

Tunnel Rheinuferstraße Machbarkeitsstudie bei Nutzung für Radfahrer

Stand:
Januar 2021

Inhaltsverzeichnis

1.	Aufgabenstellung.....	5
2.	Bestandssituation	7
2.1	Lage	7
2.2	Höhenverlauf	7
2.3	Tunnelgeometrie	8
2.4	Verkehrsbelastung.....	9
3.	Ausstattung des Tunnels.....	10
3.1	Kurzbeschreibung der baulichen Ausstattungsmerkmale.....	10
3.1.1	Tunnelquerschnitt.....	10
3.1.2	Seitenstreifen.....	10
3.1.3	Nothalte- und Pannenbuchten	10
3.1.4	Notausgänge Flucht- und Rettungswege	10
3.1.5	Notgehwege	10
3.1.6	Ausbildung der Wände und Portale	10
3.1.7	Höhenkontrolle im Bereich der Fahrbahn	11
3.1.8	Entwässerung	11
3.1.9	Löschwasserversorgung.....	13
3.1.10	Betriebsgebäude und Betriebsräume	13
3.1.11	Betriebswege/Rettungsüberfahrten	14
3.1.12	Baulicher Brandschutz	14
3.2	Übersicht der betriebstechnischen Ausstattung.....	14
3.2.1	Beleuchtung.....	14
3.2.2	Lüftung.....	15
3.2.3	Verkehrsbeeinflussungseinrichtung.....	15
3.2.4	Fluchtwegkennzeichnung	16
3.2.5	Kommunikationseinrichtungen.....	16
3.2.5.1	Notrufstationen	16
3.2.5.2	Videoüberwachung.....	16
3.2.5.3	Tunnelfunk.....	16
3.2.5.4	Verkehrsfunk/Radio	16
3.2.5.5	Mobilfunk.....	16
3.2.5.6	Lautsprechanlagen	16
3.2.6	Brandmeldeanlagen.....	16
3.2.6.1	Manuelle Brandmeldeeinrichtung.....	16
3.2.6.2	Automatische Brandmeldeeinrichtung.....	17

3.2.7	Brandbekämpfungseinrichtung	17
3.2.8	Leiteinrichtungen und Elemente der visuellen Führung	17
3.2.9	Energieversorgung	17
3.2.10	Tabellarische Übersicht der Ausstattung Tunnel Rheinuferstraße - Bestand	17
3.3	Richtlinienkonforme Ausstattung des Tunnels Rheinuferstraße	19
4.	Randbedingungen für eine Mischnutzung von Kfz und Radverkehr	20
4.1	Verkehrstechnische Tunnelquerschnitte	20
4.1.1	Erforderliches Regelprofil für Radverkehr	20
4.1.2	Erforderliches Regelprofil für Straßenverkehr	22
4.2	Sicherheitstechnische Einrichtungen	24
4.2.1	Beleuchtung	24
4.2.2	Lüftung	24
4.2.3	Sicherheitseinrichtungen	25
4.2.4	Lärmschutz	25
4.2.5	Tunnelüberwachung	26
5.	Lösungsmöglichkeiten für den Tunnelquerschnitt	28
5.1	Aktuelle Situation	28
5.2	Varianten aus Sicherheitsbetrachtung	28
5.3	Besonderheiten	30
5.3.1	Entwässerung	30
5.3.1.1	Entwurf für neue Querschnittssituation	32
5.3.1.2	Entwurf für Zulauf zu Bodeneinläufen	33
5.3.2	Hochwasserschutzmaßnahmen	37
5.3.2.1	Notwendige Umbaumaßnahmen	39
5.3.3	Löschwasserentnahmestellen	42
5.3.4	Kabelziehschächte	42
5.3.5	Notausgänge	43
5.4	Überarbeitete Lösungsansätze unter Einbeziehung aller Randbedingungen	43
5.5	Alternativvarianten	45
5.5.1	Alternativvariante 1 – Radweg auf Fahrbahn ohne bauliche Änderungen	45
5.5.2	Alternativvariante 2 – Radweg auf Fahrbahn mit geänderten Randbereich	48
6.	Sicherheitstechnische Betrachtung bei Mischverkehr	51
7.	Variantenvergleich	54
7.1	Variante 1 – Radweg mit Hochbord und Variante 2 – Radweg mit Leitwand	54
7.2	Alternativvariante 1 – Radweg auf Fahrbahn und Alternativvariante 2 – Radweg auf Fahrbahn mit geänderten Randbereich	55
8.	Verkehrsführung für Radverkehr	56

9.	Kostenschätzung.....	58
10.	Variantenempfehlung.....	61
11.	Zusammenfassung.....	62
12.	Grundlagen.....	63

1. Aufgabenstellung

Der Tunnel Rheinuferstraße 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 Rheinuferstraße 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
- Einbau von Brandschutztüren F90 zwischen den Tunnelröhren

Die folgenden Maßnahmen sind im Rahmen einer noch durchzuführenden Generalsanierung des Tunnels Rheinuferstraße 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 Rheinuferstraße im Juli 2019 ein Gesamtsicherheitskonzept erstellt [15].

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

Die BUNG Ingenieure AG wurde von der Stadt Köln gebeten, auf Grundlage der bereits erarbeiteten Sicherheitsbetrachtung bei Nutzung für Radfahrer für den Tunnel Rheinuferstraße eine Machbarkeitsstudie zu erstellen.

Neben der Darstellung der Bestandsituation erfolgt eine tiefere Untersuchung der in der Sicherheitsbetrachtung vorgeschlagenen Lösungsmöglichkeiten für die kombinierte Nutzung der

Fahrspuren für Verkehr und Radverkehr. Speziell für die Entwässerung soll für die neue Querschnittssituation eine Lösung gefunden werden, diese ist konzeptionell darzustellen. Szenarien für die Selbst- und Fremddrettung sind für die Mischnutzung zu erarbeiten. Abschließend erfolgt eine Kostenschätzung für die erforderlichen baulichen Maßnahmen.

2. Bestandssituation

2.1 Lage

Der in offener Bauweise erstellte Tunnel Rheinuferstraße 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.

Das Südportal befindet sich unterhalb der Deutzer Brücke. Für den aus Norden kommenden Verkehr weitet sich die Fahrbahn hier vierstreifig auf. In einem Abstand von ca. 120 m zum Südportal befindet sich ein lichtsignalgesteuerter Knotenpunkt mit zwei Abbiegefahrstreifen in die Straße „Heumarkt“. Diese ist eine direkte Zufahrtsstraße zur Deutzer Brücke.

Im Norden führt die Hohenzollernbrücke über das Nordportal des Tunnels. Unmittelbar im Bereich des Tunnelendes weitet sich die aus Süden kommende Fahrbahn auf vier Fahrspuren auf und zwei Fahrstreifen führen in die Straße „Trankgasse“. Der Verkehr für die beiden Linksabbieger ist über eine Lichtsignalanlage gesteuert. In einem Abstand von ca. 55 m zum Portal befindet sich eine Lichtsignalanlage für die beiden nach Norden führenden Fahrstreifen. Hier mündet die aus Süden, dem Gullivertunnel kommende Straße „Frankenplatz“ in die B51. Der Gullivertunnel ist ein zwischen Hohenzollernbrücke und dem Tunnel Rheinuferstraße liegendes Tunnelsystem mit zusätzlichen Ausgängen in die Straßen „Am Domhof“ und „Trankgasse“. Ein weiterer Knotenpunkt befindet sich in einer Entfernung von ca. 150 m nördlich vom Portal, der Anschluss an die Straße „Goldgasse“ bietet. Die Goldgasse stellt hierbei eine direkte Anbindung zum Kölner Hauptbahnhof dar.

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

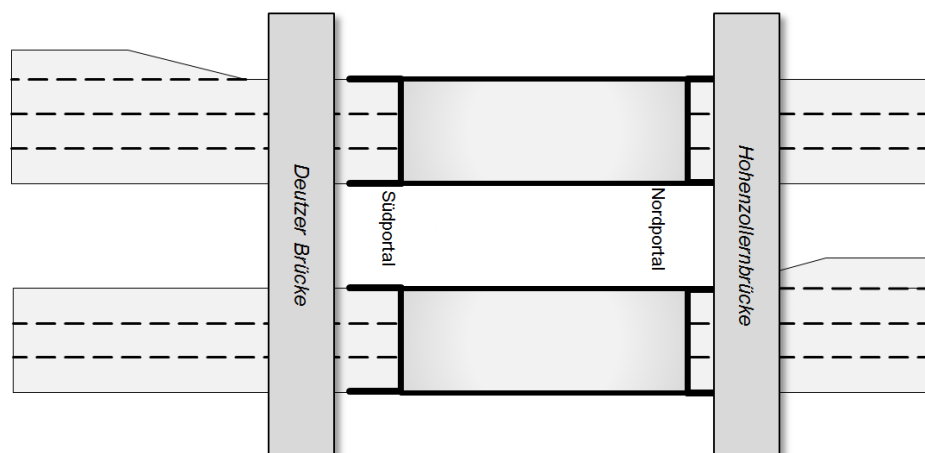


Abbildung 1: Schematische Übersicht des Tunnels Rheinuferstraße

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 % und wechselt zweimal.

Aufgrund der geplanten Führung des Radverkehrs in der Oströhre wurde der Höhenverlauf genauer betrachtet. Tabelle 1 wertet den Höhenverlauf für die südliche und nördliche Rampe aus. Es ist klar zu erkennen, dass die nördliche Rampe einen steileren kürzeren Anstieg besitzt und daher von Radfahrern schwieriger zu bewältigen ist. In diesem Bereich beträgt die Steigung auf einer Strecke von ca. 60 m über 6 %. Im weiteren Verlauf der Studie wird hierauf genauer eingegangen.

	Südlicher Rampenbereich	Nördlicher Rampenbereich
> 4,5 %	ca. 99 m	ca. 76 m
> 5,0 %	ca. 45 m	ca. 76 m
> 6,0 %	0 m	ca. 60 m
> 7,0 %	0 m	ca. 20 m

Tabelle 1: Streckenlänge abhängig ihrer prozentualen Steigung im Bereich der Rampen

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, durch F90 Brandschutztüren verschlossene Wanddurchbrüche mit einer Höhe von 2 m und einer Breite von 1 m. Sie dienen als Fluchtweg in die gegenüberliegende Tunnelröhre. Der Abstand der Notausgänge untereinander sowie zu den Portalen beträgt etwa zwischen 110 bis 175 m. Zusätzlich dazu befindet sich ca. in Tunnelmitte auf Höhe des Betriebsgebäudes in jeder Tunnelröhre ein Fluchttreppenhaus, das ins Freie auf die Rheinpromenade führt. Der Zugang zu den Fluchttreppenhäusern auf der Tunnelseite ist ohne brandschutztechnischen Verschluss ausgeführt.

Der Tunnel wurde in offener Bauweise errichtet und gliedert sich aufgrund seiner Bauweise in einzelne Blöcke auf, wobei jeder Block ca. 10 m lang ist. Die Oströhre des Tunnel Rheinuferstraße setzt sich aus 80 aneinander gesetzten Blöcken zusammen. Tabelle 2 beschreibt die Tunnelnummerierung der Oströhre, die im weiteren Verlauf der Studie benutzt wird.

Bereich	Blocknummern	Anzahl der Blöcke
Südliche Rampe	O101 – O112	12
Tunnelbereich	O1 – O59	59
Nördliche Rampe	O202 bis O210	9

Tabelle 2: Auflistung der einzelnen Blöcke für die Oströhre

Die nachfolgende Tabelle 3 fasst die wichtigsten tunnelspezifischen Parameter zusammen.

Regelquerschnitt Tunnel Rheinuferstraße (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 [16]
Aufgliederung Breite (m)	2 x 0,65 m (Notgehweg) + 3 x 3,25 m (Fahrstreifenbreite) [1]
Raumhöhe bis UK Decke	ca. 4,70 m [16]
Zu- und Abfahrt im Tunnel	keine
Längsneigung maximal	5 - 7 % Gefälle innerhalb der ersten 60 m an den Portalen [16]
Querneigung	≥ 2,5 %
Notgehwegbreite	ca. 0,65 m [1]

Tabelle 3: Geometrie Tunnel Rheinuferstraße [15]

2.4 Verkehrsbelastung

Die Verkehrsdaten aus einer Verkehrszählung von August 2006 sowie Prognosewerte sind der beigefügten Tabelle 4 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. 3,43 %
Quelle	[16]	[16]	[16]	[16]

Tabelle 4: Verkehrsdaten Tunnel Rheinuferstraße

3. Ausstattung des Tunnels

In diesem Kapitel erfolgt eine Beschreibung der wichtigsten Ausstattungsmerkmale des Tunnels, wobei der Fokus auf der Beschreibung der aktuellen Entwässerungssituation liegt. Es wird zwischen den baulichen und betriebstechnischen Ausstattungsmerkmalen unterschieden.

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 Seitenstreifen.

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 Rheinuferstraße über die Tunnelportale sowie die vier in der Tunnelmittelwand angeordneten Notausgänge in die gegenüberliegende Tunnelröhre. Die Notausgänge sind durch F90 Brandschutztüren verschlossen. Die Türen gehen in Richtung der Oströhre auf. Bei einer Flucht aus der Oströhre müssen die Tunnelnutzer die Tür zu sich hinziehen um sie zu öffnen und damit entgegen der Fluchtrichtung.

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 Rheinuferstraße bestehen aus Beton ohne erkennbare Farb- und Brandschutzbeschichtung (vgl. Abbildung 2). 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

Der Tunnel verfügt entgegen dem Stand der Technik (bzw. Vorgaben aus RABT 2006/EABT 80/100) nicht über eine seitlich am Fahrbahnrand führende Schlitzrinne.

Nach der vorliegenden Bestandsaufnahme erfolgt die Entwässerung über partiell vorhandene Bodeneinläufe, die in einem Abstand von 20 – 40 m zueinander, längs des Tunnels angeordnet sind. Die Bodeneinläufe sind immer am tieferliegenden Fahrbahnrand angeordnet und führen das Wasser, welches an den Hochborden geleitet wird, ab. Die Bodeneinläufe liegen in einem Abstand von 65 cm zur Tunnelaußenwand, bzw. angrenzend an den Hochborden des Notgehwegs (vgl. Abbildung 3). Sie besitzen eine Breite von 50 cm und eine Länge von 55 cm.



Abbildung 3: Anordnung der Bodeneinläufe [20]

Eine Längsleitung DN 300 liegt mit einer Überdeckung von 35 cm unterhalb der Fahrbahn. Der horizontale Abstand zu den Bodeneinläufen beträgt ca. 2 m, zur Tunnelaußenwand 2,65 m. Alle Bodeneinläufe sind an die Längsleitung angeschlossen, sodass es das gesamte anfallende Wasser ableitet. Die Abwässer werden über ein Pumpwerk unterhalb der Betriebsräume direkt in die Kanalisation eingeleitet. Auch kontaminiertes Wasser wird auf diese Weise in die städtische Kanalisation eingeleitet [17].

Alle 30 bis 50 m ist die Längsleitung an einem Entwässerungsschacht angeschlossen, der eine Zugänglichkeit für Wartungsarbeiten bietet (vgl. Abbildung 4). Die Schachtabdeckung besitzt einen Durchmesser von 62,5 cm.



Abbildung 4: Entwässerungsschacht [20]

Für die Oströhre, in der der Radverkehr geführt werden soll, wurde die Entwässerungssituation genauer untersucht. Der Tunnel besitzt im Bereich des Übergangs von der südlichen Rampe zum Tunnelbereich einen Querneigungswechsel. Ein zweiter Wechsel der Querneigung befindet sich nördlich der Tunnelmitte bei Blocknummer O37. Der tieferliegende Fahrbahnrand liegt damit im Bereich der südlichen und nördlichen Rampe sowie im nördlichen Tunnelbereich an der Tunnelaußenwand. Einzig zwischen der Blocknummer O3 und O37 befinden sich die Bodeneinläufe an der Tunnelinnenwand [3].

3.1.9 Löschwasserversorgung

Der Tunnel Rheinuferstraße verfügt über eine als Trockenleitung ausgeführte Löschwasserleitung. In jeder Tunnelröhre befinden sich, in einem Abstand von ca. 120 bis 175 m, drei Löschwasserentnahmestellen. Jede verfügt über einen B-Anschluss und ein Handrad und ist in einer Wandnische eingelassen, die mittels einer Stahltür verschlossen ist.

Im November 2017 fand eine Überprüfung auf Funktionalität der sechs Löschwasserentnahmestellen statt. Lediglich zwei der sechs Einspeisungspunkte wiesen keine Defekte auf. In einem Fall war der Einlass abgerissen, die anderen drei Einspeisungspunkte wiesen Verstopfungen und/oder Undichtigkeiten auf (vgl. Abbildung 5) [2].

Inzwischen wurden alle sechs Löschwasserentnahmestellen instandgesetzt und befinden sich in einem einwandfreien Zustand. [32]

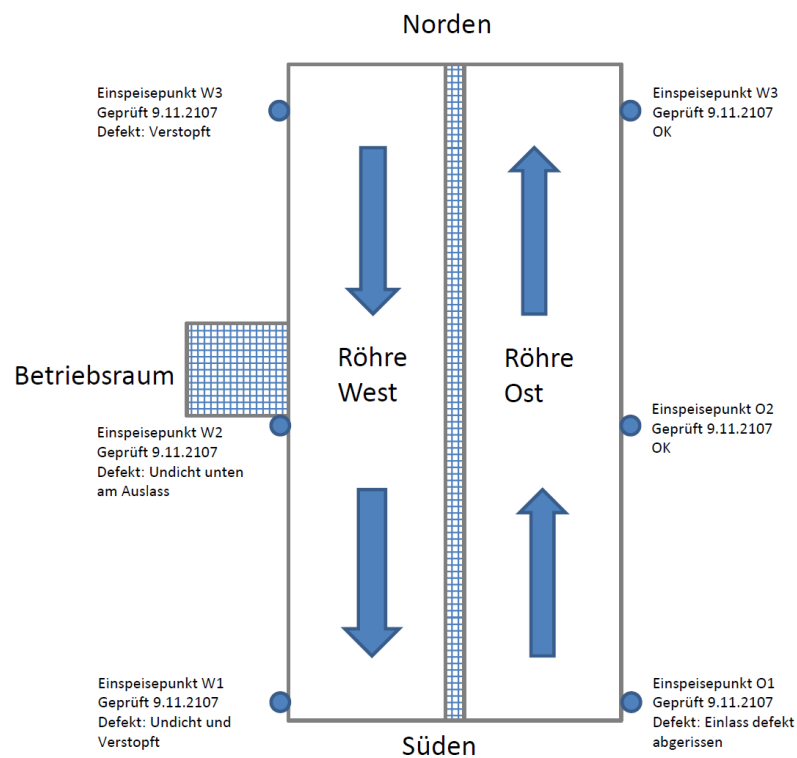


Abbildung 5: Prüfung der Einspeisungspunkte auf Funktionalität [2]

3.1.10 Betriebsgebäude und Betriebsräume

Die betriebstechnische Ausrüstung des Tunnels Rheinuferstraße 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 Einstiegs Luke, die sich im Bereich der Rheinpromenade befindet, begangen werden.

