Tabelle 6: Zusätzliche Versiegelung

5.2.3 Herstellbarkeit

Für die verschiedenen Trassenvarianten wurde der Anteil des maximal zu erreichenden Standards [in %] bestimmt. (vgl. **Tabelle 7**)

Dazu zählen:

- RSV- Standard
- PRR-Standard
- ERA-Standard

Umso höher der Anteil an Abschnitten mit den höheren Standards ist, umso besser ist dies hinsichtlich Breiten und Fahrgeschwindigkeit.

Trassenvariante	RSV-Standard	PRR-Standard	ERA-Standard
1	65%	14%	21%
2	72%	20%	8%
3	74%	21%	5%
4	70%	24%	6%

Tabelle 7: Bewertung Herstellbarkeit (Qualitätsstandards)

5.2.4 Kosten, erste Einschätzung für die Trassenvarianten

Es erfolgte eine erste grobe Abschätzung der Kosten, die für die Herstellung des Radschnellwegs aufzubringen sind (vgl. **Tabelle 8**). Die Kostenschätzung wurde über pauschale Kostenansätze für die Herstellung der Strecke durchgeführt. Die konkrete Benennung von Maßnahmen an Knotenpunkten ist in der Planungsphase Trassenwahl noch nicht vorgesehen.

Trassenvariante	Gesamtkosten Strecke
1	10,1 Mio. €
2	7,9 Mio. €
3	8,1 Mio. €
4	7,8 Mio. €

Tabelle 8: Grobe Abschätzung der Kosten von Streckenmaßnahmen

5.2.5 Wartepflichtige Knotenpunkte

Ein Radschnellweg hat den Anspruch Durchschnittsgeschwindigkeiten von bis zu 30 km/h zu ermöglichen. Neben der Herstellung einer ausreichend dimensionierten Trassenführung sind dabei möglichst konfliktfreie Knotenpunkte entscheidend für eine komfortable Verbindungsqualität.

Für die Bewertung der Trassenvarianten erfolge daher eine Auflistung der Knotenpunkte, an denen auch nach Umsetzung des Radschnellwegs eine Wartepflicht für den Radverkehr besteht. (vgl. **Tabelle 9**)

Je höher die Anzahl der wartepflichtigen Knotenpunkte, desto höher wird auch die Verlustzeit des Radschnellwegs.

Trassenvariante	Wartepflichtige Knotenpunkte
1	29
2	34
3	21
4	27

Tabelle 9: Wartepflichtige Knotenpunkte

5.2.6 Weitere Chancen und Hemmnisse

Neben den Bewertungskriterien wurden weitere, nicht standardisiert auszuwertende Umsetzungshemmnisse und Chancen für die jeweilige Trassenvarianten berücksichtigt.

Beispiele sind:

- Grundstücksverhandlungen erforderlich
- Fällen von Bäumen erforderlich
- Ausflugsverkehr vorhanden?
- Umsetzung nur beim Entfall von Parkständen möglich
- Bereits vorhandene Planung zur Verbesserung der Situation für den Radverkehr
- Bestehende verkehrliche Erschließung entlang den untersuchten Trassenvarianten

5.3 Vorzugstrasse

Für die Identifizierung der geeignetsten Trassenführung für einen Radschnellweg erfolgte abschließend eine Betrachtung der jeweiligen Stärken und Schwächen der einzelnen Trassenvarianten. Dabei stellte sich die **Trassenvariante 4** (Ostroute über Frankenthal) als die beste der 4 Varianten heraus. In Abstimmung mit den Beteiligten wurde daraufhin diese Variante zur weiteren Ausarbeitung als Vorzugstrasse festgelegt.

Im nächsten Schritt der Bearbeitung des Maßnahmenkonzepts wurde die Streckenführung für die letztliche Vorzugstrasse gemeinsam mit den mit den betroffenen Kommunen im Detail noch verändert.

Die daraus resultierenden Anpassungen betrafen hauptsächlich den geplanten Verlauf entlang der Carl-Bosch- und Brunckstraße innerhalb Ludwigshafens. Aufgrund der dort im Bestand sehr knapp bemessenen Flächen für den Radverkehr wurde die Trassenführung in die Leuschnerstraße verlegt.

Die Anbindung an die Konrad-Adenauer-Brücke soll in Form einer Zulauftrasse realisiert werden (z.B. entlang der Rheinuferstraße sowie im weiteren Verlauf über die Carl-Bosch- und Brunckstraße). Durch die notwendige Sanierung der Hochstraße Nord konnte, zum derzeitigen Stand, noch keine abschließende Streckenführung festgelegt werden. In **Plan 5** ist daher eine alternative Streckenführung dargestellt. Diese kann beispielsweise auch für erforderliche Umleitungen des Radschnellwegs während der Bauphasen der Hochstraße herangezogen werden.

Im weiteren Verlauf der Vorzugstrasse nach Norden gab es nur kleinere Anpassungen, sodass die Streckenführung der Trassenführung zum größten

Teil mit der Trassenvariante 4 übereinstimmt. Dadurch ergaben sich auch nur geringe Veränderungen bezüglich der Erschließungswirkung und der Trassenbewertung. Der Anteil der Streckenlänge auf dem der höchste Radschnellweg-Standard (RSV-RLP) erreicht werden kann, wurde durch die Anpassung der Trassenführung noch leicht erhöht und damit verbessert.

6 Maßnahmenkonzept der Vorzugstrasse

Der geplante Radschnellweg verläuft überwiegend auf bestehenden Verkehrswegen. Eine Neutrassierung ist in den meisten Fällen nicht erforderlich.

Auch wenn der Radschnellweg letztlich als Pendler-Radroute ausgestaltet werden soll, wurde der „höhere“ Standard einer Radschnellverbindung mit betrachtet. Für die Abschnitte der Vorzugstrasse wurden Maßnahmen in drei Qualitätsstandards erarbeitet.

Die Unterschiede hinsichtlich der Art der Radverkehrsführung der drei Qualitätsanforderungen wurden in **Anlage 3** zusammengefasst.

Um die zukünftigen Radverkehrsführung zu veranschaulichen, wurden die höchsten Standards (RSV) in Musterquerschnitte dargestellt (vgl. **Anlage 1**). Die Führung an Knotenpunkten orientiert sich teilweise auch an den Musterlösungen des Landes Baden-Württemberg.¹⁵

Im Maßnahmenkonzept der vorliegenden Machbarkeitsstudie wurden Lösungsvorschläge zur Herstellung einer Radschnellverbindung (**hochwertige Qualität**), welche die Qualitätsansprüche des Landes Rheinland-Pfalz übersteigt, entlang der Vorzugstrasse zwischen Worms und Ludwigshafen erarbeitet.

Darüber hinaus wurden Lösungsvorschläge zur Herstellung einer **Pendler-Radroute** und/oder eine **kostengünstige Alternative** dargestellt.

Ziel ist die Herstellung einer möglichst störungsarmen Trasse für den Radverkehr. Dabei wurde auch auf pragmatische Lösungsvorschläge zurückgegriffen, solange diese sachgerecht und zielführend sind (z.B. Beibehaltung von Verbund-Pflaster in gutem Zustand, Verbreiterung nur innerhalb der öffentlichen Wegeparzelle ohne den Erwerb von Privatgrundstücken).

Da insbesondere die Ausgestaltung von **Knotenpunkten** aufwendig ist, soll bei der späteren technischen Planung versucht werden, die Anforderungen an den höheren Standard (Radschnellverbindung) umzusetzen, insbesondere dann, wenn die Lage der Strecke im Raum eine spätere entsprechende Projektierung grundsätzlich ermöglicht.

¹⁵ Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden-Württemberg: Musterlösungen für Radschnellverbindungen in Baden-Württemberg. Stuttgart 2017.

Die in den drei Kategorien (**Radschnellverbindung, Pendler-Radroute und kostengünstige Alternative**) für die Herstellung erforderlichen Einzelmaßnahmen wurden verortet und in Maßnahmenblättern bzw. Steckbriefen beschrieben. Darüber hinaus wurde für jede einzelne Maßnahme (Streckenherstellung und Knotenpunkt) eine Kostenschätzung erstellt.

6.1 Maßnahmen auf der Vorzugstrasse – Strecke

Der Handlungsbedarf entlang der Strecke wird in der Regel über standardisierte Maßnahmenvorschläge abgedeckt. Dazu zählen:

- (Neu-)Herstellung RSW eigenständig geführt
- Verbreiterung / Herstellung RSW straßenbegleitend
- Kennzeichnung als RSW (Markierungen und Piktogramme)
- Erneuerung des Oberflächenbelags
- Umwidmung zur Fahrradstraße
- Markierung von Radfahrstreifen
- Herstellung parallel geführter Wege für andere Verkehrsteilnehmer
- Ergänzung von Beleuchtung

Die Maßnahmen zur Herstellung eines Radschnellwegs werden für die einzelnen Streckenabschnitte in Form von Maßnahmenblättern dokumentiert.

