

Projekt Erneuerung der Hafenbrücken Variantenuntersuchung Brücken



Varianten der Vorplanung für die Brücken Hafenstraße
über den Main-Donau-Kanal und die Südwesttangente und für
die Brücke Frankenschneidweg über Main-Donau-Kanal und
Südwesttangente

Stand: 13.06.2018
SÖR/1-B/4



Inhalt

1. Bereich Hafenstraße 3

 1.1 Brücke Hafenstraße über den Main-Donau-Kanal 3

 1.1.1 Variante I – Balkenbrücke 3

 1.1.2 Variante II – Bogenbrücke 3

 1.1.3 Variante III - Stahlgeflecht 3

 1.2 Brücke Hafenstraße über die Südwesttangente 4

 1.2.1 Variante 1 - Stahltrog 4

 1.2.2 Variante 2 - Stabbogen 4

 1.2.3 Variante 3 – Stahlgeflecht 4

 1.3 Weitere Anlagen Hafenstraße und Gesamtkosten Hafenstraße 5

 1.4 Ergebnis Vorplanung Hafenstraße 5

 1.4.1 Brücke über den Main-Donau-Kanal 5

 1.4.2 Brücke über die Südwesttangente 7

2. Bereich Frankenschnellweg 8

 2.1 Spannbetonüberbau mit einzelligem Hohlkasten 8

 2.2 Stahlverbundüberbau mit zwei einzelligen, luftdicht verschweißten Hohlkästen 8

 2.3 Stahlverbundüberbau mit einem einzelligen, begehbaren Stahltrog 8

 2.4 Alternative Stabbogenbrücke 9

 2.5 Stützen in den Bestandsachsen 9

 2.6 Stützen in optimierter Stellung 9

3. Gesamtkosten Projekt Erneuerung Hafenbrücken 10





1. Bereich Hafenstraße

1.1 Brücke Hafenstraße über den Main-Donau-Kanal

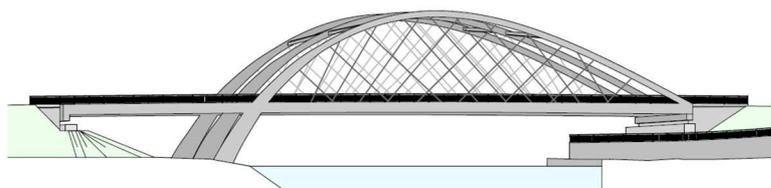
1.1.1 Variante I – Balkenbrücke



Baukosten ≈14 Mio. €
 Anteil davon WSV 50 % ≈7 Mio. €
Stadt Nürnberg ≈7 Mio. €

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • größeres Bieterspektrum, da kein komplizierter Stahlbau • geringere Bau- und Unterhaltungskosten gegenüber Variante II 	<ul style="list-style-type: none"> • Eingriff in den Gefährdungsraum MD-Kanal, Pfeiler und Überbau sind auf Schiffsanprall zu bemessen • Trennpfeiler und Rahmenbauwerk (Ost) statisch erforderlich – gestalterisch sehr unschön • normative Nutzungsdauer nur 70 Jahre • umfangreiche Spartenumlegungen notwendig • Brückenprüfung eingeschränkt möglich, weil geringe Bauhöhe Stahlträger (Hohlkasten)

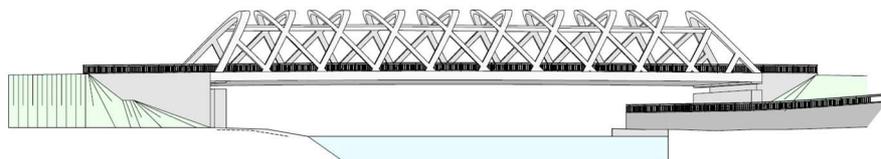
1.1.2 Variante II – Bogenbrücke



Baukosten ≈16 Mio. €
 Anteil von günstigster Lösung Variante I WSV ≈7 Mio. €
Stadt Nürnberg ≈9 Mio. €

