

04
2025

Konstruktiver Ingenieurbau

Geotechnik

Die Baugrundvereisung

Stahlbau

Verbreiterung und Teilneubau einer Fuß- und Radwegverbindung entlang einer Eisenbahnbrücke über den Rhein in Koblenz

Holzbau

Ertüchtigung von Holzbalken durch seitliche Verstärkungen

Lehmbau

Befestigung und bauphysikalische Gesichtspunkte von Fenstern im Lehmbau
Teil 1: Grundlagen des Lehmbaus sowie ausgesuchte Fensteranschlusssituationen

© Bettina Kronier



Bertram Kühn, Franz Donauer, Kai Mifka

Verbreiterung und Teilneubau einer Fuß- und Radwegverbindung entlang einer Eisenbahnbrücke über den Rhein in Koblenz

– Anspruchsvolle Ingenieuraufgabe und nachhaltiges Bauprojekt

Vorhandene Verkehrswege für Fuß- und Radverkehr über den Rhein im Stadtgebiet Koblenz

Kosten-Nutzen Analyse unter Nachhaltigkeitsaspekten (Verringerung der CO₂-Emissionen) als Voraussetzung der Förderung der Maßnahme

Bestandssituation

Vorlandbrücke Oberwerth

Strombrücke

Vorlandbrücke Horchheim

Wesentliche Zielvorgaben

Umsetzung der Zielvorgaben

Erweiterung Kragarm Strombrücke

Neubau Fuß- und Radwegbrücke

Temporäre Fußwegverbindung während der Bauzeit

Aktueller Stand des Projekts

Zusammenfassung und Ausblick

Nachhaltige Mobilitätskonzepte werden maßgeblich getrieben durch die immer sichtbarer werdenden Folgen des menschengemachten Klimawandels, aber auch gefordert von der Politik, nicht selten verbunden mit dem Wunsch, gerade auf den sogenannten „letzten Kilometern“ und im Nahverkehrsbereich Anreize zu schaffen und den bestehenden Modal Split zu Gunsten des emissionsfreien Radverkehrs zu verändern. Doch was tun, wenn wichtige Verkehrsbeziehungen von unüberwindbar scheinenden Hindernissen getrennt werden? Die Stadt Koblenz ist hier Vorreiter und geht mit dem Aus- und Umbau einer bestehenden Fuß- und Radwegverbindung über den Rhein neue Wege auf alten Pfaden. Was sich genau dahinter verbirgt und warum dieser Ansatz einen ganz wesentlichen Beitrag zum nachhaltigen Umgang mit Ressourcen und der Minimierung des CO₂-Fußabdrucks beim Neubau darstellt, soll im nachfolgenden Artikel näher beleuchtet werden.

Vorhandene Verkehrswege für Fuß- und Radverkehr über den Rhein im Stadtgebiet Koblenz

Die Stadt Koblenz ist durch ihre besondere Topografie geprägt. Höhenunterschiede von über 300m innerhalb des Stadtgebiets, die Lage beidseitig an zwei der bedeutendsten deutschen Flüsse, nämlich Rhein und Mosel, stellen Infrastrukturaufgaben vor eine besondere Herausforderung.

Insgesamt verfügt Koblenz über drei Rheinquerungen, die Pfaffendorfer Brücke in der Baulast der Stadt, die Horchheimer Eisenbahnbrücke, deren Hauptkonstruktion und Gleisanlage in der Baulast der Deutschen Bahn ist, die aber auch über eine Geh- und Radweganlage verfügt, die wiederum in der Baulast der Stadt ist. Und als dritte Querung ist die Südbrücke zu nennen, eine Rheinquerung in der Baulast des Bundes. Fuß- und Radverkehre sind nur über die Pfaffendorfer und die Geh- und Radweganlage der Horchheimer Brücke zugelassen, da die