Die Steckbriefe der einzelnen Streckenabschnitte sind durch die **grüne Kopfzeile** zu erkennen. Alle Steckbriefe der Streckenabschnitte sind in **Anlage 6** dargestellt, sie sind von Norden (Worms) nach Süden (Ludwigshafen) sortiert.

Die für die Steckbriefe gebildeten Streckenabschnitte orientieren sich an der herzustellenden, zukünftigen Führungsform. Wenn sich diese maßgeblich ändert, wurde ein neuer Abschnitt gebildet. Die Länge variiert daher in der Regel von 100 Metern bis hin zu 3 km oder mehr. Die Abschnitte sind in **Plan 5.1** bis **Plan 5.13** verortet.

Die Benennung bzw. Nummerierung der Streckenabschnitte erfolgt nach dem folgenden Schema: Kommune-Object-ID. Ein Beispiel ist WO-04. Dabei steht „WO“ für die Kommune Worms und „04“ für die vom GIS aufsteigend vergebene Nummer. So können bestimmten Streckenabschnitte leicht aufgefunden werden.

Die Kommunen werden nach **Tabelle 10** benannt.

Kürzel	Kommune
WO	Worms
BO-RO	Bobenheim-Roxheim
FT	Frankenthal
LU	Ludwigshafen

Tabelle 10: Kurzbezeichnung der Kommunen

Der Abschnitt wird auf Basis eines Luftbilds verortet und mit einem prägnanten Foto, welches den Abschnitt charakterisiert, dargestellt.

Unmittelbar darunter befinden sich neben den grundlegenden Informationen wie Abschnittsnummer, Straßenname und Abschnittslänge auch eine Beschreibung der Bestandssituation inkl. vorliegender Hemmnisse und ggf. Chancen für einen Ausbau zu einem Radschnellweg.

Für jeden Abschnitt ist die zukünftige Führungsform angegeben, der maximal hergestellt werden kann, also in der Reihenfolge: RSV, PRR, ERA, auch wenn letztlich eine Pendler-Radroute umgesetzt werden soll. Die entsprechenden Musterlösungen sind in **Anlage 1** dargestellt.

Abschließend findet sich auf der ersten Seite des Steckbriefes eine Empfehlung für die Umsetzungspriorität kategorisiert von 1 bis 4 (vgl. **Kapitel 6.5**)

Die erforderlichen Maßnahmen zur Herstellung eines Radschnellwegs werden auf der 2. Seite des zugehörigen Steckbriefs in Form eines Maßnahmenblattes dokumentiert. Dieses ist in 4 Bereiche unterteilt.

- Zur eindeutigen Identifizierung: Name sowie grundlegende Informationen zum Abschnitt.
- Falls möglich: Maßnahmenbeschreibung zur Herstellung eines Radschnellwegs im höchsten Standard (**Radschnellverbindung**) inkl. Angabe der empfohlenen Führungsform, des geplanten Musterquerschnitts und der geschätzten Nettokosten.
- Falls möglich: Maßnahmenbeschreibung zur Herstellung eines Radschnellwegs im mittleren Standard (**Pendler-Radroute**) inkl. Angabe der empfohlenen Führungsform, des geplanten Musterquerschnitts und der geschätzten Nettokosten.
- Soweit sinnvoll: Maßnahmenbeschreibung zur Herstellung einer guten Radverkehrsverbindung (kostengünstige Alternative) im **ERA-Standard** inkl. Angabe der empfohlenen Führungsform, des geplanten Musterquerschnitts und der geschätzten Nettokosten.

6.2 Maßnahmen der Vorzugstrasse – Knotenpunkte

Die Maßnahmenkonzeption der Knotenpunkte entlang des Radschnellwegs orientiert sich an der Arbeitshilfe „Radschnellwege Rheinland-Pfalz – Standards für Pendler-Radrouten und Radschnellverbindungen“ (Stand 05.04.2019)¹⁶ (vgl. **Anlage 2.1**) sowie an den im August 2017 veröffentlichten „Musterlösungen für Radschnellverbindungen in Baden-Württemberg“¹⁷ (vgl. **Anlage 2.2**).

Ein Großteil der Knotenpunkte entlang der Vorzugstrasse kann über diese standardisierten Lösungen abgedeckt werden. Darüber hinaus wurden ergänzende Lösungsvorschläge von R+T erarbeitet (vgl. **Anlage 2.3**). Über 90% der untersuchten Knotenpunkte werden jedoch über eine der Musterlösungen beschrieben.

Die Einteilung der zukünftigen Knotenpunktform orientiert sich sowohl nach der Art der geplanten Radverkehrsführung als auch nach der Art des Knotenpunkts – insbesondere die Art der Bevorrechtigung. Knotenpunkte sind sowohl am Übergang zwischen zwei Teilstücken, aber auch innerhalb eines Streckenabschnittes vorhanden.

Unterschieden werden dabei Überquerungsanlagen mit Vorrang des Radverkehrs entlang des Radschnellwegs, Überquerungsanlagen mit Wartepflicht und einer Querungshilfe in Form einer Mittelinsel („Vorfahrt gewähren“) sowie lichtsignalgeregelte Querungsstellen. Ausgearbeitet wurden diese drei Arten Knotenpunkten für die gängigsten Führungsformen: Mischverkehr (Fahrradstraße), selbstständig geführte Radwege sowie straßenbegleitende Radwege.

Darüber hinaus können planfrei geführte Knotenpunkte in Form von Unter- und Überführungen auf einem Radschnellweg zum Einsatz kommen. Aufgrund der sehr hohen Kosten, dem hohen Flächenbedarf sowie der daraus resultierenden schwierigen Realisierbarkeit wurden im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie auf eine Führung mithilfe neuer Brücken und Unterführungen im Planungsgebiet verzichtet und stattdessen bestehende Bauwerke genutzt.¹⁸ Dies passt auch zu der voraussichtlichen Herstellung als Pendler-Radroute, die sich vorwiegend an bestehender Infrastruktur orientiert.

¹⁶ Abrufbar ist die Version 1.0 vom 05.04.2019 auch unter www.radwanderland-fachportal.de. Aktuell befinden sich sowohl die Prüfkriterien für Pendler-Radrouten als auch die Standards für Radschnellverbindungen und Pendler-Radrouten in Rheinland-Pfalz in der Überarbeitung und werden voraussichtlich in der ersten Jahreshälfte 2021 veröffentlicht.

¹⁷ Für einzelne Knotenpunktformen lagen im vorliegenden Stand der Arbeitshilfe RSV-RLP noch keine passende Musterlösungen vor, daher wurde in diesen Fällen eine Musterlösung aus Baden-Württemberg gewählt.

¹⁸ Neue Wege und Verbreiterungen werden indes an vielen Abschnitten erforderlich

Eine Ausnahme betrifft den Abschnitt FT-03 dort wurde, in Abstimmung mit der Stadt Frankenthal, neben einer Unterführung im Bestand (FT-03B) auch eine Lösung im höheren Standard erarbeitet, die den Neubau einer Unterführung für den Radverkehr erfordert (FT-03A).

Die Maßnahmen zur Herstellung eines Radschnellwegs wurden für die einzelnen Knotenpunkte in Form eines Maßnahmenblattes dokumentiert.

Die Steckbriefe der einzelnen Knotenpunkte sind durch die **graue Kopfzeile** zu erkennen. Alle Steckbriefe der Knotenpunkte sind in **Anlage 7** dargestellt, sie sind von Norden (Worms) nach Süden (Ludwigshafen) sortiert.

Die Benennung bzw. Nummerierung der Knotenpunkte erfolgten analog dem Schema der Abschnitte.

Die Steckbriefe der Knotenpunkte sind in 4 Bereiche unterteilt:

- Name zur eindeutigen Identifizierung
- Kartenausschnitt sowie Luftbild
- Verortung des Knotenpunkts sowie Beschreibung der Bestandssituation
- Maßnahmentyp und -beschreibung zur Herstellung einer Knotenpunkts-Musterlösung für einen Radschnellweg entsprechend der vorgegebenen Standards inkl. Angabe der geplanten Musterlösung, der prognostizierten Verlustzeit und Kostenschätzung sowie der Empfehlung für die Umsetzungspriorität.

Entgegen dem Vorgehen bei den Maßnahmenkonzepten für Streckenabschnitte wurde hier keine Aufteilung in unterschiedliche Qualitätsstufen abgesehen. Da insbesondere die Ausgestaltung von Knotenpunkten aufwendig ist, soll bei der späteren technischen Planung ohnehin versucht werden, die Anforderungen des höchsten Standards (Radschnellverbindung) umzusetzen. Dies gilt insbesondere dann, wenn der Streckenverlauf eine spätere Verbesserung (z.B. Verbreiterung auf 4,00 m) grundsätzlich ermöglicht.

6.3 Maßnahmen der Vorzugstrasse – Anbindung Wormser Stadtteile

Für die Stadt Worms ist die Anbindung ihrer Stadtteile an die Trasse des Radschnellwegs ein wichtiger Teil des Konzepts. Da die einzelnen Wormser Stadtteile breit gestreut über das gesamte Stadtgebiet verteilt sind, ist eine Anbindung an die Vorzugstrasse des Radschnellwegs sinnvoll, um auch aus diesen das Radverkehrspotenzial zu bündeln.¹⁹ In Abstimmung mit der Stadt Worms wurden insgesamt 7 Korridore entwickelt.