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • gestalterisch hochwertig • geringer Eingriff in den Gefährdungsraum (Ost) • weniger Schnittstellen mit Dritten/Spartenumlegungen gegenüber Variante I • bewährte Konstruktionsart 	<ul style="list-style-type: none"> • höhere Kosten wg. höherem Stahlanteil ggü. Var. I • höhere Kosten für Baubehelfe für Querverschub (zusätzlichen Aussteifungen) • Qualitätseinbußen wegen zweigeteilter Herstellung • Bauwerksprüfung wegen Bauwerkshöhe aufwändig • hoher Instandhaltungsaufwand (Bögen+Stahlseile) • normative Nutzungsdauer nur 70 Jahre • Umfangreicher Ausbau Ufer → Eingriff in Gewässer • Eingriff in Gefährdungsraum

1.1.3 Variante III - Stahlgeflecht

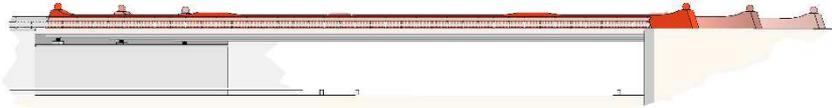


Baukosten ≈16,5 Mio. €
 Anteil von günstigster Lösung Variante I davon WSV ≈7 Mio. €
Stadt Nürnberg ≈9,5 Mio. €

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • hoher Gestaltungs- und Wiedererkennungswert • dauerhafte und robuste Fachwerkkonstruktion • geringe Beeinträchtigungen des Verkehrs während der Bauzeit • geringe Kosten für Baubehelfe • kein Eingriff in Gefährdungsraum • längere normative Nutzungsdauer (100 Jahre) • Verkehrsführung 4+0 möglich • kein Eingriff in Gefährdungsraum Kanal 	<ul style="list-style-type: none"> • höhere Kosten wegen höherem Stahlanteil und komplexer Geometrie gegenüber Variante I und II • Bauwerksprüfung und Instandhaltung aufwändiger wegen vieler Knotenpunkte im Stahlgeflecht • höhere Glättegefahr (Stahlbrücke)

1.2 Brücke Hafenstraße über die Südwesttangente

1.2.1 Variante 1 - Stahltrog



Baukosten \approx 9,5 Mio. €
 Davon Freistaat 50 % \approx 4,75 Mio. €
Stadt Nürnberg \approx 4,75 Mio. €

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • geringste Baukosten • gute Einsehbarkeit und Zugänglichkeit erleichtert Bauwerksprüfung • verkehrssicherer durch Trennung Verkehr • optisch dem Bestand am nächsten 	<ul style="list-style-type: none"> • geringes Vormontagepotenzial (Längsträger) • Einwirkungen auf Straßenverkehr durch Gerüste • Geringere normative Nutzungsdauer • kein 4+0 Verkehr bei späteren Reparatur- und Wartungsarbeiten möglich • funktional ohne optischen Mehrgewinn • höhere Instandhaltungskosten • normative Nutzungsdauer nur 70 Jahr

1.2.2 Variante 2 - Stabbogen



Baukosten \approx 11 Mio. €
 Anteil von günstigster Lösung Variante 1
 davon Freistaat \approx 4,75 Mio. €
Stadt Nürnberg \approx 6,25 Mio. €

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • erhöhter Gestaltungs- und Wiedererkennungswert im Vergleich zu Variante 1 • bewährte Tragkonstruktion, hohe Lebensdauer • Quereinschub möglich • bewährte Konstruktion • 4+0 Verkehrsführung möglich • normative Nutzungsdauer 100 Jahre 	<ul style="list-style-type: none"> • höhere Kosten gegenüber V1 (höherer Stahlanteil) • Bauwerksprüfung wegen Konstruktionshöhe aufwändig • Aufwand für Instandhaltung wegen Bögen und Stahlseilen höher