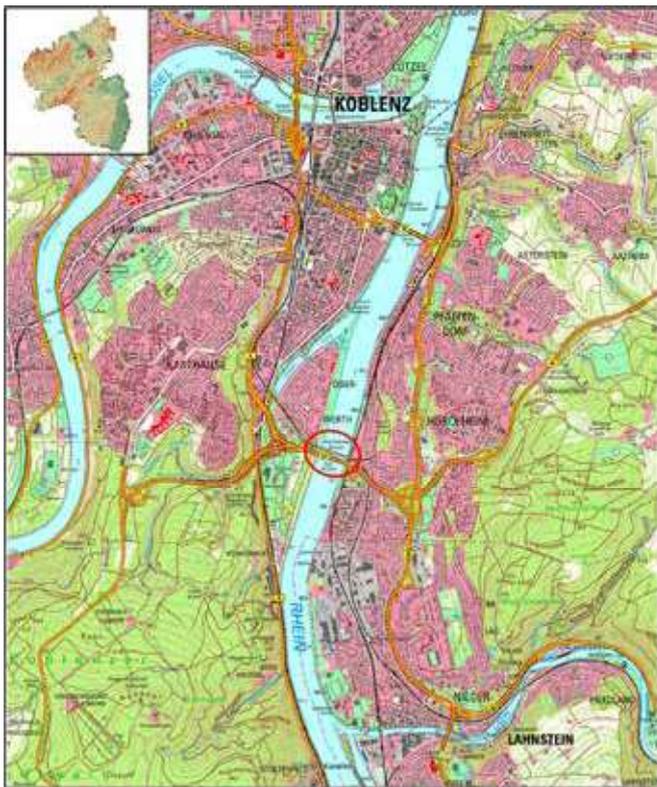


Bild 1: Lageplan Horschheimer Brücke

Südbrücke als Kraftfahrstraße gewidmet ist.

Auf der insgesamt rund 400m langen Horschheimer Eisenbahnbrücke wird neben der Bahnstrecke 3710 Wetzlar – Koblenz der gemeinsame Geh- und Radweg über den Rhein geführt. Sie stellt damit eine wichtige innerstädtische Verbindung zwischen den Koblenzer Stadtteilen Horchheim und Oberwerth dar.

Zudem ist der Weg über die Horschheimer Brücke Teil des überregionalen Radwegesetzes (Radwanderwege) und Verbindungsglied der Radwanderregionen Lahn, Rhein und Mosel.

Derzeit ist jedoch die Radnutzung im Brückenbereich aufgrund der geringen Breite lediglich gestattet und nicht unumstritten.

Die nächste Überführung über den Rhein für Fuß- und Radwegverkehr über die Pfaffendorfer Brücke ist ca. 2,5km entfernt, siehe auch Bild 1.

Kosten-Nutzen-Analyse unter Nachhaltigkeitsaspekten (Verringerung der CO₂-Emissionen) als Voraussetzung der Förderung der Maßnahme

Bei dem in Rede stehenden Projekt, der Verbreiterung und dem Teilneubau der bestehenden Rad- und Gehweganlage an einer ca. 60 Jahre alte Bestandsbrücke der Deutschen Bahn, handelt es sich zum einen um eine ingenieurtechnisch herausfordernde Aufgabe – auf die noch eingegangen werden soll –, aber auch um eine finanzielle Herausforderung, denn die Investition liegt im knapp zweistelligen Millionenbereich. Die Stadt Koblenz ist wie alle Kommunen in Rheinland-Pfalz der sorgsamen und sparsamen Haushaltsführung verpflichtet. Insofern ist die Umsetzung des Projekts haushaltsrechtlich an die Möglichkeit einer Förderung geknüpft. Diese ergab sich durch die Fortschreibung des Bundesprogramms „Stadt-Land“ bis über das Jahr 2028 hinaus, das eine Bundesförderung von Radwegprojekten bis zu 90% der Bau- und Planungskosten umfasst. Voraussetzung für die Förderung (auch der temporären

Gehwegführung auf der Unterstromseite im Bauzustand) war der Nachweis der Wirtschaftlichkeit mit Blick auf die Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs und der Einsparung an CO₂-Emissionen.

Grundlage der Betrachtung bilden das Landesverkehrsmodell und der Verkehrsentwicklungsplan der Stadt Koblenz (VEP), aus dem, wie in Bild 2 zu sehen, ein Verlagerungsszenario von motorisiertem Individualverkehr auf die Fahrradnutzung abgeleitet wird.

Aus diesem Verlagerungsszenario ergeben sich CO₂-Einsparpotenziale, die einer monetären Bewertung unterzogen werden. Weitere bewertete Szenarien betrachten Unfall-szenarien, Betriebskosten und reduzierte Krankheitskosten, siehe auch Bild 3 und 4.

