



Ausfertigung	1
Projekt-Nr.	<b>3-6851.1</b>
Auftraggeber	<b>Stadt Speyer</b>
<b>Projekt</b>	<b>Hochwasserschutz zwischen Hafenmeisterei und Schiffswerft Braun, Am Neuen Rheinhafen</b>
<b>Leistungsphase</b>	Genehmigungsplanung
<b>Heft</b>	1/1
<b>Inhalt</b>	Erläuterungsbericht
<b>Datum</b>	September 2020

**Betr.: Stadt Speyer**  
**Hochwasserschutz zwischen Hafenmeisterei und Schiffswerft Braun,**  
**Am Neuen Rheinhafen**  
**- Genehmigungsplanung -**

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>VERANLASSUNG UND ZIELSETZUNG .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>GRUNDLAGEN UND ALLGEMEINE VORGEHENSWEISE .....</b>	<b>2</b>
2.1	VERWENDETE UNTERLAGEN .....	2
2.2	VORGEHENSWEISE .....	2
2.3	GEOTECHNISCHES GUTACHTEN .....	3
2.4	GRUNDWASSERLEITER IM PLANUNGSBEREICH .....	7
<b>3</b>	<b>PLANUNG .....</b>	<b>9</b>
3.1	BEMESSUNGSHOCHWASSER.....	9
3.2	PLANUNGSRAUM .....	9
3.3	PLANUNGSKONZEPT .....	10
3.3.1	<i>RQ 1, Station 0+365 – 0+730.....</i>	<i>11</i>
3.3.2	<i>RQ 2, Station 0+730 – 0+753, Engstelle „Haltermann“.....</i>	<i>12</i>
3.3.3	<i>RQ 3, Station 0+750 – 0+827,5 Pipelines „Haltermann“ .....</i>	<i>15</i>
3.3.4	<i>RQ 4, Station 0+830 – 0+835, Querung Pipelines „Haltermann“ .....</i>	<i>16</i>
3.3.5	<i>RQ 5, Station 0+835 – 1+112.....</i>	<i>17</i>
3.3.6	<i>RQ 6, Station 1+112 – 1+132, Querung Pipelines „TanQuid“ .....</i>	<i>17</i>
3.3.7	<i>RQ 7, Station 1+132 – 1+355.....</i>	<i>18</i>
3.3.8	<i>Deichscharte, Station 1+195 .....</i>	<i>18</i>
3.3.9	<i>Deichüberfahrt, Station 1+355, Anschluss an Rheinhauptdeich .....</i>	<i>19</i>
<b>4</b>	<b>UMSETZUNG UND AUSWIRKUNGEN DER MAßNAHME .....</b>	<b>20</b>
4.1	BAUKORRIDOR UND BEDARFSFLÄCHEN .....	20
4.2	EIGENTUMSVERHÄLTNISS E.....	20
4.3	AUSWIRKUNGEN AUF LANDSCHAFT UND UMWELT.....	20
4.4	AUSWIRKUNGEN VON BAUBETRIEB UND BAUVERFAHREN .....	20
<b>5</b>	<b>KOSTENBERECHNUNG .....</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>AUFSTELLUNGSVERMERK.....</b>	<b>22</b>
	<b>ANLAGE 1 – BAUZEITLICHE FLÄCHENINANSPRUCHNAHME .....</b>	<b>I</b>
	<b>ANLAGE 2 - KOSTENBERECHNUNG .....</b>	<b>II</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Auszug aus [9], Karte 1: Lage Planungsraum und GW-Längsschnitt „L2“ .....	7
Abbildung 2	Auszug aus [9], Karte 5: GW-Längsschnitt „L2“ .....	8

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Bewertung der Wasserdurchlässigkeit der aufgeschlossenen Böden [5].....	4
Tabelle 2	Spundwandlänge zur Verhinderung konzentrierter Unterströmung [5].....	6

## Planunterlagen

### Übersichtslageplan

1.01	Übersichtslageplan	(M:2.500)
------	--------------------	-----------

### Lagepläne

2.01	Lageplan, Station 0+365 – 0+550	(M 1:250)
2.02	Lageplan, Station 0+500 – 0+750	(M 1:250)
2.03	Lageplan, Station 0+700 – 0+950	(M 1:250)
2.04	Lageplan, Station 0+950 – 1+150	(M 1:250)
2.05	Lageplan, Station 1+150 – 1+355	(M 1:250)
2.06	Detailplan, Engstelle „Haltermann“ Station 0+730 – 0+753	(M 1:50)
2.07	Detailplan, Deichtor 2, Station 1+190	(M 1:50)

### Regelquerschnitte

3.01	RQ 1, Station 0+365 – 0+730	(M 1:50)
3.02	RQ 2, Station 0+730 – 0+753	(M 1:50)
3.03	RQ 3, Station 0+750 – 0+830	(M 1:50)
3.04	RQ 4, Station 0+830 – 0+835	(M 1:50)
3.05	RQ 5, Station 0+835 – 1+112	(M 1:50)
3.06	RQ 6 + RQ 7, Station 1+113 – 1+355	(M 1:50)

### Höhen-Längsschnitt

4.01	Längsschnitt Station 0+000 – 1+390	(M 1:1.000/100)
4.02	Längsschnitt Deichüberfahrt 1+325 – 1+390	(M 1:100/100)

### Querprofile

5.01	Querprofil Station 0+365 – 0+600	(M:100)
5.02	Querprofil Station 0+650 – 0+827,5	(M:100)
5.03	Querprofil Station 0+900 – 1+000	(M:100)
5.04	Querprofil Station 1+050 – 0+150	(M:100)
5.05	Querprofil Station 1+200 – 1+300	(M:100)

## 1 Veranlassung und Zielsetzung

Die Stadt Speyer plant im Zuge der Verbesserung des Hochwasserschutzes den Neubau von Hochwasserschutzanlagen „Am Neuen Rheinhafen“, zwischen der Hafenmeisterei im Norden und dem bereits ausgebauten Rheinhauptdeich an der Schiffswerft Braun im Süden.

