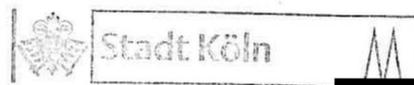


BUNG Ingenieure AG | Postfach 10 14 20 | 69004 Heidelberg

Stadt Köln Stadt Köln – Die Oberbürgermeisterin
Amt für Brücken, Tunnel und Stadtbahnbau
Frau Buchmann
Willy-Brandt-Platz 2
50679 Köln



Eingang 12. Feb. 2020

651/2
Amt für Brücken, Tunnel und Stadtbahnbau

BUNG Ingenieure AG
Englerstraße 4
69126 Heidelberg
Tel. +49 6221 306-0
Fax +49 6221 306-172

info@bung-ag.de
www.bung-gruppe.de

Becker, Friedlinde/-160

10.02.2020

Tunnel Rheinuferstraße Sicherheitsbetrachtung bei Nutzung für Radfahrer

Sehr geehrte Frau Buchmann,

als Anlage übersenden wir Ihnen für den Tunnel Rheinuferstraße die Sicherheitsbetrachtung bei Nutzung für Radfahrer.

In der Besprechung am 13.01.2020 in Ihrem Hause hatten wir die Konzeption erstmalig erläutert. In dieser Besprechung hatten Sie uns gebeten, eine Machbarkeitsstudie auf der Grundlage der Sicherheitstechnischen Stellungnahme zu erarbeiten.

Wir werden Ihnen die Machbarkeitsstudie zeitnah anbieten und stehen für weitere Fragen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

ppa/ Werner Riepe

Anlage
Tunnel Rheinuferstraße – Sicherheitsbetrachtung bei Nutzung für Radfahrer

BUNG Ingenieure AG
Hauptsitz der Gesellschaft:
Englerstraße 4 | 69126 Heidelberg

Aufsichtsrat:
Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Baltzer (Vorsitzender)
Vorstand: Dipl.-Ing. Harald Weißbrod

Handelsregister Mannheim
HRB-Nr.: 337392
Steuer-Nr.: 32491/49367
USt-ID-Nr. DE 250679665
zertifiziert nach ISO 9001:2015

Sparkasse Heidelberg:
IBAN: DE89 6725 0020 0009 0105 80
BIC/SWIFT: SOLADES1HDB

HypoVereinsbank AG Mannheim:
IBAN: DE73 6702 0190 0019 6253 54
BIC/SWIFT: HYVEDEMM489

Tunnel Rheinuferstraße Sicherheitsbetrachtung bei Nutzung für Radfahrer

Stand:
Februar 2020

Inhaltsverzeichnis

1.	Aufgabenstellung.....	4
2.	Bestandssituation	5
2.1	Lage	5
2.2	Höhenverlauf.....	6
2.3	Tunnelgeometrie	6
2.4	Verkehrsbelastung.....	7
3.	Ausstattung des Tunnels.....	7
3.1	Kurzbeschreibung der baulichen Ausstattungsmerkmale.....	7
3.1.1	Tunnelquerschnitt	7
3.1.2	Seitenstreifen	7
3.1.3	Nothalte- und Pannenbuchten	7
3.1.4	Notausgänge Flucht- und Rettungswege.....	7
3.1.5	Notgehwege	8
3.1.6	Ausbildung der Wände und Portale.....	8
3.1.7	Höhenkontrolle im Bereich der Fahrbahn	8
3.1.8	Entwässerung	9
3.1.9	Löschwasserversorgung.....	9
3.1.10	Betriebsgebäude und Betriebsräume.....	9
3.1.11	Betriebswege/Rettungsüberfahrten.....	9
3.1.12	Baulicher Brandschutz	9
3.2	Übersicht der betriebstechnischen Ausstattung	10
3.2.1	Beleuchtung.....	10
3.2.2	Lüftung	10
3.2.3	Verkehrsbeeinflussungseinrichtung	11
3.2.4	Fluchtwegkennzeichnung	11
3.2.5	Kommunikationseinrichtungen.....	12
3.2.5.1	Notrufstationen.....	12
3.2.5.2	Videoüberwachung.....	12
3.2.5.3	Tunnelfunk.....	12
3.2.5.4	Verkehrsfunk/Radio.....	12
3.2.5.5	Mobilfunk	12
3.2.5.6	Lautsprecheranlagen	12
3.2.6	Brandmeldeanlagen.....	12
3.2.6.1	Manuelle Brandmeldeeinrichtung.....	12
3.2.6.2	Automatische Brandmeldeeinrichtung.....	12

3.2.7	Brandbekämpfungseinrichtung	13
3.2.8	Leiteinrichtungen und Elemente der visuellen Führung.....	13
3.2.9	Energieversorgung.....	13
3.2.10	Tabellarische Übersicht der Ausstattung Tunnel Rheinufer - Bestand	13
3.3	Richtlinienkonforme Ausstattung des Rheinufer隧nells	15
4.	Bestandsanalyse Radverkehr im Tunnel	16
4.1	Regelwerke	16
4.2	Bestandstunnel mit Radverkehr	16
4.3	Erforderliches Regelprofil für Radverkehr	22
4.4	Sicherheitstechnische Einrichtungen.....	25
4.4.1	Beleuchtung.....	25
4.4.2	Lüftung	25
4.4.3	Sicherheitseinrichtungen.....	25
4.4.4	Lärmschutz	25
4.4.5	Tunnelüberwachung.....	25
4.5	Varianteempfehlung.....	26
5.	Zusammenfassung und Empfehlung.....	26

1. Aufgabenstellung

Der Tunnel Rheinufer liegt im Zentrum der Stadt Köln und verläuft westlich des Rheinufers im Zuge der B 51.

In seiner Trassierung unterfährt der Tunnel den Kölner Rheingarten und erstreckt sich in Nord-Süd-Richtung von der Hohenzollener Brücke bis zum Überbau Deutzer Brücke als wichtige Nord-Süd-Verbindung.

Der Tunnel Rheinufer besteht aus zwei Tunnelröhren mit je 3 Fahrstreifen, die im Richtungsverkehr betrieben werden. Die Inbetriebnahme des ca. 590 m langen in offener Bauweise errichteten Tunnels erfolgte im Jahr 1981.

In den Jahren 2005 bis 2007 wurden bereits in verschiedenen Abschnitten die folgenden technischen Sanierungsmaßnahmen durchgeführt:

- Erneuerung Ersatzstromversorgung (Dieselaggregat einschl. Steuerschrank)
- Nachrüstung USV- und Batterieanlage (NHV-Raum)
- Erneuerung Brandmeldeanlage für das Betriebsgebäude
- Nachrüstung Brandmeldeanlage für das Tunnelbauwerk
- Nachrüstung Störmeldeerfassung und Übertragungstechnik

Im Zuge der Sanierungsphase 1+ im Jahre 2011 sind außerdem folgende Leistungen erbracht worden:

- Installation der Fluchtwegkennzeichnung und Orientierungsbeleuchtung
- Installation der Fluchtweg- und Notrufpiktogrammeleuchten sowie eines entsprechenden Schaltschranks im Betriebsgebäude
- Erneuerung der Notrufmelder
- sowie Nachrüstung der Kabelwege für die vorgenannten Sicherheitseinrichtungen

Die folgenden Maßnahmen sind im Rahmen einer noch durchzuführenden Generalsanierung des Tunnels Rheinufer vorgesehen:

- Anpassung des Sicherheitsstandards und Tunnelausrüstung an die EABT-80/100
- Brandschutzertüchtigung der Tunneldecke und Wände durch Brandschutzplatten

Die BUNG Ingenieure AG hatte als Grundlage für die Generalsanierung des Tunnels Rheinufer im Juli 2019 ein Gesamtsicherheitskonzept erstellt [1].

Die Stadt Köln überlegt derzeit, im Tunnel Rheinuferstraße auf der rhein zugewandten Seite den derzeit dreispurigen Fahrbahnverkehr auf zwei Fahrbahnspurenen zu verringern und einen Fahrstreifen künftig für Radverkehr zu nutzen.

Die BUNG Ingenieure AG wurde von der Stadt Köln gebeten, für den Tunnel Rheinuferstraße eine sicherheitstechnische Beurteilung bei Nutzung einer Tunnelröhre für zusätzlichen Radverkehr vorzunehmen.