3.1.11 Betriebswege/Rettungsüberfahrten

Gesonderte Betriebswege sind für den Tunnel Rheinuferstraße 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 Rheinuferspromenade 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 Rheinuferstraße ist in offener Bauweise errichtet und besteht aus den Blöcken 1 bis 58 (bzw. für Oströhre: Blöcke 1 bis 59), 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 Rheinuferstraße 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 6: Beleuchtungsanlage im Tunnel

3.2.2 Lüftung

Für den Tunnel wurde im Jahr 2007 eine gutachterliche Stellungnahme zur Lüftung erstellt [16]. 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 7: 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, das Zeichen „Tunnel“ - StVO Verkehrszeichen-Nr. 327, 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 Rheinuferstraße 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 Rheinuferstraße ist keine Anlage zur Überwachung der Verkehrssituation im Tunnel und in den Tunnelvorfeldern vorhanden.

3.2.5.3 Tunnelfunk

Der Tunnel Rheinuferstraße besitzt aktuell keine Tunnelfunkanlage.

3.2.5.4 Verkehrsfunk/Radio

Der Tunnel Rheinuferstraße verfügt über keinen Verkehrsfunk.

3.2.5.5 Mobilfunk

Ein Mobilfunkbetrieb im Tunnel Rheinuferstraße ist nicht vorhanden.

3.2.5.6 Lautsprecheranlagen

Der Tunnel Rheinuferstraße 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 Rheinuferstraße ist im Bereich jeder Notrufstation je ein 6 kg ABC-Handfeuerlöscher angeordnet.

3.2.8 Leiteinrichtungen und Elemente der visuellen Führung

Der Tunnel Rheinuferstraße verfügt über keine Leiteinrichtungen zur visuellen Führung.

3.2.9 Energieversorgung

Der Tunnel Rheinuferstraße 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 Rheinuferstraße - 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	nicht 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. Brandmeldeeinrichtung	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	Im Abstand von ca. 25 m vorhanden, integriert in den Fluchtwegpiktogrammen
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 Einstiegsluke im Bereich der Rheinpromenade möglich
Rettungsüberfahrten	Nordportal – Überfahrt an Knotenpunkt Südportal – Überfahrt an Knotenpunkt
Energieversorgung	
Netzstromversorgung	mittelspannungsseitige Einspeisung
Ersatzstromversorgung	60 kVA USV-und Batterieanlage
Notstromversorgung	150 kVA Netzersatzstromaggregat

Tabelle 5: Tabellarische Übersicht des Tunnels Rheinuferstraße [15] [32]

3.3 Richtlinienkonforme Ausstattung des Tunnels Rheinuferstraße

Für den Tunnel Rheinuferstraße wurde ein Gesamtsicherheitskonzept, Stand Juli 2019, erstellt, welches die Grundlage für eine richtlinienkonforme Ausstattung des Tunnels Rheinuferstraße nach EABT-80/100 darstellt [15]. Für die Sicherheitsbetrachtung bei Nutzung von Radfahrern 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. Randbedingungen für eine Mischnutzung von Kfz und Radverkehr

In diesem Kapitel werden die für eine Mischnutzung von Kraftfahrzeugverkehr und Radverkehr im Tunnel geltenden Randbedingungen anhand der gültigen Richtlinien beschrieben.

4.1 Verkehrstechnische Tunnelquerschnitte

4.1.1 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 Tunnel Rheinuferstraße herangezogen.

In Kapitel 2.2 der ERA werden die Verkehrsräume des Radverkehrs beschrieben, der lichte Raum setzt sich aus dem Verkehrsraum und den Sicherheitsräumen zusammen (vgl. Abbildung 8).

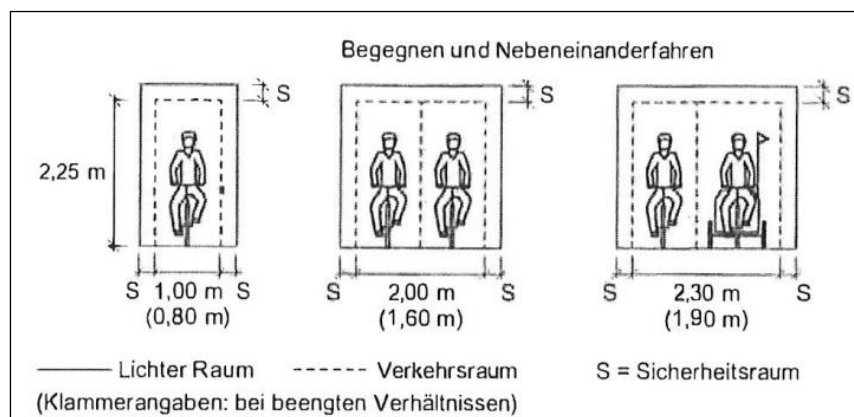


Abbildung 8: Verkehrsräume unter lichte Räume des Radverkehrs [12]

Die Maße von Radverkehrsanlagen und Sicherheitstrennstreifen sind abhängig ihres Anlagentyps und der angrenzenden Verkehrsnutzung. Sie können der Tabelle 6 entnommen werden (vgl. ERA Kap. 2.2, Tabelle 5).

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
Einrichtungs- radweg	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- richtungsradweg	Regelmaß (bei geringer Rad- verkehrsstärke)	2,50 m (2,00 m)			
einseitiger Zwei- richtungsradweg	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.

Tabelle 6: Breitenmaße von Radverkehrsanlagen und Sicherheitstrennstreifen [12]

Für einen einseitigen Zweirichtungsradweg 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 (vgl. hierzu ERA Abschnitt 3.4).

Die ERA gibt auch Hinweise für die Ausbildung der Radverkehrsführung bei Steigungs- und Gefällestrrecken. Es wird beschrieben, dass bergauf durch seitliche Ausgleichsbewegungen bzw. durch Schieben des Fahrrades mehr Platz benötigt wird [12]. Auch haben bergauf und bergabgerichtete Radverkehre wegen ihrer unterschiedlichen Fahrrichtungen und Fahrgeschwindigkeiten große Differenzgeschwindigkeiten zueinander.

Radfahrstreifen in starken Gefällestrrecken (Gefälle > 5 %) sollen wegen der höheren Geschwindigkeiten breiter als mit Regelmaß ausgeführt werden [12]. Um besser einschätzen zu können, ab welcher Länge eine hohe Steigungsstrecke zu einem Problem für Radfahrer wird, gibt die ERA hierzu Angaben in Abschnitt 2.2.3. Tabelle 7 beschreibt die maximale Länge einer Steigungsstrecke, die auch von wenig geübten Radfahrern fahrend bewältigt werden kann. Nach Tabelle 7 würden wenig geübte Radfahrer bei einer Steigung von 6 % ab einer Streckenlänge von 65 m vom Rad absteigen um dieses zu schieben.

Steigung [%]	max. Länge der Steigungsstrecke [m]
10	20
6	65
5	120
4	250
3	> 250

Tabelle 7: Maximale Länge der Steigungsstrecke bei Rampen [12]

Im nördlichen Rampenbereich liegt auf einer Strecke von ca. 60 m eine Steigung > 6 % vor, im südlichen Rampenbereich auf einer Strecke von ca. 45 m eine Steigung von 5 % (vgl. Tabelle 1). Der mögliche Radfahrstreifen besitzt demzufolge starke Gefällestrecken und liegt im Bereich der nördlichen Rampe sogar an der Grenze um von wenig geübten Radfahrern ohne Absteigen befahren zu werden. Folglich empfiehlt die ERA den geplanten Radfahrstreifen breiter als mit dem Regemaß von 3,0 m auszubilden.

4.1.2 Erforderliches Regelprofil für Straßenverkehr

Die Empfehlungen für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln mit einer Planungsgeschwindigkeit von 80 km/h und 100 km/h (EABT) sowie die Richtlinie für die Anlage von Stadtstraßen (RASt) werden hier als Grundlage für den Entwurf der erforderlichen Fahrstreifenbreiten herangezogen [13] [14]. Sie gelten für den Neubau und die wesentlichen Änderungen von Straßen. Für bestehende Straßen wird ihre Anwendung empfohlen.

Die EABT-80/100 gelten für Änderungen und Erneuerungen bestehender Straßentunnel ab einer geschlossenen Länge von 80 m mit der entsprechenden Planungsgeschwindigkeit von 80 bzw. 100 km/h [13].

Die RAST gilt für die Kategoriengruppe VS, HS, ES der „Richtlinien für die integrierte Netzgestaltung“ (RIN) [14]. Die Kategoriengruppe VS umfasst anbaufreie Straßen im Vorfeld und innerhalb bebauter Gebiete und trifft für den Tunnel Rheinuferstraße am ehesten zu. Bei anbaufreien Straßen handelt es sich um Straßen, die an Grundstücke vorbeiführen, ohne dass man sie von ihr aus erreichen kann.

Für eine Neubeurteilung der nötigen Fahrstreifenbreite muss ein Kompromiss zwischen den beiden geltenden Richtlinien gefunden werden, da es sich bei dem betrachteten Fall um einen innerstädtischen Straßentunnel, zugehörig zu einer Bundesstraße, mit einer Planungsgeschwindigkeit von 50 km/h handelt.

In Kapitel 4 der EABT wird der Verkehrsraum „Tunnel“ beschrieben. Grundsätzlich sollen die verkehrlichen Verhältnisse im Tunnel denen der freien Strecke entsprechen und nach RAA, RAL oder RAST ausgebildet werden. Nach EABT darf die Mindestbreite der Notgehwege 1 m nicht unterschreiten und die nutzbare Breite zwischen den Fahrbahnmarkierungen soll mindestens 3,25 m betragen. Abbildung 9 zeigt den Regelquerschnitt 36t, der in der EABT für die aktuelle Querschnittssituation vorgeschlagen wird.

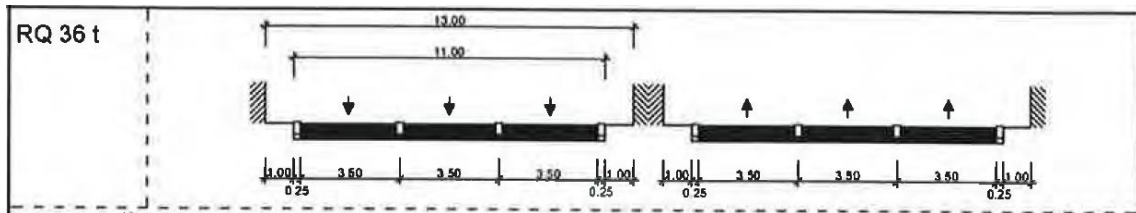


Abbildung 9: Regelquerschnitt 36t gemäß EABT [13]

Abbildung 10 zeigt einen Tunnelquerschnitt mit Seitenstreifen. Dieser entspricht in Ansätzen den Ideen der Ersetzung eines Fahrstreifens durch einen Radfahrstreifen. Beide Abbildungen zeigen ideale Querschnitte für Neubautunnel bei einer Plangeschwindigkeit von 80 bzw. 100 km/h und sollen hier den Vergleich zu einem Idealzustand zeigen.

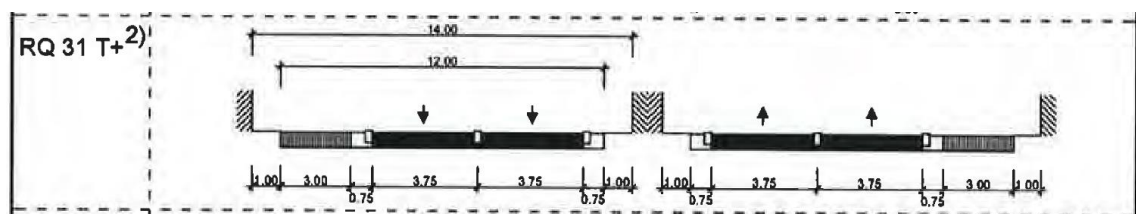


Abbildung 10: Regelquerschnitt RQ 31 T+ gemäß EABT [13]

In Kapitel 6 der RASt werden Entwurfselemente für Fahrbahnen vorgestellt. Für zweistreifige Richtungsfahrbahnen werden Breiten zwischen 5,50 m und 7,00 m vorgeschlagen, in der Regel sind sie 6,50 m breit. Bei einer geringen Häufigkeit von Bus- und Lkw-Verkehr kann die Querschnittsbreite auf 6,00 m abgemindert werden (vgl. Tabelle 8).

Anwendungsbereich	Breite
Regelfall	6,50 m
geringe Häufigkeit Bus- oder Lkw-Verkehr	6,00 m (5,50 m bei geringer Flächenverfügbarkeit)
Bus- oder Lkw-Verkehr dominierend	7,00 m (nur in Fällen, in denen das permanente Nebeneinanderfahren gewährleistet werden soll)

Tabelle 8: Zweistreifige Richtungsfahrbahnen mit Standardbreiten gemäß RASt [14]

Demnach soll im Regelfall nach der EABT und der RASt die Fahrstreifenbreite mind. 3,25 m betragen. Einzig die RASt gibt die Ausnahme, dass die Fahrstreifenbreite bei einer geringen Häufigkeit von Bus- oder Lkw-Verkehr auf 3,0 m reduziert werden darf, bei geringer Flächenverfügbarkeit sogar auf 5,50 m. Bei einer für das Jahr 2020 prognostizierten Verkehrsbelastung von 49.160 Kfz/24h (für beide Fahrtrichtungen) und einem im Jahr 2006 gemessenen Schwerverkehrsanteil von 3,43 % kann nicht grundsätzlich von einer geringen Häufigkeit von Bus- oder Lkw-Verkehr gesprochen werden [16].

Eine Reduzierung beider Fahrstreifenbreiten auf 3,0 m erscheint bei Betrachtung der hohen Verkehrsdichte und der Bedeutung des Tunnels als Hauptverkehrsader nur schwer umsetzbar.

Allerdings wird, gegenüber dem rechten Fahrstreifen, für den linken Fahrstreifen ein geringerer SV-Anteil vermutet. Lediglich im Bereich des Nordportals führen die beiden Linksabbiegefahrstreifen, die in die Straße „Trankgasse“ münden, zu einem lokalen erhöhtem Schwerverkehrsanteil auf dem linken Fahrstreifen. Angesichts der beengten räumlichen Verhältnisse und des benötigten Platzes für den Radfahrstreifen ist eine Lösungsvariante für die Reduzierung der Fahrstreifenbreite zu finden. Es wird vorgeschlagen, die Breite des linken Fahrstreifens auf 3,0 m zu reduzieren, da dies zu den geringsten Einschränkungen führen würde.

Dieser Vorschlag, die Breite des linken Fahrstreifens um 25 cm zu reduzieren, muss verkehrstechnisch noch einmal genauer untersucht und mit der Verkehrsbehörde abgestimmt werden.

4.2 Sicherheitstechnische Einrichtungen

4.2.1 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.

Wie in Abschnitt 3.2.1 beschrieben, verfügt der Tunnel in der Durchfahrtsstrecke über eine symmetrisch angeordnete zweireihige und eine asymmetrische, quer zur Fahrbahn angeordnete Beleuchtung.

Für den kombinierten Regelquerschnitt ergibt sich damit, ein Beleuchtungsband für die beiden PKW-Fahrbahnen sowie ein Leuchtenband für den Radweg. Im Zuge der Nachrüstung sollten die Natriumdampfhochdruck-Entladungslampen durch eine LED-Beleuchtung ersetzt werden, die neben den Anforderungen aus der PKW-Nutzung auch die Beleuchtungsanforderungen für Radfahrer gerecht wird.

4.2.2 Lüftung

Der Tunnel Rheinuferstraße 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-Konzentration und Sichttrübung bei länger andauernden Wartungsarbeiten im Tunnel herangezogen werden [13] (vgl. Tabelle 9).

Verkehrszustand/ Betriebszustand	CO- Konzentration [ppm]	Sichttrübung	
		Extink- tions- koeffizient K [10 ⁻³ m ⁻¹]	Transmission S (Mess- strecke 100 m) [%]
Flüssiger Verkehr 50-100 km/h	70	5	60
Regelmäßig auf- tretender stockender Verkehr oder regel- mäßig Stillstand auf allen Fahrstreifen	70	5	60
Ausnahmsweise stockender Verkehr oder ausnahmsweise Stillstand auf allen Fahrstreifen	100	7	50
Länger andauernde Wartungsarbeiten im Tunnel	30	1	90

Tabelle 9: Bemessungswerte der CO-Konzentration und der Sichttrübung für die Ermittlung des Zuluftbedarfs bei verschiedenen Verkehrs- und Betriebszuständen [13]

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 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/s entlang der Tunnelröhre geführt werden. Es ist davon auszugehen, dass die Richtung der Luftströmung bei einem Brand in einer Röhre nicht verändert wird, sondern nur die Strömungsgeschwindigkeit anzupassen ist. Durch eine Justierung der Sensorik in Verbindung mit einer angepassten Lüftersteuerung können verträgliche Luftsituationen erzeugt werden.

4.2.3 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.

4.2.4 Lärmschutz

Exakte Luftschallimmissionsgrenzwerte für die gemeinsame Nutzung von Verkehr und Radverkehr in einem Tunnel sind bislang in keiner Richtlinie erarbeitet worden. Im Tunnel Rheinuferstraße begünstigen die unbekleideten glatten Seitenwände einen hohen Schallreflektionsgrad. Um die Akzeptanz zur Nutzung des Tunnels für den Radverkehr zu erhöhen, ist der Lärmpegel im Tunnel zu reduzieren.

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

Zur Erarbeitung eines Lösungsansatzes für eine kombinierte Nutzung aus Fahrspuren für Verkehr und Radverkehr muss die ungefähre Aufbaudicke der Lärmschutzverkleidung bekannt

sein. Für den Straßenbereich kommen meist einseitig hochabsorbierende Lärmschutzkassetten aus Aluminium zum Einsatz, die je nach Produkt Luftschallabsorptionswerte von 12 dB erreichen können. Diese Profile besitzen eine Querschnittsbreite von 12,3 cm [25]. Mit einer entsprechenden Befestigungsunterkonstruktion wird ein solches Element die lichte Tunnelbreite um ca. 15 cm reduzieren. Da der Tunnel beidseitig mit einer Lärmschutzverkleidung ausgestattet werden soll, reduziert sich seine lichte Tunnelbreite von 11,05 m auf 10,75 m. Abbildung 11 zeigt exemplarisch ein Lärmschutzpaneel sowie dieses im eingebauten Zustand im Luise-Kiesselbach Tunnel in München.



Abbildung 11: Lärmschutzpaneel und fertiger Einbauzustand im Luise-Kiesselbach Tunnel [21] [26]

Die Lärmschutzwand soll umläufig die gesamte Wand und Decke verkleiden. Für die Fluchtwegkennzeichnung, die Orientierungsbeleuchtung und sämtliche weitere an der Tunnelwand befindlichen Einbauten sind Aussparungen vorzusehen.

Die Wahl des genauen Produkts ist durch einen Lärmschutzgutachten festzulegen.