Die Stadt Speyer, vertreten durch den Fachbereich 5, Stadtentwicklung und Bauwesen, beauftragte die ipr Consult mit der Planung der Maßnahme.

Innerhalb des Planungsbereichs soll der Hochwasserschutz für das 200-jährliche Hochwasserereignis (Bemessungshochwasser BHW = HW200) mit 80 cm Freibord ausgebaut werden.

Im November 2015 wurde für das Plangebiet eine Vorplanung vorgelegt, die den erforderlichen Hochwasserschutz über ortsfest eingebaute Konstruktionen sicherstellt. Zum Vergleich wurde ergänzend zur Vorplanung im März 2017 auch der Einsatz mobiler Hochwasserschutzsysteme im Plangebiet geprüft, ein Wirtschaftlichkeitsvergleich durchgeführt und mit der SGD Süd abgestimmt.

In einer weiteren Abstimmung, zur Anpassung der Anteile „mobile Strecke“ bzw. „ortsfeste Strecke“ an die Entwicklungspotentiale der Stadt im Planungsbereich, zwischen dem Maßnahmenträger (Stadt Speyer) und der für die Fördergeldzusage maßgebenden Aufsichtsbehörde (SGD Süd), wurde eine „Vorzugsvariante“ zur weiteren Planung festgelegt. Dabei wurde berücksichtigt, dass eine geordnete Zufahrt ins Industriegebiet PLEYAD und zum Flugplatz nur über den „Neuen Rheinhafen“ möglich ist. Zur Sicherstellung der Befahrbarkeit der Zufahrtstraße wurde der mobile Anteil auf den Bereich 0+000 – 0+365 beschränkt, in dem eine Umfahrung der mobilen Aufbaustrecke eingerichtet werden kann.

Diese Vorzugsvariante wurde in einem weiteren Abstimmungsgespräch zwischen Stadtbauamt Speyer und der SGD im Juni 2017 hinsichtlich der Streckenanteile „mobiler HW-Schutz“ bzw. „ortsfester HW-Schutz“ an die lokalen Besonderheiten im Planungsbereich angepasst.

In den vorliegenden Unterlagen sind die Ergebnisse der Entwurfsplanung für die „ortsfeste Strecke“ (Bereich 0+365 – 1+355) zusammengestellt und werden zur Genehmigung eingereicht.

Für die „mobile Strecke“ (Bereich 0+000 – 0+365) sind seitens der Stadt Speyer noch Festlegungen zur Variantenwahl zu treffen. Dieser Bereich ist somit nicht Teil dieser Genehmigungsplanung.

## 2 Grundlagen und allgemeine Vorgehensweise

### 2.1 Verwendete Unterlagen

Die Planung der HW-Schutzmaßnahme „Am Neuen Rheinhafen“ basiert auf folgenden Grundlagen:

- [1] Vermessung:  
Ipr Consult, Neustadt, März 2014
- [2] Planungsinformation der Verkehrsbetriebe Speyer (Schiffsanlegestelle, Containerhafen) im Bereich des Hafenbeckens mit Angaben zur Planungssohle im Hafen und zum angenommenen Verlauf der Unterwasserböschung, Stand 18.07.2014
- [3] Planungsinformation Schiffsanlegestelle,  
IB Schumacher, Bornheim, Stand 12.08.2014
- [4] Planungsinformation der Verkehrsbetriebe Speyer  
Sohlpeilung Hafenbecken, Stand 21.10.2014
- [5] Geotechnisches Gutachten „HW-Schutz am neuen Rheinhafen, Speyer“,  
IBES Baugrundinstitut, Neustadt, Stand 23.10.2014
- [6] HW-Schutz-Planung „Salierbrücke bis Hafenmeisterei, Speyer“,  
IB KUG, Ludwigshafen, Stand 27.11.2013
- [7] Straßenplanung „Am Neuen Rheinhafen, Speyer“,  
IB Schönhofen, Kaiserslautern, Stand 27.11.2013
- [8] Luftbildauswertung Kampfmittelräumdienst  
KAMPFMITTELRÄUMDIENST RHEINLAND-PFALZ, Worms, 11.03.2014
- [9] Hydrogeologische Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Rhein-Neckar-Raum,  
Fortschreibung 1983-1998, MfUuF RLP, Mainz, 1999

### 2.2 Vorgehensweise

Der zum derzeitigen Zeitpunkt nicht ausreichend gegen das Bemessungshochwasser BHW = HW200, zzgl. 80 cm Freibord, geschützte Bereich zwischen der Hafenmeisterei und dem bereits ausgebauten Rheinhauptdeich an der Schiffswerft Braun soll durch geeignete Maßnahmen gegen künftige Hochwasserereignisse gesichert werden.

Zu diesem Zweck wurde zunächst eine Entwurfsvermessung im Planungsbereich durchgeführt [1].

Eine orientierende Luftbildauswertung hinsichtlich ggf. vorhandener Kampfmittel im Baufeld [8] ergab, „dass zum Zeitpunkt der Aufnahmen großflächig massive Kriegseinwirkungen in Form von Trichtern detonierter Bomben erkennbar sind. Im geplanten Baugebiet sind visuell keine Blindgänger erkennbar, allerdings sehr wahrscheinlich bei der hohen Dichte an Sprengtrichtern.“ Vor Baubeginn ist eine präventive Absuche durch entsprechende Fachfirmen zu empfehlen.