Neben der Darstellung der derzeitigen Bestandsituation erfolgt ein Vorschlag für die Ausbildung eines Tunnelquerschnitts unter Berücksichtigung einer Radfahrspur sowie der Beurteilung von Rettungsmaßnahmen.

2. Bestandssituation

2.1 Lage

Der in offener Bauweise erstellte Tunnel Rheinufer besteht aus zwei parallelen durch eine Mittelwand getrennte Tunnelröhren, die mit je drei Fahrstreifen im Richtungsverkehr betrieben werden. Der Tunnel besitzt eine Länge von 590 m und weist eine Nord-Süd-Ausrichtung auf.

Der schematische Verlauf des Tunnels ist der Abbildung 1 zu entnehmen.

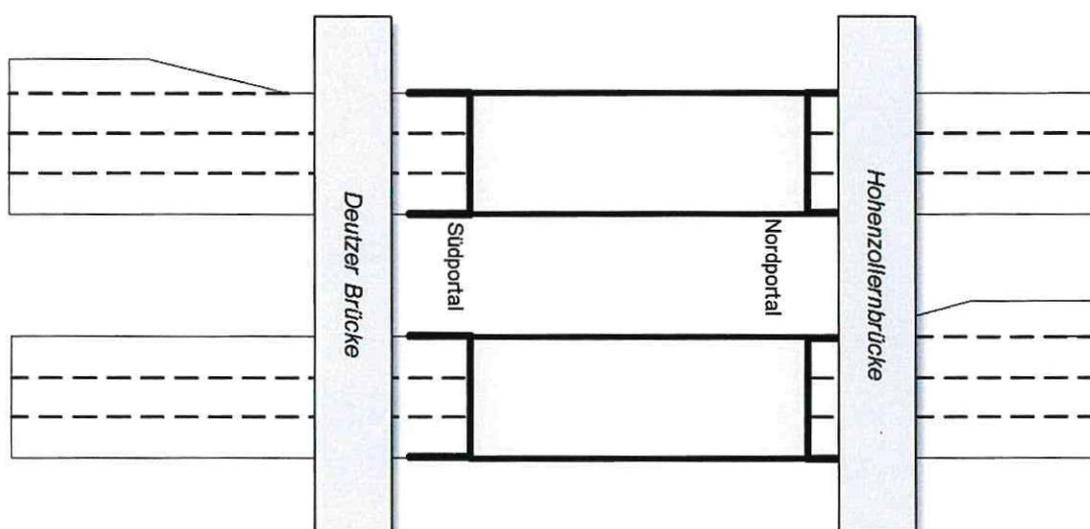


Abbildung 1: Schematische Übersicht des Tunnels Rheinufer

2.2 Höhenverlauf

Sowohl die West- als auch die Oströhre weisen innerhalb der ersten 60 m an den Portalen ein Gefälle von 5 bis 7 % zur Tunnelmitte hin auf. Im Weiteren verlaufen beide Tunnelröhren in etwa horizontal mit $\pm 0,5$ % Steigung bzw. Gefälle. Die Querneigung der Fahrbahn beträgt im Tunnel ca. 2,5 %.

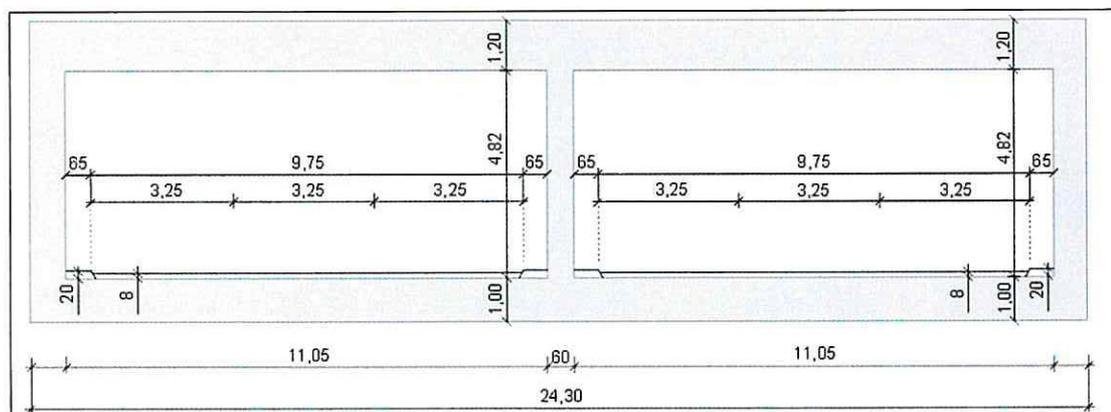
2.3 Tunnelgeometrie

Die als Rechteck ausgebildeten Tunnelröhren weisen jeweils eine Gesamtbreite von 11,05 m auf mit durchgängig drei Fahrstreifen sowie beidseitig angeordneten Notgehwegen.

In der Tunnelmittelwand befinden sich vier unverschlossene Wanddurchbrüche von 2 m Höhe und 1 m Breite, die als Notausgang in die gegenüberliegende Tunnelröhre fungieren. Der Abstand der Wanddurchbrüche untereinander sowie zu den Portalen beträgt etwa zwischen 110 und 175 m. Zusätzlich dazu befindet sich ca. in Tunnelmitte auf Höhe des Betriebsgebäudes in jeder Tunnelröhre ein Fluchttreppenhaus, das ins Freie zur Rheinpromenade führt.

Der Zugang zu den Fluchttreppenhäusern auf der Tunnelseite ist ohne brandschutztechnischen Verschluss ausgeführt.

Die nachfolgende Tabelle 1 fasst die wichtigsten tunnelspezifischen Parameter zusammen.



Regelquerschnitt Tunnel Rheinufer (schematische Bauwerksdarstellung ohne Darstellung der betriebstechnischen Einrichtungen)

Länge	ca. 590 m
Bauweise	offene Bauweise; Ortbetonkonstruktion
Anzahl Fahrstreifen	3 Fahrstreifen
Lichte Tunnelbreite	ca. 11,05 m [19]
Aufgliederung Breite (m)	2 x 0,65 m (Notgehweg) + 3 x 3,25 m (Fahrstreifenbreite) [8]
Raumhöhe bis UK Decke	ca. 4,70 m [19]
Zu- und Abfahrt im Tunnel	keine
Längsneigung maximal	5 - 7 % Gefälle innerhalb der ersten 60 m an den Portalen [19]
Querneigung	$\geq 2,5$ %
Notgehwegbreite	ca. 0,65 m [8]

Tabelle 1: Geometrie Tunnel Rheinufer

2.4 Verkehrsbelastung

Die Verkehrsdaten aus einer Verkehrszählung von August 2006 sowie Prognosewerte sind der beigefügten Tabelle 12 zu entnehmen.

	Analyse DTV	Prognose DTV	Prognose DTV	Analyse SV-Anteil am DTV
Jahr	2006	2010	2020	2006
Beide Fahrtrichtungen	42.970 Kfz/24h	44.690 Kfz/24h	49.160 Kfz/24h	ca. 3,4 3 %
Quelle	[19]	[19]	[19]	[19]

Tabelle 2: Verkehrsdaten Tunnel Rheinufer

3. Ausstattung des Tunnels

3.1 Kurzbeschreibung der baulichen Ausstattungsmerkmale

3.1.1 Tunnelquerschnitt

Die Tunnelanlage ist als dreispuriger Richtungsverkehrstunnel ohne vorhandene Ein- und Ausfahrten ausgebildet.

3.1.2 Seitenstreifen

Der Tunnel Rheinuferstraße verfügt über keine Seitenstraße.

3.1.3 Nothalte- und Pannenbuchten

Aufgrund der Tunnellänge von 590 m sind keine Pannenbuchten erforderlich.

3.1.4 Notausgänge Flucht- und Rettungswege

Im Ereignisfall erfolgt die Entfluchtung der Verkehrsteilnehmer des Tunnels Rheinufer über die Tunnelportale sowie die vier in der Tunnelmittelwand angeordneten unverschlossenen Wanddurchbrüche in die gegenüberliegende Tunnelröhre.

Die auf Höhe des Betriebsgebäudes in jeder Tunnelröhre befindlichen Fluchttreppenhäuser können zusätzlich zur Entfluchtung der Verkehrsteilnehmer ins Freie genutzt werden.