1. Heppenheim – Wiesoppenheim – Weinsheim – Richtung LU
2. Heppenheim – Wiesoppenheim – Horchheim – Richtung WO
3. Pfeddersheim – Pfiffiligheim
4. Abenheim – Herrnsheim
5. Osthofen – Herrnsheim
6. Rheindürkheim – Industriegebiet Worms – Neuhausen
7. Nibelungenbrücke – Zentrum

Die Anbindungen sollen den Radfahrenden eine attraktive Zuwegung zum geplanten Radschnellweg bieten. Eine Herstellung als Radschnellweg ist durch die - im Vergleich zur Vorzugstrasse - niedrigeren Nutzerzahlen nicht zwingend erforderlich. Allerdings sollten die Anbindungen mindestens dem ERA-Standard entsprechend ausgeführt sein, um ein sicheres Radfahren zu ermöglichen.

Entsprechend wurden die Maßnahmen für die einzelnen Abschnitte so gewählt, das darauf mindestens der ERA-Standard erreicht wird.

Die Steckbriefe der einzelnen Streckenabschnitte dieser ergänzenden Anbindungen sind durch die **gelbe Kopfzeile** zu erkennen. Alle Steckbriefe der Anbindungen sind in **Anlage 8** dargestellt, sie sind entsprechend der Trassen 1 bis 7 sortiert. Weil es sich um Trassen handelt, die zusätzlich zum Radschnellweg untersucht wurden sind die Abschnitte mit ZT1-01 bis ZT07-09 bezeichnet.

In den folgenden Kostenschätzungen für den Radschnellweg sind diese Anbindungen nicht enthalten.

¹⁹ Aufgrund der zu erwartenden Anzahl von zukünftigen Radfahrenden handelt es sich nicht um Zulaufwege, die dem Radschnellweg zuzuordnen sind. Sie sind als normale Radwege förderfähig, und sind nicht Teil des Radschnellwegs.

6.4 Kostenschätzung

Das Handlungskonzept für einen Radschnellweg umfasst Maßnahmen über die gesamte Länge der Vorzugstrasse auf insgesamt 22,7 km. Zu den Maßnahmen auf der Strecke kommen insgesamt 144 Knotenpunktmaßnahmen.

Die Kostenschätzungen erfolgten über pauschale Netto-Kostensätze für – während der Bearbeitung erstellte – standardisierte Maßnahmenbündel, auf den laufenden Meter, Quadratmeter oder Situation.

Im Kostenrahmen nicht enthalten sind:

- Bodenaustausch
- Grunderwerb
- Herstellung / Verlegung von Versorgungsleitungen / Entsorgungsleitungen
- Möblierung von Straßen / Plätzen
- Ausgleichsmaßnahmen

Die geschätzten Kosten für alle Maßnahmen beträgt etwa 13,4 Mio. € (brutto) für eine hochwertige **Radschnellverbindungs**-Qualität.

Voraussichtlich soll der Radschnellweg als **Pendler-Radroute** hergestellt werden. Dann verringern sich die Kosten deutlich und betragen 7,5 Mio. € (brutto).

Neben den Maßnahmen zur Herstellung einer hochwertigen RSV-Qualität und einem Pendler-Radrouten-Standard wurde für jeden Abschnitt soweit möglich und sinnvoll eine kostengünstige Alternative erarbeitet, die sich an der **ERA** orientiert. Bei Umsetzung dieser Maßnahmen auf allen Abschnitten der Vorzugstrasse, reduzieren sich die Gesamtkosten. Die Mindestkosten betragen daher ca. 4,5 Mio. € (brutto).²⁰

Eine Aufschlüsselung der Gesamtkosten nach Herstellungsstandard und Maßnahmenart (Strecken oder Knotenpunkt) ist in **Tabelle 11** dargestellt.

²⁰ Die Anbindungen der Wormser Stadtteile an den Radschnellweg sind in den Kostenangaben jeweils nicht enthalten.

Kosten gesamte Vorzugstrasse				
Kategorie	Anzahl/ Länge	Radschnell- verbindung	Pendler-Rad- route	ERA-Standard als kostengünstige Alternative
Strecke	22,7 km	8.800.000 €	4.010.000 €	2.310.000 €
Strecke - Beleuchtung		inklusive	optional: 537.000 €	0 €
KP Maßnahme: LSA/FSA	28	430.000 €	430.000 €	430.000 €
KP bauliche Maß- nahme	26	218.000 €	218.000 €	218.000 €
KP ordnungsrechtliche Maßnahme	66	325.000 €	325.000 €	325.000 €
Summe, Netto		9.773.000 €	5.520.000 €	3.283.000 €
Zzgl. Baustelleneinrichtung, Planung		1.465.950 €	828.000 €	492.450 €
Zzgl. Zuschlag für MwSt.		2.135.401 €	1.206.120 €	717.336 €
Gesamtkosten Vorzugstrasse		13.374.351 €	7.554.120 €	4.492.786 €

Tabelle 11: Übersicht Kostenschätzungen Vorzugstrasse

Vergleicht man die Kosten mit den Kosten für die Herstellung von herkömmlichen Straßen wird deutlich, dass die Herstellung von Radschnellwegen für einen Bruchteil der Kosten möglich ist. Die Herstellungskosten für Straßen reichen von ca. 4 Mio. € pro Kilometer für Kreisstraßen bis zu über 10 Mio. € pro Kilometer für Bundesautobahnen.

Der Radschnellweg von Worms bis nach Ludwigshafen kostet 0,2 Mio. € pro Kilometer bei der kostengünstigen Alternative und ca. 0,6 Mio. € pro Kilometer bei Einhaltung des hochwertigen Standards für Radschnellverbindungen.

6.5 Priorisierung der Maßnahmen

Für die einzelnen Streckenabschnitte wurde eine Empfehlung für die Priorität der Umsetzung erarbeitet.

Diese orientiert sich an der Bestandssituation und der daraus resultierenden Dringlichkeit einer Realisierung, um eine sinnvolle Befahrbarkeit für den Radverkehr zu ermöglichen.

Die Empfehlung wurde in 4 Kategorien aufgeteilt:

1. Unmittelbare Umsetzung notwendig: Der Abschnitt ist entweder im Bestand noch nicht befahrbar oder es ist aktuell kein bequemes und sicheres Radfahren möglich.
2. Zeitnahe Umsetzung möglich: Der Abschnitt ist im Bestand vorhanden und mit dem Rad befahrbar, die Herstellung des höchsten Standards ist leicht und ohne erheblichen Aufwand zu ermöglichen
3. Umsetzung mit erheblichen Aufwand verbunden. Der Abschnitt ist im Bestand vorhanden und mit dem Rad befahrbar, eine Herstellung des höchsten Standards ist nicht unmittelbar zwingend erforderlich.
4. In Zusammenhang mit anderen Baumaßnahmen umzusetzen: Der Abschnitt kann im Zusammenhang mit anderen Baumaßnahmen grundhaft ertüchtigt oder überhaupt erst hergestellt werden (z.B. gemeinsam mit der Südumgehung Worms oder der Ortsumgehung Bobenheim-Roxheim).

Um in einem ersten Schritt die sichere Befahrbarkeit für den Radverkehr auf der gesamten Trasse zu ermöglichen, sollten die Maßnahmen der Streckenabschnitte mit Kategorie 1 möglichst zeitnah realisiert werden.

Dies betrifft nach aktuellem Stand die in **Tabelle 12** enthaltenen Abschnitte (siehe auch **Anlage 6**). Die Realisierung dieser Abschnitte verursacht Nettobaukosten von 826.000 €.

Abschnitt	Kosten (höchster-Standard)
WO- 01	32.000€
WO-06	203.000€
BO-RO-03	16.000€
FT-07	118.000€
LU-03	25.000€
LU-04	20.000€
LU-11	144.000€
LU-16	178.000€
LU-20	61.000€
LU-29	7.000€
LU-30	22.000€
Summe	826.000€

Tabelle 12: Übersicht unmittelbar herzustellende Abschnitte mit Kosten für die Herstellung des jeweils höchsten möglichen Standards (zumeist RSV-Standard)

Auch die Maßnahmen der Kategorie 2 sollten zügig im höchsten möglichen Standard umgesetzt werden. Dafür fallen Nettokosten von ca. 800.000 € an.

Für die Abschnitte, die im Zusammenhang von anderen Baumaßnahme realisiert werden, sollten die höchsten Standards angesetzt werden. Dies entspricht ca. 400.000 €

Alle übrigen Abschnitte sollten zumindest die Markierung bzw. Beschilderung als Radschnellweg und kleine Verbesserungen erhalten, damit sie mind. dem ERA-Standard entsprechen. Die Kosten dafür belaufen sich auf 1.150.000 €

Die Knotenpunkte sollten indes alle unmittelbar umgestaltet werden, um eine möglichst störungsarme Fahrt für Radfahrende zu ermöglichen. Dafür sind 973.000 € anzusetzen. Insgesamt ergeben sich so Nettobaukosten von 4.150.000 €. Diese liegen erwartungsgemäß zwischen den in **Tabelle 11** angegebenen Kosten für die kostengünstige Alternative auf allen Abschnitten (3.283.000 €) und der Herstellung des Standards für eine Pendler-Radroute auf allen Abschnitten (5.520.000 €).