Im Bereich der Rampen sind bei einigen Blöcken bereits seitlich in den Wänden Lärmschutzelemente eingelassen. Die Querschnittsbreite reduziert sich für Block O109 bis O112 und O 202 bis O206 damit nicht. Ob die alten Lärmschutzelemente dem Stand der Technik entsprechen und über einen ausreichend hohen Luftschallabsorptionswert verfügen, geht aus den vorliegenden Unterlagen nicht hervor und ist im Zuge des Lärmschutzgutachtens zu untersuchen.

4.2.5 Tunnelüberwachung

Der Tunnel Rheinuferstraße wird nach der Sanierung an die Tunnelüberwachungszentrale angeschlossen. Damit ist sichergestellt, dass bei einem Zwischenfall im Tunnel sowohl die Ver-

kehrsteilnehmer 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.

5. Lösungsmöglichkeiten für den Tunnelquerschnitt

In diesem Kapitel wird zunächst der Regelquerschnitt in seinem jetzigen Bestand dargestellt und die in der Sicherheitsbetrachtung erarbeiteten Varianten vorgestellt. Auf der Grundlage der planerischen Vorgaben für die Gestaltung eines einseitigen Zweirichtungsradweges und den bereits erarbeiteten Varianten werden in diesem Kapitel die für den Tunnel Rheinuferstraße möglichen zwei Varianten überarbeitet. Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen werden im Abschnitt 5.5 zusätzlich zwei Alternativvarianten vorgestellt.

5.1 Aktuelle Situation

Die Tunnelgeometrie wurde bereits kurz in Abschnitt 2.3 beschrieben. Die lichte Tunnelbreite beträgt für die Ost- und Weströhre 11,05 m. In seiner aktuellen Funktion besitzt jede Tunnelröhre durchgängig drei Fahrstreifen sowie zwei beidseitig angeordnete Notgehwege. Die Fahrstreifenbreite von 3,25 m entspricht dem Regelmaß, einzig die Notgehwege sind mit einer Breite von 0,65 m zu schmal. Gemäß EABT-80/100 sind Notgehwege mit einer Breite von 1,0 m auszubilden. Die Notgehwege sind in der jetzigen Form durch ein 15 cm hohes Hochbord von der Fahrbahn getrennt. Die Tunnelhöhe beläuft sich auf ca. 4,70 m. Abbildung 12 zeigt den Regelquerschnitt in seinem jetzigen Bestand.

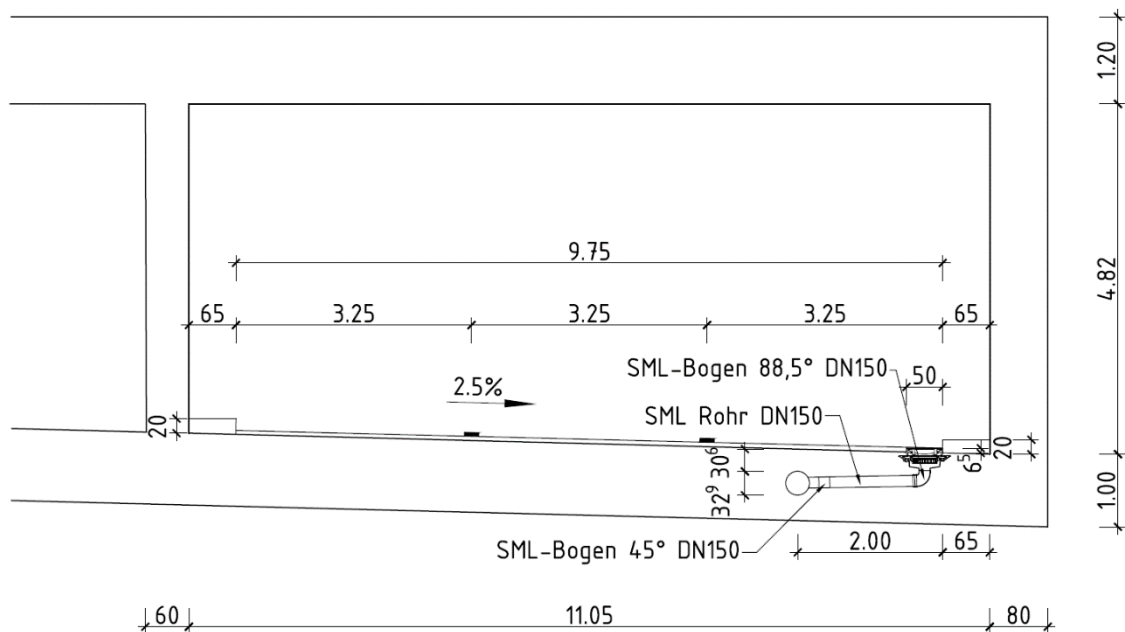


Abbildung 12: Regelquerschnitt jetziger Bestand

5.2 Varianten aus Sicherheitsbetrachtung

In der Sicherheitsbetrachtung wurde bereits herausgestellt, dass konkrete Planungsvorgaben für eine Mischnutzung von PKW-Verkehr und Radverkehr in den Regelwerken der EABT-80/100 und der RABT 2006 nicht enthalten sind. Die Planungskriterien mussten daher im Einzelnen erarbeitet werden. Hierzu wurden in einem ersten Schritt vorhandene Bestandstunnel mit Radverkehr betrachtet. Es konnte festgestellt werden, dass es keine einheitliche Lösung für eine Nutzung im Mischverkehr gibt [18]. Auf Basis der Analyse der Bestandstunnel und der

erforderlichen Regelprofile für Radverkehr aus den Empfehlungen für Radverkehrsanlagen wurden zwei Querschnittsvarianten erarbeitet.

Variante 1 - Radweg mit Hochbord

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 Sicherheitstrennstreifen von 75 cm vorgesehen. Der Radweg wird durch ein Hochbord mit 12 cm Höhe von den zwei Fahrbahnen getrennt. Diese erhalten eine neue Breite von jeweils 3,275 m. An der Mittelwand wird die Breite des Notgehwegs von 65 auf 50 cm reduziert, die Hochbord-Höhe wird auf 3 cm angepasst.

Die Querschnittsabmessungen für Variante 1 sind in Abbildung 13 dargestellt.

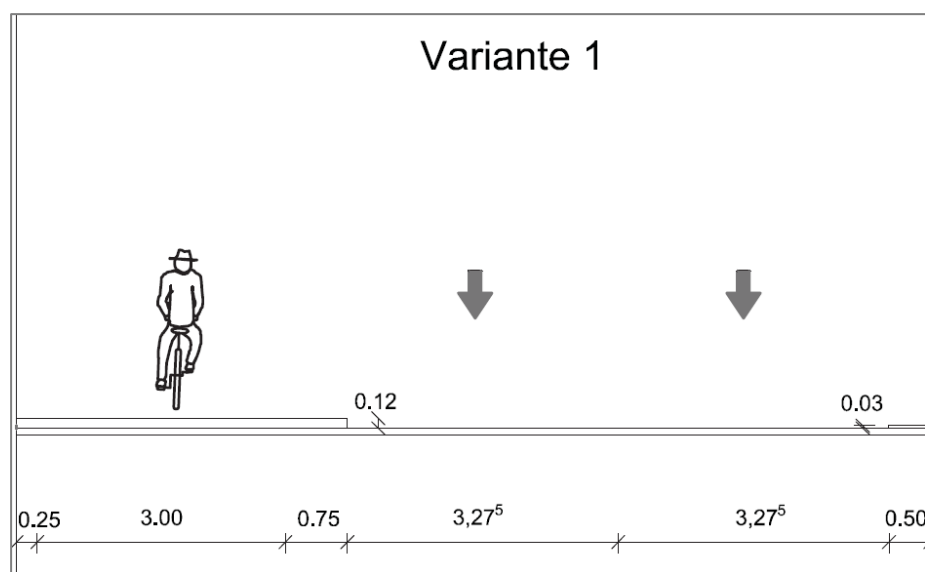


Abbildung 13: Variante 1 – kombinierter Fahrtunnel mit Radfahrstreifen [18]

Variante 2 - Radweg mit Leitwand

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: Der Zweirichtungsradweg wird mit einer Betonleitwand von der Fahrbahn abgetrennt, die genauen Positionen der verschiedenen Fahrstreifen sind der Abbildung 14 zu entnehmen.

Aufgrund der erforderlichen Abmessungen der Betonleitwand sowie der notwendigen Sicherheitsabstände müsste der Radweg von 3,0 m auf 2,50 m reduziert werden. Dieses Maß ist nach ERA nur bei geringen Radverkehrsstärken zulässig. Der 2,50 m breite Radweg erhält beidseitig einen 25 cm breiten Sicherheitsraum.

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

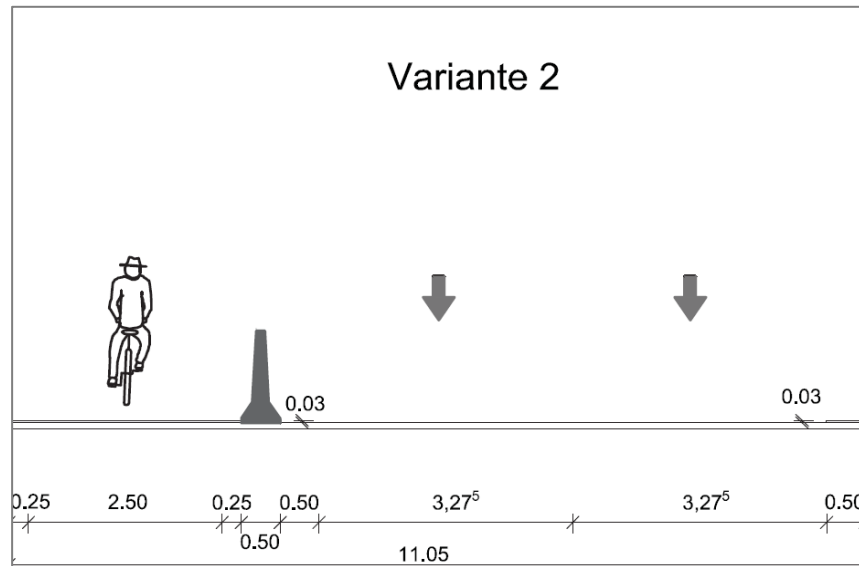


Abbildung 14: Variante 2 – getrennter Fahrraum Straße/Radweg [18]

5.3 Besonderheiten

Die wichtigsten Randbedingungen und Besonderheiten, die für die Ausarbeitung eines überarbeiteten Lösungsansatzes zu beachten sind, werden nachfolgend beschrieben.

5.3.1 Entwässerung

Die Art der Entwässerung und die Lage der Bodeneinläufe sowie der Längsleitung im Tunnelquerschnitt wurden bereits in Abschnitt 3.1.8 beschrieben. Ein Großteil der vorhandenen Bodeneinläufe liegt im Bereich der Tunnelaußenwand und grenzt dort an die Hochborde (vgl. Abbildung 15).

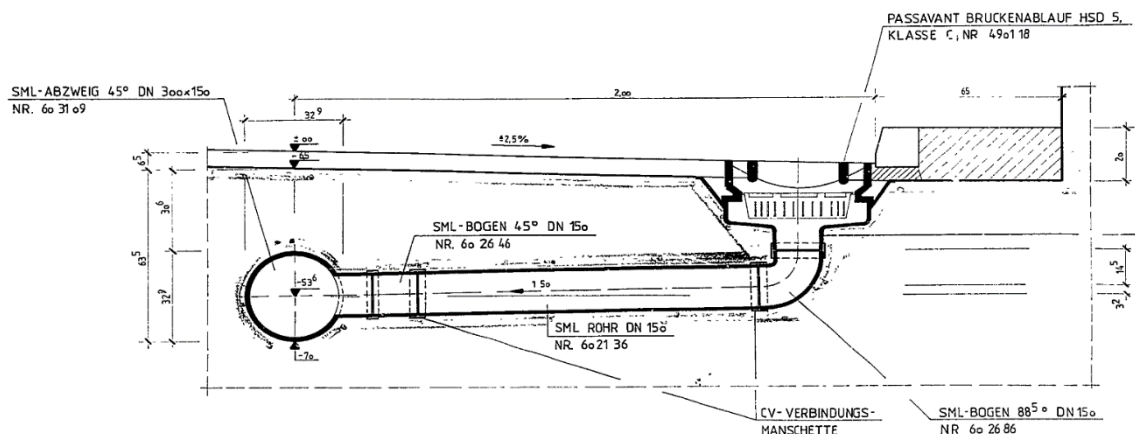


Abbildung 15: Lage des Entwässerungsrohres und der Bodeneinläufe im Querschnitt [3]

Wird für die Oströhre die Situation betrachtet, dass der geplante Radfahrstreifen den Raum des Notweges und des tunneläußeren Fahrstreifens beansprucht, ergibt sich folgender Konflikt:

Durch den Bau des neuen Radfahrstreifens muss der Hochbord in Richtung Tunnelmitte verlegt werden. Dadurch wird das Wasser nicht mehr entlang des ursprünglichen Hochbords geführt und kann nicht in die Bodeneinläufe fließen. In dem Bereich, in der die Bodeneinläufe im Bereich der Tunnelaußenwand liegen, muss die Entwässerung für den Tunnel neu geplant werden.

Hierzu werden zunächst die kritischen Entwässerungsstellen im Längsschnitt aufgezeigt und die Vorgaben für die neu zu entwerfende Entwässerung festgestellt. Anschließend wird die Entwässerung konzeptionell für die neue Querschnittssituation dargestellt.

Tabelle 10 listet die Anzahl der betreffenden Bodeneinläufe und Schachtabdeckungen auf, die im Bereich des zu planenden Radfahrstreifens liegen. Insgesamt müssen für 20 Bodeneinläufe und 16 Schachtabdeckungen Sonderlösungen gefunden werden.

Die Schachtabdeckungen müssen bei einer Erhöhung der Fahrbahn auf das neue Niveau angehoben werden, zusätzlich muss die Zugänglichkeit für den Wartungseinsatz gegeben bleiben. Für die Bodeneinläufe muss eine Lösung gefunden werden, sodass das Wasser aufgrund des hydraulischen Gefälles in die Bodeneinläufe fließen kann. Ebenfalls gilt auch hier, dass die Zugänglichkeit zu den Bodeneinläufen für Wartungszwecke vorhanden bleiben soll.

Im Folgenden wird der Bereich südlich des Querneigungswechsels in O3 als „südlicher Abschnitt“ bezeichnet, der Bereich der nördlich des Querneigungswechsels in O37 liegt als „nördlicher Abschnitt“. Die beiden Abschnitte beschreiben die Bereiche des Tunnels, in denen sich die Bodeneinläufe auf der Seite des zu planenden Radfahrstreifens befinden. Der Bereich O3 bis O37, in denen der tiefliegende Hochbord in Tunnelmitte liegt, wird als „mittlerer Abschnitt“ angesprochen.

Bereich	Bodeneinläufe	Schachtabdeckungen
Südlicher Abschnitt O101 - O3	O103	O103
	O107	O109
	O107	O1
	O112	O1
	O112	O3
Nördlicher Abschnitt O37 - O208	O39	O37
	O42	O42
	O45	O47
	O48	O52
	O51	O56
	O55	O57
	O55	O59
	O202	O59
	O202	O203
	O204	O206
O204	O208	

	O206	
	O206	
	O208	
	O208	
Gesamte Anzahl	20	16

Tabelle 10: Anzahl an Bodeneinläufe und Schachtabdeckung im Bereich der Tunnelaußenwand

Die oberste Maxime bei der Neugestaltung der Entwässerung ist es, die Position der vorhandenen Bodeneinläufe nicht zu verändern. Eine Verlegung der Bodeneinläufe angrenzend zum Hochbord des neu zu erstellenden Radfahrstreifens würde umfangreiche Baumaßnahmen und eine entsprechend lange Tunnelsperrung bedeuten. Es hätte zur Konsequenz, dass die alten Bodeneinläufe mitsamt Anschluss und Verbindungsrohr zurückgebaut und neue Bodeneinläufe eingebaut werden müssten. Zusätzlich müssten sie an das Entwässerungsrohr angeschlossen werden. Abbildung 16 zeigt die Draufsicht des Anschlusses eines Bodeneinlasses an das Entwässerungsrohr in seiner aktuellen Form. Ein Eingriff in die Tunnelsohle, wie sie für eine Umlegung des Bodeneinlasses notwendig wäre, müsste aufgrund der Grundwassersituation genau untersucht werden.

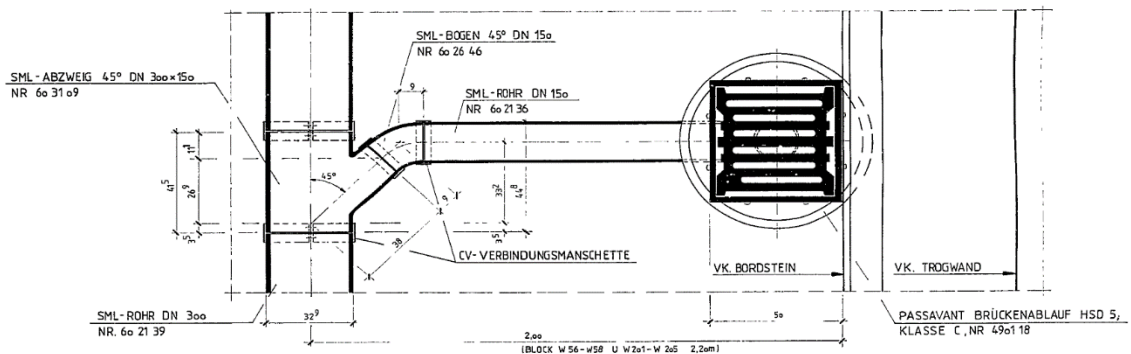


Abbildung 16: Lage des Entwässerungsrohres und der Bodeneinläufe in der Draufsicht [3]

Die in der Sicherheitsbetrachtung ausgearbeiteten Varianten sehen vor, den westlichen Notweg auf 0,5 m zu reduzieren. Im mittleren Abschnitt liegen zehn Bodeneinläufe im Bereich der Tunnelinnenwand, ebenfalls angrenzend an das Hochbord. Auch in diesem Bereich müssten erhebliche Umbaumaßnahmen erfolgen um den ohnehin sehr schmalen Notweg zu reduzieren. Daher wird in dem überarbeiteten Entwurf die Breite des westlichen Notwegs nicht reduziert.

5.3.1.1 Entwurf für neue Querschnittssituation

Das im Bereich der Trogbauwerke und des Tunnels anfallende Wasser soll entlang des neu zu errichteten Hochbords geführt werden. Dieser liegt ca. 4,15 m von der östlichen Tunnelaußenwand entfernt. Die aktuelle Querneigung der Fahrbahn beträgt 2,5 %, was den Vorgaben nach EABT-80/100 entspricht, um das Wasser sicher zu führen. Damit das Wasser auf dem Radfahrstreifen ebenfalls abgeleitet wird und zum tiefliegenden Hochbord fließt wird der Radfahrstreifen auch mit einer Querneigung von 2,5 % ausgebildet. Die Querneigung dieses Fahr-

streifens soll im gesamten Bereich jedoch nicht wechseln, sondern immer in Richtung der Tunnelmitte ausgebildet werden.