3.1.5 Notgehwege

In beiden Tunnelröhren sind beidseitige Notgehwege mit einer Breite von ca. 0,65 m und einer lichten Durchgangshöhe > 2,25 m vorhanden. Der Notgehweg ist durch ein ca. 15 cm hohes Hochbord von der Fahrbahn getrennt.

3.1.6 Ausbildung der Wände und Portale

Die Tunnelwände sowie die Tunneldecke des Tunnels Rheinufer bestehen aus Beton ohne erkennbare Farb- und Brandschutzbeschichtung. Eine zusätzliche Aufhellung der Wände zur Verbesserung der Qualität der Tunnelbeleuchtung ist nicht zu erkennen. Es sind keine Vorsprünge bzw. Unebenheiten vorhanden, ausgenommen solche, die gemäß RABT aus betrieblichen und sicherheitstechnischen Gründen erforderlich sind.

Die vorhandenen Strahlventilatoren sind in seitlichen Deckenvouten an der Tunnelaußenwand installiert.

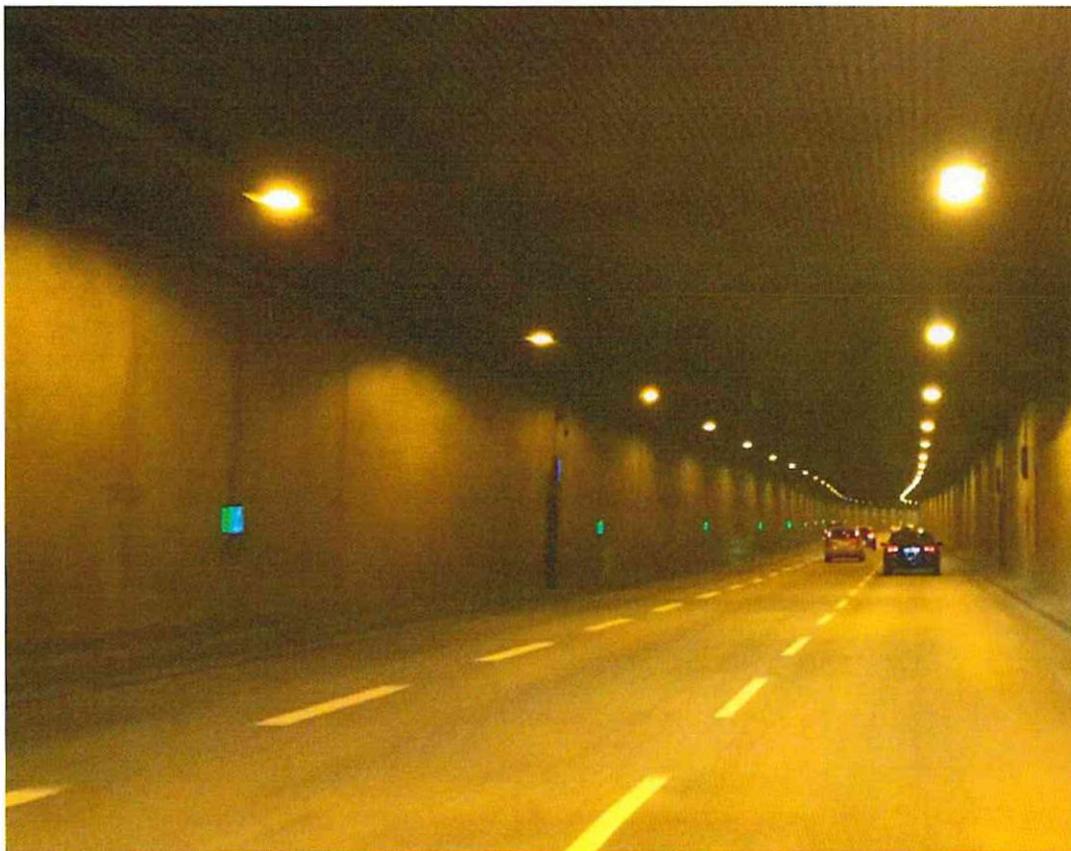


Abbildung 2: Tunnelmittelwand aus Beton ohne erkennbare Farb- und Brandbeschichtung

3.1.7 Höhenkontrolle im Bereich der Fahrbahn

Alle technischen Einbauten (Beleuchtung, Lautsprecher, Kameras) sind oberhalb der Notgehwege bzw. zwischen den Betonrippen unter der Tunneldecke in einer Höhe > 4,50 m installiert.

3.1.8 Entwässerung

Nach der vorliegenden Bestandsaufnahme ist eine Entwässerung über partiell vorhandene Bodeneinläufe, die längs des Tunnels angeordnet sind, vorhanden. Eine Schlitzrinne am seitlichen Fahrbahnrand existiert nicht. Aufgrund fehlender Dokumentation ist nicht ersichtlich, wohin die Ableitung der Wässer erfolgt. Es wird davon ausgegangen, dass auch kontaminierte Wässer in die städtische Kanalisation eingeleitet werden.

3.1.9 Löschwasserversorgung

Der Tunnel Rheinufer verfügt über eine als Trockenleitung ausgeführte Löschwasserleitung. In jeder Tunnelröhre befinden sich in einem Abstand von ca. 120 bis 175 m an den Außenwänden drei Löschwasserentnahmestellen mit einem B-Anschluss und einem Handrad in der Wandnische, die mittels einer Stahltür verschlossen ist.

Lt. der Bestandsaufnahme sind keine entsprechenden Dokumentationsunterlagen vorhanden, so dass keine Aussagen über die Einspeisung und die Funktionalität der Anlage getätigt werden kann.

3.1.10 Betriebsgebäude und Betriebsräume

Die betriebstechnische Ausrüstung des Tunnels Rheinufer wird von einem Betriebsgebäude versorgt, das in Fahrtrichtung Süd etwa 300 m hinter dem nördlichen Tunnelportal angeordnet ist.

Das Betriebsgebäude kann vom Tunnel aus sowie auch über eine Einstiegluke, die sich im Bereich der Rheinpromenade befindet, begangen werden.

3.1.11 Betriebswege/Rettungsüberfahrten

Gesonderte Betriebswege sind für den Tunnel Rheinufer nicht vorhanden. Die Portale können über das öffentliche Straßennetz angefahren werden. Das Betriebsgebäude kann vom Tunnel aus oder über den Notausstieg begangen werden, der sich im Bereich der Rheinuferpromenade befindet. Der Zugang über den angeordneten Noteinstieg der Weströhre stellt den bevorzugten Zugang für das Betriebs- und Wartungspersonal dar.

3.1.12 Baulicher Brandschutz

Der Tunnel Rheinufer ist in offener Bauweise errichtet und besteht aus den Blöcken 1 bis 58, wobei die Blöcke 1 bis 44 als zweizelliger Tunnelquerschnitt hergestellt sind. Die vorhandene Betondeckung des Tunnels wird lt. der brandschutztechnischen Stellungnahme vom 16.04.2007 auf 3 cm geschätzt. Die Decken beider Tunnelröhren sind mittels Lamellenprofilen verkleidet.

3.2 Übersicht der betriebstechnischen Ausstattung

3.2.1 Beleuchtung

Der Tunnel Rheinufer verfügt über eine im Bereich der Adaptionstrecke asymmetrisch und im Bereich der Durchfahrtsstrecke symmetrische zweireihige Beleuchtung bestehend aus Natriumdampfhochdruck-Entladungslampen unterschiedlicher Wattagen.

Die Beleuchtungsanlage besteht aus einer Einsichts-, Übergangs- und Durchfahrtsstrecke.

Die asymmetrischen Leuchten der Adaptionstrecke sind in ihrer Hauptstrahlrichtung quer zur Fahrbahn zur Tunnelmitte hin angeordnet.

Die vorhandene Tunnelbeleuchtungsanlage wird durch die Rheinenergie Köln betrieben.



Abbildung 3: Beleuchtungsanlage im Tunnel

3.2.2 Lüftung

Für den Tunnel wurde im Jahr 2007 eine gutachterliche Stellungnahme zur Lüftung erstellt. Gemäß dem Gutachten sind in beiden Tunnelröhren jeweils 9 Strahlventilatoren in einem Abstand von 60 bis 70 m an der Tunnelwand über die Notgehwege angeordnet. Je Tunnelröhre sind jeweils drei Strahlventilatoren zu einer Gruppe zusammengefasst. Bei einem Stromausfall kann eine Gruppe über die Ersatzstromversorgung betrieben werden. Die Ventilatoren der beiden übrigen Gruppen werden über das Normalnetz versorgt.