Zusammen mit dem Zuschlag für Baustelleneinrichtung (15%) und der Mehrwertsteuer ergeben sich **Bruttobaukosten von ca. 5,7 Mio. € für diesen Umsetzungsvorschlag**. Bei großem Erfolg des Angebots und steigenden Nutzerzahlen kann die Trasse entsprechend immer weiter aufgewertet werden.

6.6 Erfüllung der Anforderungen Premiumprodukt Radschnellverbindung

Art und Breite der Radverkehrsführung

Die höchsten Qualitätsstandards für Radschnellverbindungen (**RSV-Qualität**) könnten in der aktuellen Konzeption auf etwa 75% der Strecke eingehalten werden.

Weitere 18% der Gesamtstrecke konnten die niedrigeren Anforderungen einer **Pendler-Radroute** erfüllen. Auf den restlichen 7% sind diese Standards aufgrund von mangelnder Flächenverfügbarkeit oder anderen Einschränkungen nicht oder nur unter erheblich größerem Aufwand zu erfüllen (**ERA-Standard**).

Reisezeit bzw. Reisezeitverluste

Neben den Standards für die Breite und die Art der Radverkehrsführung dürfen im Zuge einer Radschnellverbindung die Verlustzeiten, z.B. an wartepflichtigen oder signalgeregelten Knotenpunkten nicht zu hoch werden. Es gilt: es sollen nicht mehr als 30 Sekunden Verlustzeit pro km sein. Damit sollte die gesamte Verlustzeit insgesamt ca. 700 Sekunden nicht überschreiten.

Warte- bzw. Verlustzeiten treten auf dem Radschnellweg Worms-Ludwigshafen nur an Knotenpunkten auf. Auf den Maßnahmenblättern in **Anlage 7** sind

die typischen Verlustzeiten gemäß den für die Bearbeitung genutzten Musterlösungen (vgl. **Anlage 2**) angegeben. Addiert man jeweils die angegebenen Maximalwerte, ergibt sich eine Gesamt-Wartezeit von 845 Sekunden. Diese liegt über der Größenordnung des geforderten Wertes.

Zu beachten ist, dass 240 Sekunden der Verlustzeit aus der Führung entlang der Bürgermeister-Grünzweig- und Heinigstraße in Ludwigshafen und den Verlustzeiten an den dortigen Lichtsignalanlagen stammen. Hier sind verschiedene Aspekte zu beachten:

- Die Toleranz bezüglich Verlustzeiten liegt in diesem innerstädtischen Großstadtbereich höher.
- Es wird dort hauptsächlich im Einrichtungsverkehr geführt. Es wäre eventuell möglich, die Signalisierung auf eine „Grüne Welle für den Radverkehr“ abzustimmen, so dass die angegebene Verlustzeit nur einmal vorkommt und dann jeder Folgeknotenpunkt bei Grün passiert werden kann.
- Außerhalb von Ludwigshafen liegen die Verlustzeiten bei 28 Sekunden pro Kilometer.

7 Qualitätsstandards Radverkehrsführung

Die für die unterschiedlichen Radschnellwege geltenden Standards und Musterlösungen sind u.a. in „Radschnellwege Rheinland-Pfalz – Standards für Pendler-Radrouten und Radschnellverbindungen“ enthalten (siehe auch Fußnote 16 auf Seite 25).

Diese definieren zum einen Ansprüche an Breiten, Markierung und Oberflächenbeschaffenheit treffen aber auch Aussagen zu Verlustzeiten und Radien.

Weitere Ausstattungsmerkmale

Ein Radschnellweg soll indes nicht nur aufgrund seiner hohen Qualitätsansprüche in Hinblick auf Breite, Fahrgeschwindigkeit und Wartezeit an Knotenpunkten erkennbar sein. Neben der gesonderten Beschilderung und Wegweisung können weitere Ausstattungsmerkmale, die von einer „normalen“ Radverbindung abweichen, dazu beitragen, dass der Radschnellweg von allen Verkehrsteilnehmern wahrgenommen wird.

An wichtigen Verknüpfungspunkten (z.B. ÖPNV-Haltestellen, Kreuzungen mit wichtigen Radverkehrsverbindungen und Mitfahrerparkplätze) sind noch weitere Elemente denkbar, welche die Wiedererkennbarkeit und die Etablierung der Marke „Radschnellweg“ fördern könnten.

Das sind Service- und Raststationen, die in einem bestimmten Design im gesamten Streckenverlauf angeordnet werden können.

- Beleuchtete Servicestationen (Luftpumpe, Werkzeug, Schlauch-Automaten)
- Sitzgelegenheiten
- Regenschutz
- Abstellanlagen
- Mülleimer (**Abbildung 3** zeigt einen Mülleimer der theoretisch während der Fahrt benutzt werden kann. Der praktische Nutzen ist jedoch fraglich, da unbeabsichtigte Fehlwürfe wahrscheinlich sind.)
- Trinkwasserstelle (Hände waschen, Trinkflasche auffüllen)
- Orientierungsplan

Diese Stationen können noch weitere Merkmale aufweisen, beispielsweise:

- W-Lan-Hotspots
- Dialog-Display mit Informationen (Angabe pro Tag gezählten Radfahrenden, CO₂-Einsparung oder auch die Abfahrtszeiten nahegelegener ÖPNV-Haltestellen)
- Ladestationen für Akkus (Handys, E-Bike)
- Pannen-Telefon, Notruf-Stelen (entsprechend Autobahnen-Notruf ggf. in Kooperation mit Fahrradhändlern)



Abbildung 3: Schräg ausgerichteter Mülleimer als (wiedererkennbares) Ausstattungsmerkmal eines Radwegs.

Je nach Streckenabschnitt sind neben der Herstellung des Radschnellwegs noch weitere Elemente zweckdienlich.

Im Außenbereich umfasst dies die Berücksichtigung der Landwirtschaft (z.B. getrennte Bereiche, breitere Wege, Ausweichstellen oder Abstellmöglichkeiten für Kfz, z.B. für Erntehelfer) und des fußläufigen Ausflugsverkehrs (Jogger, „Gassi“-gehen und Spaziergänger inkl. ggf. deren abgestellte Fahrzeuge).

Innerörtlich sind beispielsweise die Parkraumnachfrage und das Kfz-Verkehrsaufkommen zu berücksichtigen. In Fahrradstraßen wird üblicherweise nur Anliegerverkehr mit Kfz freigegeben. Je nach Lage stellt sich die Frage ob anderer Kfz-Verkehr baulich unterbunden werden muss oder toleriert werden kann. In **Kapitel 8.3** („Lösung von Nutzungskonflikten“) werden diese Aspekte weiter erläutert.

8 Umsetzungsstrategie

Mit der vorliegenden Machbarkeitsstudie wurden durch Prüfung der grundsätzlichen Realisierbarkeit einer Vorzugstrasse sowie die Verlagerung- und Erschließungspotenziale mehrerer Trassenvarianten ein erster Schritt zu einem Radschnellweg zwischen Worms und Ludwigshafen erarbeitet. Sie bildet damit die Grundlage für zukünftige Planungsprozesse, in denen über die Schaffung planungsrechtlicher Voraussetzungen sowie politischer Beschlüsse eine Umsetzung erzielt werden kann.

Auch wenn die Machbarkeitsstudie die Darstellung einer Vorzugstrasse enthält, ist es wahrscheinlich, dass in manchen Bereichen andere Linienführungen gefunden werden, sobald für die Umsetzung eine weitere Konkretisierung der Planung erfolgt.

In den weiteren Schritten werden Abstimmungen mit Dritten erforderlich sein. Diese Abstimmungen und weiteren Schritte werden deutlich leichter durchführbar sein, wenn es einen Aufgabenträger mit klarer Zielvorgaben gibt, bei dem sämtliche Planungsfragen zusammenlaufen und der den Bau neuer Abschnitte sowie die Baulastträgerschaft übernimmt.

8.1 Nutzen-Kosten-Analyse

Der Nutzen des Radschnellwegs wird in Anlehnung an die Ausführungen von Wolfgang Röhling (TCI Röhling Transport Consulting International) zum Radschnellweg Ruhr (RS1) ermittelt.

Die Anzahl der neuen, zusätzlichen Nutzer des Radschnellwegs wurde in **Kapitel 5.1.4** ermittelt. Je nach Abschnitt ergaben sich zwischen 1.200 und 3.100 Fahrräder am Tag, die zu großen Teilen vom MIV oder ÖV verlagert werden

können. In der Nutzen-Kosten-Analyse wird der Fokus auf die neuen Radfahrenden gelegt und die so eingesparten Pkw-Kilometer.