Im Jahr 2014 erfolgten Baugrunderkundungen und die Ausarbeitung eines geotechnischen Gutachtens durch das Grundbauinstitut IBES [5].

Im Baufeld vorhandene Infrastruktureinrichtungen wurden erfasst und ebenso wie die im Baufeld geplanten baulichen Maßnahmen verschiedener Träger im Zuge der Vorplanung berücksichtigt.

Für den Bestand sind insbesondere zu nennen:

- Gleisanlage Hafenbahn (ca. Station 0+000 – 0+850)
- Schiffsentladestelle und Öl-Förderleitungen der Fa. Haltermann (ca. Station 0+740 – 0+850)
- Schiffsentladestelle und Öl-Förderleitungen der Fa. TanQuid (ca. Station 1+140)
- Leitungen der Stadtwerke Speyer zur Wasser- Gas- und Stromversorgung
- Leitungen der Entwässerungsbetriebe Speyer zur Abwasserentsorgung
- Mittlerweile hergestellte Schiffsanlegestelle (ca. Station 0+100)

Im Baufeld diskutierte Planungen sind:

- Container-Umschlagplatz (Station ca. 0+300 – 0+600): zwischenzeitlich verworfen, in der vorliegenden Planung nicht mehr berücksichtigt
- Grundhafter Straßenausbau der Straße „Am Neuen Rheinhafen“ (Station ca. 0+220 – 1+230) “: zwischenzeitlich verworfen, in der vorliegenden Planung nicht mehr berücksichtigt

Der Planungsraum wurde hinsichtlich der vorhandenen Topografie und Nutzung in gleichförmige Abschnitte unterteilt, für die eine jeweils angepasste Hochwasserschutz-Planung konzipiert wurde.

Die planerischen Inhalte sind in den folgenden Plänen dargestellt.

- Übersichtslageplan 1.01
- Lagepläne 2.01 (Station 0+200 – 0+610) und 2.02 (Station 0+500 – 1+360)
- Detaillageplan 2.03 (Bereich Engstelle Haltermann)
- Regelquerschnitte RQ 1 – RQ 7, 3.01 – 3.05
- Höhenlängsschnitt 4.01 (Station 0+000 – 1+360)
- Querprofile 5.01 – 5.05

### **2.3 Geotechnisches Gutachten**

Im Juli 2014 wurden im Baufeld 13 Baugrundbohrungen (je 12 m tief) und 11 Rammsondierungen (DPH, je 15 m tief) hergestellt. Der Abstand der Erkundungspunkte

beträgt zwischen 50 m und 150 m. Darüber hinaus wurden bereits existierende Baugrundaufschlüsse mitberücksichtigt.

[5]: Die Baugrundverhältnisse im Untersuchungsgelände sind homogen ausgebildet. Die angetroffenen Böden können - bodenmechanisch vereinfachend - zu den folgenden Schichten bzw. Schichtkomplexen zusammengefasst werden:

- (1) Auffüllungen (A)
- (2) Decklehme (D)
- (3) Oberes Kieslager (OKL)

Eine detaillierte Beschreibung des Untergrundes kann [5] entnommen werden.

[5]: Während der Erkundungsarbeiten im Juli 2014 wurde der Grundwasserspiegel in Tiefen zwischen 6,4 m und 9,2 m unter Gelände angebohrt und - nach Einstellung des Ruhewasserspiegels - in Tiefen zwischen 5,6 m und 8,4 m eingemessen, was Höhenkoten von 89,6 mNN bis 93,0 mNN entspricht. Der Aquifer ist bedingt durch die geringe Wasserdurchlässigkeit der feinkörnigen, als Wasserstauer fungierenden feinkörnigen Deckschicht gespannt. ...

Aufgrund der Lage des Bauvorhabens am Rhein ist davon auszugehen, dass der Grundwasserspiegel im unmittelbar angrenzenden Hinterland bei Mittelwasser- sowie moderatem Hochwasserabfluss durch den Flusswasserstand beeinflusst ist, was letztendlich auch durch Pegelaufzeichnungen belegt ist. Dagegen ist bei größeren Hochwasserereignissen nicht zwangsläufig mit Grundwasserständen auf vergleichbarem Niveau zu rechnen, da die Hochwasserwellen im Regelfall nur relativ kurz anhalten und in dieser Zeit i. a. keine nennenswerte Infiltration über die Uferböschungen stattfindet, zumal diese im Bereich der feinkörnigen Deckschicht sowie die gepflasterte Uferbefestigung massiv gehemmt ist.

Die Untergrunddurchlässigkeit wurde in Tabelle 1 [5] wie folgt angegeben:

**Tabelle 1 Bewertung der Wasserdurchlässigkeit der aufgeschlossenen Böden [5]**

Schichtkomplex	Bodengruppe nach DIN 18196	Durchlässigkeitsbeiwert $k_f$ [m/s]	Durchlässigkeit nach DIN 18130
(A)	[UL], [TL]	$\leq 1 \times 10^{-8}$	(sehr) schwach durchlässig
	[UL/SU*], [SU*]	$1 \times 10^{-7}$ bis $1 \times 10^{-6}$	schwach durchlässig
	[SU], [GU]	$2,5 \times 10^{-5}$ bis $5 \times 10^{-5}$	durchlässig
	[SW/SI], [GW/GI], [GX/GY]	$1 \times 10^{-4}$ bis $1 \times 10^{-3}$	stark durchlässig
(D)	TA, TM, TL, UL	$\leq 1 \times 10^{-8}$	(sehr) schwach durchlässig
	UL/SU*, SU*	$1 \times 10^{-7}$ bis $1 \times 10^{-6}$	schwach durchlässig
(OKL)	SU, GU	$2,5 \times 10^{-5}$ bis $5 \times 10^{-5}$	durchlässig
	SE, SI, GI	$1 \times 10^{-4}$ bis $3 \times 10^{-4}$	(sehr) schwach durchlässig

In [5] wurden „globale Standsicherheitsnachweise“ exemplarisch für ausgewählte Querprofile geführt.