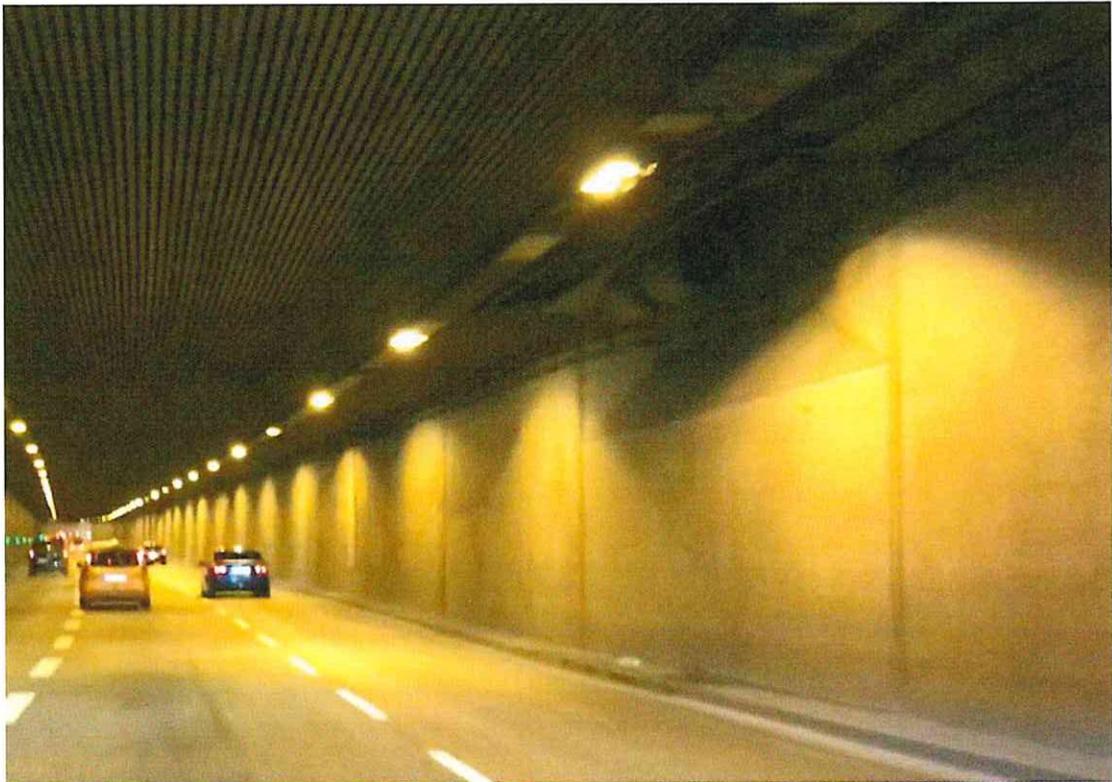


Abbildung 4: Strahlventilator im Bereich der Tunneldecke an der Außenwand

Im Regelbetrieb kann gemäß Lüftungsgutachten auf den Einsatz der mechanischen Lüftung verzichtet werden.

Für den Brandfall ist gemäß Lüftungsgutachten eine Modernisierung der Lüftungsanlage erforderlich, um die Vorgaben der RABT bezüglich einer Brandfall-Lüftung zu erfüllen.

Zu Steuerung der Lüftung sind derzeit je Tunnelröhre zwei Sichttrübmessgeräte in einem Abstand von etwa 100 m je Tunnelröhre an der Tunnelmittelwand installiert.

3.2.3 Verkehrsbeeinflussungseinrichtung

Vor dem Nordportal (Fahrtrichtung Süd) sowie dem Südportal Fahrtrichtung Nord befindet sich jeweils ein Hinweisschild „Verbot für Fußgänger“ - StVO Verkehrszeichen-Nr. 259 sowie „Verbot für Radverkehr“ - StVO Verkehrszeichen-Nr. 254. Weitere verkehrstechnische Einrichtungen im Tunnel sowie im Tunnelvorfeld sind nicht vorhanden.

Die vorhandenen Lichtsignalanlagen im Tunnelvorfeld dienen der Regulierung des innerstädtischen Verkehrs und sind im Ereignisfall nicht mit den sicherheitstechnischen Einrichtungen des Tunnelbauwerks verknüpft.

3.2.4 Fluchtwegkennzeichnung

Im Tunnel Rheinuferstraße sind im Abstand von 25 m Fluchtwegkennzeichnungen nachgerüstet worden. Diese befinden sich an der Tunnelmittelwand, um den Fluchtweg zu dem jeweils nächsten Tunnelportal sowie den Notausgängen in der Tunnelmittelwand zu kennzeichnen.

3.2.5 Kommunikationseinrichtungen

3.2.5.1 Notrufstationen

Im Tunnel Rheinufer befinden sich in Abständen von ca. 130 bis 170 m jeweils drei Notrufmelder je Tunnelröhre, die in bauseitigen Wandnischen der Tunnelaußenwand untergebracht sind. Diese wurden im Rahmen der vergangenen Sanierungsmaßnahmen erneuert, sind jedoch nicht begehbar gemäß RABT ausgeführt.

An den Portalen wurde jeweils 1 Notrufmelder je Tunnelröhre nachgerüstet.

Die Notrufmelder sind über die Notgehwege erreichbar.

3.2.5.2 Videoüberwachung

Im Tunnel Rheinufer ist keine Anlage zur Überwachung der Verkehrssituation im Tunnel und in den Tunnelvorfeldern vorhanden.

3.2.5.3 Tunnelfunk

Der Tunnel Rheinufer besitzt eine Tunnelfunkanlage, die lediglich zur Versorgung der Tunnelröhren mit Polizeifunk ausgestattet wurde.

3.2.5.4 Verkehrsfunk/Radio

Für den Tunnel Rheinufer ist keine Unterstützung eines UKW-Verkehrsfunksenders mittels der Tunnelfunkanlage vorhanden.

3.2.5.5 Mobilfunk

Ein Mobilfunkbetrieb im Tunnel Rheinufer ist nicht vorhanden.

3.2.5.6 Lautsprecheranlagen

Der Tunnel Rheinufer verfügt über keine Lautsprecheranlage.

3.2.6 Brandmeldeanlagen

Die Brandmeldeanlage im Tunnel wurde bereits im Rahmen der Technischen Sanierungsmaßnahmen in den Jahren 2005 bis 2007 nachgerüstet.

3.2.6.1 Manuelle Brandmeldeeinrichtung

Handfeuermelder sind an jeden Notrufmelder, ausgenommen derer am Portal, installiert.

3.2.6.2 Automatische Brandmeldeeinrichtung

In den beiden Tunnelröhren ist eine Brandmeldeanlage installiert. Die Brandmeldungen werden automatisch bei der Leitstelle der Feuerwehr Köln aufgeschaltet.

3.2.7 Brandbekämpfungseinrichtung

Im Tunnel Rheinufer ist im Bereich jeder Notrufstation je ein 6 kg ABC-Handfeuerlöscher angeordnet.

3.2.8 Leiteinrichtungen und Elemente der visuellen Führung

Der Tunnel Rheinufer verfügt über keine Leiteinrichtungen zur visuellen Führung.

3.2.9 Energieversorgung

Der Tunnel Rheinufer wird mittelspannungsseitig eingespeist und verfügt über drei Transformatoren 10 KV/0,4 KV zur Umspannung auf Niederspannungsebene.

Der Tunnel besitzt ein Netzersatzaggregat sowie eine USV-Batterieanlage, die 2005 nachgerüstet wurde.