Folgende Nutzen-Elemente sind direkt von den eingesparten Pkw-Kilometer pro Tag abzuleiten. Es wird davon ausgegangen, dass dieser Wert mit einem Ansatz von 220 Arbeitstagen auf das Jahr hochgerechnet werden kann (52 Wochen * 5 Tage abzüglich Urlaubszeiten, Feiertagen und Krankheit).

- Saldo der CO₂-Emissionen. Für jede Tonne eingespartes CO₂ wird eine Wert-Spanne von 2010 bis 2050 aufgestellt, die von 40 bis 390 €²¹ reicht. Hier wird der gleiche Wert wie beim RS1 angesetzt: 230 € / Tonne CO₂. Es wird davon ausgegangen, dass jeder Pkw 180 Gramm pro Pkw-Kilometer ausstößt. Das ist ein aktueller Mittelwert. Ab 2020 gilt ein Grenzwert von 95g CO₂/km für alle neu zugelassenen Pkw, der zurzeit bei weitem von der bundesdeutschen Pkw-Flotte überschritten wird.
- Saldo der Luftschadstoffe. Für jeden eingesparten Pkw-Kilometer werden 0,01 € angesetzt.
- Saldo der Unfallschäden: Beim RS1 wurde davon ausgegangen, dass durch die eingesparten Pkw-Kilometer auch die Anzahl an Unfällen und die Anzahl an Verkehrstoten, Schwerverletzten und Leichtverletzten sinkt. Im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie wird darauf verzichtet, diese Personenschäden zu monetarisieren. Auch Radfahrer können verunglücken.
- Sachschäden hingegen sind bei Pkw-Unfällen deutlich höher. Deren Einsparung durch weniger Pkw-Kilometer gehen als positiver Nutzen ein.
- Saldo der Betriebskosten: Durch die Verlagerung von Pkw auf das Rad können Betriebskosten eingespart werden: 0,28 € pro Pkw-Kilometer stehen 0,16 € pro E-Bike-Kilometer und 0,08 € pro Normalrad-Kilometer. Es wird wie beim RS1 von einer Einsparung von 0,17 € pro verlagerten Pkw-Kilometer ausgegangen.

Für die Krankheitskosten ist die Anzahl der Kilometer der *aktiven* Personen von Bedeutung, daher werden dabei nicht nur die verlagerten Pkw-Kilometer, sondern auch die verlagerten ÖV-Kilometer herangezogen. Wichtig für die Verringerung der Gesundheitskosten ist eine gewisse Regelmäßigkeit der Bewegung erforderlich, d.h. in mind. 40% bis 70% der Fälle sind die Wege mit dem Fahrrad zurücklegen.²² Für die Ermittlung wird davon ausgegangen,

²¹ Umweltbundesamt: Schätzung der Umweltkosten in den Bereichen Energie und Verkehr, Dessau-Roßlau, 2012, aktualisiert Februar 2014

²² Dies korrespondiert auch damit, dass der Radverkehrsanteil an Regentagen oder bei Schneefall zurückgeht.

dass an 55% der 220 Arbeitstage, die von MIV und ÖV verlagerten Fahrten tatsächlich mit dem Fahrrad zurückgelegt werden.

Ein weiterer Aspekt, der jährlich berechnet wird, sind die Unterhaltungskosten. Hier wird von erforderlichen Aufwendungen in Höhe von 2,5% der Investitionskosten ausgegangen. Sie mindern den Nutzen.

Diese zuvor beschriebenen Nutzen-Aspekte werden der Annuität der gesamten Erstellungskosten gegenübergestellt. Dabei werden die Erstellungskosten mit üblichen Nutzungsdauern und einem Verzinsungsfaktor in jährliche Kosten umgerechnet.

Die Menge der eingesparten Pkw-Kilometer pro Tag wurde folgendermaßen ermittelt. Aus den Überlegungen zu **Abschnitt 5.1.4** ist die Anzahl der vom Pkw auf das Fahrrad verlagerten Wege bekannt. Diese wurden mit den jeweiligen Wegelängen der heute schnellsten Kfz-Verbindung multipliziert: $1.200 \text{ Wege} \cdot 7\text{km} + 1.600 \text{ Wege} \cdot 6\text{km} + 3.100 \text{ Wege} \cdot 12\text{km} = 55.200 \text{ Wegekilometer}$. Zur Zeit liegt der Radverkehrsanteil bei interkommunalen Wegen sehr niedrig, es werden 3% angesetzt. Mit dem ÖV werden zurzeit ca. 15% zurückgelegt. So ergeben sich ca. 45.300 Pkw-Wege-Kilometer pro Tag, die auf Fahrräder verlagert werden können. Aufgrund des durchschnittlichen Besetzungsgrads eines Pkw von 1,3 können also fast 35.000 Pkw-Kilometer pro Tag eingespart werden. Auf ein Jahr hochgerechnet sind es damit 7,6 Mio. eingesparte Pkw-Kilometer.

Die folgende **Tabelle 13** enthält die oben beschriebenen Parameter. Insgesamt wird ein volkswirtschaftlicher Nutzen von ca. 3,5 Mio. Euro pro Jahr erzielt.

Verlagerte Wege-Kilometer pro Tag	45.300		
Verlagerte Pkw-Kilometer pro Tag	34.846	1,3	Pkw-Besetzungsgrad
Verlagerte Pkw-Kilometer pro Jahr	7.666.154	220	Verkehrstage/Jahr
Eingesparte Tonnen CO2 im Jahr	1.380	180	g CO2/Pkw-km
Saldo CO2	317.379 €	230	Euro/t CO2
Saldo Luftschadstoffe	76.662 €	0,01	Euro/Pkw-Kilometer
Anzahl Todesfälle	0,07	0,009	Anz. Tote je Mio. Kfz-km
Anzahl Schwerverletzte	2,01	0,262	Anz. Schwerverletzte je Mio. Kfz-km
Anzahl Leichtverletzte	10,42	1,359	Anz. Leichtverletzte je Mio. Kfz-km
Kosten Todesfälle	83.484 €	1.210.000 €	Kosten/Todesfall
Kosten Schwerverletzte	175.747 €	87.500 €	Kosten/Schwerverletztem
Kosten Leichtverletzte	40.631 €	3.900 €	Kosten/Leichtverletztem
Kosten Sachschäden	490.634 €	64.000 €	Kosten Sachschaden je Mio Kfz-km
Saldo Unfallschäden	490.634 €		
Saldo Betriebskosten	1.303.246 €	0,17	Euro/Pkw-Kilometer
Von MIV und ÖV verlagerte km p. Tag	53.500		
Von MIV und ÖV verlagerte km p. Jahr	6.473.500	121	Radeln an 55% der Verkehrstage im Jahr
Senkung Krankheitskosten	1.618.375 €	0,25	Euro/Pers.-Kilometer aktiver Personen
Investitionskosten	12.500.000 €		
Unterhaltungskosten (neg. Nutzen)	-312.500 €	2,5%	Anteil am Investitionsvolumen
Summe der Nutzen	3.493.795 €		

Tabelle 13: Zusammenstellung der Nutzen-Komponenten (pro Jahr)

Für die Baukosten werden die Annuitäten bestimmt. Dafür ist ein Verzinsungsfaktor von 3% üblich. Auch für die Nutzungsdauer wurden typische Werte (wie beim RS1) angesetzt. Beim RS1 wurde zusätzlich ein Deflationierungsfaktor von 0,85 angesetzt. **Tabelle 14** enthält die entsprechenden Ansätze. Die Abminderung der Annuität durch den Deflationierungsfaktor wird untenstehend zwar angegeben, kommt aber im weiteren Verfahren nicht zur Anwendung. Die Annuität der Baukosten für den Radschnellweg Worms – Ludwigshafen hat somit einen Wert von 0,80 Mio. Euro.

Elemente der RSV WO-LU	Kosten (einmalig)	Nutzungsdauer in Jahren	Annuitätenfaktor	Annuität	Annuität mit Berücksichtigung von Deflationierung
Grunderwerb	1.000.000 €	unbegrenzt	0,0300	30.000 €	25.500 €
Fahrweg + Knotenpunkte	13.400.000 €	25	0,0574	769.533 €	654.103 €
Ingenieurbauwerke	0 €	50	0,0389	0 €	0 €
Summe Baukosten	14.400.000 €			799.533 €	679.603 €

Verzinsungsfaktor: 3% Deflationierungsfaktor: 0,85

Tabelle 14: Ermittlung der Annuität der Baukosten

Das Nutzen-Kosten-Verhältnis ist in **Tabelle 15** dargestellt. Angestrebt wird ein Nutzen-Kosten-Verhältnis über 1. Die Nutzen überwiegen die Kosten.

Summe der Nutzen	3.493.795 €
Annuität der Baukosten	799.533 €
Nutzen-Kosten-Verhältnis	4,4

Tabelle 15: Nutzen-Kosten-Verhältnis des Radschnellwegs

Das günstige Nutzen-Kosten-Verhältnis zeigt: es wären auch noch zusätzliche Investitionen möglich, um den Radschnellweg zu realisieren, z.B. die optionale Beleuchtung herzustellen.