Für den südlichen und den nördlichen Abschnitt verläuft die Querneigung der Autofahrstreifen und des Radfahrstreifens somit gegensätzlich zueinander (vgl. Abbildung 17). Abbildung 18 zeigt die Situation für den mittleren Abschnitt, wo der tiefergelegene Fahrbahnrand tunnelmittig liegt und das anfallende Wasser hierhin geleitet werden muss.

Die Variante 1 sieht vor, einen 12 cm hohen Hochbord auf die 6,5 cm starke Fahrbahndecke auszubilden. Im nördlichen und südlichen Abschnitt nimmt der zusätzliche Fahrbahnaufbau zur Tunnelaußenwand auf ca. 32,75 cm zu, um die ursprüngliche Querneigung von 2,5 % auf -2,5 % zu ändern (vgl. Abbildung 17). Im mittleren Abschnitt bleibt die zusätzliche Aufbauhöhe konstant bei 12,0 cm (vgl. Abbildung 18).

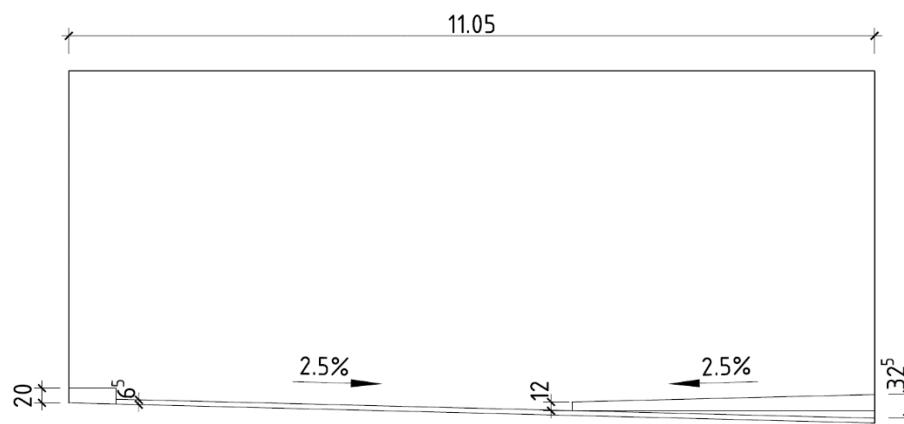


Abbildung 17: Querschnittssituation im südlichen und nördlichen Abschnitt

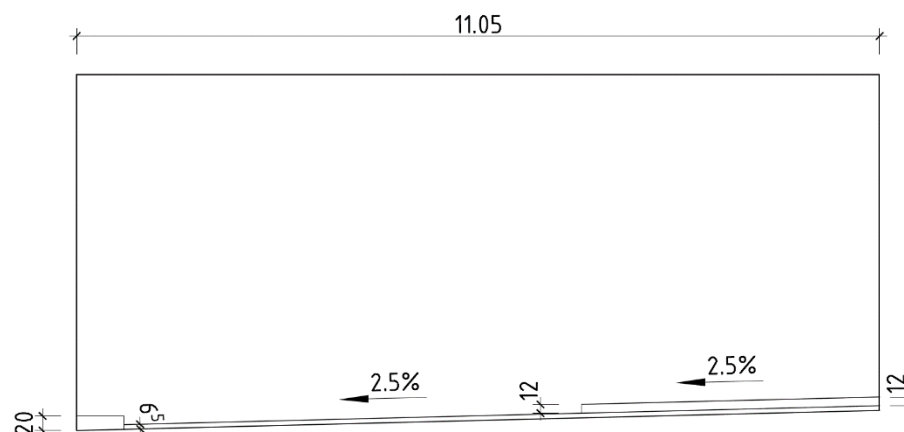


Abbildung 18: Querschnittssituation für mittleren Abschnitt

5.3.1.2 Entwurf für Zulauf zu Bodeneinläufen

In den Abschnitten, in denen das Wasser am östlichen Hochbord geführt wird, kann es nicht in die Bodeneinläufe fließen. Hier wird folgender Lösungsvorschlag gegeben:

Das Wasser, welches entlang des Hochbords geführt wird, soll über eine Querrinne zu den, unter der Fahrbahndecke des Radfahrstreifens liegenden Bodeneinläufe geführt werden. Die Querrinne wird auf dem Niveau der früheren Fahrbahndecke liegen, sodass hier keine Bau-maßnahmen erforderlich werden. Das Wasser kann aufgrund der nicht geänderten Neigung der Fahrbahndecke, wie bisher in den Bodeneinlauf fließen. Die Querrinne besitzt eine Länge von 3,00 m und weitet sich vertikal von 12 cm auf 27 cm auf (vgl. Abbildung 19). Da der Bodeneinlass eine Länge von 0,50 m besitzt, wird die Querrinne mit dieser Breite daran angeschlossen.

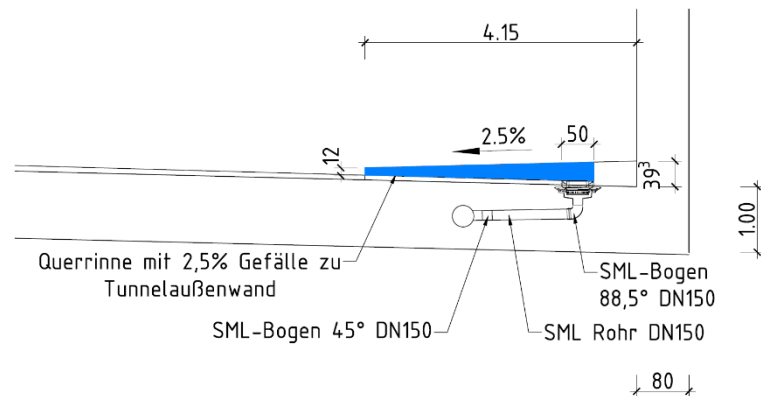


Abbildung 19: Detail Entwässerung — Variante 1

Für Variante 2 müssen zusätzlich Aussparungen in der Betonleitwand vorgesehen werden, damit das Schlepp- und Regenwasser des Radfahrstreifens in Richtung Tunnelmitte fließen kann (vgl. Abbildung 20).

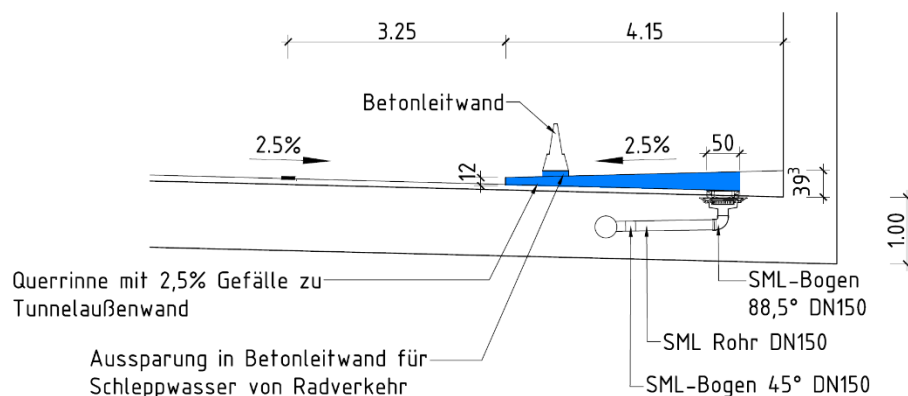


Abbildung 20: Detail Entwässerung — Variante 2

Besonderheit der Ausbildung der Querrinne

Im Bereich der südlichen und nördlichen Rampe führt der Niederschlag zu hohen abzuführenden Wassermengen. Speziell im Bereich der nördlichen Rampe, wo die Längsneigung bis zu 7 % beträgt, reicht die Querneigung nicht aus, um das Wasser in die Querrinne zu leiten. Ein Großteil des Wassers würde seitlich an der Querrinne vorbeifließen und könnte nicht abgeführt werden. Daher wird vorgeschlagen, den Zulauf auf eine Länge von 2 m zu vergrößern

und eine Einschrägung herzustellen (vgl. Abbildung 21). Das Wasser wird entlang des Hochbords geführt und fließt auf einer Länge von 2 m in die Einschrägung, bevor es in die eigentliche Querrinne fließt. Vorgeschlagen wird eine Querrinne mit einer Breite von 0,50 m, die sich in der Einschrägung auf 2,00 m aufweitet.

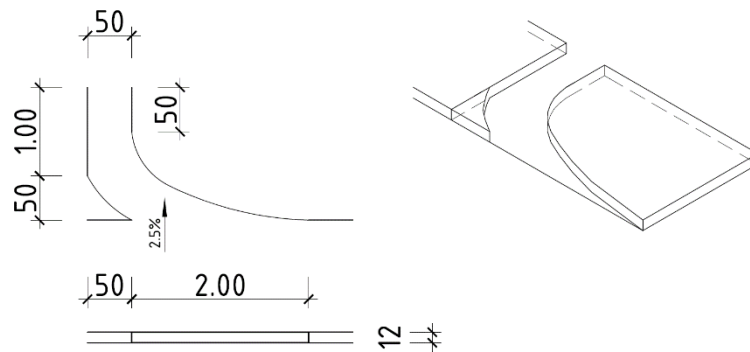


Abbildung 21: Darstellung der Querrinne (Draufsicht, Vorderansicht und Projektion)

Die Zugänglichkeit zu den Bodeneinläufen und den Entwässerungsschächten muss für Wartungszwecke weiterhin bestehen bleiben. Wie beschrieben, sollen die in der Achse des Entwässerungsrohres liegende Schächte auf das Niveau des neuen Radfahrstreifens erhöht werden. Oberhalb der Bodeneinläufe sollen auf Fahrbahnniveau ebenfalls Schachtabdeckungen eingebaut werden. Vorgeschlagen werden geschlossene, geriffelte Schachtabdeckungen in rechteckiger Form.

Besonderheit für Variante 2

Für die Höherlegung der Schachtabdeckungen, ergeben sich für Variante 2 folgende Besonderheiten. Im Bereich des Blocks 59 sind zwei rechteckige Schachtabdeckungen angeordnet, die im Gegensatz zu den übrigen runden Schachtabdeckungen größere Maße besitzen und sich weiter im Tunnelinneren befinden (vgl. Abbildung 22). Sie besitzen eine Länge von 1,85 m und liegen im Bereich von 1,65 m bis 3,50 m zur Tunnelaußenwand. Eine ähnliche Situation liegt im Block O1 vor, auch hier liegen diese beschriebenen zwei Schachtabdeckungen. In O3 liegen sie in einem Bereich von 1,45 m bis 3,30 m zur Tunnelaußenwand. Die Betonleitwand soll mit einer Breite von 0,39 m ausgebildet werden und im Bereich von 3,26 bis 3,65 m zur Tunnelaußenwand liegen. Die Position der Schächte führt bei der Trennung des Radverkehrs und des Verkehrs mittels Betonleitwände dazu, dass die Betonleitwände auf der Schachtabdeckung angebracht werden müssten (vgl. Abbildung 23 und Abbildung 24). Es wäre somit keine Zugänglichkeit zum Schacht möglich um eventuelle Wartungsarbeiten durchzuführen. Da sowohl die Position und Größe des Schachtes, als auch die Lage der Betonleitwand fix sind, müssen in diesem Bereich für die Betonleitwände Sonderkonstruktionen gefunden werden. Es wird vorgeschlagen, in dem Bereich Leiteinrichtungen aus Stahl zu verwenden, die mit der Fahrbahn verschraubt werden. Aufgrund des, gegenüber der Betonleitwand geringeren Gewichtes können diese bei anstehenden Wartungsarbeiten leichter zurückgebaut werden.



Abbildung 22: Aufnahme der Schächte 52 und 53 im Tunnel

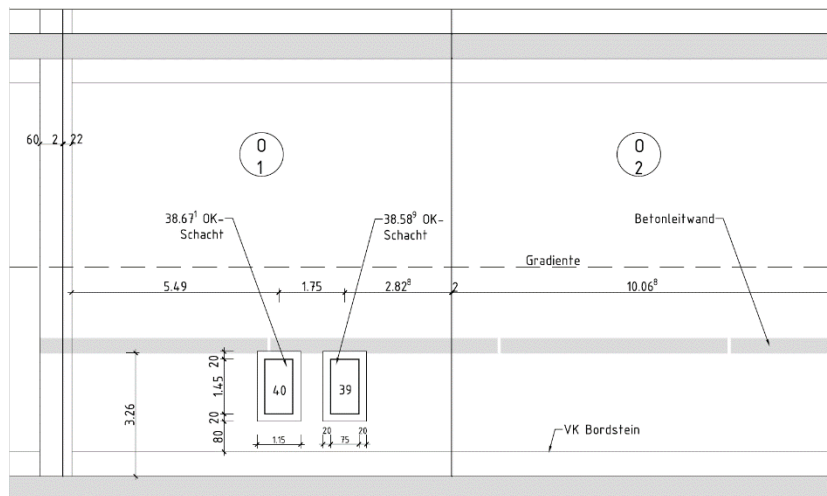


Abbildung 23: Überschneidung Schacht und Betonleitwand in O1 [8]

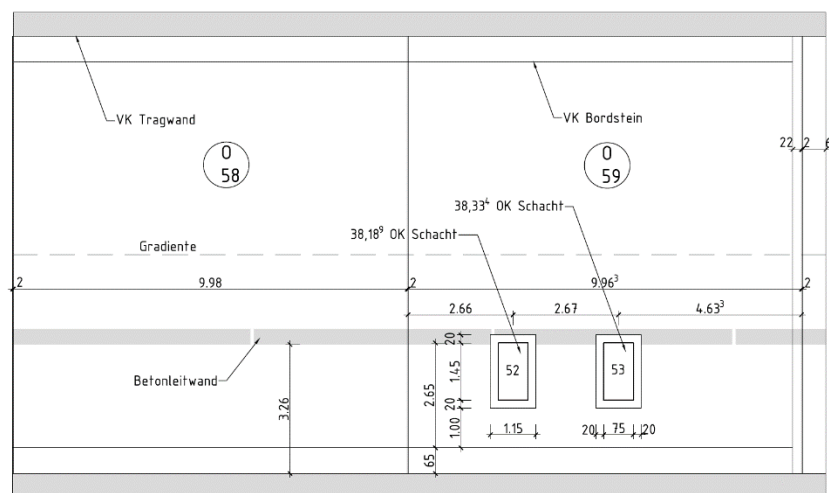


Abbildung 24: Überschneidung Schacht und Betonleitwand in O59 [9]

Die Situation für fünf runde Schachtabdeckungen (O56/O57/O203/O206/O208) muss ebenfalls kritisch betrachtet werden, da hier der Abstand zwischen Schacht und Betonleitwand ge-

ring ist (6 cm). Es ergibt sich damit bei einer baulichen Abgrenzung mittels Betonleitwand ein erheblicher Mehraufwand.

5.3.2 Hochwasserschutzmaßnahmen

Das Hochwasserschutzkonzept der Stadt Köln besteht aus umfangreichen baulichen Hochwasserschutzmaßnahmen. Beim Tunnel Rheinuferstraße wurden zwei Maßnahmen umgesetzt.

Bei Hochwasser werden die vier Tunnel-Zufahrtsöffnungen durch Hochwasserschutz Tore verschlossen. Die insgesamt acht Tore sind jeweils rechts und links an den Portaleinfahrten in der Wand eingelassen (vgl. Abbildung 25). Die Schließung des Tunnels muss bis zu einem Rheinwasserstand von 9,80 m Kölner Pegel (KP) erfolgt sein, so dass der Tunnel auf jeden Fall bei der Flutung der Fahrbahnen ab 10,00 m KP verschlossen ist. Einmal jährlich wird nachts der Tunnel voll gesperrt und es werden Inspektions- und Wartungsarbeiten sowie Funktionskontrollen an den Toren durchgeführt [28]. Tabelle 11 listet die Hochwasserstände > 9,80 m KP seit 1981 auf, die demnach zu einer notwendigen Schließung der Tore geführt haben mussten.



Abbildung 25: Hochwasserschutztor im Bereich der südlichen Rampe

Jahr	Wasserstand [m KP]
1983	9,81
1983	9,96
1988	9,95
1993	10,63
1995	10,69

Tabelle 11: Hochwasserstände > 9,80 m KP seit 1981 [29]

Zusätzlich besteht für die Stadt Köln die Möglichkeit, im Bereich der Rampen mobile Hochwasserschutzzelemente aufzustellen (vgl. Abbildung 26, Abbildung 27). Diese sollen das Hochwasser/Grundwasser zwischen den Hochwasserschutztoeren und den mobilen Hochwasserschutzwänden halten. Der Aufbau des „Querschotts Rheinufertunnel Süd“ erfolgt ab einem Pegel von 9,50 m KP und soll bis zu einem Pegel von 9,80 m KP aufgebaut sein. Das „Querschott Rheinufertunnel Nord“ wird ab einem Pegel von 9,45 m KP aufgebaut. Für die Wände werden bis zu 3 m hohe Stützen über Fundamente im Untergrund verankert. Ankerplatten sind in die Fundamente eingelassen, die mit Bolzen-, Schraubsysteme mit den Stützen verbunden werden können. Zwischen den Stützen werden im Notfall Dammbalken eingelegt. Mit dieser Maßnahme lassen sich Bemessungshochwasser von 11,30 m KP bewältigen.



Abbildung 26: Mobile Wand „Querschott Rheinufertunnel Süd“ [5]



Abbildung 27: Mobile Wand „Querschott Rheinufertunnel Nord“ [4]

5.3.2.1 Notwendige Umbaumaßnahmen

Die beschriebenen Hochwasserschutzmaßnahmen müssen durch den geplanten Radfahrstreifen in einigen Bereichen umgebaut werden. Für die beiden in der östlichen Tunnelaußenwand eingelassenen Hochwasserschutz Tore, die im Bereich des geplanten Radfahrstreifens liegen, muss eine Lösung gefunden werden, dass ihre Funktionsweise weiterhin bestehen bleibt. Aufgrund der geänderten Entwässerung soll die Fahrbahndecke im Bereich der Tunnelaußenwand um bis zu 32,75 cm erhöht werden. Der aktuelle Hochbord besitzt eine Höhe von 15 cm, sodass die Fahrbahn ca. 17,75 cm höher liegen wird als der aktuelle Hochbord. Wie in Abbildung 25 zu erkennen ist, ließe sich damit das Tor am Südportal nicht mehr schließen. Auch am Nordportal ist die Höhe zwischen Tor und Hochbord ähnlich, sodass hier das Tor ebenfalls nicht mehr geschlossen werden könnte.

Schließen der Hochwasserschutz Tore

Grundsätzlich sind zwei Lösungen möglich: Entweder muss das Hochwasserschutztor erhöht werden oder der Radfahrstreifen abgeflacht werden. Eine Erhöhung des Hochwasserschutztors würde bedeuten, dass der obere Schwenkarm ausgetauscht werden müsste. Auch müsste der untere Schwenkarm, in dem der Hydraulikzylinder zum Anheben des Tores sitzt, mitsamt Hydraulikzylinder ausgetauscht werden. Die neuen Komponenten müssten um die geforderte Höhe vergrößert und eingebaut werden. Zusätzlich müsste die Wandeinhausung erhöht werden. Insgesamt bedeutet das sehr umfangreiche Arbeiten.