3.2.10 Tabellarische Übersicht der Ausstattung Tunnel Rheinufer - Bestand

Verkehrsraum Tunnel	
Querschnittsgestaltung	Fahrbahnbreite: 3 x 3,25 m, Randstreifen: nicht vorhanden Notgehweg: 2 x ca. 0,65 m
Länge	590 m
Beleuchtung	
Adaptionsstrecke	2 reihig je Tunnelröhre, asymmetrische Beleuchtung
Tunnelinnenstrecke	2 reihig je Tunnelröhre, symmetrische Beleuchtung
Notbeleuchtung	Nachtbeleuchtung fungiert auch als Notbeleuchtung, über Netzaggregat (USV-gepuffert) versorgt
Lüftung	
Lüftungsart	Mechanische Längslüftung mittels Strahlventilatoren (9 Stück je Tunnelröhre)
Strömungsmessung	keine
Sichttrübungsmessung	2 Messstellen je Tunnelröhre
CO-Messung	3 Messstellen je Tunnelröhre
Verkehrstechnische Einrichtungen	
Verkehrsbeeinflussungseinrichtung	nur Verbotsschilder für Fußgänger und Radfahrer

Sicherheitseinrichtungen für den Verkehr – bauliche Anlagen	
Pannenbucht	keine
Notausgänge	4 Notausgänge in der Tunnelmittelwand und 2 Notausgänge an die Geländeoberfläche
Notgehwege	beidseitig ca. 0,65 m
Wände	keine helle Beschichtung vorhanden
Höhenkontrolle	keine
Leiteinrichtungen	keine
baulicher Brandschutz	derzeit nicht vorhanden
Sicherheitseinrichtungen für den Verkehr – Kommunikation	
Notrufmelder	jeweils drei Notrufmelder je Tunnelröhre sowie jeweils ein Notrufmelder je Tunnelröhre an den Portalen
Videoüberwachung	nicht vorhanden
Tunnelfunk	nur für Polizeifunk vorhanden
Verkehrsfunk	nicht vorhanden
Lautsprechanlage	nicht vorhanden
Sicherheitseinrichtungen für den Verkehr – Brandmeldeanlage	
Manuelle Brandmeldeeinrichtung	an jedem Notrufmelder, ausgenommen an den Portalen, sowie im Betriebsgebäude
Auto. Brandmelde-einrichtung	Brandmeldekabel im Tunnel sowie optische Rauchmelder im Betriebsgebäude
Sicherheitseinrichtungen für den Verkehr – Löscheinrichtungen	
Löschwasserversorgung	Trockenleitung
Löschwasserentnahmestellen im Tunnel	drei Entnahmestellen je Tunnelröhre an den Außenwänden
Löscheinrichtung	6 kg ABC-Handfeuerlöscher im Betriebsgebäude sowie je einer an jedem Notrufmelder vorhanden
Sicherheitseinrichtungen für den Verkehr – Sonstiges	
Orientierungsbeleuchtung	keine
Fluchtwegkennzeichnung	im Abstand von ca. 25 m vorhanden

Zentrale Anlagen	
Betriebsraum	in Fahrtrichtung Süd etwa 300 m hinter dem nördlichen Tunnelportal
Entwässerung	partiell vorhandene Bodeneinläufe vorhanden
Tunnelüberwachung	nicht vorhanden
Zufahrten	Zufahrt nur über jeweiliges Tunnelportal möglich
Zufahrt zum Betriebsraum	Zufahrt über Tunnel oder Zugang über Einstiegs Luke im Bereich der Rheinpromenade möglich
Rettungsüberfahrten	Nordportal – Überfahrt an Knotenpunkt Südportal – Überfahrt an Knotenpunkt
Energieversorgung	
Netzstromversorgung	mittelspannungsseitige Einspeisung
Ersatzstromversorgung	60 kVA USV- und Batterieanlage sowie 150 kVA Netzstromaggregat wurden nachgerüstet
Notstromversorgung	150 kVA Netzersatzstromaggregat

Tabelle 3: Tabellarische Übersicht des Tunnels Rheinufer

3.3 Richtlinienkonforme Ausstattung des Rheinufertunnels

Für den Rheinufertunnel wurde ein Gesamtsicherheitskonzept, Stand Juli 2019, erstellt, welches die Grundlage für eine richtlinienkonforme Ausstattung des Rheinufertunnels nach EABT-80/100 darstellt. Für die Sicherheitsbetrachtung bei Nutzung von Radfahrer wird davon ausgegangen, dass für den Verkehrsteilnehmer zunächst der Tunnel auf das Sicherheitsniveau der EABT-80/100 nachgerüstet wird.

Die im Folgenden aufgeführten Maßnahmen beziehen sich auf eine zusätzliche Nutzung des Straßentunnels für Radfahrverkehr.

4. Bestandsanalyse Radverkehr im Tunnel

4.1 Regelwerke

Die EABT-80/100, Ausgabe 2019, stellt die Empfehlung für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln mit Planungsgeschwindigkeiten von 80 km oder 100 km dar. Dieses Regelwerk wird darüber hinaus auch bei Straßentunneln mit geringeren Geschwindigkeiten angewendet.

In der RABT 2006 wurde im Kapitel 0.3 Geltung, bereits eine Öffnungsklausel für eine Mischnutzung von Straßentunneln formuliert. Wörtlich heißt es hier: „*Falls außer dem Kfz.-Verkehr auch Radfahrer und Fußgänger Tunnel benutzen sollen, sind zusätzliche Randbedingungen zu beachten*“.

Diese Formulierung wurde wortgleich auch in der EABT-80/100 unter Kapitel 1.3 Geltung übernommen. Konkrete Planungsvorgaben bei einer Mischnutzung sind in den beiden Regelwerken nicht vorgenommen worden. Daher wird es erforderlich, die Planungskriterien im Einzelnen zu erarbeiten.

4.2 Bestandstunnel mit Radverkehr

Landeshauptstadt München

Die Landeshauptstadt München betreut verschiedene Tunnel mit Mischverkehr. Hierbei handelt es sich im Wesentlichen um DB-Unterführungen.

Nach Rücksprache mit Herrn Wutte (Tunnelmanager der Landeshauptstadt München) weisen die Unterführungen Längen bis 260 m auf. Am Beispiel der Laimer-Unterführung erfolgt eine Trennung zwischen Kfz.-Verkehr und Radfahrer, Fußgänger durch getrennte Führung in zwei Tunnelröhren (vergl. hierzu Abbildung 5 und 6 Ansicht Nordportal).

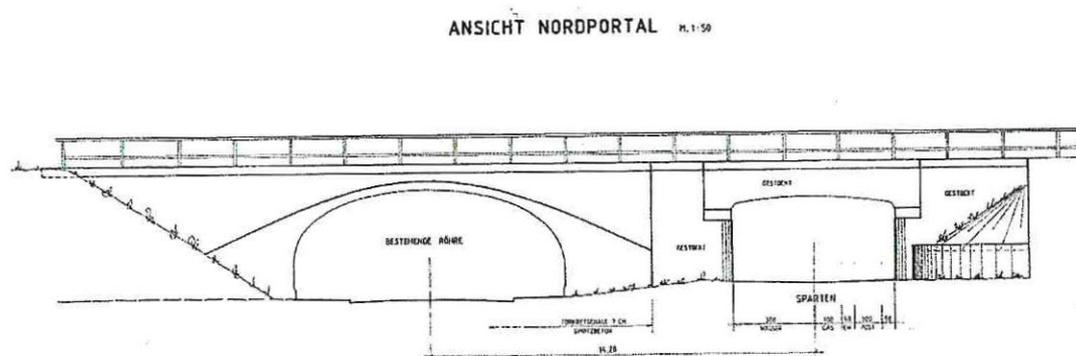


Abbildung 5: Laimer Unterführung – Ansicht Nordportal



Abbildung 6: Blick auf Nordportal – Laimer Unterführung¹

Bei kürzeren Unterführungen, wie z. B. bei der Unterführung Paul Heyne, bei denen Kfz.-Verkehr und Radfahrverkehr in einer Tunnelröhre geführt werden, ist zwischen Straße und Radweg ein Bord von 15 cm Höhe vorgesehen.