Damit können auch die Kosten für evtl. erforderliche ökologische Ausgleichsmaßnahmen, Ersatzbauwerke bei Verlagerung von Parkständen oder die Optimierung der Lichtsignalanlagen (z.B. Grüne Welle für den Radverkehr in der Ludwigshafener Innenstadt auch auf anderen Achsen) ausgeglichen werden.

8.2 Empfehlung für eine Entscheidung zur Realisierung

Es wird empfohlen, den Radschnellweg entlang der Vorzugstrasse herzustellen. Es ist nicht unbedingt erforderlich, den Radschnellweg erst dann dem Verkehr zu übergeben, wenn er auf gesamter Länge von Worms bis nach Ludwigshafen im Standard einer Radschnellverbindung oder Pendler-Radroute hergestellt wurde, auch eine Herstellung in Teilabschnitten ist eine machbare Lösung, wie beispielsweise beim RS1 oder dem Radschnellweg Darmstadt – Frankfurt.

Ein grober Fahrplan für die Umsetzung der einzelnen Maßnahmen kann anhand der auf den Steckbriefen aufgeführten Umsetzungskategorie festgelegt werden. (vgl. **Kapitel 6.5**).

Die Verbindung von Worms bis nach Ludwigshafen ist bereits heute für Fahrräder durchgehend befahrbar. Bis auf die Führungen an der geplanten Südumgehung in Worms und der geplanten Ortsumgehung in Bobenheim-Roxheim, an der heute noch eine etwas abweichende Route gefahren werden muss, ist die gesamte Strecke bereits heute für den Radverkehr freigegeben. Überwiegend wird hier auf Strecken geführt, auf denen Radverkehr bereits heute zulässig ist und sich bereits bündelt.

Im gesamten Streckenverlauf des Radschnellwegs sind Verbesserungen erforderlich. Der Handlungsbedarf ist in Ludwigshafen am größten, weil zahlreiche Knotenpunkte noch angepasst werden müssen. Auf anderen Abschnitten ist bereits heute ein zügiges Vorankommen mit dem Fahrrad möglich.

Entlang der Bürgermeister-Grünzweig-Straße und Heinigstraße in Ludwigshafen sind 6 signalisierte Knotenpunkte zu passieren. Zur Förderung des Radverkehrs kann in diesem Abschnitt des Radschnellwegs ggf. eine Grüne Welle auf die Bedürfnisse des Radverkehrs abgestimmt werden. Die Progressions-

geschwindigkeit sollte bei 20 bis 25 km/h liegen. So kann die Verlustzeit auf diesem Abschnitt ggf. minimiert werden. Voraussichtlich kann die Grüne Welle jeweils nur für eine Fahrtrichtung optimiert werden. Dann bietet sich an, vormittags die Fahrtrichtung Süd (Richtung Ludwigshafen Zentrum) zu bevorzugen und nachmittags die Fahrtrichtung Nord (Richtung Worms).

Durch die durchgängig einheitliche Markierung und der Bündelung des Radverkehrs auf dieser Strecke wird Radverkehr sichtbar gemacht, und sämtliche Verkehrsteilnehmer werden auf die Option Radverkehr aufmerksam.

In der aktuellen Debatte um die Reduzierung von NOx und die Vermeidung von Pkw-Fahrverboten kann dies einen wichtigen Beitrag leisten.

8.2.1 Nächste Schritte

Damit eine möglichst zeitnahe Realisierung / Umsetzung erfolgen kann, ist auch weiterhin eine gebietsübergreifende Kooperation aller Projektpartner erforderlich, diese setzt eine enge Zusammenarbeit zwischen allen Projektpartnern voraus, um die Realisierung des Radschnellwegs voranzutreiben. Dafür wäre im nächsten Schritt eine weitere „Kooperationsvereinbarung (KV II)“ für die Realisierung und Umsetzung der Radschnellverbindung bzw. der Pendler-Radroute“ mit den beteiligten Projektträgern, d.h. den kommunalen Gebietskörperschaften und dem LBM abzuschließen. Mit Fertigstellung und Übergabe der Machbarkeitsstudie, d. h. mit Bestimmung der besagten Vorzugstrasse kann in den weiteren Planungsprozess eingestiegen werden, so dass mit Abschluss der v.g. KV II die Detailplanungen von den Projektpartnern an ein Fachbüro zu beauftragen wären.

Erst im Nachgang zur Fertigstellung der Machbarkeitsstudie kann in den weiteren Planungsprozess und somit auch in die etwaige Baurechtsschaffung, weiteren Abstimmungen mit Fachbehörden etc. eingestiegen werden, so dass nach Abschluss der KV II die konkrete Detailplanung von den jeweiligen Projektpartnern zu beauftragen wäre.

Hinsichtlich des Baurechts ist zu sagen, dass je nach Umfang und Betroffenheiten der jeweiligen Maßnahme unterschiedliche Baurechtsverfahren notwendig sein können, z. B. ist bei den verkehrsrechtlichen Maßnahmen lediglich eine verkehrsrechtliche Anordnung der zuständigen Straßenverkehrsbehörde erforderlich, hier wäre kein gesondertes Verfahren zur Baurechtsschaffung erforderlich. Auch bei den Einzelmaßnahmen bei denen im Bestand ausgebaut / erneuert wird ist grundsätzlich kein Baurechtsverfahren notwendig, solange keine neuen Betroffenheiten entstehen werden, wie z. B. Grunderwerb, Mehrversiegelung, Ausbau in Schutzgebieten, etc.

8.3 Lösung von Nutzungskonflikten

8.3.1 Landwirtschaft

In den außerörtlichen Bereichen – insbesondere zwischen Bobenheim-Roxheim und Frankenthal – verläuft die Trasse hauptsächlich entlang heutiger landwirtschaftlicher Wege. Als weitere Schritte werden somit Abstimmungen mit der Landwirtschaft hinsichtlich Nutzung oder Umwidmung von landwirtschaftlichen Wegen erfolgen müssen.

Eine Verschmutzung der als Vorzugstrasse vorgesehenen Wege ist zu jeder Jahreszeit wahrscheinlich. Neben landwirtschaftlichen Fahrzeugen, verkehren hier eventuell zudem Fahrzeuge für den Transport von Feldarbeitern.

Für den gesamten Verlauf der Vorzugstrasse besteht entsprechend Abstimmungsbedarf mit den jeweiligen landwirtschaftlichen Wegekonzepten. Eine strikte Trennung von landwirtschaftlichem Verkehr und Radverkehr ist jedoch nicht vorgesehen – Landwirtschaftliche Wege sind als Führungsform für Pendler-Radrouten möglich.

Es wird entsprechend vielfach erforderlich sein, auf ein besseres Miteinander der Akteure hinzuwirken. Dafür können bspw. Hinweis-Schilder eingesetzt werden (siehe **Abbildung 4**).



Abbildung 4: Kleines Zusatzschild, Beispiel aus den HBR 2014 (Hinweise zur wegweisenden und touristischen Beschilderung für den Radverkehr in Rheinland-Pfalz)

Radfahrende werden – sofern sie keine weiteren Informationen haben – erwarten, dass die landwirtschaftlichen Maschinen ausweichen, wenn es zu einer Begegnung auf einem außerörtlichen Weg kommt. Dabei werden jedoch zwei Aspekte nicht bedacht: Zum einen beschädigt das Befahren der Randbereiche mit (zum Teil) schwerem Gerät die Wege. Zum anderen begegnet ein Landwirt auf seinem Weg häufig Radfahrenden und Hunde-Ausführern, während umgekehrt für Radfahrende ein Traktor ein seltenes Ereignis bleibt und daher Ausweichen oder sogar Warten nur gelegentlich erforderlich ist.

Daher können auch weitere Erläuterungstexte auf Hinweisschildern am Wegesrand stehen. Beispielweise: „Liebe Wegennutzer. Der Erhalt der ländlichen Wege geht uns alle an. Auch auf der Pendler-Radroute sollten schwere Fahrzeuge nicht auf die Randstreifen ausweichen müssen. Lassen Sie bitte landwirtschaftliche Fahrzeuge passieren. Gemeinsam geht es besser.“

Landwirtschaftliche Vertreter haben bei einem früheren Arbeitsgespräch deutlich gemacht, dass der „Gemüsegarten Rheinland-Pfalz“ nur schwer zusätzlichen Radverkehr auf landwirtschaftlichen Wegen tolerieren kann, wenn dort effizient gearbeitet werden soll. Die heute bestehenden Wege sind bereits teilweise zu schmal. Andererseits wird der Neubau von parallelen Wegen (um Radverkehr und Landwirtschaft voneinander zu trennen) ebenfalls kritisch gesehen. Weiterhin sind bei zusätzlicher Versiegelung von Flächen auch Ausgleichsflächen erforderlich.

Bei der geplanten Vorzugstrasse werden überwiegend Wege herangezogen, die bereits heute für Radverkehr freigegeben sind. Es muss abgewogen werden, welche Verkehrsarten hierbei als kompatibel angesehen werden.