1.2.3 Variante 3 – Stahlgeflecht



Baukosten \approx 12,5 Mio. €
 Anteil von günstigster Lösung Variante 1
 davon Freistaat \approx 4,75 Mio. €
Stadt Nürnberg \approx 7,75 Mio. €

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • hoher Gestaltungs- und Wiedererkennungswert • Querverschub \rightarrow geringe Beeinträchtigungen des Verkehrs während der Bauzeit • dauerhafte und robuste Fachwerkkonstruktion • 4+0 Verkehrsführung möglich • normative Nutzungsdauer 100 Jahre 	<ul style="list-style-type: none"> • höhere Kosten wegen höherem Stahlanteil und komplexerer Geometrie gegenüber Variante 1 • Bauwerksprüfung und Instandhaltung aufwändiger wegen vieler Knotenpunkte

1.3 Weitere Anlagen Hafenstraße und Gesamtkosten Hafenstraße

Zu den Kosten für die Brückenbauwerke kommen Kosten für die Verkehrsanlage i.H.v. ca. 13 Mio. €, Kosten für Stützwände i.H.v. ca. 3,4 Mio. €, eine Fuß- und Radwegeunterführung i.H.v. ca. 0,6 Mio. € sowie Baunebenkosten i.H.v. ca. 11 Mio. €. Die Gesamtkosten betragen geschätzt ca. 61 Mio. €. Hinzu kommen Teuerung und die neu hinzugekommene Verkehrsanlage Knoten Donaustraße / Hafenstraße. Eine grobe Übersicht der Gesamtkosten des Projekts ist auf Seite 11 dieses Dokumentes enthalten.

1.4 Ergebnis Vorplanung Hafenstraße

1.4.1 Brücke über den Main-Donau-Kanal

Die Randbedingungen für den Ersatzneubau über den MDK sind vergleichsweise komplex. Eingriffe in den Bestand und den Betrieb der Bundeswasserstraße sind deshalb - soweit möglich und wirtschaftlich vertretbar - auf ein Minimum zu beschränken. Mit dem Neubau soll jedoch auch dem Verlangen der WSV (Wasser- und Schifffahrtsverwaltung), die lichte Durchfahrtshöhe unter dem Bauwerk zu erhöhen, nachgekommen werden. Die Fahrbahn der Hafenstraße kann aber aufgrund der bestehenden Anbindungen an die Südwesttangente, die Donaustraße und die Rotterdamer Straße nur geringfügig angehoben werden. Auch die Anlegestelle für die Personenschifffahrt, die Feuerwache 4 inkl. Feuerwehrparkplatz sowie die Zufahrt zum Betonwerk von Berger-Beton schränken die Anpassungsmöglichkeiten ein.

Keine der Lösungsmöglichkeiten lässt sich ohne jegliche Auswirkungen auf den Straßen- und Schifffahrtsverkehr realisieren. Es werden Behelfsbrücken zur Abwicklung des Straßenverkehrs während des Neubaus bzw. Sperrungen zum Querverschub oder dem Einschwimmen der in seitlicher Lage hergestellten neuen Brückenüberbauten erforderlich.



Abbildung 1 - Visualisierung MDK Variante I

Mit der Variante I ging der Versuchsplaner einher, ein sehr wirtschaftliches Bauwerk, weitestgehend angelehnt an das Bestandsbauwerk, zu entwickeln. Die Realisierung einer Dreifeldbrücke mit untenliegendem Tragwerk analog dem Bestand scheidet jedoch unter den gegebenen Zwangspunkten an den heute gültigen Regelwerken und Bemessungsrichtlinien. Nach heutigen Vorschriften kann der Überbau mit der in den 60er Jahren üblichen Schlankheit rechnerisch nicht nachgewiesen werden. Die maximal verfügbare Bauhöhe des Brückenüberbaus reicht nicht aus, um die tolerierbaren Verformungen (bzw. Schwingungen) einzuhalten. Nur mit der Ausbildung eines massiven und steifen Rahmenbauwerks, das etwa Hausgröße annehmen wird, auf der Ostseite des Kanals lassen sich die Verformungen in den Griff bekommen. Dadurch entsteht ein zwar technisch mögliches, aber eher unansehnliches, wuchtiges Bauwerk.