Bei dem zur Aufgabe anstehenden Bau-szenario (Ertüchtigung der Oberstromseite und temporäre Führung des Fuß- und Radverkehrs auf der Unterstromseite während der Bauzeit) ergibt sich bei Bewertung der vorgenannten Kriterien eine Wirtschaftlichkeit der Gesamtmaßnahme durch die

Abbildung 7: Veränderung des Modal Split im Basisszenario 2030¹

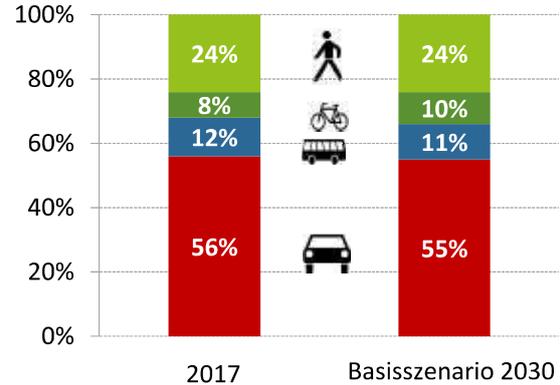


Abbildung 8: Veränderung der täglichen Wegezähl der Bevölkerung im Basisszenario 2030

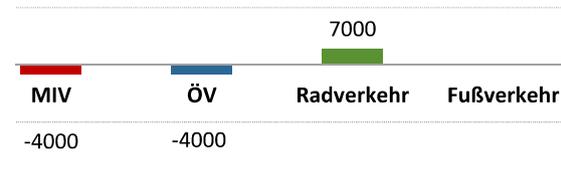


Bild 2: Auszug aus dem Verkehrsentwicklungsplan (VEP) der Stadt Koblenz, hier der Modal Split 2030 (sog. Basisszenario)

Nutzenkomponente	Nutzen (€/J)	Annahmen
Saldo der CO ₂ -Emissionen	58.317	160 g CO ₂ -Emission pro Pkw-km; Kostensatz 195€/t CO ₂ -Emission
Saldo der Schadstoffemissionen	7.477	Kostensatz: 0,40 Cent/ PKW-km Fahrleistungen
Saldo der Unfallschäden	158.877	Unfallkostenrate: 8,5 Cent/PKW-km Fahrleistungen
Saldo der Betriebskosten	293.641	Betriebskosten PKW: 0,31 €/PKW-km Fahrleistungen; Betriebskosten Fahrrad: 0,11 €/Rad-km
Veränderung der Krankheitskosten	270.480	Eingesparte Krankheitstage/Radfahrer: 1,5 Tage pro Jahr; Produktivität Rheinland-Pfalz 322 €/Erwerbstätige*Tag
Eingesparte Reisezeit	117.775	Zeitdifferenz zwischen Radverkehr und zum Fuß Gehen: 6 Minuten pro Fahrt; Kostensatz Zeitwert 7,1 €/ Person*Stunden
Summe	906.566	

Bild 3: Saldierte jährliche und monetär bewertete Nutzen der Verkehrsverlagerung, durchgeführt durch die Sweco GmbH im Auftrag der Stadt Koblenz

Zentrale Ein- und Ausgabewerte	Messgröße	Wert	Einheit	Quelle
Berechnungsgrundlage	Verlagerte PKW-km	1.869.136	PKW-km/a	Analyse der Verkehrsnachfragen
Emmissionsfaktor	mittlere CO ₂ -Emission beim PKW	160	g/PKW-km	Ifeu-Institut, Projektnummer 54329 Aktualisierung "Daten und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2035" (TREMODO) für die Emissionsberichterstattung 2016 (Berichtsperiode 1990-2014); 2016
Monetarisierung	Kostensatz für CO ₂ - Emission	195	€/t	Methodenkonvention 3.1 zur Ermittlung von Umweltkosten Stand 12/2020 Umweltbundesamt

Bild 4: Auszug aus der Kosten-/Nutzenanalyse (CO₂-Einsparung), durchgeführt durch die Sweco GmbH im Auftrag der Stadt Koblenz



Bild 5: Horchheimer Eisenbahnbrücke mit seitlichem Gehweg, Ansicht von Süden

positiven Verlagerungseffekte. Somit ist die Maßnahme im doppelten Sinne nachhaltig. Zum einen wird vorhandene Bausubstanz durch Um- und Ausbau an die veränderten Verkehrsansprüche angepasst, zum anderen führt die Zielstellung der Maßnahme zu einer dauerhaften Verkehrsverlagerung zugunsten des Radverkehrs und einer Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs.