- Gelegentliche landwirtschaftliche Fahrzeuge sind auf ausreichend breiten Wegen unproblematisch.
- Bei Bodenfrüchten, die mit Erntehelfern-Kolonnen gewonnen werden, werden evtl. geschotterte Nebenflächen benötigt, um Pkw und Kleinbusse verträglich abstellen zu können.
- Es sollte darauf hingewirkt werden, dass es einen alternativen Weg für Fußgänger gibt. Besonders störend sind freilaufende oder angeleinte Hunde.

8.3.2 Kfz-Verkehr

Radschnellwege besitzen den Anspruch, dass eine Mischnutzung zwischen Kfz-Verkehr und Radverkehr nur bei einer geringen Kfz-Verkehrsmenge verträglich ist. In Fahrradstraßen sollte die Kfz-Verkehrsmenge geringer sein als die Anzahl der Radfahrenden.

Bei der Konzeption der Vorzugstrasse des Radschnellwegs Worms – Ludwigshafen wurde die Führungsform „Fahrradstraße“ auf zahlreichen innerörtlichen Abschnitten angewendet. Die zulässige Kfz-Höchstgeschwindigkeit beträgt jeweils maximal 30 km/h.

Zwar sind in diesem Zusammenhang Maßnahmen zur Verringerung der Kfz-Verkehrsmengen in Einzelfällen denkbar (Freigabe nur noch für Anliegerverkehr, Einbahnstraßenregelung). Bspw. können Diagonalsperren ein Mittel sein, um unerwünschten Kfz-Durchgangsverkehr von einem Radschnellweg zu verlagern. (vgl. **Abbildung 5**). Im Allgemeinen führt dies jedoch meist zu einer Verdrängung der Kfz in parallel gelegene Straßen, was wiederum dort zu Problemen führt.



Abbildung 5: Diagonalsperren in Wohnstraßen (Foto: R+T)

8.3.3 Elektro-Fahrräder

Selbstverständlich ist der Radschnellweg dafür ausgelegt, neben Fahrrädern auch mit herkömmlichen Pedelecs befahren zu werden. Der vorgesehene Geschwindigkeitsbereich von 20 bis 30 km/h passt gut zu der Geschwindigkeit, bei der die Unterstützung von herkömmlichen Pedelecs aufhört (nämlich bei 25 km/h).

Die schnelleren S-Pedelecs, die bis 45 km/h den Fahrer beim Treten unterstützen, gelten als Kleinkrafträder und dürfen daher auf Radwegen nicht fahren.

8.3.4 Fußverkehr

Gemäß den Ansprüchen an einen Radschnellweg soll eine gemeinsame Führung mit dem Fußverkehr grundsätzlich ausgeschlossen werden. Bei den reduzierten Standards für Radschnellwege wird eine Führung auf einem gemeinsamen Geh- und Radweg nur bei sehr geringem Fußgängeraufkommen geduldet.

In Einzelfällen muss daher in einer weiteren Planungsphase geprüft werden, wie mit gelegentlicher Mitnutzung durch Fußverkehr in geringem Umfang umgegangen werden kann. Auf der geplanten Vorzugstrasse betrifft dies bspw. die Führung des Radschnellwegs in Frankenthal auf dem parallel zum Nachweideweg gelegenen bereits vorhandenen Geh- und Radweg. Dieser ist aktuell, insbesondere am Wochenende, ein beliebter Spazierweg. Eine getrennte Führung ist hier aufgrund begrenzter Parzellenbreite, teilweise nur ohne Trennstreifen möglich.

In Einzelfällen bzw. an Engstellen könnte bei geringem Fußverkehrsaufkommen anstatt eines gemeinsamen Geh- und Radwegs (Z240 StVO) folgende Sonderform in Betracht gezogen werden:

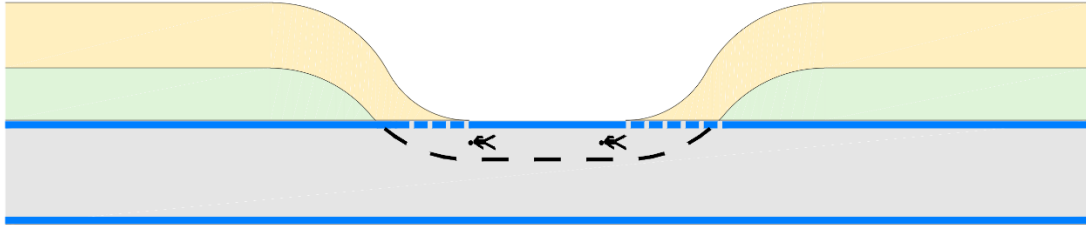


Abbildung 6: Sonderform Führung Fußverkehr und Radschnellweg an Engstellen

8.4 Unterhalt und Betrieb

Die Qualitätsstandards für Radschnellwege übersteigen grundsätzlich die Ansprüche von herkömmlichen Radverkehrsanlagen und bedürfen daher einen höheren Wartungsaufwand, v. a. im Hinblick auf die Grünpflege, Wartung / Instandhaltung der Ausstattung, Reinigung, Winterdienst usw.

Details hierzu werden derzeit vom Land Rheinland-Pfalz erarbeitet und sollen in der Fortschreibung der "Standards für Pendler-Radrouten und Radschnellverbindungen" entsprechend Berücksichtigung finden.

9 Fazit

Qualitätsvorgaben werden eingehalten

Die vorliegende Studie zeigt: es ist machbar, einen Radschnellweg zwischen Worms und Ludwigshafen herzustellen, der den Anforderungen des Landes Rheinland-Pfalz hinsichtlich Pendler-Radrouten genügt. Es wird Trasse 4 zur weiteren Umsetzung empfohlen.

Auf 93% der Strecke können die Anforderungen von Pendler-Radrouten erfüllt werden. 75% der Strecke könnten sogar so ausgebaut werden, dass die höchsten Qualitätsstandards für Radschnellverbindungen des Bundes (RSV-Qualität) eingehalten werden.

Auf den restlichen 7% sind diese Standards aufgrund von mangelnder Flächenverfügbarkeit oder anderen Einschränkungen nicht oder nur unter erheblich größerem Aufwand zu erfüllen, sie können aber mind. den ERA-Standard²³ und damit Stand der Technik für die Führung des Radverkehrs sein.

Da insbesondere die Ausgestaltung von Knotenpunkten aufwendig ist, wird bei der späteren technischen Planung versucht, die Anforderungen des höheren Standards (Radschnellverbindung) umzusetzen, insbesondere dann, wenn die Lage der Strecke im Raum eine spätere entsprechende Projektierung grundsätzlich ermöglicht. Diese Vorgehensweise ist in den Kostenschätzungen berücksichtigt worden.

Nutzen überwiegt die Kosten

Auch wenn nicht auf allen Abschnitten mehr als 2.000 Fahrräder pro Tag²⁴ zu erwarten sind, erreicht die Nutzen-Kosten-Betrachtung ein Verhältnis, das deutlich über 1 liegt. Das Nutzen-Kosten-Verhältnis liegt bei 4,4. Damit sind auch unvorhergesehene Schwierigkeiten, höhere Kosten für den Grunderwerb oder auch zusätzliche Ingenieurbauwerke in das Projekt einzubeziehen und dennoch wird der Nutzen die Kosten überwiegen.

Um die Standards einer Radschnellverbindung auf der Vorzugstrasse zu erfüllen, sind zur Herstellung des Radschnellwegs auf der gesamten Streckenlänge (22 km) Investitionen von ca.13,4 Mio. Euro erforderlich. Auf den Zeitraum von einem Jahr umgerechnet heißt das: die Annuität der Erstellungskosten hat einen Wert von 0,80 Mio. Euro.

Dem steht ein jährlicher Nutzen von 3,5 Mio. Euro gegenüber, der sich aus verschiedenen Aspekten errechnet, darunter die Verringerung von Schad-

²³ ERA = Empfehlungen für Radverkehrsanlagen, FGSV-Verlag, 2010

²⁴ Die Bundesförderung von Radschnellwegen setzt üblicherweise ein Potenzial von mehr als 2.000 Radfahrten pro Tag voraus. Es bestehen Förderkulissen, die dies differenzierter betrachten.

stoff- und Treibhausgas-Emissionen, Vermeidung von Unfällen und Verbesserung der Gesundheit durch mehr körperliche Aktivität.

Angesichts des Radverkehrspotentials auf vielen Abschnitten der Vorzugstrasse ist voraussichtlich die Herstellung einer Pendler-Radroute angemessen. Die Bruttobaukosten betragen ca. 7,5 Mio. Euro und damit nur etwa die Hälfte des höchsten Standards. Viele Streckenabschnitte müssen dann nicht umgebaut und verbreitert werden, sie werden hinsichtlich der Ausstattung ertüchtigt (Randmarkierung, Beschilderung, Oberfläche). Der Ausbau der Knotenpunkte unterscheidet sich indes nicht bzw. nur geringfügig. Auch mit dem reduzierten Ausbaustandard ist davon auszugehen, dass sich auf dem Radschnellweg die ermittelten Nutzerzahlen erreichen lassen, da die umgestalteten und neu geregelten Knotenpunkte eine störungsarme Fahrt bereits ermöglichen, auch wenn volle Breite der Radverkehrsanlagen (noch) nicht hergestellt ist. Somit wird der monetäre Nutzen die Kosten noch deutlicher überwiegen.