Gestalterisch wird diese plumpe und unproportionierte Lösung gerade an der Anlegestelle am Kanal als sehr unpassend bewertet.

Die Variante II sieht eine Bauweise in Form eines Stabbogens vor. Allerdings ist der Wartungsumfang durch die große Bauhöhe deutlich erhöht. Die Variante ist gestalterisch hochwertig und gefällig. Die Bogenform ist eine allortens vertraute und am Main-Donau-Kanal bereits häufig umgesetzte Lösung. Einen besonderen Eindruck wird diese Variante daher nicht hinterlassen.



Abbildung 2 – Visualisierung MDK Variante III

Infolge der Abwägung der Vor- und Nachteile der verschiedenen Brückenvarianten wird die Variante III – Stahlgeflecht als Einfeldbrücke vorgeschlagen. Diese von einer Fachwerkbrücke abgeleitete Variante zeichnet sich nicht nur durch Steifigkeit und Robustheit, sondern auch durch die besonders ansprechende optische Gestaltung aus. Brückenbauwerke als gewölbtes Fachwerk in Form eines Stahlgeflechtes sind bis dato wenig realisiert, moderne computergesteuerte Fertigungsanlagen ermöglichen jedoch heute die Herstellung der gekrümmten Bauteile. Mit der Variante III werden Emotionen geweckt. Die Gäste zu Wasser oder die aus Richtung Westen kommenden Verkehrsteilnehmer werden das markante Bauwerk als Eingangstor der Stadt Nürnberg wahrnehmen. Auch die Bürger Nürnbergs profitieren von der Besonderheit des Bauwerks, die neu geschaffene Schiffsanlegestelle wird noch attraktiver und lädt sicher den einen oder anderen zum Ausflug oder Spaziergang in den Hafen ein.

Die Konzeption als Stahlbrücke bietet gegenüber den anderen Lösungsmöglichkeiten sowohl Vorteile beim Bau als auch der Nutzung, dem Betrieb und der normativen Nutzungsdauer. Da es sich um eine reine Stahlbrücke über ein Gewässer handelt, sind bei extremen Witterungsbedingungen in den Wintermonaten übliche, bewährte Maßnahmen (z.B. Glättemeldeanlage) zur Vermeidung von Glätteunfällen auf dem Bauwerk notwendig. Andererseits ist die Stahlbrücke mit einer theoretischen Nutzungsdauer von 100 Jahren gegenüber der Varianten I mit einer theoretischen Nutzungsdauer von nur 70 Jahren im klaren Vorteil.

Durch den Bau beider Brücken als Stahlgeflecht (MDK Variante III und SWT Variante 3) entsteht eine Brückenfamilie, die das Wesen der Verkehrsanlage Hafenstraße und Südwesttangente grundlegend positiv beeinflusst und einen besonderen Wiedererkennungswert für die Stadt Nürnberg darstellen würde.

1.4.2 Brücke über die Südwesttangente

Die bereits tabellarisch dargestellten Vor- und Nachteile für die einzelnen Varianten stellen die Variante 3 bei der Brücke über die Südwesttangente als klaren Sieger heraus.

Die Variante 1 fordert den Verzicht auf eine 4+0 Verkehrsführung im Endzustand, sodass der Verkehrsfluss während Instandhaltungsarbeiten nur sehr eingeschränkt laufen könnte. Auch während der Bauzeit kommt es bei dieser Variante zu den größten Auswirkungen und Einschränkungen des Verkehrs. Hinzukommend ist sie über die 100jährige Nutzungsdauer die Teuerste der Varianten. Aufgrund vorgenannter Nachteile kann Variante 1 nicht zur Umsetzung empfohlen werden.