Der Überprüfung zufolge erweist sich die **westliche Böschung** bei den vorherrschenden Neigungen  $> 1 : 1,6$  als **nicht ausreichend standsicher** (vgl. Nachweise für BS-P.2).

Bei der **südlichen Böschung** ergaben die Berechnungen bei Neigungen  $< 1: 1,7$  Ausnutzungsgrade  $\mu < 1$  und damit **ausreichende Böschungsstabilität**.

[5]: Der Versagensfall „Lokale Standsicherheit am landseitigen Böschungsfuß“ ist in den Abschnitten „M1“ (0+000 – 0+830) und „M2“ (1+130 – 1+360) aufgrund des hochliegenden Hinterlandes und/oder der abschottenden Wirkung der (hier geplanten) Spundwand unbedeutend.

Wird im Abschnitt „M 2“ (0+835 – 1+112, hier geplant: Erddeich) die Straße „Am Neuen Rheinhafen“ als Hinterland und die angrenzende Aufschüttung zum Hafen als Deichkörper betrachtet, können auch hier Standsicherheitsdefizite ausgeschlossen werden, da auch bei länger andauerndem Hochwasser ein Sickerwasseraustritt am landseitigen Böschungsfuß infolge der Höhenlage der Straße auf ca. 96,0 mNN (entspricht ca. HQ 2), der Breite der Auffüllungszone von rund 30 m und der abschottenden Wirkung der aus teils verbackenen SU<sup>\*</sup>-, SU<sup>\*</sup>/UL-, UL- und TL-Böden bestehenden Auffüllungszone ausgeschlossen werden kann.

[5]: Der Nachweis der „Lokalen Standsicherheit am wasserseitigen Böschungsfuß“ ist aufgrund der wasserseitigen Uferbefestigung bzw. dem hochliegenden Hinterland entbehrlich.

Im südlichen Abschnitt zwischen Station 0+830 bis Ausbauende sind aufgrund der Entfernung des Hafenbeckens bzw. des Rheins zum tiefer liegenden Hinterland (vgl. Höhenlage Straße „Am Neuen Rheinhafen“) in Verbindung mit der erfahrungsgemäß relativ kurzen Dauer größerer Hochwasserereignisse die die Standsicherheit beeinträchtigende Wasseraustritte am luftseitigen Böschungsfuß auszuschließen.

Die in [5] geführten Nachweise zur „Auftriebs- und Grundbruchsicherheit“ wurden in den Vergleichsprofilen 0+250, 0+700 und 0+950 erfüllt.

Im Abschnitt  $> \text{km } 1+000$  stellt sich aufgrund der Entfernung zum Hafen bzw. Rhein ein deutlicher Druckabbau im Untergrund ein, durch den ein Versagen infolge Auftriebsverlust bzw. hydraulischem Grundbruch ausgeschlossen werden kann.

Gemäß [5] liegen keine Gefährdungen für Materialtransport im Untergrund infolge „Suffosion“ oder „Suberosion“ vor:

- Bei SU-, SU<sup>\*</sup>- und GI-Böden kann von einem geringfügigen Risiko für Suffosionsvorgänge ausgegangen werden.
- Bei SE-Böden besteht keine Suffosionsgefahr.

Zu beachten ist weiterhin, dass für einen Materialtransport hohe hydraulische Gradienten von  $i \geq 0,2$  im Untergrund erforderlich sind. Erfahrungsgemäß treten Strömungsgefälle in dieser Größenordnung auch bei einem Einstau bis BHW nicht auf, so dass keine die Standsicherheit gefährdenden Suffosionsvorgänge zu erwarten sind.

Bei der Suberosion handelt es sich um einen Prozess, bei dem die erosionsanfälligen Fein-/Mittelsande über die durch tierische und pflanzliche Einwirkungen entstandenen

Wegigkeiten ausgespült werden, was sich durch „Sandkraterbildungen“ im Hinterland bemerkbar macht.

Gestützt auf umfangreiche Laborversuche wurde von MÜLLER - KIRCHENBAUER zur Abgrenzung von gefährlichen zu ungefährlichen Sandkratern ein sog. "Kontrollgefälle" eingeführt, das durch eine Gerade dargestellt wird, die im Bereich des wasserseitigen Böschungsfußes auf der Höhe des Bemessungshochwassers beginnt und zur Landseite hin geneigt ist. Die Neigung der Kontrollgefällelinie  $i_{krit.}$  richtet sich nach den anstehenden Untergrundverhältnissen und variiert i. d. R. zwischen 6,0 % und 7,5 %. Bei vorliegenden feinen Wechsellagerungen von Sanden und Kiesen bzw. leicht- und mittelplastischen Schluffen gilt für das Kontrollgefälle eine Neigung von  $i_{krit.} = 0,075$ .

Im vorliegenden Fall ist die Kontrollgefällelinie aufgrund der topografischen Verhältnisse überdeckt bzw. würde ein theoretisches Fortschreiten der Erosionskanalbildung in Richtung Wasserseite durch die geplante Spundwand unterbunden. Mit der Bildung von Sandkratern im Hinterland ist demzufolge nicht zu rechnen.