Bestandssituation

Das vorhandene Bauwerk der Eisenbahnbrücke besteht, wie in Bild 5 zu sehen, aus mehreren Teilbauwerken. Hierbei sind die beiden Vorlandbrücken ein geschütztes Kulturdenkmal nach dem Denkmalschutzgesetz (DSchG) und die Brücke als Ganzes (siehe Bild 6) ist zudem Teil des UNESCO-Welterbes Oberes Mittelrheintal.

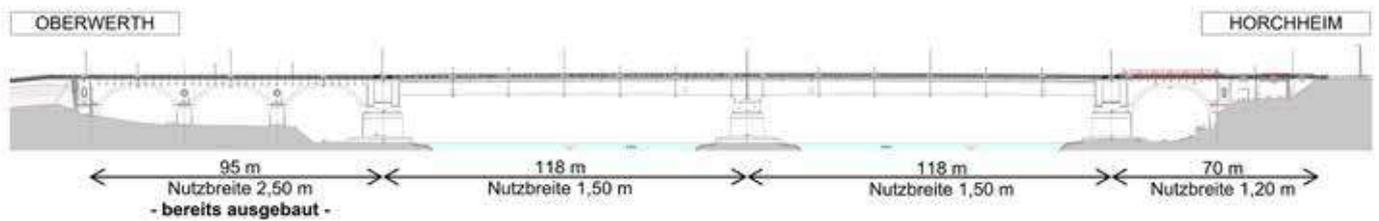


Bild 6: Brückenansicht, Blickrichtung flussabwärts



Bild 7: Blick auf den 1,5 m breiten Weg der Strombrücke (© Rhein-Zeitung)



Bild 8: Blick auf die 1,2 m breite Notbrücke auf der Seite Horchheim

Vorlandbrücke Oberwerth

Die drei Bögen der Vorlandbrücke Oberwerth stammen ursprünglich aus dem Jahr 1878 und mussten in den Jahren 1946/47 aufgrund erheblicher Kriegsschäden repariert werden. Der Anfang des 20. Jahrhunderts seitlich angebaute Gehweg auf der Oberstromseite wurde hier auf einer Länge von 95 m bereits im Jahr 2006 auf 2,50 m verbreitert.

Strombrücke

Der 1961 errichtete, rund 235 m lange Überbau der Strombrücke ist als Hohlkasten in Stahlbauweise ausgeführt und auf den Pfeilern aus der ursprünglichen Bauzeit aufgelagert. Hier verläuft der vorhandene oberstromseitige Gehweg auf den Kragarmen des Brückenüberbaues. Die derzeitige Nutzbreite des Weges beträgt, wie in Bild 7 gut zu sehen, in diesem Bereich 1,50 m.

Vorlandbrücke Horchheim

Die Vorlandbrücke Horchheim besteht aus dem 1878 errichteten Bogen, der ebenfalls im Jahr 1946/47 aufgrund von Kriegsschäden repariert wurde, dem Rahmendurchlass einer ehemaligen Straßenbahnlinie und einem Kreuzungsbauwerk der DB. Hier beträgt die Nutzbreite

des Gehwegs aufgrund einer 2009 eingerichteten Notinstandsetzung lediglich 1,20 m, siehe Bild 8.

Wesentliche Zielvorgaben

Um einerseits die notwendigen Ressourcen an Material und auch Geld auf ein absolutes Minimum zu reduzieren, gleichzeitig andererseits eine in Komfort und gefahrloser Nutzung im Begegnungsfall voll funktionsfähige Lösung zu schaffen, waren gleich mehrere Aspekte zu berücksichtigen. Zum einen wurde von der Verkehrsplanung für den Begegnungsfall Fahrrad mit Fahrrad und Fahrrad mit Fußgänger eine ausreichende Mindestbreite von 2,50 m vorgegeben. Weiterhin war gewünscht, die gerade im Rhein sehr kostspieligen und nur mit sehr hohem Materialaufwand realisierbaren Gründungen und Pfeiler soweit als möglich zu vermeiden. Eine naheliegende Entwurfsidee, diese Maßgabe durch einen Umbau und die Erweiterung eines bestehenden Fußweges auf der Horchheimer Eisenbahnbrücke zu realisieren, verlangte aber gleichzeitig auch, dass neben den üblichen normativen Vorgaben und Richtlinien, die im Straßenbau gelten, auch die Vorgaben der Deutschen