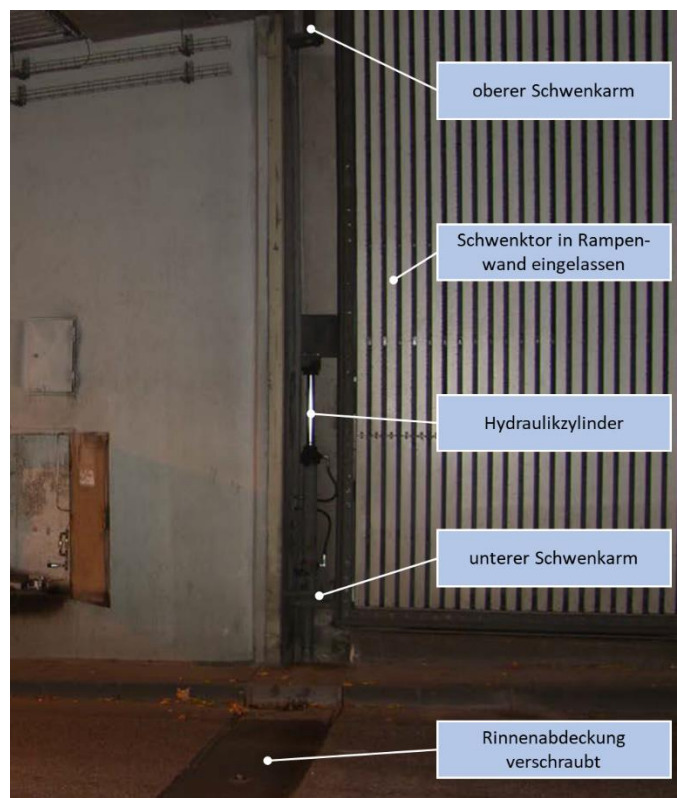


Abbildung 28: schwenkbares Hochwasserschutztor [6]

Die sinnvollere Variante stellt die Abflachung des Radfahrstreifens dar. Sowohl beim südlichen als auch beim nördlichen Tor ist die Längsneigung größer als die Querneigung. Das bedeutet, dass je weiter das Tor geschlossen wird, der Abstand zwischen Fahrbahn und Unterkante Tor immer größer wird. Dies hat zur Folge, dass der kritische Punkt, welcher das Schließen des Tores einschränkt am oberen Ende der Einhausung liegt (vgl. Abbildung 29). Damit die Funktion der Entwässerung erhalten bleibt, soll die Querneigung im Bereich der Tore möglichst in Richtung Tunnelmitte ausgebildet werden. Entweder kann in diesem Bereich der Hochbord abgeflacht werden oder eine Aussparung im Fahrbahnaufbau im Bereich der Tunnelaußenwand hergestellt werden.

Im Bereich des südlichen Tores liegt die Querneigung der ursprünglichen Fahrbahn bei 1,1 % zur Tunnelaußenwand und es befinden sich in unmittelbarer Nähe zwei Bodeneinläufe. Da die Querrinne eine Höhe von 12 cm besitzen soll, kann der Hochbord hier nicht abgesenkt werden. Es wird vorgeschlagen, auf einer Länge von 2,2 m und einer Breite von 1,1 m eine Aussparung von 5 cm Höhe in den Beton vorzusehen (vgl. Abbildung 29). In diese Aussparung würde ein Kunststoffelement eingesetzt werden, das selbst eine Längsneigung von 2,5 % besitzt (vgl. Abbildung 30). Auf dieser Weise könnte im Bereich des südlichen Hochwasserschuttores die Querneigung von 1,1 % zur Tunnelaußenwand auf 0,59 % zur Tunnelmitte geändert werden. Das Tor ließe sich nach dem Entfernen des herausnehmbaren Elements öffnen. Auch wenn keine große Querneigung im Bereich des Radfahrstreifens vorliegt, wird das Wasser aufgrund der hohen Längsneigung von 4,8 % ausreichend abfließen.

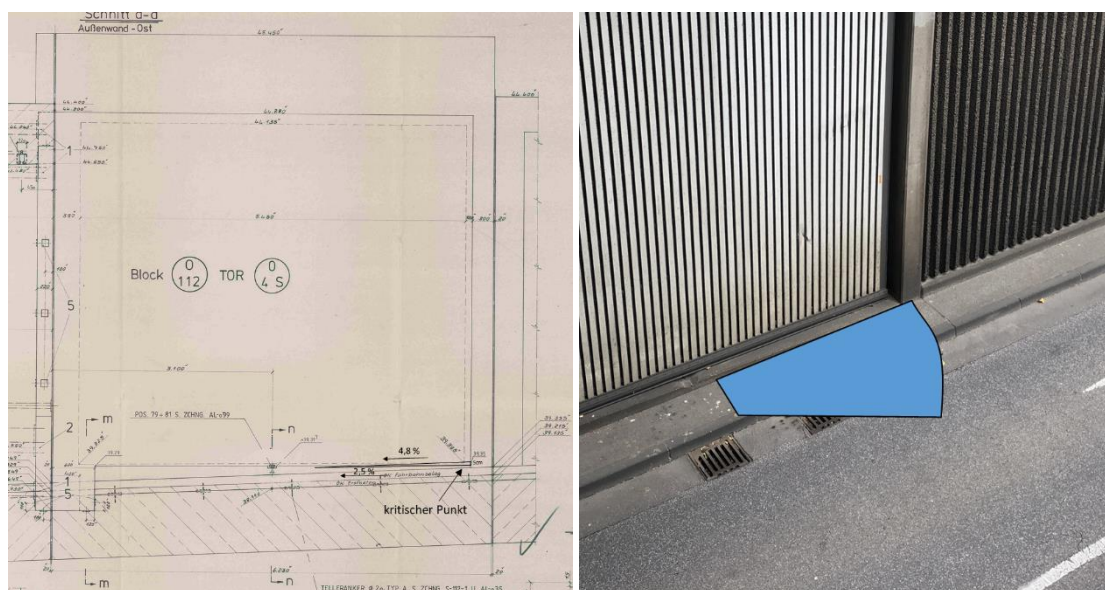


Abbildung 29: Lage des kritischen Punktes (links) und Aussparung im Bereich des südlichen Hochwasserschuttores in Ansicht und Draufsicht (links und rechts) [7]

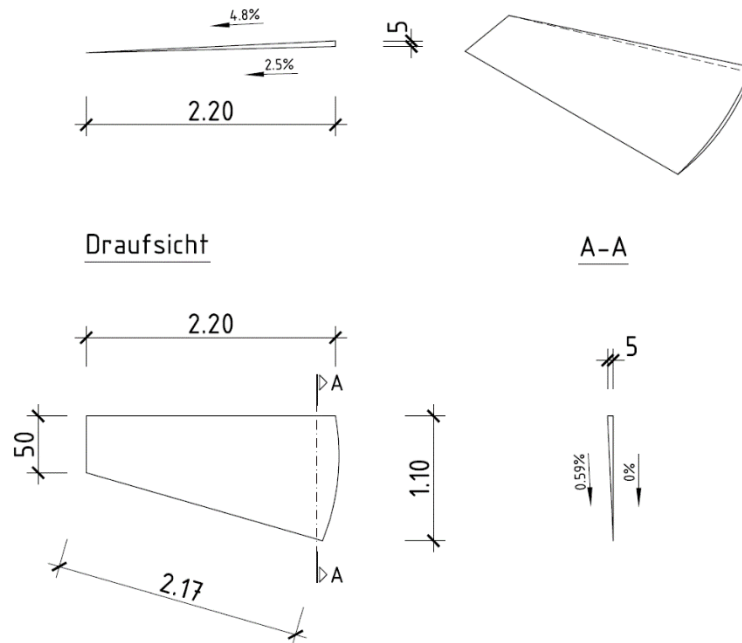


Abbildung 30: Mögliche Ausbildung des Bauteils

Im Bereich des nördlichen Tores wird vorgeschlagen, die Höhe des geplanten Hochbords auf eine Länge von ca. 10 m sukzessive auf 5 cm zu verringern. Aufgrund der geringen Hochbordhöhe kann für den Radfahrstreifen eine Querneigung von 0,29 % zur Tunnelaußenwand ausgebildet werden. Zum Vergleich: In der jetzigen Situation liegt ein Querneigung von 2,5 % vor. Es würde vor und hinter dem Tor ein leichter Querneigungswechsel bestehen. Das Wasser fließt aufgrund der Längsneigung von 6,2 % ausreichend ab und wird im weiteren Verlauf wieder in Richtung Tunnelmitte geführt.

Rolling-Port System für Variante 2

Ebenfalls verhindert die bauliche Abgrenzung, die in Variante 2 vorgesehen wird, ein Schließen des Hochwasserschutztors. Um eine 5 - 6 m lange Fehlstelle in der Betonleitwand zu verhindern, wird vorgeschlagen, in diesem Bereich ebenfalls verschraubbare Leiteinrichtungen aus Stahl zu verwenden. Im Falle einer notwendigen Schließung der Hochwasserschutztore müssten die Leiteinrichtungen rechtzeitig demontiert werden. Aufgrund des zusätzlichen Mehraufwands bei der Schließung der Tore, muss Vorlaufzeit erhöht werden.

Mobile Hochwasserschutzelemente

Für die mobilen Hochwasserschutzelemente muss ebenfalls eine Lösung gefunden werden. Die Erhöhung der Fahrbahn führt dazu, dass die im Bereich des neu geplanten Radfahrstreifens liegenden Ankerplatten auf Fahrbahnniveau angehoben werden müssen. Hier muss das Fundament aufgestemmt, die Ankerplatten entfernt und ein neues Fundament gegossen werden, in dem die neuen Ankerplatten eingebracht werden können. Um den Höhenunterschied zwischen Hochbord und Fahrbahn zu berücksichtigen, muss bei diesem System in horizontaler Richtung zwischen Ankerplatte und dem Übergang Hochbord/Fahrbahn eine leicht herausnehmbare Abdeckung installiert sein. Diese wird im Falle eines Hochwassers entfernt und der Dammbalken kann zwischen den beiden Ankerplatten auf Fahrbahnniveau eingelegt werden.

Die Verlegung des Hochbords macht diese Arbeiten notwendig. Die beschriebenen Umbaumaßnahmen müssen sowohl an der Nord- als auch an der Südseite des Tunnels erfolgen.

5.3.3 Löschwasserentnahmestellen

Wie bereits in Abschnitt 3.1.9 beschrieben, sind in der Oströhre drei Löschwasserentnahmestellen an der Tunnelaußenwand angebracht. Für Variante 2 muss erneut eine Sonderlösung gefunden werden. Um den Rettungskräften die Zugänglichkeit zu den Einspeisungspunkten zu gewährleisten, werden auf Höhe der drei Entnahmestellen sogenannte Rolling-Port-Systeme mit erleichterter Öffnung in der Betonleitwand angeordnet. Dieses System kann in ein bestehendes temporärereres Schutzsystem eingebaut werden. Das System verfügt über eine erleichterte Bedienung, die es ermöglicht, dass sich das Tor durch Betätigen eines leichtgängigen Hebels automatisch öffnet. Es soll eine Mindestöffnungslänge von 1 m aufweisen, sodass gewährleistet werden kann, dass die Einsatzkräfte im Notfall ungehindert die Löschwasserentnahmestelle erreichen können. Voraussetzung für den Einbau dieses Systems ist allerdings ein ebener Untergrund und eine geeignete Verbindung von Rolling-Port zu Betonleitwand. Abbildung 31 zeigt das Rolling-Port System vom Hersteller METON.



Abbildung 31: METON Rolling-Port [27]

5.3.4 Kabelziehschächte

Im Kappenbeton der vier Notgehwege liegen jeweils drei PVC-Leerrohre. Zum Zeitpunkt des Baus des Tunnels war ein DN-50 Rohr für die Kabelführung des Notrufs und ein DN-50 Rohr für die Kabel der CO-Anlage vorgesehen. Ein DN-100 Rohr stand während Reinigungsarbeiten im Tunnel für die Wasserversorgung zur Verfügung. Nach Informationen der Stadt Köln werden die Leerrohre seit geraumer nicht mehr benutzt. Insgesamt sind 17 Kabelziehschächte im östlichen Notgehweg eingelassen, um etwaige Kabel durch die Leerrohre ziehen zu können. Die geplante Erhöhung des Notgehwegs bei Variante 1 und 2 macht die Höherlegung der 17 Kabelziehschächte notwendig. Die beschriebenen Ziehschächte haben eine Länge von 75 cm, eine Breite von 30 cm und eine Tiefe von 20 cm (vgl. Abbildung 32). Die Schachtabdeckung ist etwas größer als der eigentliche Schacht selbst. Ob eine aufwendige Erhöhung der Kabelziehschächte, aufgrund der Nichtbenutzung der Leerrohre, sinnvoll ist, muss unter Einbeziehung der Entscheidung einer zukünftigen Nutzung der Leerrohre entschieden werden.

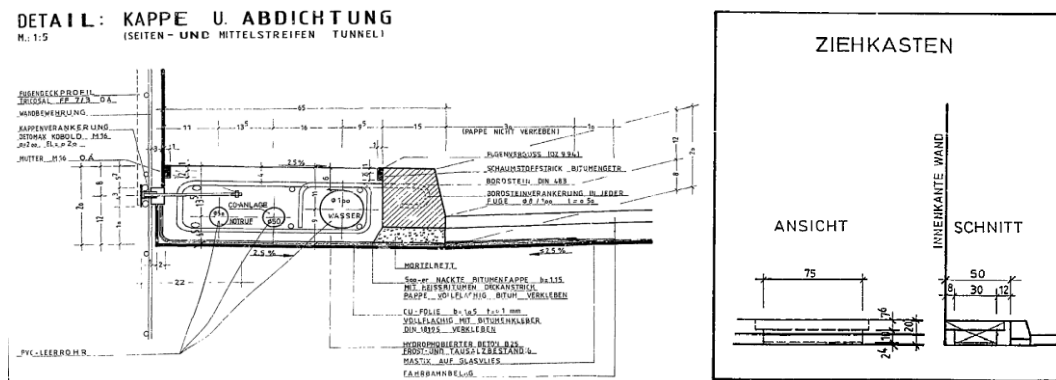


Abbildung 32: Leerrohre in Kapfenbeton (links) Kabelziehkasten (rechts)

5.3.5 Notausgänge

Im Bereich der Notausgänge sorgt bei Variante 2 die Betonleitwand für Einschränkungen in der Rettung der Personen. In Brandsituationen können flüchtende Radfahrer mit leichten Bewegungseinschränkungen nicht problemlos in die gegenüberliegende Röhre gelangen. Sie müssten vom Fahrrad absteigen, dieses auf dem Radweg zurücklassen, die Betonleitwand übersteigen und die Fahrbahn überqueren um durch den Notausgang zu flüchten. Da nicht jeder Radfahrer die 0,65 m hohe Betonleitwand mühelos überwinden kann, wird auf Höhe der vier Notausgänge die Betonleitwand auf einer Länge von 1-2 m durch eine Rolling-Port System mit erleichterter Öffnung unterbrochen. Bei so kurzen Öffnungslängen kann das System durch das alleinige Betätigen eines Hebels bedient werden.

5.4 Überarbeitete Lösungsansätze unter Einbeziehung aller Randbedingungen

In diesem Abschnitt werden die vorgeschlagenen Varianten hinsichtlich den neu herausgearbeiteten Randbedingungen überarbeitet und eine neue Querschnittsaufteilung vorgestellt.

Variante 1 – Radweg mit Hochbord

Für die Lärmschutzwand werden beidseitig 15 cm Platz vorgesehen. Der westliche Notgehweg bleibt in Breite und Position unverändert, jedoch reduziert sich die nutzbare Breite aufgrund der Lärmschutzwand auf 50 cm. Die Fahrbahn muss aufgrund des notwendigen Platzbedarfes für den Radfahrstreifen reduziert werden. Aufgrund der geringeren Schwerverkehrsbelastung auf dem linken Fahrstreifen erscheint eine Reduzierung der Breite um 25 cm vertretbar. Hierdurch lässt sich der Sicherheitstrennstreifen mit der notwendigen Breite von 0,75 m und der einseitige Zweirichtungsradweg mit dem Regemaß von 3,0 m ausbilden (Abbildung 33). Zur Lärmschutzwand wird ein Sicherheitsraum von 25 cm vorgesehen. Es wurde sich für eine Auslegung des Radfahrstreifens auf 3,0 m auf Kosten der linken Fahrstreifenbreite entschieden. Begründet wird dies, da der Tunnel speziell in der nördlichen Rampe über lange Steigungsstrecken verfügt. Nach ERA soll der Radfahrstreifen in solchen Fällen sogar breiter als mit Regemaß ausgeführt werden.

Der fehlende Notgehweg auf der östlichen Seite soll durch den breiten Radfahrstreifen kompensiert werden. Die sich rettenden Tunnelnutzer können zusammen mit dem Radverkehr auf dem Radverkehrstreifen flüchten.

Die Besonderheiten, die für diese Variante bzgl. der Entwässerung und den Hochwasserschutzeinrichtungen getroffen werden müssen, wurden bereits in den jeweiligen Kapiteln vorgestellt.

Diese Variante stellt einen guten Kompromiss zwischen den beiden Verkehrsteilnehmern Fahrradfahrer und Autofahrer dar.

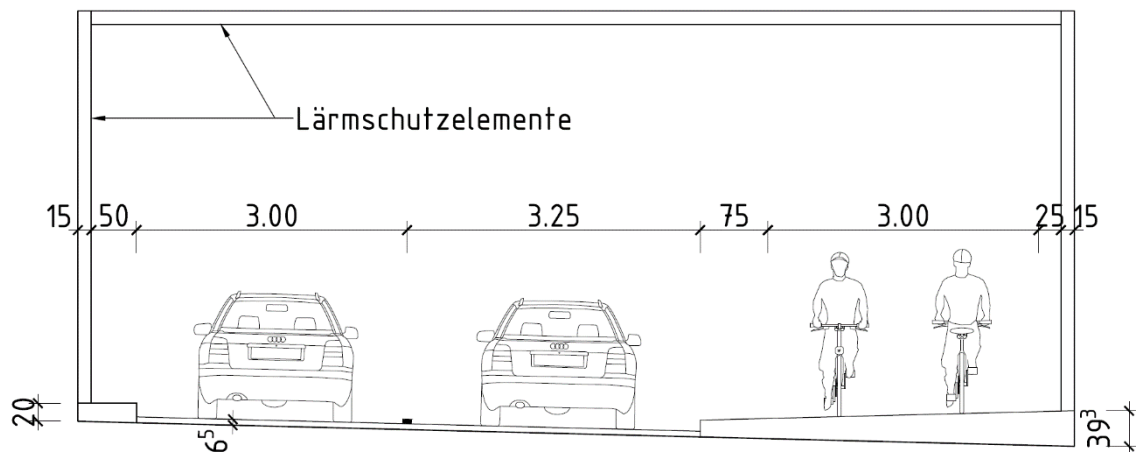


Abbildung 33: überarbeiteter Querschnittsentwurf für Variante 1

Variante 2 – Radweg mit Leitwand

Ähnlich wie bei Variante 1 wird für Variante 2 beidseitig eine 15 cm starke Lärmschutzwand angeordnet und der westliche Notweg nicht verändert (Abbildung 34). Auch die Aufteilung der Breite der beiden Fahrstreifen ist analog. Die 4,15 m breite östliche Fahrbahn wird jedoch anders genutzt. An den 50 cm breiten Notweg soll eine Betonleitwand anschließen, die den Autoverkehr von dem Fahrradverkehr trennt. Eine solche bauliche Trennung ist nach RPS erst ab einer Richtgeschwindigkeit von 60 km/h notwendig, wird in dieser Variante jedoch vorgestellt, um ein höheres Sicherheitsniveau zu erreichen. Vorgeschlagen wird das Rückhaltesystem Deltabloc DB 65 S, das sich aufgrund seiner geringen Systembreite von nur 39 cm gut eignet. Aufgrund seines Wirkungsbereichs kann eine Aufhaltestufe von bis zu H1 erreicht werden. Diese wäre nach RPS ab einer Richtfahrgeschwindigkeit von 60 km/h notwendig. Zur Lärmschutzwand wird ein Sicherheitsraum von 25 cm vorgesehen, sodass für den Radfahrstreifen eine lichte Breite von 2,61 m übrig bleibt. Nach ERA soll ein einseitiger Zweirichtungsradweg bei geringer Radverkehrsstärke mit einer Breite von 2,50 m ausgebildet werden. Über die Höhe des Radverkehrs liegen keine Angaben vor, jedoch wird aufgrund der Lage des Tunnels von einem erhöhten Radverkehr ausgegangen.