[5]: Um eine konzentrierte Unterströmung der Spundwand im Bereich des durchlässigen Auffüllungshorizontes und damit das Auftreten kritischer, erosionsfördernder Strömungsvorgänge zu unterbinden, ist die Unterkante Spundwand mindestens 0,5 m unter OK Deckschicht anzuordnen. Ausgehend von einer Lage der Spundwandoberkante auf OK Sp = 98,80 mNN ergeben sich unter hydraulischer Sicht dadurch die in nachfolgender Tabelle aufgeführten Spundwandlängen.

**Tabelle 2 Spundwandlänge zur Verhinderung konzentrierter Unterströmung [5]**

Bohrung	Station	OK Spundwand [mNN]	OK Deckschicht [mNN]	UK Spundwand [mNN]	Spundwandlänge L [m]
BK 1	0+050	98,8	94,8	94,3	4,5
BK 2	0+140	98,8	94,6	94,1	4,7
BK 3	0+300	98,8	94,7	94,2	4,6
BK 4	0+355	98,8	94,8	94,3	4,5
BK 5	0+455	98,8	95,0	94,5	4,3
BK 6	0+555	98,8	95,2	94,7	4,1
BK 7	0+735	98,8	95,8	95,3	3,5
BK 8	0+880	erdbautechn. Lösung $\Rightarrow$ entfällt!			
BK 9	0+925				
BK 10	0+995				
BK 11	1+160	98,8	94,7	94,2	4,6
BK 12	1+260	98,8	95,2	94,7	4,1
BK 13	1+350	98,8	94,9	94,4	4,4

Die Spundwände sind im Weiteren auch erdstatisch zu bemessen.

Für die Kostenschätzung wurde eine zunächst eine einheitliche Spundwandlänge von 5m angenommen.

#### **Fazit [5]:**

Die **westliche Hafenböschung** erweist sich bei größeren Hochwasserereignissen als **nicht ausreichend standsicher** im Sinne der einschlägigen Vorschriften und Richtlinien.

Bei wasser- oder luftseitiger Anordnung der Spundwand ist die Böschung jedoch im Falle eines Böschungsbruches nicht unmittelbar gefährdet, was im Rahmen der Spundwandbemessung mit Hilfe der Geometrie des Bruchkörpers (...) zu verifizieren ist.

Sofern vor diesem Hintergrund auf eine Abflachung der Böschung verzichtet wird, ist seitens der Bauherrschaft im Abschnitt „M1“ (0+000 – 0+830) das **erhöhte Risiko infolge rutschungsgefährdeter Böschungen** in Kauf zu nehmen.

Abweichend hierzu ist die Standsicherheit der Spundwand bei einer Verlegung der Spundwandachse in Richtung der Hafentböschung zu bewerten (z. B. an die Uferkante): Bei einem Böschungsbruch geht ein empfindlicher Teil des stabilisierend wirkenden Erdkeils vor der Spundwand verloren.

Um in diesem Fall eine **ausreichende Stabilität des Systems** zu erlangen, bieten sich **folgende Maßnahmen** an:

- Abflachen der Böschung auf max. 1 : 1,8
- Vergrößerung der Spundwandlänge (Achtung: hierbei ist ggf. ein möglicher Einfluss auf die Grundwasserströmungsvorgänge zu berücksichtigen)
- Rückverankerung der Spundwand

## 2.4 Grundwasserleiter im Planungsbereich

Aus der „Hydrogeologischen Kartierung und Grundwasserbewirtschaftung Rhein-Neckar-Raum“ [9] der rheinlandpfälzischen Wasserwirtschaftsverwaltung können Aussagen über die Mächtigkeit des oberen Grundwasserleiters (OGWL) abgeleitet werden. Die folgenden Abbildungen zeigen Ausschnitte der Karten 1 und 5 aus [9] mit Ergänzungen zur Lage der geplanten Spundwandabschnitte.