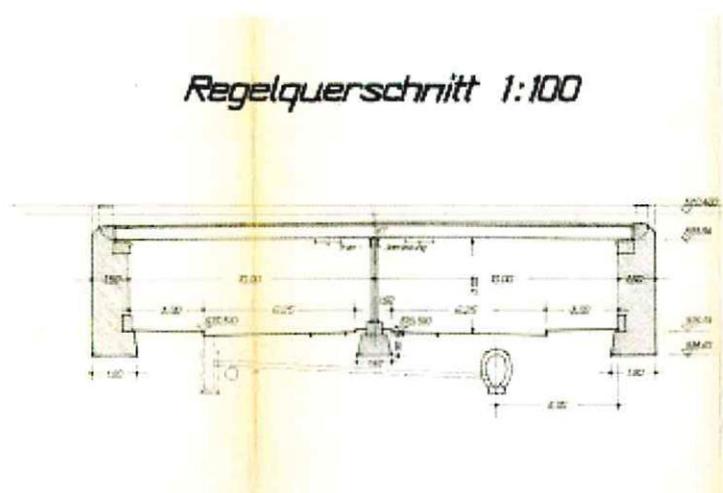


Abbildung 7: Regelquerschnitt Paul Heyne Unterführung

Aus Sicht der Stadt München ist durch dieses Bord eine ausreichende Sicherheit für den Radfahrverkehr gegeben. Eine Abtrennung mit Leitwänden bzw. Geländer wurde u. a. in Abstimmung mit den Rettungsdiensten verworfen, da bei Rettungseinsätzen ggf. der Radweg für die Einsatzfahrzeuge genutzt werden kann.

¹ Quelle: <https://www.google-maps>

Landeshauptstadt Stuttgart

In der Landeshauptstadt Stuttgart gibt es derzeit einen Tunnel, der für Kfz. und Radfahrer gleichzeitig genutzt wird.

Der Schwabtunnel hat eine Länge von 120 m, wobei die Radfahrer die Fahrbahn nutzen müssen. Eine Benutzung des mit Leitwand abgetrennten Gehweges ist nicht zulässig (vergl. hierzu beigefügtes Bild).



Abbildung 8: Schwabtunnel Stuttgart ²

² Quelle: <https://dasfahrradblog.blogspot.com/2017/02/schwabtunnel-fur-radler-und-fuganger.html>

Derzeit liegen keine weitergehenden Erfahrungen über eine Mischnutzung in Stuttgart vor.

Mönchwaldtunnel unter der Landebahn Nordwest des Flughafens Frankfurt

Der Frankfurter Flughafen-Betreiber Fraport hat einen neuen Verkehrstunnel unter der künftigen Landebahn Nord-West errichtet.

Dieser weist eine Länge von 600 m auf.

In der Röhre gibt es neben den beiden Fahrstreifen für den Autoverkehr auch einen Rad- und Gehweg sowie einen Fluchttunnel. Der Rad-Gehweg ist von der Fahrbahn durch ein Geländer und eine Aufkantung getrennt (vergl. hierzu Bild aus Bilddokumentation Feuerwehr Kelsterbach).

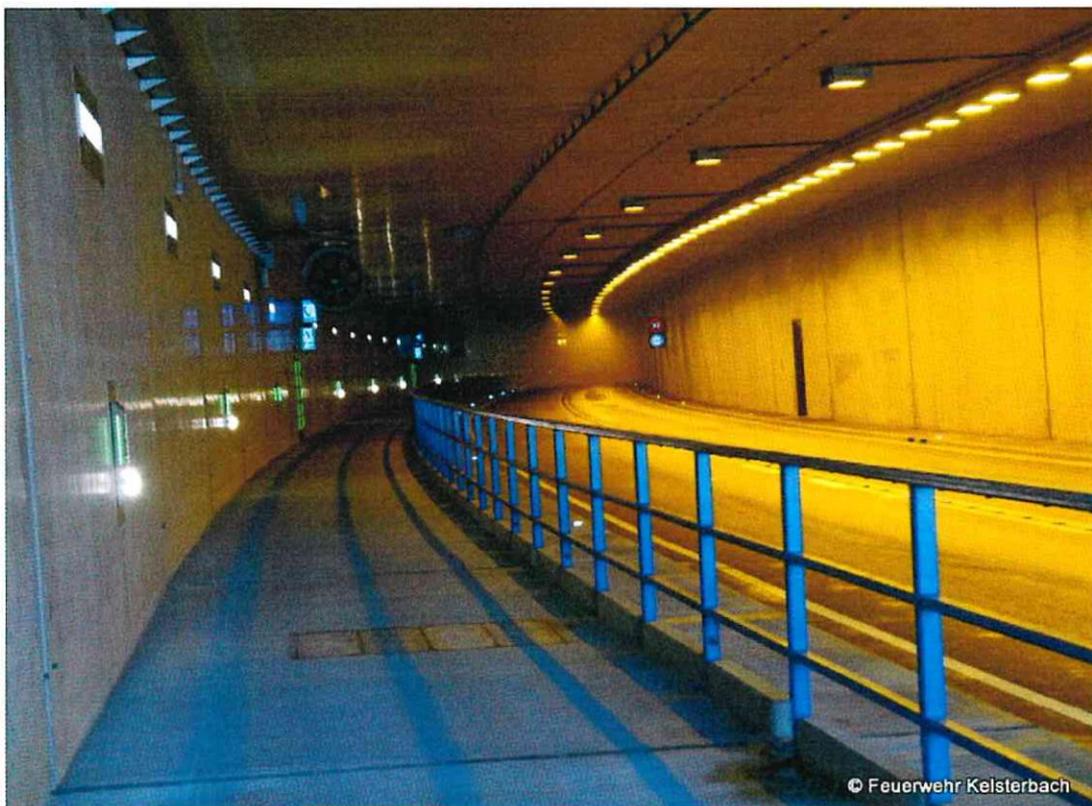


Abbildung 9: Mönchwaldtunnel unter der Landebahn Nordwest des Flughafens Frankfurt³

³ Quelle: <https://www.feuerwehr-kelsterbach.de/Homepage>

Hafentunnel Stadt Frankfurt

Die Hafenstraße im Gutleutviertel der Stadt Frankfurt verfügt in nördlicher Richtung über eine Radspur auf der Fahrbahn.

Hierzu wurde eine Autospur zu Gunsten der Radspur aufgegeben.

Im Tunnel befindet sich für die weggefallene Autospur ein Platzbedarf von 1,80 m als Radfahrstreifen und zusätzlich eine breite schraffierte Trennfläche, die den Autoverkehr vom Radverkehr trennt (vergl. hierzu Bilder aus Kurzmeldung Radfahrbüro der Stadt Frankfurt).



Abbildung 10: Hafentunnel Frankfurt⁴

⁴ Quelle: <https://www.radfahren-ffm.de/396-0-Sicher-durch-den-Hafentunnel.html>

Freie und Hansestadt Hamburg

In der Freien und Hansestadt Hamburg befindet sich u. a. der Lessingtunnel, eine nördlich vor dem Bahnhof Hamburg-Altona verlaufende ca. 110 m lange Bahnunterführung, am westlichen Ende der Julius-Leber-Straße.

Die Tunnelanlage ergibt sich aus dem an dieser Stelle um ca. 5 m abgesenkten Verlauf der Julius-Leber-Straße und den quer darüber dicht in Nord-Süd-Richtung aneinander liegenden S-Bahn- und Fernbahngleisen mit zugehörigen Bahnsteigen sowie den seitlichen Stützwänden für die Überbrückung.

Innerhalb der Tunnelanlage verliefen bisher die Fußgänger und Radwege incl. zweier Stützpfeiler Reihen in der Mitte, die Kraftverkehrsfahrbahn jeweils an den Seiten. Seit 2016 findet eine Sanierung der Tunnelanlage statt. Nach Abschluss der Sanierung sollen im westlichen Tunnelabschnitt mit der darin befindlichen Verzweigung die Straße verbreitert, die Decke erhöht und die Fußgänger- und Radwege an die Seite verlegt werden.

Der Tunnel wird durchschnittlich von täglich 23.000 Fahrzeugen passiert. Das beigefügte Bild zeigt die Westseite des Lessingtunnels vor der Sanierung.



Abbildung 11: Westseite des Lessingtunnels vor der Sanierung⁵

⁵ Quelle: <https://commons.wikimedia.org/>

Die aufgelisteten Beispiele von Straßentunneln mit einer Mischnutzung PKW-Verkehr/Radfahrer zeigen, dass es keine einheitliche Lösung für eine Nutzung im Mischverkehr gibt.

Neben der Anordnung von Straße und Radweg werden auch unterschiedliche Sicherungsmaßnahmen gewählt. Diese gehen von einem abmarkierten Sicherheitsstreifen über einen erhöhten Bordstein bis zur Abgrenzung in Form von Geländer oder Leiteinrichtungen.