In der Sicherheitsbetrachtung wurde für Variante 2 eine Höhe des östlichen Hochbords von 3 cm vorgeschlagen, um den Richtlinien nach EABT zu entsprechen. Aufgrund der in Abschnitt 5.3.1 beschriebenen Entwässerungsproblematik wird für die überarbeitete Variante eine Höhe von 12 cm vorgeschlagen.

Insgesamt stellt die Variante 2 gegenüber Variante 1 ein höheres Sicherheitsniveau für den Radfahrer dar, kann allerdings aufgrund der kleineren Radwegbreite nur eine geringe Radverkehrsstärke aufnehmen.

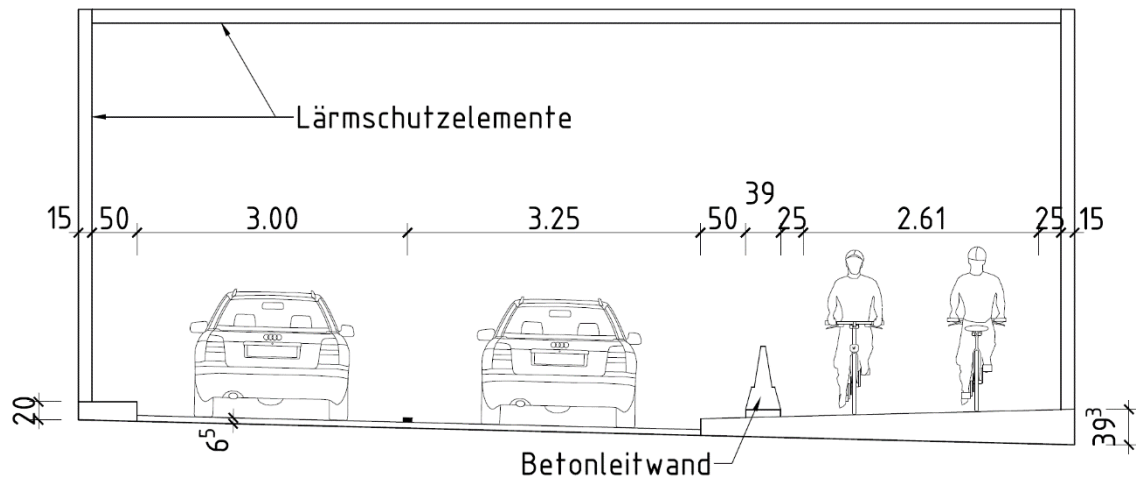


Abbildung 34: überarbeiteter Querschnittsentwurf für Variante 2

5.5 Alternativvarianten

Die beiden vorgestellten Varianten zeigen, dass zur Umsetzung der Maßnahmen umfangreiche Arbeiten erforderlich sind. Speziell die Höherlegung des Radfahrstreifens erfordert eine hohe Anzahl an Eingriffen und Sonderlösungen in der Entwässerung und den Hochwasserschutzmaßnahmen. Zur Umsetzung einer der vorgeschlagenen Varianten müssten Teile der Oströhre des Tunnels für eine relativ lange Zeit gesperrt werden.

Um die Kosten und den Zeitraum der Tunnelsperrung zu verkürzen, werden in den folgenden zwei Abschnitten zwei weitere Varianten vorgestellt. Beide Varianten sehen vor, die Fahrbahn des Radfahrstreifens nicht zu erhöhen, sodass eine geringere Anzahl an Arbeiten durchgeführt werden muss.

5.5.1 Alternativvariante 1 – Radweg auf Fahrbahn ohne bauliche Änderungen

In dieser Variante soll der Radfahrstreifen auf dem ursprünglichen Fahrbahnniveau geführt werden. Der östliche Notgehweg soll, wie auch der westliche Notgehweg bestehen bleiben. Hierdurch kann die Entwässerung vollständig erhalten bleiben und das Wasser wird wie bislang entlang der bestehenden Hochborde geführt.

Der Radfahrstreifen wird als „Protected Bike Lane“ ausgeführt, bei der die Trennung zwischen Radfahrstreifen und Autofahrstreifen durch so genannte Erhöhungselemente erfolgt. Diese Erhöhungselemente sind aus massivem Kunststoff und besitzen eine Breite und Höhe von ca. 15 cm. Sie sind kraftschlüssig miteinander verbunden und sind zusätzlich im Asphalt verankert. Zur besseren Sichtbarkeit sind sie abwechselnd rot und weiß kunststoffbeschichtet. Auf den Elementen sind Glaskugelreflektoren integriert, die für eine bessere Sichtbarkeit sorgen. Zusätzlich könnten Baken auf jedem vierten Element montiert werden, um die Sichtbarkeit weiter zu vergrößern (vgl. Abbildung 35).



Abbildung 35: Protected Bike Lane in Wiesbaden [22] [23]

Zur Erhöhung der Sicherheit der Radfahrer soll der Radfahrstreifen zusätzlich farblich hervorgehoben werden. Es wird eine Fahrbahnmarkierung in Anlehnung an den Eisenbahntunnel auf dem Klettenberggürtel in Köln vorgeschlagen (vgl. Abbildung 36).



Abbildung 36: Eisenbahntunnel auf dem Klettenberggürtel [24]

Der Tunnel Rheinuferstraße soll im Vergleich zum Eisenbahntunnel neben einem breiteren Radfahrstreifen und Fahrradpiktogramme über die beschriebenen Erhöhungselemente verfügen. Die Abbildung 37 stellt eine Fotomontage des Eisenbahntunnels dar und zeigt die grundsätzliche Idee der umzusetzenden Variante.



Abbildung 37: Fotomontage des Eisenbahntunnels auf dem Kletteberggürtel in Köln [24]

Die genaue Aufteilung der Fahrstreifen kann Abbildung 38 entnommen werden. Ähnlich wie bei den beiden bereits vorgestellten Varianten wird beidseitig ein 15 cm starker Lärmschutzwandaufbau vorgesehen und der westliche Autofahrstreifen wird auf 3,00 m reduziert. Als Begrenzung werden die erwähnten Erhöhungselemente vorgesehen. Der notwendige Sicherheitstrennstreifen von 75 cm Breite besteht aus den 15 cm breiten Erhöhungselementen und einem vorgesehenen Raum von 60 cm. Zum östlichen Hochbord wird ein Sicherheitsraum von 25 cm benötigt, sodass ein lichter Raum von 2,50 m für den einseitigen Zweirichtungsradweg übrigbleibt.

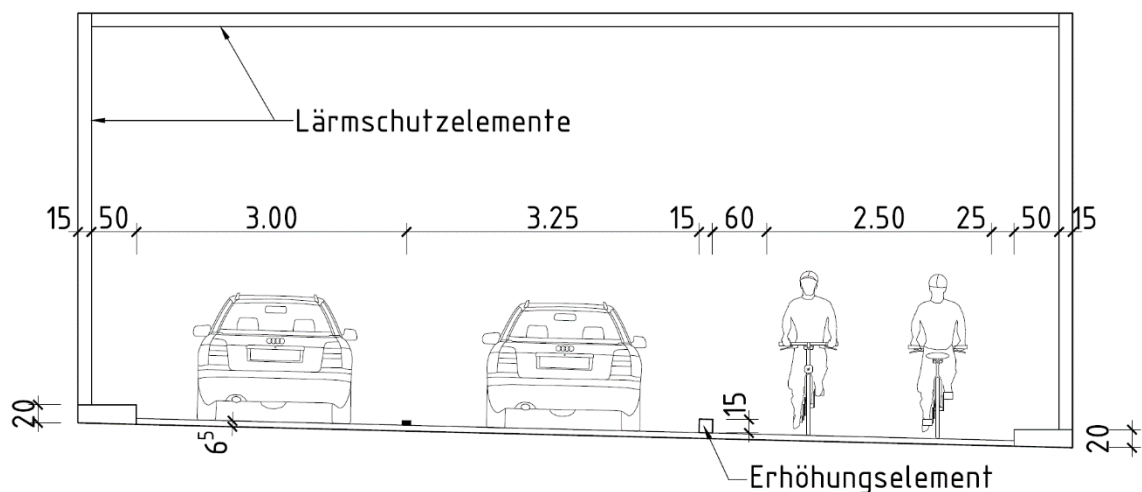


Abbildung 38: Querschnittsentwurf für Alternativvariante 1

Für die Radfahrer entstehen bei dieser Variante im Bereich der Steigungsstrecken erhebliche Einschränkungen. Die geringe Breite des Radfahrstreifens von 2,50 m ist für den prognostizierten Radverkehr nach ERA zu gering und wird wahrscheinlich Probleme verursachen. Die, an

dem östlichen Hochbord angrenzenden Bodeneinläufe, liegen im Bereich des Radfahrstreifens und können bei starker Unebenheit Radfahrer gefährden.

Große Vorteile besitzt die Variante durch die geringe Anzahl an baulichen Maßnahmen. So müssen keine Maßnahmen aufgrund einer geänderten Entwässerung getroffen werden und auch die vorhandenen Hochwasserschutzmaßnahmen rufen keine baulichen Änderungen hervor. Das abzuführende Wasser kann wie zuvor entlang des Hochbords geführt werden und in die Bodeneinläufe einfließen. Die im Vergleich zu Variante 1 und 2 einzusparenden baulichen Maßnahmen werden in der Kostenschätzung (Kapitel 9) genauer gezeigt. Die Variante stellt im Vergleich der übrigen Varianten die unsicherste, aber auch die kostengünstigste dar.

5.5.2 Alternativvariante 2 – Radweg auf Fahrbahn mit geänderten Randbereich

Diese Variante soll ähnlich der Alternativvariante 1 ausgebildet werden. Es wird ebenfalls vorgeschlagen den Radfahrstreifen auf dem ursprünglichen Fahrbahnniveau zu führen und als „Protected Bike Lane“ auszubilden. Auch die Fahrbahnmarkierung und die Lärmschutzelemente sollen analog zur beschriebenen Alternative ausgeführt werden.

Anders zur Alternativvariante 1, soll bei dieser Variante der östliche Notgehweg entfernt werden, wodurch sich der Radfahrstreifen mit einer Breite von 3,0 m ausbilden lässt. Diese Maßnahme würde die Sicherheit der Radfahrer stark erhöhen und eine größere Verkehrsstärke zulassen. Auf das Problem, dass so das Wasser nicht mehr am Hochbord geführt werden kann, wird im Folgenden eingegangen.

Problem der Entwässerung

Im Kappenbeton des östlichen Notgehwegs befinden sich drei PVC-Leerrohre (vgl. Abbildung 39). Zwei DN 50 Rohre sind für die Kabel der CO-Anlage und des Notrufsystems verlegt worden, das DN 100 Rohr wurde für die Wasserversorgung bei Tunnelreinigungsarbeiten geplant. Wie in Abschnitt 5.3.4 bereits beschrieben, werden die Leerrohre aktuell nicht verwendet. Die Kabel der CO-Anlage, der Sichttrübungserfassung und des Notrufsystems wurden in eine obenliegende Kabeltrasse verlegt (vgl. Abbildung 39). Bereits seit einigen Jahren wird bei Reinigungsarbeiten nicht mehr Wasser in das DN 100 Rohr eingespeist um dieses an den vorhandenen Anschlüssen zu entnehmen. Heute wird das Wasser für die Tunnelreinigung auf einem anderen Weg bereitgestellt, sodass die DN 100 Leitung keine Verwendung findet. Aufgrund der nicht Benutzung der drei Leerrohre kann der Notgehweg ohne Umlegung der Kabel oder Rohre relativ problemlos zurückgebaut werden.

DETAIL: KAPPE U. ABDICHTUNG
 M: 1:5
 (SEITEN- UND MITTELSTREIFEN TUNNEL)

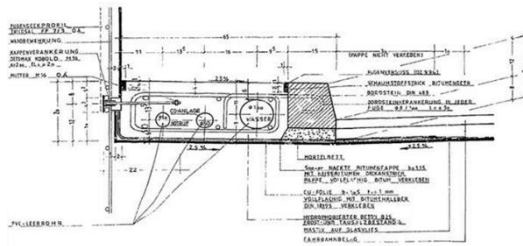


Abbildung 39: Detail von Kappe und Abdichtung (links) und an Tunnelwand geführte Kabeltrasse [10] (rechts)

Auf der Breite des weggestemmt Notgehwegs soll ein Fahrbahnbelag mit einer Querneigung von 2,5 % hergestellt werden, sodass der Tiefpunkt der Fahrbahn immer auf der Achse der Bodeneinläufe liegt. Speziell in den beiden Rampenbereichen mit den großen Gefällestrecken und den hohen abzuführenden Niederschlagsmengen kann im Tiefpunkt das anfallende Wasser nicht ausreichend geführt werden. Das Wasser würde auf einen breiten Teil des Radfahrstreifens abfließen, so die Radfahrer behindern und zum Teil an den Bodeneinläufen vorbeifließen. Auch kleine Niederschläge oder der Schleppwassereintrag durch den PKW-Verkehr würden die Radfahrer behindern. Die Problematik der Entwässerung betrifft den südlichen und den nördlichen Abschnitt und somit insgesamt 47 Tunnelblöcke (ca. 470 m).

Es wird vorgeschlagen, eine Längsrinne in den Fahrbahnaufbau einzulassen, um ein Teil des Wassers sicher abzuführen.

Nach EABT-80/100 soll für die Entwässerung eine Schlitzrinne vorgesehen werden, die durch Schotts in 50 m lange Abschnitte zu unterteilen sind, und je eine Abflussmenge von 100 l/s ableiten können. Die vorhandene Fahrbahnaufbauhöhe von 8 cm und die darunterliegende Bitumenpappe, die als Abdichtung fungiert, lässt ausschließlich den Einbau einer Flachrinne zu. Eine mögliche Flachrinne, die den Platzanforderungen entspricht, ist in Abbildung 40 dargestellt. Sie besitzt eine Einbauhöhe von 6 cm und erfüllt die notwendige Belastungsklasse von D 400, sodass sie auch von Fahrzeugen befahren werden kann. Für Reinigungszwecke oder in Notfallereignissen muss die Flachrinne befahrbar bleiben.

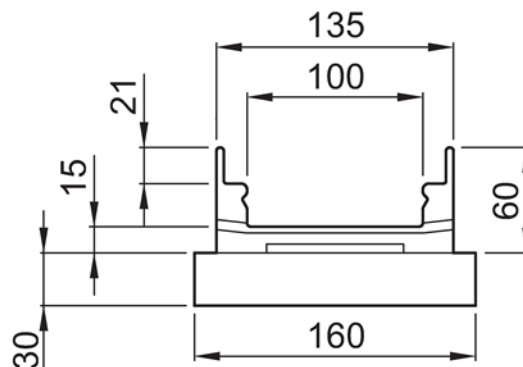


Abbildung 40: ACO Drain Multiline-Flachrinne ohne Sohlgefälle

Aufgrund des geringen Querschnitts kann die Flachrinne die geforderte Abflussmenge von 100 l/s nicht annähernd erreichen. Lediglich geringe Mengen an Niederschlag oder Schlepplwasser können von ihr aufgenommen werden. Vermutet wird, dass bei mittlerem oder hohem Niederschlag die Flachrinne überläuft und das Wasser auf der Fahrbahn abfließt.

Damit das auf der Fahrbahn abfließende Wasser und das in den Flachrinnen geführte Wasser in die Bodeneinläufe fließt, müssen diese speziell ausgebildet werden. Die Flachrinne wird über eine spezielle Anschlusskonstruktion mit dem Ablauf verbunden und das auf der Fahrbahn fließende Wasser wird über den ursprünglichen Bodeneinlauf auf Fahrbahnhöhe eingeleitet.

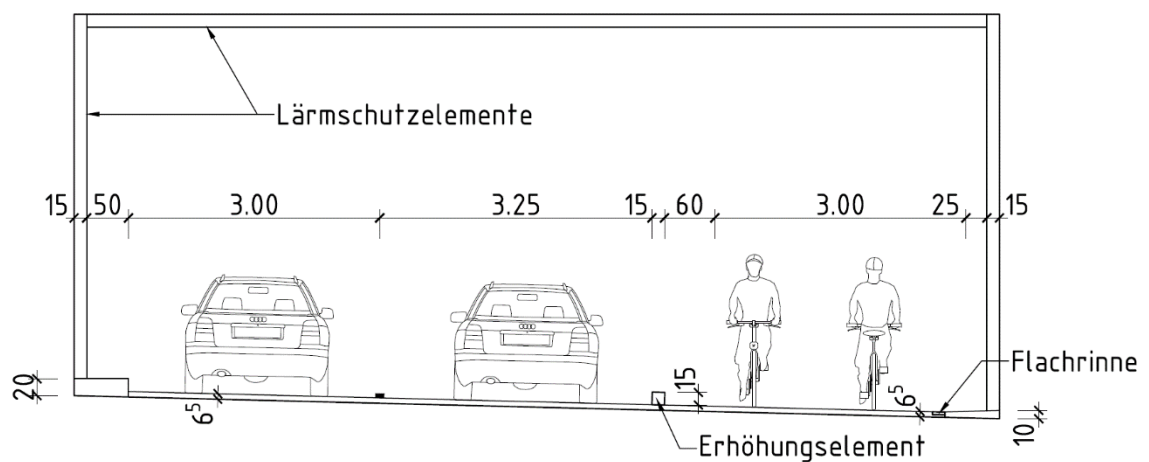


Abbildung 41: Querschnittsentwurf für Alternativvariante 2

Die Abbildung 41 zeigt die Querschnittssituation für die Alternativvariante 2. Durch den Wegfall des östlichen Notgehwegs, stehen den Radfahrern eine Breite von 3,0 m zur Verfügung. Damit kann auch in den Steigungsstrecken ein gefahrloses aneinander vorbeifahren gewährleistet werden. Ähnlich zu Alternativvariante 1 besitzt diese Variante ihre Vorteile durch die geringe Anzahl an baulichen Maßnahmen.