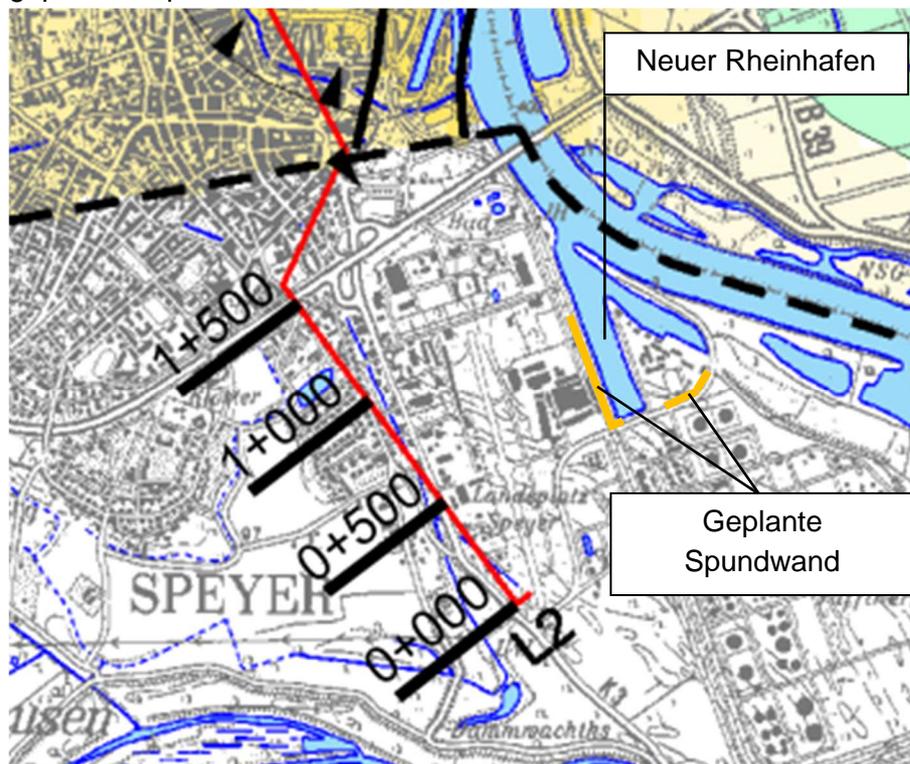


Abbildung 1 Auszug aus [9], Karte 1: Lage Planungsraum und GW-Längsschnitt „L2“

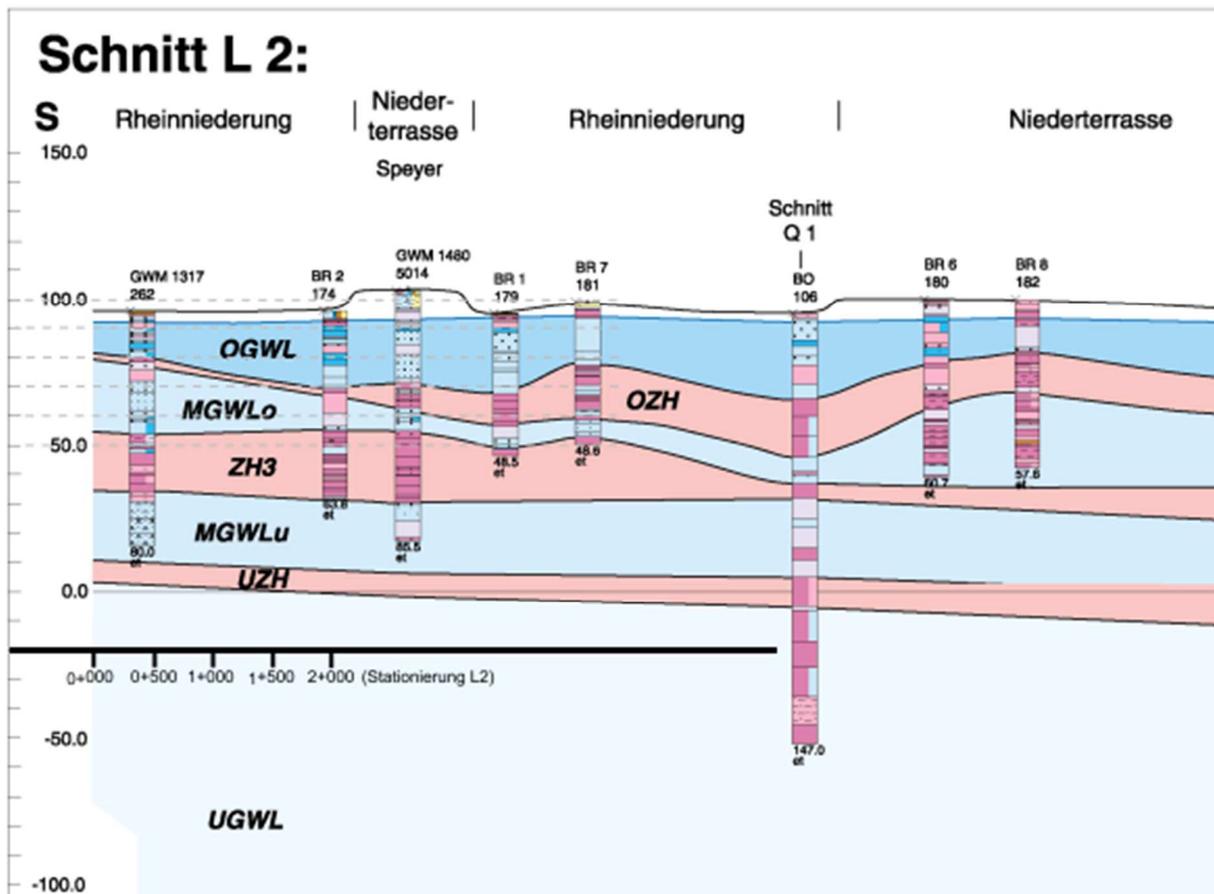


Abbildung 2 Auszug aus [9], Karte 5: GW-Längsschnitt „L2“

Im Bereich der geplanten Maßnahme weist der OGWL eine Mächtigkeit von ca. 15 – 20 m auf. Die Basis des OGWL liegt im Planbereich ca. zwischen 70,0 müNN und 80,0 müNN. Die Unterkante der geplanten Spundwände im Zuge der Hochwasserschutztrasse (siehe auch Kap. 3) liegt bei ca. 90,8 müNN, so dass noch ein freier Grundwasserstrom zum Rhein innerhalb des OGWL, unter der Spundwand hindurch, von ca. 11 bis 21 m Mächtigkeit erfolgen kann.

Die geplanten Spundwände sind außerdem am Südrand des Hafenbeckens auf > 250 m Trassenlänge unterbrochen, so dass hier ein ungestörter GW-Durchstrom erfolgen kann.

Es wird daher angenommen, dass die geplanten Spundwände die bestehende GW-Situation nicht signifikant beeinflussen.

### 3 Planung

#### 3.1 Bemessungshochwasser

Für das Planungsgebiet wird einheitlich ein konstanter Bemessungswasserspiegel BHW in Höhe des 200-jährlichen Hochwassers HW200 mit 98,00 müNN angesetzt.