Die Variante 2 sieht eine Standardbauweise in Form des Stabbogens vor. Allerdings ist der Wartungsumfang durch die große Bauhöhe deutlich erhöht. In den Gesamtbauablauf passt sie sich besser als Variante 1 aber etwas schlechter als Variante 3 ein. Die Variante 3 kann im Ganzen eingeschoben werden und verursacht damit deutlich weniger Einschränkungen im laufenden Verkehr. Sie ist teurer als Variante 2. Außerdem sind auch die erhöhten Kosten bei der Bauwerksprüfung und die damit verbundenen Einschränkungen auf den laufenden Verkehr zu beachten.



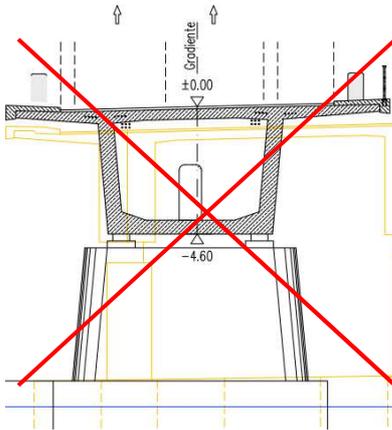
Abbildung 3 - Visualisierung SWT Variante 3

Gesamtheitlich stellt sich Variante 3 als überzeugendste Lösung heraus, da sie die größten Vorteile hinsichtlich der Verkehrsführung, des Bauablaufs und der Unterhaltung bereithält. Mit der Variante 3 werden Impulse gesetzt, die das Tor in die Stadt aus Richtung Süden und damit das Stadtbild nachhaltig verbessern. Den täglich rd. 80.000 Verkehrsteilnehmern wird das Unter- bzw. Durchfahren des auffälligen und markanten Tores von Nürnberg in Erinnerung bleiben.

2. Bereich Frankenschnellweg

Für die Brücke Frankenschnellweg über Südwesttangente und Main-Donau-Kanal kommt aufgrund ihrer Länge (300m) und ihrer Geometrie (gebogen, mit 2 anschließenden Rampen) als wirtschaftl. Lösung nur eine Deckbrücke in Frage. Es wurden dazu verschiedene Lösungsansätze untersucht.

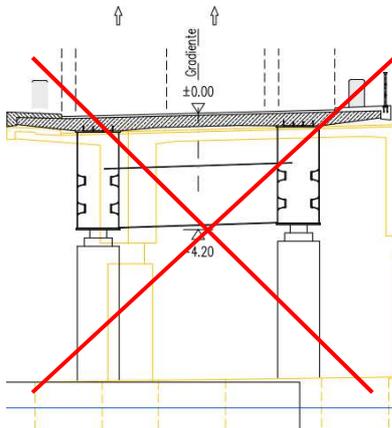
2.1 Spannbetonüberbau mit einzelligem Hohlkasten



Der Spannbetonhohlkasten ist bei den gegebenen Randbedingungen keine geeignete Lösung da:

- größere Querschnittshöhen bedingen eine geringere Durchfahrthöhe unter der Brücke oder eine Anhebung der gesamten Brücke mit Anpassung der Verkehrsanlage,
- höhere Lasten aus dem Eigengewicht sowie
- aufwändige Herstellung über dem Kanal mit Freivorbau.