Der Nachteil dieser Variante besteht in der Abführung des anfallenden Wassers. Während größeren Niederschlagsereignissen wird das Wasser auf der Fahrbahn des Radverkehrs abfließen und Radfahrer behindern. Auch fließen im Falle eines Unfalls Gefahrstoffe auf den Radfahrstreifen. Im Falle einer Entzündung kann das negative Konsequenzen für die Radfahrer haben.

6. Sicherheitstechnische Betrachtung bei Mischverkehr

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie sollen Szenarien für die Selbst- und Fremdrettung bei Nutzung des Tunnels im Mischverkehr erarbeitet werden.

Nach EABT ist die Selbstrettungsphase definiert als der Zeitraum zwischen einem Schadensereignis und dem Eintreffen der Einsatzdienste. In dieser Phase sollen die Tunnelnutzer sich aus eigener Kraft retten und den Tunnel ausreichend sicher ins Freie verlassen können [13].

Die Fremdrettungsphase beginnt mit dem Eintreffen der Einsatzdienste. In dieser Phase sollen Tunnelnutzer, die auf die Hilfe der Einsatzdienste angewiesen sind, gerettet werden. Tunnelnutzer, die sich weiterhin aus eigener Kraft in Sicherheit bringen können, werden sich auch in der Fremdrettungsphase selbständig retten. Im Fall eines Brandes werden die Einsatzdienste wirksame Löscharbeiten durchführen [13].

In der Selbstrettungsphase sieht das Sicherheitskonzept vor, dass der Tunnelnutzer über den mit hinterleuchtetem Piktogramm gekennzeichneten Fluchtweg das nächstgelegene Tunnelportal erreicht [15]. Die Überwachung des Tunnels ist bei Tunneln ab 400 m Länge von einer ständig besetzten Leitstelle durchzuführen. Für die Auflistung der notwendigen nachzurüstenen Sicherheitseinrichtungen wird auf das im Juli 2019 erstellte GSK verwiesen [15]. Nach der EABT sollen der Leitzentrale bei Gegenverkehrstunnel mit nur einer Tunnelröhre 4 Videobilder gleichzeitig zur Verfügung stehen. Die zusätzliche Nutzung des Tunnels durch Radfahrer, die die Oströhre in beide Röhren befahren, machen diese zusätzliche Maßnahme notwendig.

Auch sieht die EABT vor, eine Türaufschlagsfläche von 1,0 m x 1,5 m im Bereich der Notausgänge auszubilden. Mit einer Breite des Notgehwegs im Bereich der Türen von lediglich 0,65 m verfügt der Tunnel Rheinuferstraße über eine nicht EABT-konforme Türaufschlagsfläche. Die Türen sind als Blockzarge außermittig in Richtung der Weströhre angeschlagen, und lassen sich nur in Richtung der Oströhre öffnen. Bei einem Brand in der Oströhre müssen die Tunnelnutzer die einzelnen Türen zu sich hin öffnen um in die Weströhre zu flüchten. Bei einer Flucht in die Oströhre lassen sich die Türen vollständig aufstellen ohne den Raum des Fahrstreifens in der Oströhre zu behindern. Es verbleibt allerdings lediglich ein Abstand von Tür zu Fahrstreifen von ca. 15 - 20 cm (vgl. Abbildung 42), was in einem Notfall unter ungünstigen Umständen zu Problemen führen kann. Der beschriebene geringe Abstand ist ein weiterer Grund, dass die westliche Notgehwegsbreite der Oströhre nicht weiter reduziert werden darf.



Abbildung 42: geöffnete Notausgangstür [31]

Ein mögliches Szenario für die Selbstrettung könnte bei Variante 1 wie folgt aussehen: Infolge eines Auffahrunfalles entsteht im südlichen Teil der Oströhre ein Fahrzeugbrand. Die mechanische Längslüftung drückt den Rauch in Richtung des Nordportals. Hinter dem Auffahrunfall staut es sich und eine Rettungsgasse kann aufgrund der geringen Breite der beiden Fahrspuren nicht erfolgen.

Als Richtwert für die Breite eines Autos kann 2,0 m angenommen werden, für Löschfahrzeuge eine Breite von 2,5 m. Zusätzlich wird beidseitig ein Sicherheitsraum von 0,25 m benötigt, so dass sich insgesamt eine benötigte Breite von 7,0 m ergibt. Diese überschlägige Rechnung berücksichtigt nicht das meist fehlerhafte Ausbilden einer Rettungsgasse, zeigt aber bereits, dass eine ausreichend breite Rettungsgasse nicht ausgebildet werden kann (vgl. Abbildung 43). Die Einsatzfahrzeuge müssen dann den Radfahrstreifen benutzen.

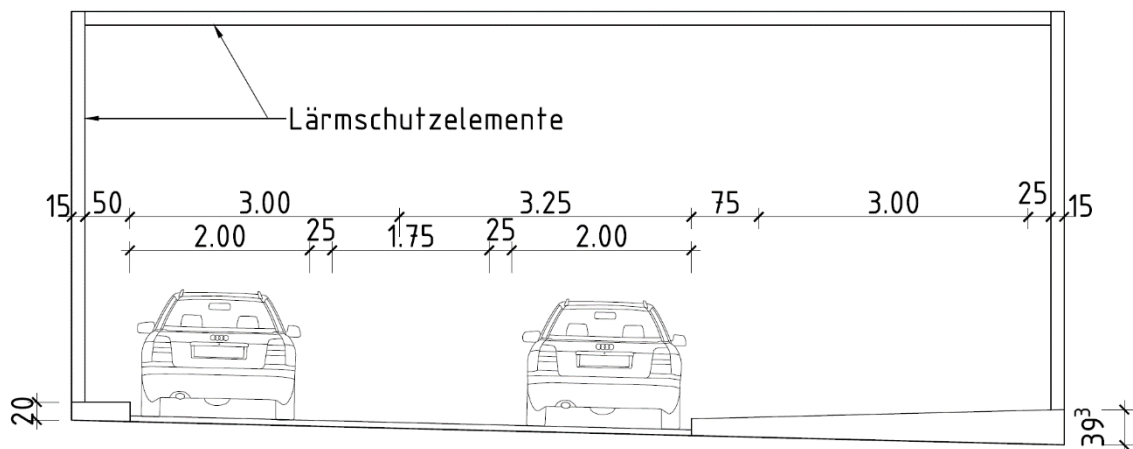


Abbildung 43: mögliche vorhandene Breite bei Rettungsgasse

Der vor dem Unfall befindliche Verkehr kann ungehindert abfließen. Die übrigen Tunnelnutzer steigen aus ihren Fahrzeugen aus und retten sich über das Südportal sowie die Notausgänge, die in die gegenüberliegende Tunnelröhre führen, ins Freie. Der Radverkehr, welcher von Norden kommt, sieht den Fahrzeugbrand rechtzeitig und hält an. Einige stellen ihr Fahrrad ab und laufen in Richtung der Notausgänge und des Tunnelportals, andere drehen ihr Fahrrad um und fahren in Richtung des Nordportals. Für den Radverkehr, der aus Süden kommt, gilt die Beschreibung analog. Die Tunnelleitzentrale gibt über Lautsprecherdurchsagen Anweisungen und spricht Tunnelnutzer gezielt an. Über die Videoüberwachung kann die Tunnelleitzentrale das Geschehen ausreichend gut einschätzen.

Nach der Selbstrettungsphase beginnt die Fremdrettungsphase. Aus südliche Richtung kommend, fahren die Einsatzdienste über den Radfahrstreifen ein. Auf dem Radfahrstreifen verbliebene Personen werden durch die Sirenen der Einsatzfahrzeuge und der Ansagen aus den Lautsprechern gewarnt und können rechtzeitig Platz machen. Die Feuerwehr löscht nach Ankunft am Gefahrenort schließlich das brennende Fahrzeug.

Das Szenario der Selbstrettung für Variante 2 erfolgt analog zur Variante 1. Der einzige Unterschied ist der, dass den Einsatzfahrzeugen auf dem Radfahrstreifen lediglich eine Breite von 2,61 m plus beidseitig 25 cm Sicherheitsraum zur Verfügung steht. Die vorhandene Breite ist für eine Fahrt mit einem Einsatzfahrzeug (Breite von ca. 2,50 m) gerade ausreichend, bietet den Einsatzkräften jedoch keinen Arbeitsraum, um benötigte Materialien aus dem Fahrzeug zu holen. Auch darf bezweifelt werden, dass sich die Beifahrertüren problemlos öffnen lassen. Zusätzlich können in der Selbstrettungsphase auf dem Radfahrstreifen verbliebene Personen durch die bauliche Trennung nicht einfach Platz machen und stellen eine erhebliche Behinderung bei der Einfahrt der Einsatzkräfte dar.

In der sicherheitstechnischen Betrachtung zeigen die beiden Alternativvarianten keine großen Defizite. Für die Tunnelnutzer stellen die Erhöhungselemente keine große Barriere dar, da sie stellen sie bei einer Flucht leicht überstiegen werden können. Eine Einfahrt der Rettungskräfte ist bei beiden Alternativvarianten aufgrund ihrer nutzbaren Breite von 3,85 m über den Radfahrstreifen problemlos möglich.

7. Variantenvergleich

Das Kapitel fasst die baulichen Unterschiede der vier vorgestellten Variante tabellarisch zusammen. Da sich die ursprünglichen beiden Varianten von den Alternativvarianten so stark unterscheiden, dass ein Vergleich nicht sinnvoll erscheint, werden nur Varianten 1 und 2 und die Alternativvarianten 1 und 2 untereinander verglichen.

7.1 Variante 1 – Radweg mit Hochbord und Variante 2 – Radweg mit Leitwand

Beide Varianten sind unter der Berücksichtigung der vorgeschriebenen Sicherheitsräume umsetzbar. Grundsätzlich unterscheiden sie sich in der Breite des Radweges und der Ausbildung der Betonleitwand. Variante 2 besitzt durch die bauliche Trennung der beiden Verkehrsarten ein höheres Sicherheitsniveau, kann jedoch nur eine geringere Radverkehrsstärke führen.

Bei beiden Varianten müssen die Entwässerung und die Hochwasserschutzmaßnahmen umgebaut und zusätzlich Lärmschutzwände installiert werden. Veränderungen in der Beleuchtung, der Lüftung und der Tunnelüberwachung sind ebenfalls notwendig.

Die Umsetzung vom Variante 2 ist durch den Bau der Betonleitwand und den Einbau der Rolling-Port Systeme deutlich aufwendiger und demnach teurer. Die geringe Breite des Radfahrstreifens von 2,61 m ist gerade in den Steigungsstrecken für den prognostizierten Radverkehr zu gering und wird Probleme verursachen. In der Sicherheitstechnischen Betrachtung stellte sich zudem heraus, dass die Breite von 2,61 m für eine Einfahrt eines Löschfahrzeugs bei ausfahrenden Radfahrern nicht ausreichend ist.

Tabelle 12 stellt die wichtigsten notwendigen Umbaumaßnahmen für Variante 1 und 2 gegenüber.

	Variante 1 – Radweg mit Hochbord	Variante 2 – Radweg mit Leitwand
Allgemein		Einbau der Betonleitwand
Beleuchtung	Vorhandene Leuchtmittel durch LED-Leuchtmittel ersetzen	
Lüftung	Gemäß dem zu erstellenden Lüftungsgutachten	
Lärmschutz	Lärmschutzelemente umläufig an Wand und Decke	
Tunnelüberwachung	Installation von Überwachungskameras und Anschluss an die Tunnelleitzentrale	
Entwässerung	Erhöhung des östlichen Fahrstreifens	
	Schachtabdeckungen für Bodeneinläufe	
	Einbau der Querrinnen und Herstellung der Einschrägungen	
	Erhöhung der Entwässerungsschächte auf Fahrbahnniveau	
		Aussparungen in der Betonleitwand zur Ableitung des Wassers
		4x verschraubbare Leiteinrichtungen aus Stahl mit Länge von 1 m in O59 und O1

Hochwasserschutzmaßnahmen	Aussparung in Fahrbahn und Absenken des Hochbords um HW-Tor schließen zu können	
		2x verschraubbare Leiteinrichtungen aus Stahl mit Länge von 5-6 m in O112 und O202
	Höherlegung der Ankerplatten im Bereich des Radfahrstreifens	
Löschwasserentnahmestellen		3x Rolling-Port Systeme mit Länge von 1 m
Kabelziehschächte	Höherlegung von insgesamt 17 Kabelziehschächten	Höherlegung von insgesamt 17 Kabelziehschächten
Notausgänge		4x Rolling-Port Systeme mit Länge von 1 m

Tabelle 12: Gegenüberstellung der notwendigen Baumaßnahmen für Variante 1 und 2

7.2 Alternativvariante 1 – Radweg auf Fahrbahn und Alternativvariante 2 – Radweg auf Fahrbahn mit geänderten Randbereich

Bei beiden Alternativvariante werden die Fahrbahnen des Kfz-Verkehrs und des Radfahrverkehrs durch das Protected Bike Lane System baulich voneinander getrennt. Die Varianten unterscheiden sich darin, dass die Alternativvariante 2 vorsieht, den östlichen Notgehweg zu entfernen um den Radfahrstreifen mit einer Breite von 3,0 m auszubilden. Die dadurch entstandene Entwässerungsproblematik wird durch eine Flachrinne kompensiert (vgl. 5.5.2).

Die Umsetzung der Alternativvariante 2 ist durch die zusätzlichen baulichen Mehraufwendungen teurer, kann jedoch aufgrund der Breite von 3,0 m eine höhere Radverkehrsstärke aufnehmen.

Tabelle 13 stellt die wichtigsten notwendigen Umbaumaßnahmen für Alternativvariante 1 und 2 gegenüber.

	Alternativvariante 1 – Radweg auf Fahrbahn	Alternativvariante 2 - Radweg auf Fahrbahn mit geänderten Randbereich
Allgemein	Protected Bike Lane System	
		Entfernung des östlichen Notgehwegs
Beleuchtung	Vorhandene Leuchtmittel durch LED-Leuchtmittel ersetzen	
Lüftung	Gemäß dem zu erstellenden Lüftungsgutachten	
Lärmschutz	Lärmschutzelemente umläufig an Wand und Decke	
Tunnelüberwachung	Installation von Überwachungskameras und Anschluss an die Tunnelleitzentrale	
Entwässerung		Einbau einer Flachrinne und Anschluss an Bodeneinläufe

Tabelle 13: Gegenüberstellung der notwendigen Baumaßnahmen für Alternativvariante 1 und 2

8. Verkehrsführung für Radverkehr

Aktuell wird der Radverkehr nördlich des Tunnels auf einem einseitigen Zweirichtungsradweg entlang der B51 geführt. Der Radweg liegt geschützt zwischen einem großzügigen Grünstreifen und einer Hochwasserschutzmauer, die den Radweg von der Rheinpromenade räumlich trennt. Im Vorfeld der nördlichen Rampe endet der Radweg und die Radfahrer müssen entlang der Rheinpromenade fahren. Eine ähnliche Situation zeigt sich auf der südlichen Seite des Tunnels. Auch hier wird der Radverkehr entlang der B51 und der Hochwasserschutzmauer geführt, die den Radweg von der Rheinpromenade trennt. Ein Grünstreifen zur B51 ist allerdings nicht vorhanden. Im Vorfeld der südlichen Rampen endet der Radfahrstreifen und der Radverkehr wird ebenfalls über die Rheinpromenade geleitet. Da zukünftig der Radverkehr durch den Tunnel geführt werden soll, muss der neue Radfahrstreifen an das bestehende Radverkehrsnetz angeschlossen werden.

Im Süden des Tunnels soll der Radfahrstreifen nördlich der Lichtsignalanlage auf den östlichen Fahrstreifen geführt werden (vgl. Abbildung 44). Die Fahrbahnverengung für den Autoverkehr von drei auf zwei Streifen erfolgt kurz nach der LSA.

Die Verkehrsführung nördlich des Tunnels ist komplizierter und bedarf einiger Umbaumaßnahmen. Die Straße „Frankenplatz“ östlich der B51 kreuzt den geplanten Radfahrstreifen, sodass eine geregelte Verkehrsführung installiert werden muss. Es wird vorgeschlagen, eine LSA für den aus Norden kommenden Radverkehr auf dem Radfahrstreifen zu planen. Eine ausreichend große Aufstellfläche könnte hier vorgesehen werden. Der aus Süden kommenden Radverkehr wird durch die vorhandene LSA, die sich in einem Abstand von ca. 55 m vor dem Nordportal befindet, geführt. Im Gegensatz zu dem Autoverkehr ergibt sich für den Radverkehr durch die Einmündung der Straße „Frankenplatz“ eine zusätzliche Rotphase, weshalb für die Radfahrer eine gesonderte LSA installiert werden muss. Zwei Fahrbahnen des Linksabbiegers führen in die Trankgasse, sodass sich die Fahrstreifenanzahl, die weiter auf der B51 führt, auf einen Fahrstreifen reduziert. In einem ersten Entwurf, wurde vom Planerbüro „Südstadt“ vorgeschlagen, einen Teil der Verkehrsinsel in eine zusätzliche Geradeaus-Fahrbahn umzubauen. Hierdurch führen wieder zwei Geradeaus-Fahrstreifen in nördliche Richtung [19] (vgl. Abbildung 44). Die Abbildung 45 zeigt diesen Vorschlag für die geplante Verkehrsführung nördlich des Tunnels.

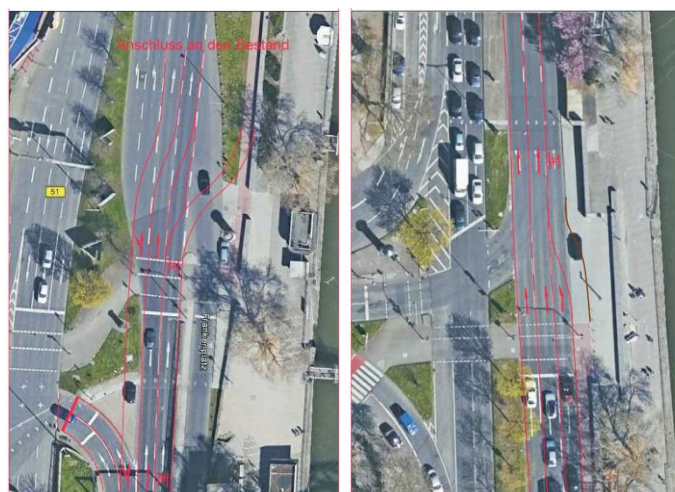


Abbildung 44: Vorskizze für Spuraufteilung Nordportal (links) und Südportal (rechts) [19]

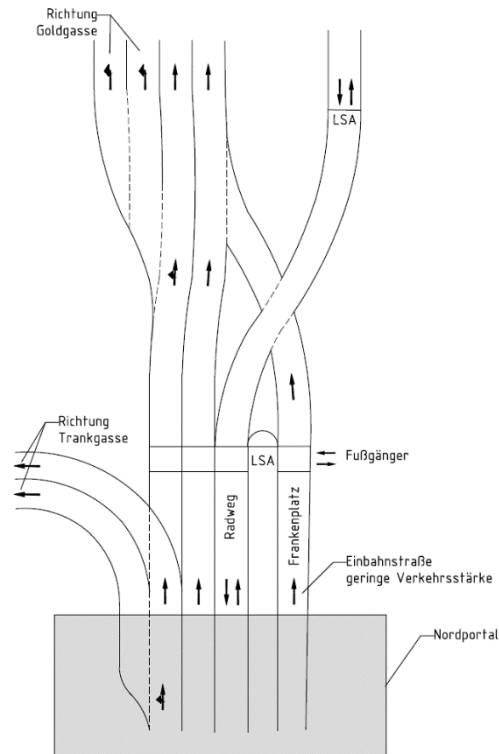


Abbildung 45: Spuraufteilung Nordportal

Generell muss die Verkehrssituation nördlich des Tunnels verkehrstechnisch genauer betrachtet werden. Leistungstechnisch zu prüfen ist auch, ob der Linksabbieger in die Trankgasse entfallen kann und etwas weiter nördlich über die Goldgasse im U-Turn abgewickelt werden kann [19]. Auch muss eingeschätzt werden, wie groß die Akzeptanz des Radverkehrs ist, an der LSA zu warten um durch den Tunnel zu fahren, wenn die Option bestehen würde, entlang der Rheinpromenade zu fahren.