Bahn mitzubeachten sind. Ebenfalls nicht zu unterschätzen sind die zahlreichen Besonderheiten bei der Planung und dem Bau, die sich aus dem Umgang mit einem schon einige Jahrzehnte in Betrieb befindlichen Bestandsbauwerk ergeben. Angefangen mit Besonderheiten im Baumaterial Stahl, welches nicht, wie heute üblich, als grundsätzlich schweißbar anzusehen ist, über die globalen Fragen, ob das Bestandsbauwerk die Mehrbelastung aus Radwegverbreiterung überhaupt aufnehmen kann, bis hin zu Detailfragen, wie denn ein Anschluss an den Bestand ausgeführt werden kann und wie im Neubauteil notwendige Baustellenschweißungen ggf. auch unter Verkehr auf der Eisenbahnbrücke ausgeführt werden können. Eine grundsätzliche Frage, die zudem geklärt werden musste, war, inwieweit das Bahnbauwerk insgesamt infolge von Nachrechnung oder Zustandsbewertung erneuerungsbedürftig sei. Hier konnte von Seiten der Bahn Entwarnung gegeben werden. Bis auf die in der Planung der Geh- und Radweganlage berücksichtigte Erneuerung der Vorlandbrücke Horchheim sind in den kommenden Jahrzehnten keine weiteren nennenswerten Baumaßnahmen an der Eisenbahnbrücke zur erwarten.



Bild 9: Grundriss mit Übersicht der endgültigen und temporären Wegeführung

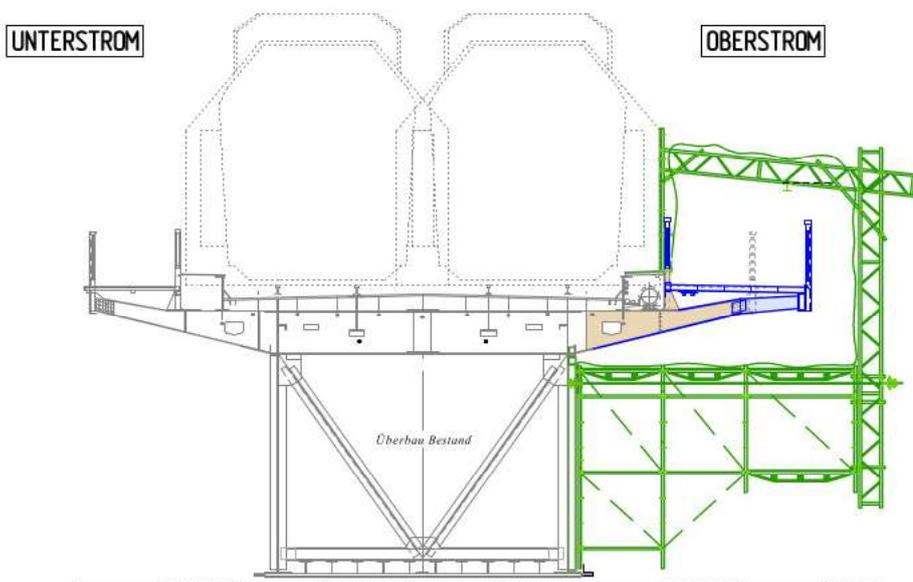


Bild 10: Erweiterung Kragarm und Arbeitsgerüst Strombrücke
(braun = bestehender Kragarm, blau = Verstärkung und Erweiterung Kragarm, grün = Arbeitsgerüst)

Neben diesen technischen Gesichtspunkten waren bei diesem Projekt auch die Belange zahlreicher weiterer Projektbeteiligter abzustimmen, zu koordinieren und zu berücksichtigen. Beispielhaft zu erwähnen sind die Denkmalschutzbehörde, das Wasser- und Schifffahrtsamt, die Struktur- und Genehmigungsdirektion (SGD), die Deutsche Bahn, Fachkräfte für Arbeitssicherheit und eine Vielzahl von Leitungsträgern.

Insgesamt also eine relativ komplexe Entwurfsplanungsaufgabe, die vom Ingenieurbüro BORAPA übernommen und auch schon im Entwurf von den Fachexperten der Brückenbauabteilung der Stadt Koblenz gemeinsam mit dem vom Eisenbahn-Bundesamt anerkannten Prüfsachverständigen,

Fachgebiet Stahlbau, Prof. Dr.-Ing. Bertram Kühn, sehr eng begleitet wurde. Diese für Entwürfe von Brückenbauten eher seltene Zusammenstellung des Entwurfsplanungsteams hatte zum Ziel, bei aller Komplexität und trotz zahlreicher Besonderheiten eine möglichst optimierte und wirtschaftliche Entwurfs- und Ausschreibungsunterlage zu erstellen.