4.3 Erforderliches Regelprofil für Radverkehr

Die Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA) bilden die Grundlage für Planung, Entwurf und Betrieb von Radverkehrsanlagen. Sie gelten für den Neubau und die wesentlichen Änderungen von Straßen. Für bestehende Straßen wird ihre Anwendung empfohlen.

Die ERA gelten für Radverkehrsverbindungen der Verbindungsfunktionsstufen II bis V gemäß den Richtlinien für integrierte Netzgestaltung innerhalb und außerhalb bebauter Gebiete, unabhängig davon, ob diese über Straßen oder andere Verkehrswege verlaufen.

Die ERA wird daher für die Festlegung des Regelprofils Radverkehr im Rheinufer-Tunnel herangezogen.

Unter Kapitel 2.2 sind die Verkehrsräume des Radverkehrs (vergl. hierzu Bild 3 Verkehrsräume und lichte Räume des Radverkehrs).

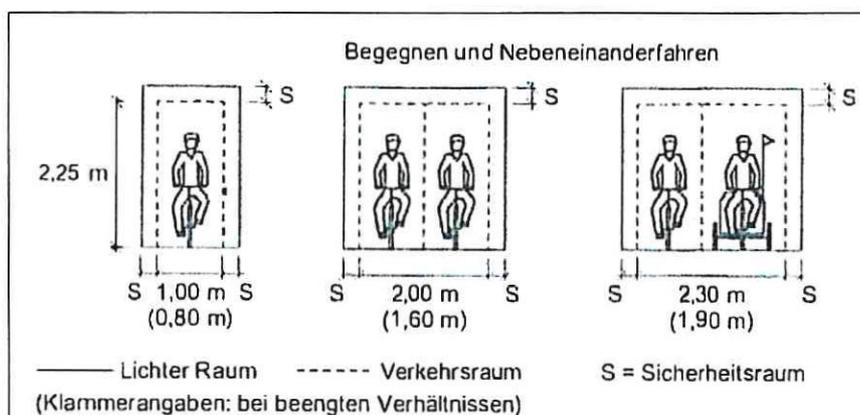


Bild 3: Verkehrsräume unter lichte Räume des Radverkehrs aus ERA

Die Maße von Radverkehrsanlagen und Sicherheitstrennstreifen können der Tabelle 5 entnommen werden (vergl. Tabelle 5 aus ERA).

Tabelle 5: Breitenmaße von Radverkehrsanlagen und Sicherheitstrennstreifen					
Anlagentyp	Breite der Radverkehrsanlage (jeweils einschließlich Markierung)		Breite des Sicherheitstrennstreifens		
			zur Fahrbahn	zu Längsparkständen (2,00 m)	zu Schräg-/ Senkrechtpark- ständen
Schutzstreifen	Regelmaß	1,50 m	-	Sicherheitsraum ¹⁾ : 0,25 m bis 0,50 m	Sicherheitsraum: 0,75 m
	Mindestmaß	1,25 m			
Radfahrstreifen	Regelmaß (einschließlich Markierung)	1,85 m	-	0,50 m bis 0,75 m	0,75 m
Einrichtungsr- adweg	Regelmaß (bei geringer Rad- verkehrsstärke)	2,00 m (1,60 m)	0,50 m 0,75 m (bei festen Einbauten bzw. hoher Verkehrs- stärke)	0,75 m	1,10 m (Überhang- streifen kann darauf angerechnet werden)
beidseitiger Zwei- richtungsrادweg	Regelmaß (bei geringer Rad- verkehrsstärke)	2,50 m (2,00 m)			
einseitiger Zwei- richtungsrادweg	Regelmaß (bei geringer Rad- verkehrsstärke)	3,00 m (2,50 m)			
gemeinsamer Geh- und Radweg (innerorts)	abhängig von Fuß- gänger- und Rad- verkehrsstärke, vgl. Abschnitt 3.6	≥ 2,50 m			
Gemeinsamer Geh- und Radweg (außerorts)	Regelmaß	2,50 m	1,75 m bei Landstraßen (Regelmaß)		

¹⁾ Ein Sicherheitsraum muss im Gegensatz zum Sicherheitstrennstreifen nicht baulich oder markierungstechnisch ausgeprägt sein.

Für einen einseitigen Zweirichtungsrادweg beträgt das Regelmaß 3,0 m. Zusätzlich ist ein Sicherheitstrennstreifen von 75 cm zur Fahrbahn hin vorzusehen. Dies gilt bei festen Einbauten bzw. hohen Verkehrsstärken.

Des Weiteren ist ein Sicherheitsabstand von mindestens 25 cm von Verkehrseinrichtungen und sonstigen Einbauten einzuhalten (vergl. hierzu ERA Abschnitt 3.4).

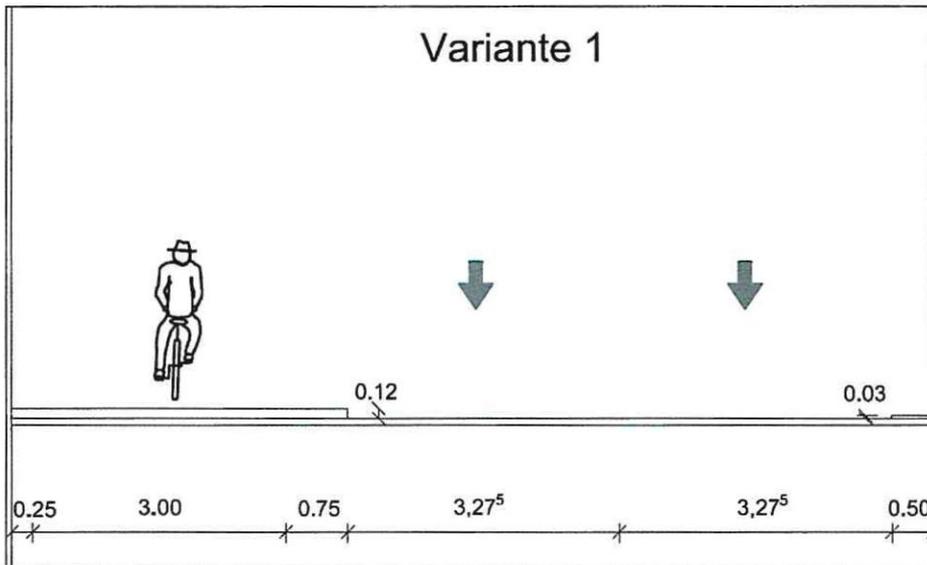
Auf der Grundlage dieser planerischen Vorgaben für die Gestaltung von einem einseitigen Zweirichtungsrادweg sind für den Rheinfertunnel zwei Varianten umsetzbar.

Bei Variante 1 wird eine Regelbreite von 3 m für den Radweg vorgesehen.

Zur Tunnelwand wird ein Sicherheitsraum von 25 cm und zur Fahrbahn ein Sicherheitsraum von 75 cm vorgesehen. Der Radweg wird durch ein Hochboard von 12 cm von den zwei Fahrbahnen getrennt. Diese erhalten eine neue Breite von jeweils 3,275 m.

An der Mittelwand wird der Notgehweg von 65 auf 50 cm mit einer Höhe von 3 cm reduziert.

Die Querschnittsabmessungen sind als Variante 1 dargestellt.



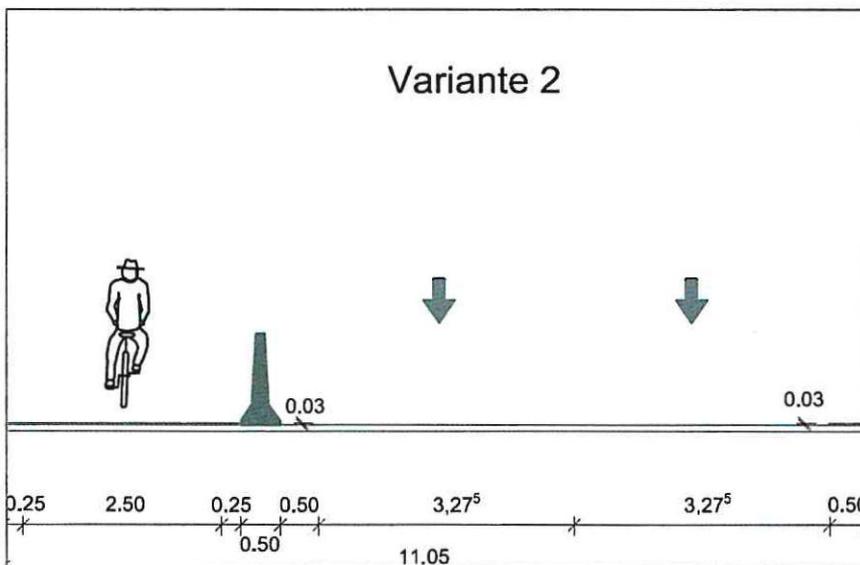
Variante 1 – kombinierter Fahrtunnel mit Radfahrstreifen.