9. Kostenschätzung

Für die vorgestellten Varianten erfolgt eine erste Kostenschätzung, die auf Erfahrungswerten aus bestehenden Projekten basiert. Im Zuge der weiteren Planung sind die Kosten für die zu wählende Variante unter Einbeziehung der betriebstechnischen Fachplanungen wie Lüftung und Elektrotechnik vertiefend zu betrachten. Für eine genauere Kostenschätzung bedarf es u.a. der Ausarbeitung eines Lüftungsgutachtens und eines Lärmschutzgutachtens. Auch eine genauere Planung der notwendigen Elektrotechnik und der Entwässerung sind notwendig. Die angegebene Kostenschätzung bezüglich der Entwässerung kann nur mit einer großen Unsicherheit angegeben werden und entspricht den günstigsten baulichen Annahmen. Werden bei einem 40 Jahre alten Bestandstunnel Arbeiten in der Entwässerung durchgeführt und Schächte höhergelegt, muss damit gerechnet werden, dass erheblicher Sanierungsbedarf erkannt wird. Die Erneuerung von Abdichtungen und das Ersetzen von schadhaftem Beton könnten eine große Kostensteigerung zu Folge haben.

Tabelle 14 zeigt die geschätzten Kosten, die durch die beschriebenen Maßnahmen der einzelnen Varianten entstehen. Die Markierungsarbeiten beschreiben das Entfernen der bestehenden Markierungen sowie das Erstellen einer neuen Fahrstreifenmarkierung mitsamt einem roten Radfahrstreifen. Da sich die Radfahrstreifenbreiten der einzelnen Varianten untereinander unterscheiden, wird der Preis für jede der vier Varianten gesondert betrachtet. Bei der Maßnahme „Lichtsignalanlage“ wird ein Richtwert für den Bau zweier Lichtsignalanlagen in der Nähe des Nordportals für den Radverkehr gegeben. Die Spalte „Länge“ dient nur der Information und wird für die Berechnung des Gesamtpreises nicht benötigt. Liegt die Preisinformation als „Preis/Stück“ vor, wird dieser mit dem Wert „Anzahl“ multipliziert. Ist der „Preis/Einheit“ bekannt, wird der Gesamtpreis durch Multiplikation der Werte „Anzahl“, „Einheit“ und „Preis/Einheit“ ermittelt.

Maßnahme	Anzahl	Länge	Einheit	Preis/Stück	Preis/Einheit	Gesamtpreis
Lärmschutz	1	590 m	11800 m ²		100 €/m ²	1.180.000 €
Rolling Port-System						
1,6 m Länge, automatisch	7	1,6 m		59000 €/Stück		413.000 €
Leiteinrichtung aus Stahl	6	1 m / 6 m		2000 €/Stück		12.000 €
Betonleitwand	100	800 m	8 m		100 €/m	80.000 €
Erhöhungselemente	800	800 m		120 €/Stück		96.000 €
Entwässerung						
Erhöhung des Fahrstreifens						
Kappenbeton	1	750 m	540 m ³		250 €/m ³	135.000 €
Betonstahl	1	750 m	110 t		1500 €/t	165.000 €
Schachtabdeckungen für Bodeneinläufe	20			300 €/Stück		6.000 €
Querrinne	20		3 m		200 €/m	12.000 €
Zuschlag für Querrinne	20			500 €/Stück		10.000 €
Erhöhung der Entwässerungsschächte	16			600 €/Stück		10.000 €
Entwässerung für Alternativvariante 2						
Aufstemmarbeiten	1		90 m ³		100 €/m ³	9.000 €
Abdichtung und Auftrag Fahrbahn	1		90 m ³		250 €/m ³	23.000 €
Flachrinne	800	470 m		70 €/Stück		56.000 €
Stegrost	94	470 m		40 €/Stück		4.000 €
Erhöhung der Kabelziehschächte	17			600 €/Stück		11.000 €
Hochwasserschutzmaßnahmen						
Balken herstellen und dann einlegen	2			2000 €/Stück		4.000 €
Höherlegung der Ankerplatten	4			1000 €/Stück		4.000 €
Absenkung herstellen	2			1000 €/Stück		2.000 €
Markierungsarbeiten						
Variante 1	1	900 m	3600 m ²	229000 €/Stück		229.000 €
Variante 2	1	900 m	2800 m ²	181000 €/Stück		181.000 €
Alternative 1	1	900 m	3020 m ²	194000 €/Stück		194.000 €
Alternative 2	1	900 m	3470 m ²	221000 €/Stück		221.000 €
Lichtsignalanlage	1			30000 €/Stück		30.000 €

Tabelle 14: Kosten der einzelnen Maßnahmen

Eine Gegenüberstellung der erforderlichen Baumaßnahmen zur Umsetzung der einzelnen Varianten zeigt Tabelle 15. Sie gibt an, welche jeweiligen Maßnahmen die Umsetzung der einzelnen Variante erfordert und welche Schätzkosten dadurch entstehen. Variante 2 verursacht, durch die Ausbildung der Betonleitwand und der vielen Rolling-Port-Systeme die höchsten Kosten. Für die Alternativvariante 1 müssen keine Änderungen in der Entwässerung vorgenommen werden, sodass diese die kostengünstigste Variante darstellt.

Maßnahme	Gesamtpreis	Variante 1	Variante 2	Alternative 1	Alternative 2
Lärmschutz	1.180.000 €	x	x	x	x
Rolling Port-System			x		
1,6 m Länge, automatisch	413.000 €		x		
Leiteinrichtung aus Stahl	12.000 €		x		
Betonleitwand	80.000 €		x		
Erhöhungselemente	96.000 €			x	x
Entwässerung					
Erhöhung des Fahrstreifens		x	x		
Kappenbeton	135.000 €	x	x		
Betonstahl	165.000 €	x	x		
Schachtabdeckungen für Bodeneinläufe	6.000 €	x	x		
Querrinne	12.000 €	x	x		
Zuschlag für Querrinne	10.000 €	x	x		
Erhöhung der Entwässerungsschächte	10.000 €	x	x		
Entwässerung für Alternativvariante 2					x
Aufstemmarbeiten	9.000 €				x
Abdichtung und Auftrag Fahrbahn	23.000 €				x
Flachrinne	56.000 €				x
Stegrost	4.000 €				x
Erhöhung der Kabelziehschächte	11.000 €	x	x		
Hochwasserschutzmaßnahmen					
Balken herstellen und dann einlegen	4.000 €	x	x		
Höherlegung der Ankerplatten	4.000 €	x	x		
Absenkung herstellen	2.000 €	x	x		
Markierungsarbeiten					
Variante 1	229.000 €	x			
Variante 2	181.000 €		x		
Alternative 1	194.000 €			x	
Alternative 2	221.000 €				x
Lichtsignalanlage	30.000 €	x	x	x	x
Zwischenergebnis		1.798.000 €	2.255.000 €	1.500.000 €	1.619.000 €
Gesamtpreis (netto)	20% Zuschlag aus BE	2.158.000 €	2.706.000 €	1.800.000 €	1.943.000 €
		3	4	1	2

Tabelle 15: notwendige Maßnahmen für die einzelnen Varianten

10. Variantenempfehlung

Unter Berücksichtigung sämtlicher vorgestellter baulicher Randbedingungen und der sicherheitstechnischen Betrachtung wird empfohlen, in einer nächsten Planungsstufe Variante 1 und Alternativvariante 2 weiter vertieft zu untersuchen. Im Folgenden wird die Entscheidung begründet.

Variante 1 – Radweg mit Hochbord

Der Radfahrstreifen besitzt bei Variante 1 eine Breite von 3,0 m und kann das erforderliche Regelmaß für einen einseitigen Zweirichtungsradweg einhalten. Das Hochbord als Trennung zwischen Fahrbahn und Radweg ist bei einer zulässigen Geschwindigkeit von 50 km/h regelkonform. Die Leitwand bei Variante 2 stellt zwar eine höhere Sicherheit für den Radfahrer dar, die Selbst- und Fremddrettung wird jedoch stark eingeschränkt. Unter Abwägung der Vor- und Nachteile sollte aus unserer Sicht der Variante 1 der Vorrang gegeben werden.

Alternativvariante 2 – Radweg auf Fahrbahn mit geänderten Randbereich

Die Alternativvarianten 1 und 2 werden beide auf der ursprünglichen Fahrbahn mit einem Abtrennungselement geführt, unterscheiden sich jedoch durch die Breite der Radspur, da bei Alternative 1 der Notweg unverändert vorhanden wäre. Der Umbau des Notweges als Teil der Entwässerungsführung bietet bei Variante 2 eine größere Radspurbreite und eine bessere Abführung der Straßenwässer. Wir empfehlen daher, die Alternativvariante 2 in einer nächsten Stufe speziell im Hinblick auf den sicherheitstechnischen Aspekt und der Abführung von Wässer sowie Gefahrstoffen genauer zu untersuchen.

11. Zusammenfassung

Der Tunnel Rheinuferstraße 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.

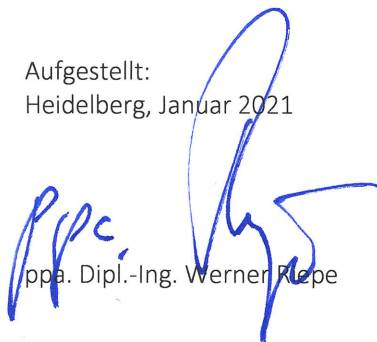
Der Tunnel besteht aus 2 Tunnelröhren mit je 3 Fahrstreifen, die im Richtungsverkehr betrieben werden. Für den Tunnel Rheinuferstraße liegt derzeit ein Gesamtsicherheitskonzept zur Gewährleistung eines Sicherheitsstandards gemäß EABT-80/100 vor.

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

In der Machbarkeitsstudie wurde zunächst die Bestandssituation für den Tunnel Rheinuferstraße zusammengestellt. Neben dem Höhenverlauf wurde die Tunnelgeometrie beschrieben. Eine genaue Darstellung der Ausstattung des Tunnels erfolgte mit dem Fokus auf der Entwässerung und der Beleuchtung des Tunnels. Anhand der zu verwendenden Richtlinien wurden mögliche Querschnitte für die gemeinsame Nutzung für Kfz- und Radverkehr entwickelt.

Insgesamt wurden 4 unterschiedliche Varianten für eine Mischnutzung herausgearbeitet und die baulichen Randbedingungen vergleichend gegenübergestellt. Unter Abwägung der Nutzungsanforderungen für Radfahrer, den Sicherheitsaspekten für Kfz-Nutzer und Radfahrer sowie den baulichen Eingriffen in den Bestand empfehlen wir die Variante 1 – Radweg mit Hochbord sowie die Alternativvariante 2 – Radweg auf Fahrbahn mit geänderten Randbereich in der nächsten Planungsstufe vertieft zu untersuchen.

Aufgestellt:
Heidelberg, Januar 2021


ppa. Dipl.-Ing. Werner Repe


i. A. M. Sc. Georg Haack

12. Grundlagen

Berichte/Pläne

- [1] Stadt Köln, Amt für Brücken, Tunnel und Stadtbahnbau: Querschnitte des Rheinufertunnels, übermittelt am 14. Juni 2019 per E-Mail
- [2] Stadt Köln, Amt für Brücken, Tunnel und Stadtbahnbau: Ergebnis der Prüfung der Löschwasserentnahmestellen vom 9.11.17, übermittelt am 21. Juli 2020 per Mail
- [3] Stadt Köln, Amt für Brücken, Tunnel und Stadtbahnbau: Schalplan Entwässerung, Tunnel Rheinuferstraße, übermittelt am 7. August 2020 per E-Mail
- [4] Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR: Aufbau der mobilen Hochwasserschutzelemente im PFA 7-Nord, Version 1.0, Stand: 11.04.2018
- [5] Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR: Aufbau der mobilen Hochwasserschutzelemente im PFA 7-Süd, Version 2.0, Stand: 03.06.2019
- [6] Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR: Öffnen und Schließen der HWS-Tore des Rheinufertunnels, (Köln-Altstadt/Nord), Version 1.0, Stand 11.03.2013
- [7] Arbeitsgemeinschaft Philipp Holzmann AG, Köln: AL-129 Detailplan Hochwasserschutztor Ausparungsplan II, Datum 11.03.1980
- [8] Arbeitsgemeinschaft Philipp Holzmann AG, Köln: AL-063 Schalplan Entwässerung Block W 1 - W4/ O 1 – O 4 und O59, Datum 12.08.1980
- [9] Arbeitsgemeinschaft Philipp Holzmann AG, Köln: AL-072 Schalplan Entwässerung Block W 58/ O 58 und O59, Datum 04.08.1980
- [10] Stredich Beratende Ingenieure: Rhein-Ufer-Tunnel Köln Grundriss Tunnel Elektrotechnische Ausstattung Sanierung Phase 1+, Datum: 12.12.2008

Richtlinien

- [11] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinie für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunnel, RABT, Ausgabe 2006, Köln
- [12] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Empfehlungen für Radverkehrsanlagen, ERA, Ausgabe 2010, Köln
- [13] Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen: Empfehlungen für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln mit einer Planungsgeschwindigkeit von 80 km/h oder 100 km/h, EABT, Ausgabe 2019, Köln
- [14] Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen: Richtlinie für die Anlage von Stadtstraßen, RASt, Ausgabe 2006, Köln

Stellungnahmen/Gutachten

- [15] BUNG Ingenieure AG, Gesamtsicherheitskonzept Tunnel Rheinufer, Juli 2019, Heidelberg
- [16] DMT GmbH Gebäude Sicherheit: Gutachterliche Stellungnahme zur Lüftung des Rheinufertunnels in Köln, Bericht-Nr.2058 4461 5, 19.12.2007, Leipzig
- [17] Stredich + Partner GbR Beratende Ingenieure Technische Gebäudeausrüstung: Rheinufertunnel, Gutachterliche Stellungnahme zur betriebstechnischen Ausstattung von Straßentunneln der Stadt Köln, 19. Oktober 2005.
- [18] BUNG Ingenieure AG, Tunnel Rheinuferstraße Sicherheitsbetrachtung bei Nutzung für Radverkehr, Februar 2020, Heidelberg

- [19] Planerbüro Südstadt: Büro für urbane Mobilität; Planungsbüro VIA eG; Regionalverkehr Köln, Maßnahmeposter Führung des Radverkehrs am Rhein, Diskussionsgrundlage für den Facharbeiterkreis am 8. Juni 2015

Fotos

- [20] Google Street View: Aufnahmen von August 2008, Tunnel Rheinuferstraße, Köln, abgerufen am 18. August 2020
- [21] Colberg & Forster, Aufnahmen aus Luise-Kiesselbach-Tunnel, München <https://www.colberg-forster.de/laermschutz/strasse/referenz/luise-kiesselbach-tunnel-muenchen-326/rel/182/> (aufgerufen am 21.08.2020)
- [22] Lüft GmbH & Co. KG, Aufnahme des Pilotprojekts „geschützte Radstreifen in Wiesbaden“ in Taunusstraße, <https://www.lueft.de/verkehrsberuhigung/bike-lane-protector-wiesbadener-schutzbord/begriffe/protected-bike-lane/> (aufgerufen am 10.09.2020)
- [23] Stadt Wiesbaden, Aufnahme des Pilotprojekts „geschützte Radstreifen in Wiesbaden“ in Klarenthaler Straße <https://www1.wiesbaden.de/microsites/radbuero/radinfrastruktur/protected-bike-lanes.php> (aufgerufen am 10.09.2020)
- [24] Stadt Köln, Aufnahme des Eisenbahntunnels im Klettenberggürtel nach erfolgter Generalsanierung, <https://www.stadt-koeln.de/leben-in-koeln/verkehr/radfahren/aktuelles/67364/index.html> (aufgerufen am 10.09.2020)

Produkte und Produktdatenblätter

- [25] Bongard & Lind, Aluminium Lärmschutzkassette einseitig hochabsorbierend Typ A3-e <https://www.bongard-lind.com/globalassets/bongard-lind/neue-produktblaetter/typ-a3-e.pdf> (aufgerufen am 19.08.2020)
- [26] Colberg & Forster, Aluminium Lärmschutzelement hochabsorbierend <https://www.colberg-forster.de/laermschutz/strasse/laermschutzelemente/> (aufgerufen am 21.08.2020)
- [27] Meton, Rolling-Port, Notöffnung für transportable Schutzeinrichtungen, mobile Schutzwände auf Straßen und Autobahnen, <http://www.meton.eu/produkte.php#rolling> (aufgerufen am 25.08.2020)

Internetdokumente und sonstige Dokumente

- [28] StEB Köln, Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR Hochwasserschutzzentrale, Plakat „Schließung des Rheinufertunnels während eines Rheinhochwassers“, (fotografiert am 28. 07.2020)
- [29] StEB Köln, Stadtentwässerungsbetriebe Köln, AöR Hochwasserschutzzentrale, Hochwassergeschichte, <https://www.steb-koeln.de/hochwasser-und-ueberflutungsschutz/hochwasser/Hochwassergeschichte/Hochwassergeschichte.jsp> (aufgerufen am 25.08.2020)

Antwortschreiben

- [30] Stadt Köln, Amt für Brücken, Tunnel und Stadtbahnbau, Antwortschreiben von Herrn Dipl.-Ing. Michael Castelo Paiva, übermittelt am 1. September 2020 per E-Mail
- [31] Stadt Köln, Amt für Brücken, Tunnel und Stadtbahnbau, Antwortschreiben von Herrn Dipl.-Ing. Michael Castelo Paiva, übermittelt am 8. September 2020 per E-Mail
- [32] Stadt Köln, Amt für Brücken, Tunnel und Stadtbahnbau, Antwortschreiben von Herrn Dipl.-Ing. Michael Castelo Paiva, übermittelt am 22. Dezember 2020 per E-Mail