Umsetzung der Zielvorgaben

Zur Umsetzung der Zielvorgaben wird auf der Oberstromseite (rote Darstellung in Bild 9) der vorhandene Kragarm an der Strombrücke erweitert und im weiteren Verlauf auf der Seite Horchheim eine rund 69 m lange Fuß- und Radwegbrücke neu errichtet: Diese wird vom Bestandsbauwerk abgerückt, sodass

die ab 2027 geplante Erneuerung des Kreuzungsbauwerks durch die DB den Fuß- und Radverkehr nicht beeinflusst.

Während der ca. 2 Jahre dauernden Bauzeit wird unterstromseitig (gelbe Darstellung) ein temporäres Gehweg mit einer Nutzbreite von 1,50 bis 2,00 m eingerichtet. Dies wird durch die Instandsetzung des vorhandenen Weges auf der Strombrücke und durch die Errichtung von Behelfsbrücken und Rampen in den Vorlandbereichen ermöglicht.

Erweiterung Kragarm Strombrücke

Die Erweiterung des Kragarms erfolgt durch die stahlbaumäßige Verlängerung und Verstärkung der vorhandenen Kragarme. Um das Arbeitsgerüst über den beiden Schifffahrtsrinnen des Rheins möglichst wirtschaftlich zu gestalten, wurde hier auf einen optimierten Materialeinsatz und die damit verbundenen Transportgewichte besonderes Augenmerk gelegt. Bild 10 stellt die im Entwurf gefundene Lösung für eine effiziente Arbeitsgerüstausbildung dar.

Neubau Fuß- und Radwegbrücke

Die 69 m lange Fuß- und Radwegbrücke aus Stahl musste zur Begrenzung der Einhubgewichte und aufgrund der äußerst beengten Platzverhältnisse optimiert werden und sowohl die Gründung als auch das teilintegrale Bauwerk mussten auf Schiffsanprall bemessen werden.

Weiterhin bestand die Planungsaufgabe darin, das vorhandene Denkmal der Vorlandbrücke zu erhalten und optisch weitestgehend sichtbar zu lassen, siehe Bild 11.

Temporäre Fußwegverbindung während der Bauzeit

Wie schon mehrfach angesprochen war es aufgrund der Wichtigkeit der Verbindung erforderlich, dass diese auch während der Bauzeit offengehalten werden musste. Im Bereich der Strombrücke, war dies auch mit einer denkbar einfachen Ertüchtigung des unterstromseitig vorhandenen Dienstweges verhältnismäßig leicht zu lösen, während in den Bereichen der Vorlandbrücken baueitlich temporäre Lösungen zu schaffen waren. Hierzu wurde auf Standardlösungen aus dem Gerüstbau, sowohl für die Überbauten wie auch für die temporären Stützkonstruktionen, zurückgegriffen (siehe beispielhaft Bild 12), mit denen die Zuwegung zu dem Gehweg an der Strombrücke ermöglicht wird.

Aktueller Stand des Projekts

Der Entwurf und die Ausschreibungsunterlagen wurden 2023 in sehr enger und stets konstruktiver Abstimmung mit dem Tiefbauamt der Stadt Koblenz erstellt und der Entwurf auch in statisch-konstruktiver Hinsicht geprüft. Nach Übernahme von Prüfhinweisen wurde die Maßnahme im Februar 2024 ausgeschrieben und im Juli 2024 an die Firma Peter Groß Bau vergeben. Der Baubeginn war im Sommer 2024 und neben der üblichen Ausführungs- und Werkstattplanung für die Neubauteile und die Vorlandbrücke ist ein erster sehr wichtiger Meilenstein für die spätere Umsetzung die erfolgreiche Verfahrensprüfung zur schweißtechnischen Ausführung von Baustellenschweißnähten an der eingebauten Neubaukonstruktion. Dies ist notwendig, da diese mit Anschluss an den Bestand automatisch den dynamischen Wirkungen aus dem Zugverkehr auf der Brücke ausgesetzt sein werden. Dieser für eine qualitativ hochwertige Umsetzung der Schweißnähte bei gleichzeitiger absoluter Minimierung des Eingriffs in den Eisenbahnbetrieb notwendige Qualifizierungsschritt wird von dem Stahlbauunternehmen gemeinsam mit dem für die schweißtechnische Überwachung eingesetzten Kollegen, Herrn Anders vom Schweißtechnischen Institut Möll, Darmstadt, durchgeführt werden. Und auch die Ausführungsplanung für das zum Einsatz kommende Arbeitsgerüst, welches temporär an den Bestand angehängt werden wird, dürfte zu Beginn im Planungsfokus stehen. Allen Projektbeteiligten sei an dieser Stelle bereits eine stets unfallfreie und reibungslos laufende Baumaßnahme und ein kräftiges „Glück auf!“ gewünscht.