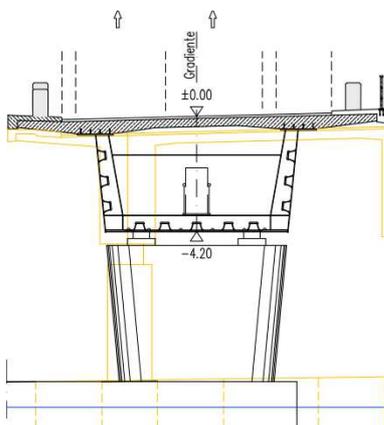
2.2 Stahlverbundüberbau mit zwei einzelligen, luftdicht verschweißten Hohlkästen



Der luftdicht verschweißte Stahlverbundüberbau ist für diese Brücke nicht der geeignete Überbau da:

- in der Herstellung zwar geringfügig günstiger
- problematischer für die Zugänglichkeit und Prüfbarkeit.

2.3 Stahlverbundüberbau mit einem einzelligen, begehbaren Stahltrog

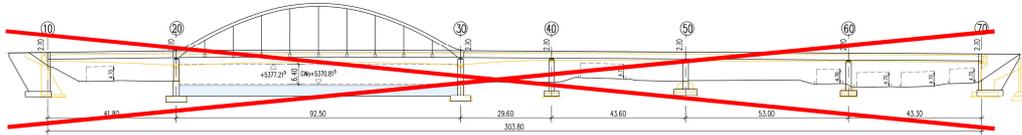


Eine Stahlverbundbrücke mit begehbarem Hohlkasten ist die für diese Brücke am besten geeignete Lösung da:

- sehr gute Zugänglichkeit und Prüfbarkeit aufgrund der Begehmbarkeit,
- kurze Montagezeiten mit geringer Beeinträchtigung für Schifffahrt und kreuzende Straßen durch hohen Vorfertigungsgrad,
- durch die geschlossene Untersicht optisch ansprechender sowie
- geringere Radarbildstörungen für die Schifffahrt.

2.4 Alternative Stabbogenbrücke

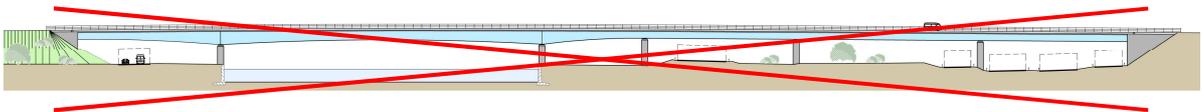
Als Alternative wurde zudem eine Stabbogenbrücke untersucht, die sich für die Brücke FSW als ungeeignet herausstellte.



- Im Vergleich zu den Deckbrücken deutlich höhere Kosten.
- Die Bogenkonstruktion erfordert eine aufwändigere Gründung.
- Bogen wegen der Krümmung der Brücke und der Rampenanschlüsse nur über dem Kanalfeld möglich.
- Breitere und teurere Verkehrsanlage aufgrund des seitlich liegenden Tragwerks.

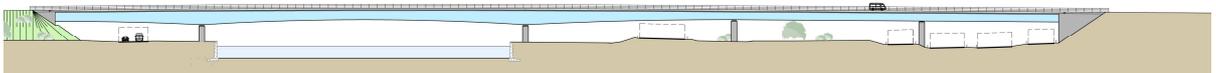
2.5 Stützen in den Bestandsachsen

Zu dem am besten geeigneten Querschnitt wurden zudem verschiedene Stützenstellungen untersucht. Die Stützen in den Bestandsachsen stellte sich nicht als die beste Option heraus.



- Die Kanalstützen greifen in den Gefährdungsraum der Bundeswasserstraße ein
- Einige Lager müssen gegen abhebende Kräfte gesichert werden
- Insgesamt ein unausgewogenes Stützweitenverhältnis

2.6 Stützen in optimierter Stellung



- Durch optimierte Stützenstellung wird ein Eingriff in das Lichtraumprofil des Kanals vermieden.
- Abhebende Kräfte in den Pfeilerachsen können ausgeschlossen werden.
- Harmon. Konstruktion durch schlanke Querschnitte und ausgewogenes Stützweitenverhältnis.