Neben der durchgängigen Herstellung im Standard eines bestimmten Radschnellweg-Standards enthält **Kapitel 6.4** auch einen Vorschlag für eine abgestufte Vorgehensweise, die ca. 5,7 Mio. Euro Bruttobaukosten verursacht.

Wichtiger Baustein der Radverkehrsförderung

Die Einrichtung eines Radschnellwegs zwischen Worms und Ludwigshafen ist ein starkes verkehrspolitisches Zeichen, welches echte Alternativen zur Pkw-Nutzung aufzeigt. Sie stellt einen wichtigen Beitrag zur Stickoxidreduzierung ohne Fahrverbote dar.

Zahlreiche Vorzüge des Radfahrens für die Bevölkerung sowie für Städte und Kommunen sind untenstehend in zwei Abbildungen zusammengestellt, um die Argumente in der politischen Diskussion stets parat zu haben.

Radfahren hält fit, macht munter und ist gesund.

Radfahren verbessert die körperliche Fitness und baut Stress ab. Es unterstützt die Gesundheit und hat positive Auswirkung bei vielen gesundheitlichen Problemen. Wer mit dem Rad zur Arbeit oder zur Schule fährt, kommt dort wacher an und startet somit energiegeladener in den Alltag.

Radfahren macht Spaß.

Die selbständige Bewegung bringt Lebensfreude und fördert die mentale Ausgeglichenheit.

Radfahren wird sicherer.

Durch die leichtgängigen Nabendynamos und effiziente LED-Systeme wird die Beleuchtung eines Fahrrads inzwischen modernen Ansprüchen gerecht, ohne die Leichtgängigkeit einzuschränken. Dadurch ist die Beleuchtung wartungsärmer und wird auch genutzt. Damit werden auch gerne längere Strecken gefahren und die „Fahrradsaison“ wird verlängert.

Radfahren ist günstig.

Sowohl die Anschaffungskosten als auch die Betriebskosten liegen deutlich unter denen eines Kraftfahrzeuges.

Radfahren ist Mobilität für alle.

Radfahren können Menschen fast jeden Alters und aller sozialen Gruppen. Fast jeder Mensch verfügt über ein Fahrrad. Mit Hilfe von Elektro-Unterstützung lassen sich unterschiedliche Gesundheits- bzw. Fitness-Zustände kompensieren.

Radfahren ist eine echte Alternative.

Die letzten Reformen der StVO wirken darauf hin, das Fahrrad noch mehr als echtes Fahrzeug zu sehen. Die Bündelung von Radfahrenden auf bestimmten Routen kann dazu beitragen, dass Radfahrende von anderen Verkehrsteilnehmern besser respektiert und beachtet werden. Mit der Verbreitung von Pedelecs und E-Bikes sind Fahrräder auch auf längeren Strecken zunehmend eine Alternative zum Pkw.

Abbildung 7: Individuelle Vorteile für Radfahrende

Radverkehr dient dem Klima- und Umweltschutz.

Radfahren verbraucht keine fossilen Energien und ist vollkommen emissionsfrei. Jede Fahrt mit dem Fahrrad verringert die Beeinträchtigungen, die der Autoverkehr in den Innenstädten durch Parkraumbedarf, Parkplatzsuche, Fahrzeuglärm, Abgase und Unfallpotenzial mit sich bringt.

Radverkehr entlastet Straßen.

Auch Autofahrer profitieren von der Förderung des Radverkehrs, zum Beispiel durch weniger Stau auf den Straßen im Berufsverkehr oder eine geringere Nachfrage nach Parkplätzen. Das grundsätzliche Verlagerungspotenzial wird in **Kapitel 5.1.4** beleuchtet.

Radverkehr spart Flächen.

Auch wenn 3,00m bzw. 4,00 m breite Radschnellwege zunächst ungewohnt sind: im Vergleich zum Flächenbedarf von Pkw stellt der Radverkehr keine großen Ansprüche. Radfahrende brauchen wenig Platz im Straßenraum und beim Parken.

Abbildung 8: Vorteile des Radfahrens für Städte und Kommunen

10 Verzeichnisse

Abbildungen im Text:

Abbildung 1: Bewertungsmaßstab, Kriterien und Noten	5
Abbildung 2: Radverkehrspotenzial im Alltagsverkehr mit und ohne die Weiterführung nach Mannheim und mit einer Teil-Anbindung von Frankenthal	17
Abbildung 3: Schräg ausgerichteter Mülleimer als (wiedererkennbares) Ausstattungsmerkmal eines Radwegs.	33
Abbildung 4: Kleines Zusatzschild, Beispiel aus den HBR 2014 (Hinweise zur wegweisenden und touristischen Beschilderung für den Radverkehr in Rheinland-Pfalz)	40
Abbildung 5: Diagonalsperren in Wohnstraßen (Foto: R+T)	42
Abbildung 6: Sonderform Führung Fußverkehr und Radschnellweg an Engstellen	43
Abbildung 7: Individuelle Vorteile für Radfahrende	46
Abbildung 8: Vorteile des Radfahrens für Städte und Kommunen	47

Tabellen im Text:

Tabelle 1:	Bewertung Erschließungswirkung	13
Tabelle 2:	Erschließung POI	13
Tabelle 3:	Reisezeitenvergleich	14
Tabelle 4:	Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte im Untersuchungskorridor (ohne Binnenpendler)	15
Tabelle 5:	Bewertung Beeinträchtigung der Natur	18
Tabelle 6:	Zusätzliche Versiegelung	19
Tabelle 7:	Bewertung Herstellbarkeit (Qualitätsstandards)	19
Tabelle 8:	Grobe Abschätzung der Kosten von Streckenmaßnahmen	20
Tabelle 9:	Wartepflichtige Knotenpunkte	20
Tabelle 10:	Kurzbezeichnung der Kommunen	24
Tabelle 11:	Übersicht Kostenschätzungen Vorzugstrasse	29
Tabelle 12:	Übersicht unmittelbar herzustellende Abschnitte mit Kosten für die Herstellung des jeweils höchsten möglichen Standards (zumeist RSV-Standard)	30
Tabelle 13:	Zusammenstellung der Nutzen-Komponenten (pro Jahr)	37
Tabelle 14:	Ermittlung der Annuität der Baukosten	37
Tabelle 15:	Nutzen-Kosten-Verhältnis des Radschnellwegs	38

Plandarstellungen als Anhang:

Plan 1	Bewertete Abschnitte
Plan 2	Trassenvarianten
Plan 3	Erschließungspotenziale
Plan 3.1	Trassenvariante 1
Plan 3.2	Trassenvariante 2
Plan 3.3	Trassenvariante 3
Plan 3.4	Trassenvariante 4
Plan 4	Fahrrad-Potenziale
Plan 4.1	Wegezweck Pendeln

- Plan 4.2 Alle Wegezwecke
- Plan 5 Vorzugstrasse – Trassenverlauf
- Plan 5.1 Abschnitt Worms Teil 1 von 2
- Plan 5.2 Abschnitt Worms Teil 2 von 2
- Plan 5.3 Abschnitt Bobenheim-Roxheim Teil 1 von 3
- Plan 5.4 Abschnitt Bobenheim-Roxheim Teil 2 von 3
- Plan 5.5 Abschnitt Bobenheim-Roxheim Teil 3 von 3
- Plan 5.6 Abschnitt Frankenthal Teil 1 von 3
- Plan 5.7 Abschnitt Frankenthal Teil 2 von 3
- Plan 5.8 Abschnitt Frankenthal Teil 3 von 3
- Plan 5.9 Abschnitt Ludwigshafen Teil 1 von 5
- Plan 5.10 Abschnitt Ludwigshafen Teil 2 von 5
- Plan 5.11 Abschnitt Ludwigshafen Teil 3 von 5
- Plan 5.12 Abschnitt Ludwigshafen Teil 4 von 5
- Plan 5.13 Abschnitt Ludwigshafen Teil 5 von 5
- Plan 6 Anbindungen – Worms

Anlagen:

- Anlage 1 Musterlösungen Strecke
- Anlage 2 Musterlösungen Knotenpunkte (mit der Anlage 2.1 Standards für PRR und RSV in Rheinland-Pfalz, Anlage 2.2 Musterlösungen für RSV in Baden-Württemberg und Anlage 2.3 Ergänzende Musterlösungen (R+T))
- Anlage 3 Anforderungen Radschnellverbindungen
- Anlage 4 Bewertungskriterien der Abschnitte
- Anlage 5 Steckbriefe der Trassenvarianten
- Anlage 6 Maßnahmenblätter Vorzugstrasse - Streckenabschnitte
- Anlage 7 Maßnahmenblätter Vorzugstrasse – Knotenpunkte
- Anlage 8 Maßnahmenblätter Anbindungen Worms - Streckenabschnitte