Die Hochwasserschutzanlage wird für ein Freibord von 80 cm Höhe ausgebaut. Die Sollhöhe der Anlagen beträgt damit  $98,00 + 0,80 = 98,80$  müNN.

Zum Vergleich: Der höchste schiffbare Wasserstand HSW wird hier mit 96,04 müNN angegeben, der Mittelwasserstand des Rheins in Höhe des Neuen Rheinhafens Speyer liegt bei 92,45 müNN.

#### 3.2 Planungsraum

Der Planungsbereich umfasst die westliche und die südliche Umrandung des Hafenbeckens des Neuen Rheinhafens.

Im Norden beginnt der Planungsraum des stationären Hochwasserschutzes etwa bei der bestehenden Ölsperre (Station 0+365). Die geplante HW-Schutzanlage verläuft längs der Böschungsoberkante zum Hafenbecken, in wechselndem Abstand zur Böschung, zunächst ca. 450 m in Nord-Süd-Richtung bis an das südliche Ende der Werkshalle der Pfalz-Flugzeugwerke, parallel zur Straße „Am Neuen Rheinhafen“. Im Bereich der Einmündung der Joachim-Becher-Straße knickt die HW-Schutzanlage nach Osten ab und verläuft weitere ca. 500 m parallel zur Straße „Am Neuen Rheinufer“ bis an den Rheinhauptdeich heran, der von Südosten kommend bis zur Schiffswerft Braun bereits das erforderliche Ausbauniveau aufweist.

Das Plangebiet vermittelt einen für Gewerbe- und Industriegebiete typischen „technisch geprägten“ Gesamteindruck mit zahlreichen Anlagenbauten und angrenzenden Betriebsgebäuden. Es sind wenig Grünzonen vorhanden. Auf den ersten ca. 350 m ist eine Baumreihe auf der Böschungskrone am wasserseitigen Straßenrand gepflanzt. Zwischen Station ca. 0+835 und 1+112 sind auf der hier breiteren Grünfläche zwischen Hafenbecken und der Straße „Am neuen Rheinhafen“ auch größere Gehölzgruppen vorhanden.

Mehrere Zwangspunkte beeinflussen die Planung im Baufeld:

- Gleisanlage Hafenbahn (ca. Station 0+000 – 0+850)

==>

Der geplante HW-Schutz muss zwischen der Straße „Am Neuen Rheinhafen“ und dem Hafenbecken angeordnet werden.

- Schiffsentladestelle und Öl-Förderleitungen der Fa. Haltermann (ca. Station 0+730 – 0+850)

==>

Die Schiffsentladestelle „Haltermann“ (Station 0+730 – 0+753) reicht eingezäunt bis nah an den Rand der Straße „Am Neuen Rheinufer“ heran. Zwischen 0+750 und 0+835 verlaufen in ca. 2 m Abstand mehrere Förderleitungen parallel zur Straße „Am Neuen Rheinhafen“ und unterqueren im Kreuzungsbereich die Fahrbahn.

- Schiffsentladestelle und Öl-Förderleitungen der Fa. TanQuid (ca. Station 1+112 – 1+132)  
=>  
Von der Schiffsentladestelle „TanQuid“ verlaufen senkrecht zur HW-Schutztrasse und zur hier im Einschnitt tieferliegende Straße „Am neuen Rheinhafen“ mehrere eingezäunte Förderleitungen und unterqueren die Fahrbahn im Straßentiefpunkt (Station 1+112 – 1+132).
- Baulager Fa. Dupré (ca. Station 1+132 – 1+170)  
=>  
Das gegenüber der hier tiefliegenden Straße „Am Neuen Rheinufer“ wasserseitig hochliegende Lager reicht bis auf ca. 2 m an die Böschungskante der Straßeneinschnitt-Böschung heran.
- Zufahrt zur Schiffswerft Braun (ca. Station 1+190 – 1+200)  
=>  
Die Zufahrt zur Fa. Braun von der Straße „Am Neuen Rheinhafen“ (wasserseitig) liegt mehr als 3 m unter der Sollhöhe der geplanten HW-Schutzanlage.
- Schiffswerft Braun (ca. Station 1+200 – 1+355)  
=>  
Das wasserseitig der Straße „Am Neuen Rheinhafen“ mehr oder weniger hochliegende Werftgelände reicht bis nahezu unmittelbar an die Böschungskante der Straßeneinschnitt-Böschung bzw. bis an den Straßendamm heran. Bei Station 1+350 ist eine Einfahrt ins Firmengelände vorhanden.
- Anschluss an den Rheinhauptdeich (ca. Station 1+355 – 1+380)  
=>  
Hier besteht eine Deichüberfahrt, die jedoch mit ca. 30 cm Defizit noch nicht die Sollhöhe der HW-Schutzanlage aufweist.
- Hafeneinschnitt (ca. Station 0+000 – 1+110)  
=>  
Die Böschungsgeometrie des Hafenbeckens ist eine im Planungsbereich zu berücksichtigende Randbedingung. Oberhalb der Mittelwasserlinie ist eine Zwischenberme von mindestens 1 m Breite angeordnet. Die oberhalb liegende Böschung weist am westlichen Rand des Hafenbeckens steile Neigungen von ca. 1:1 bis 1:1,5 auf. Am südlichen Rand des Hafenbeckens ist die obere Böschungsneigung mit ca. 1:1,75 etwas flacher. Die Unterwasserböschung des Beckens wird in [2] auf ca. 1:2,5 abgeschätzt. Die planmäßige Hafenbeckensohle ist in [4] mit ca. 86,80 mNN angegeben.