Auch beim neuen Brückenbauwerk werden die Richtungsfahrbahnen auf getrennten Überbauten geführt. Für die Querschnittsgestaltung wurde ein Stahlverbundüberbau mit einem einzelligen Stahltrog ausgewählt. Hierdurch können die Querschnittshöhen schlank und die Lasten aus Eigengewicht im Vergleich zu Spannbetonlösungen geringgehalten werden.

Der Querschnitt wird begehbar ausgebildet. Er weist eine sehr gute Zugänglichkeit und Prüfbarkeit auf. Durch die geschlossene Untersicht ist er optisch ansprechend und erzeugt geringere Radarbildstörungen für die Schifffahrt gegenüber Lösungen mit mehrzelligen Stahlkästen. Durch die Bauweise werden kurze Montagezeiten mit geringer Beeinträchtigung für Schifffahrt

und kreuzende Straßen gewährt, da eine weitgehende Vorfertigung der Bauteile möglich ist. Die Stahlkästen können farblich gestaltet werden.

Die Stützenstellung wird gegenüber dem Bestand deutlich verbessert. Die Hauptbrücke hat künftig nur noch 5 Felder, mit optimierten Spannweiten, wodurch ein ausgewogenes, harmonisches Stützenverhältnis entsteht. Durch das Abrücken der Stützen an den Ufern des Main-Donau-Kanals wird der Eingriff in den Gefährdungsraum der Bundeswasserstraße vermieden. Weiterhin kann hierdurch bei der Herstellung ein Eingriff in den Kanal vermieden werden. Durch die Verlängerung der Randfelder durch das Verschieben der Widerlager nach außen werden abhebende Kräfte ausgeschlossen.

Die geschätzten Baukosten ohne Teuerung für den Brückenneubau werden auf insgesamt ca. 57 Mio. € (Brutto) veranschlagt. Hinzu kommen ca. 10 Mio. € Baunebenkosten.

Die jährl. Folgekosten ändern sich gegenüber den Folgekosten im Bestand voraussichtlich nicht.

3. Gesamtkosten Projekt Erneuerung Hafенbrücken

Die Gesamtkosten im Projekt Erneuerung Hafенbrücken setzen sich aus Baukosten und Baunebenkosten sowie Personalvollkosten für die Projektgruppe bei SÖR mit insgesamt ca. 153 Mio. € (Kostenschätzung ohne Teuerung und ohne neu hinzugekommenen Knoten Donau-/Rotterdammer-/Hafenstraße) zusammen. Die Differenz zu den aus der Projektstudie genannten 137 Mio. € resultiert auf der Berechnung der Personalvollkosten für die Projektgruppe i.H.v. ca. 10,5 Mio. € und die Kostenberechnung für die Maßnahme AS Königshof (vgl. Objektplan). Die Kosten sind in nachfolgender Tabelle unterteilt in die Bereiche Frankenschneidweg (FSW) und Hafenstraße, die übergeordneten Kosten für das Gesamtprojekt sowie die flankierenden Maßnahmen AS Königshof und Wienerstr./Marthweg aufgeführt. Es wurden auf Grundlage der Abstimmungen Annahmen für mögliche Kostentragungen Dritter und Förderungen i.H.v. insgesamt 38 Mio. € eingetragen. Kommen weitere Bereiche oder Änderungen hinzu, werden die Kosten fortgeschrieben.

Kosten [Mio. €]	Gesamtprojekt	FSW	Hafenstraße	AS Königshof	Wienerstr./Marthweg
Straßen, Bauwerke		57	50		
Verkehrsanlage				4	2,4
BNK	6,5	10	11	1	0,6
Personal SÖR/1-B/4	10,5				
Summe	17	67	61	5	3
Gesamtsumme Kosten	153				

Kostentragung Dritter					
WSV/BUND		-14	-7		
Bayern (RMF)			-13	-1,5	-1,5
ABDN/BUND				-1	
Summe		-14	-20	-2,5	-1,5
Gesamtsumme Dritte	-38				
Kosten Stadt	115				