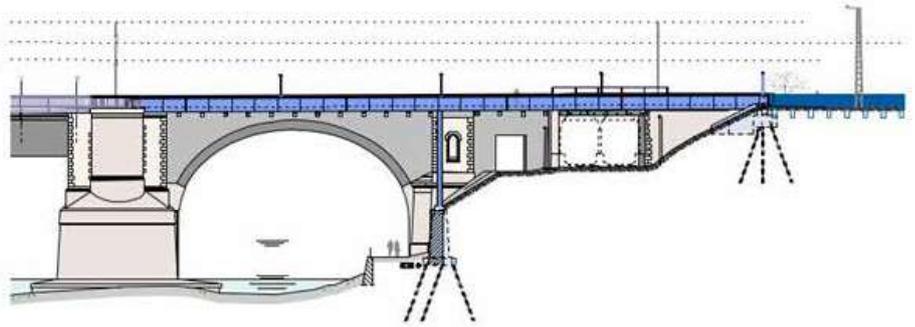


Bild 11: Neubau Fuß- und Radwegbrücke Seite Horchheim



Bild 12: Hergestellter Ersatzweg auf der Unterstromseite (© Dr. Kai Mifka, Stadt Koblenz)

Zusammenfassung und Ausblick

Mit der Nutzung eines bestehenden Rheinbrückenbauwerks zur Erweiterung und damit signifikanten Verbesserung der Geh- und Radwegebeziehungen zwischen rechter und linker Rheinseite im Bereich der Koblenzer Stadtteile Horchheim und Oberwerth beschreiten die Verantwortlichen konsequent den Weg einer nachhaltigen Verkehrsentwicklung weiter. Durch Anbau eines den aktuellen Regeln der Technik entsprechenden Fuß- und Radweges als Verbreiterung eines bestehenden Radweges an einer bestehenden Eisenbahnbrücke über den Rhein gepaart mit dem filigranen und gestalterisch hochwertig geplanten Neubau einer Vorlandbrücke wird eine mit hohem Querungskomfort ausgestattete neue Radverkehrsbeziehung geschaffen, die wichtige Impulse bei der Änderung des Modal Split hin zu mehr emissionsfreiem Radverkehr liefern wird. Gleichzeitig erlaubt die gefundene Lösung eine ganz erhebliche Reduzierung der notwendigen Ressourcen an Baumaterial, welche bei klassischer, eigenständiger Baulösung mit eigenen Unterbauten im Rhein deutlich größer gewesen wäre. Ganz zu schweigen von den damit verbundenen Einsparungen an CO₂-Emissionen, die bei der Herstellung des Betons für die Unterbauten entstanden wären. So fördert die Stadt Koblenz nicht nur klimaneutralen Nahverkehr, sondern setzt die zur Förderung notwendige Baumaßnahme auch noch in höchstem Maße nachhaltig um.



Prof. Dr.-Ing. Bertram Kühn

EBA-Prüfsachverständiger,
Fachgebiet Stahlbau

b.kuehn@verheyen-ingenieure.de

Verheyen-Ingenieure GmbH & Co. KG
Hannah-Arendt-Str. 5
55543 Bad Kreuznach

www.verheyen-ingenieure.de



Dr.-Ing. Kai Mifka

Leiter des Tiefbauamts

kai.mifka@stadt.koblenz.de

Stadtverwaltung Koblenz
Bahnhofstraße 47
56068 Koblenz



**Dipl.-Ing. (FH)
Franz Josef Donauer**

Geschäftsführer

donauer@borapa.de

BORAPA Ingenieurgesellschaft mbH
Luxemburger Straße 1-3
67657 Kaiserslautern

www.borapa.de