Unter den gegebenen Abmessungen von 11,05 m für die Tunnelröhre mit drei Fahrstreifen von je 3,25 m sowie den beiden Notgehwegen von 0,65 m ist als Variante 2 folgende Ausbildung möglich: Bei dieser Variante wird der Zweirichtungsradweg mit einer Betongleitwand von der Fahrbahn abgetrennt.

Aufgrund der erforderlichen Abmessungen der Betongleitwand sowie der notwendigen Sicherheitsabstände müsste der Radweg von 3,0 m auf 2,50 m reduziert werden. Dieses Maß ist nach ERA bei geringen Radverkehrsstärken zulässig.

Der 2,50 m breite Radweg erhält beidseitig ein 25 cm breiten Sicherheitsraum.

Für die Fahrbahn ergeben sich die gleichen Abmessungen wie bei Variante 1.



Variante 2 – getrennter Fahrraum Straße/Radweg

4.4 Sicherheitstechnische Einrichtungen

4.4.1 Beleuchtung

In der DIN 67 524-1: 2019 ist neben der Beleuchtung von Tunneln auch die Beleuchtung von Geh- und Radwegen in Tunneln geregelt. Die mittlere horizontale Beleuchtungsstärke auf der Bodenfläche von Radwegen muss am Tag mindestens 100 Lux betragen. Bei Nacht muss die mittlere horizontale Beleuchtungsstärke mindestens 50 Lux betragen.

Damit ergeben sich für den kombinierten Regelquerschnitt ein Beleuchtungsband für die beiden KFZ-Fahrbahnen sowie ein Leuchtenband für den Radweg.

4.4.2 Lüftung

Der Rheinfertunnel erhält im Zuge der Sanierung eine neue Lüftungsanlage. Bei der Auslegung der Lüftungsanlage sind die erforderlichen Luftverhältnisse bei Nutzung des 600 m langen Tunnels für Radfahrer zu berücksichtigen. Als Orientierung kann hier der in der Tabelle 10 der EABT aufgeführte Grenzwert von Co- und Sichttrübung bei länger andauernden Wartungsarbeiten im Tunnel herangezogen werden.

Für die Auslegung der Lüftungsanlage ist zunächst ein entsprechendes Lüftungsgutachten zu erstellen. Neben der Lüftung für den Normalbetrieb ist auch der Brandfall zu betrachten. Während bei einem Richtungsverkehrstunnel im Brandfall hinter der Unglücksstelle der Verkehr abfließen kann und damit die Lüftung den Rauch mit hoher Geschwindigkeit aus dem Tunnelportal herausdrücken kann, muss die Lüftung bei Nutzung des Tunnels für Radverkehr analog zum Gegenverkehr betrieben werden.

Die Rauchgase dürfen damit in der sog. Selbstrettungsphase nur mit $\leq 1,5$ m entlang der Tunnelröhre geführt werden.

4.4.3 Sicherheitseinrichtungen

Die für den Verkehrsteilnehmer vorgesehenen Sicherheitseinrichtungen wie Notausgänge, Notrufeinrichtungen, Videoüberwachung, Tunnelfunk und Lautsprecher sowie die Orientierungs- und Fluchtwegkennzeichnung können auch von dem Radfahrer genutzt werden.

Die Notausgänge, die in die gegenüberliegende Tunnelröhre führen, müssen in diesem Bereich bei der Variante 2 Unterbrechungen in der Leitwand aufweisen.

4.4.4 Lärmschutz

Der Tunnel sollte mit einer Lärmschutzverkleidung ausgestattet werden. Der Lärmpegel der Kraftfahrzeuge könnte damit für den Radfahrer auf ein verträgliches Maß reduziert werden.

4.4.5 Tunnelüberwachung

Der Rheinfertunnel wird nach der Sanierung an die Tunnelüberwachungszentrale angeschlossen. Damit ist sichergestellt, dass bei einem Zwischenfall im Tunnel sowohl die Verkehrsteilnehmer als auch die Radfahrer über die Gefahrensituation zeitnah informiert werden, u. A. über die vorhandenen Lautsprecher im Tunnel.

Die Selbstrettung ist damit sowohl für den Verkehrsteilnehmer wie auch für den Radfahrer gewährleistet.

4.5 Variantenempfehlung

Die beiden aufgezeigten Varianten sind unter Berücksichtigung der vorgeschriebenen Sicherheitsräume umsetzbar. Bei der Variante 1 steht dem Radfahrer ein größerer Begegnungsfreiraum zur Verfügung. Die Abgrenzung zwischen Fahrbahn und Radweg ist dagegen nur durch ein Hochbord von 12 cm gegeben.

Bei Verkehrsgeschwindigkeiten bis 60 km pro Stunde kann diese Variante in dieser Form ausgeführt werden.

Bei höheren Geschwindigkeiten sind gemäß Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeugrückhaltesystem RPS ab 60 km pro Stunde Schutzeinrichtungen vorzusehen. Hier käme dann die Variante 2 zur Ausführung.

Unter Berücksichtigung des Zweirichtungsradverkehrs sollte aus unserer Sicht der Variante 2 mit einer massiven Trennung der beiden Verkehrsbeziehungen der Vorrang gegeben werden. Der Fahrraum für die Radfahrer wäre gegenüber der Variante 1 zwar etwas geringer, bei einem Unfall der sich begegneten Radfahrer würde jedoch ein Sturz auf die Fahrbahn durch die Betonleitwand behindert.

5. Zusammenfassung und Empfehlung

Der Tunnel Rheinufer unterfährt mit einer Länge von 590 m den Kölner Rheingraben und erstreckt sich in Nord-Süd-Richtung von der Hohenzollener Brücke bis zum Überbau Deutzer Brücke als wichtige Nord-Süd-Verbindung.

Der Tunnel besteht aus 2 Tunnelröhren mit je 3 Fahrstreifen, die im Richtungsverkehr betrieben werden.

Für den Rheinufer-Tunnel liegt derzeit ein Gesamtsicherheitskonzept zur Gewährleistung eines Sicherheitsstandards gemäß EABT-80/100 vor.

Die Stadt Köln überlegt derzeit, auf der Rhein zugewandten Seite einen Fahrstreifen zu sperren und diesen für Radfahrer zu nutzen. Die BUNG Ingenieure AG wurde gebeten, eine sicherheitstechnische Beurteilung bei Nutzung einer Tunnelröhre für zusätzlichen Radfahrverkehr vorzunehmen.

In der Sicherheitsbetrachtung wurde zunächst die Bestandssituation für den Rheinufer-Tunnel zusammengestellt. Dieser bildet gemeinsam mit den nachzurüstenden Sicherheitsstandards entsprechend der EABT-80/100 die Grundlage für eine kombinierte Nutzung von Kfz.-Verkehr und Radverkehr.

Bundesweite Vergleiche zur kombinierten Nutzung von Kfz. und Radverkehr zeigen, dass es derzeit keine einheitlichen Lösungen zur Querschnittsgestaltung gibt.

Auf der Grundlage der Empfehlung für Radverkehrsanlagen wurden daher für den Rheinufer-Tunnel zwei Querschnittsvarianten bei Nutzung für Kfz.- und Radverkehr erarbeitet.

Darüber hinaus wurden radfahrerspezifische Sicherheitseinrichtungen benannt, die für einen kombinierten Kfz.- und Radfahrertunnel aus unserer Sicht erforderlich sind.

Wir empfehlen auf Grundlage der Sicherheitsbetrachtung in einem nächsten Schritt eine Machbarkeitsstudie für einen kombinierten Kfz.- Radfahrtunnel zu erarbeiten.

Aufgestellt:
Heidelberg, 07. Februar 2020


ppa. Dipl.-Ing. Werner Riepe