### 3.3 Planungskonzept

In Abstimmung mit dem Auftraggeber wird der Abschnitt mit geplanten mobilen Hochwasserschutz in der Planung nicht berücksichtigt werden, bis Klarheit über die weitere Vorgehensweise besteht. Die vorliegende Planung beginnt daher mit den Regelquerschnitten RQ 1 bei Station 0+365.

In den Bereichen 0+365 – 0+835 und 1+112 – 1+355 ist wegen der vorliegenden baulichen Enge und der zahlreichen Randbedingungen ein technischer Hochwasserschutz mittels Spundwand vorgesehen. Im Bereich 0+835 – 1+112 steht ein ausreichendes Baufeld für einen kostengünstigeren Erddeich zur Verfügung.

Im Folgenden werden die Teilabschnitte in Stationierungsrichtung beschrieben.

### **3.3.1 RQ 1, Station 0+365 – 0+730**

#### Spundwand mit Stahlblechabdeckung

(siehe auch Plan 2.01, 2.02 und 3.01)

In diesem Bereich verläuft die Straße „Am Neuen Rheinhafen“ parallel zur Hafenbeckenböschung. Zwischen der Hafenbeckenböschung und der Straße liegt die ca. 6 m breite Böschungskrone (Grünstreifen mit Baumreihe).

Die HW-Schutz-Planung ist zwischen 0+365 und 0+730 grundsätzlich gemäß der in der Vorplanung erläuterten Varianten A) und B) möglich. Nachfolgend werden die Varianten nochmals zusammenfassend gegenübergestellt.

#### Variante A:

- Spundwandtrasse an der Böschungsoberkante
- Lange Spundwandbohlen, ggf. mit Beeinflussung der GW-Strömung
- Entfall der Baumreihe (aktuelle Kronendurchmesser Juni 2020:  $\geq 6$  m)
- Grünstreifen (ggf. Nachpflanzung kleinerer Bäume möglich)
- Straße,  $b=7,50$ m

„+“: keine Beeinflussung des Straßenraums  
geringe Gefährdung der Hochwasserschutzanlage durch den Straßenverkehr

„-“: ggf. geringfügige Beeinflussung der GW-Strömung (siehe auch Kap. 2.4)

#### Variante B:

- abgeflachte Hafenbeckenböschung, verringerte Böschungskrone
- Spundwandtrasse am wasserseitigen Fahrbahnrand
- kurze Spundwandbohlen (mit Abflachen der Böschung)
- Entfall der Baumreihe (aktuelle Kronendurchmesser Juni 2020:  $\geq 6$  m)
- Straße,  $b=7,50$ m

„+“: infolge der Abflachung ist die Hafenböschung standsicher,  
Gewinn Retentionsvolumen infolge Abflachung,  
voraussichtlich keine Beeinflussung der GW-Strömung (kurze Spundwand)

„-“: schwierige Unterhaltung der Böschungskrone,  
potenzielle Gefährdung der Schutzanlage durch den Straßenverkehr,  
aufwändiges Genehmigungsverfahren für Veränderung Hafenbecken-Geometrie

Im Verlauf der Planung und Erdstatik wurde zwischen den möglichen Varianten abgewogen. Im Zuge der Entwurfsplanung wurde sich auf Variante A (lange Spundwände) verständigt. Der Einfluss auf das Grundwasser ist vernachlässigbar (siehe auch Kap. 2.4).

Die geplante Spundwandtrasse verläuft entlang der Böschungsoberkante.

Die Geländeoberkante (GOK) liegt hier etwa bei ca. 97,80 mNN. Die Oberkante des U-Profilabdeckung liegt also etwa 1 m oberhalb auf Sollniveau 98,80 müNN. Aus statischen Gründen ist eine Gesamttiefe der Spundwand von 8,00 m notwendig.

Die bestehende Baumreihe liegt im Bereich der Spundwandtrasse und muss zum Einbringen der Spundwand gefällt werden. Auch einzelne Bäume können nicht erhalten werden, da das Einbringen der Spundwand den Wurzelbereich der Bäume anschneidet. Der Verlust ist ortsnahe auszugleichen.

Aus wasserwirtschaftlicher Sicht sind Bäume in unmittelbarer Nähe von HW-Schutzwänden nicht erwünscht. Kleinere Bäume könnten ggf. jedoch mit nur geringen Sicherheitseinbußen (z.B. durch Windwurf) für die Spundwand wieder vor Ort angepflanzt werden.

Im Bereich der Hafenterrasse sind verschiedene Einbauten (Treppen, Stege, Poller etc.) vorhanden, welche teilweise bis an die Böschungsoberkante bzw. auch darüber hinaus bis nah an den Trassenverlauf der Spundwand reichen. Um die Zugänglichkeit zu den Einbauten, insbesondere den Stegen, auch zukünftig zu gewährleisten, werden Übergangsstegleitern (mit Handlauf) über die Spundwand notwendig

Eine Umverlegung der parallel zur Straße verlaufenden Wasserleitung wird nicht notwendig. Die bestehende Schutzplanke entlang der Straße bleibt erhalten.

### **3.3.2 RQ 2, Station 0+730 – 0+753, Engstelle „Haltermann“**

#### Mobile HW-Schutzwand auf Spundwand mit Stahlbeton-Kopfbalken

(siehe auch Plan 2.02, 2.03, 2.06, 3.02)

Bei Station 0+731 – 0+750 liegt eine Schiffsentladestation für Flüssigstoffe der Fa. Haltermann. Ein umzäuntes Betriebsgebäude reicht bis nahe an die bestehende Straßenkante heran. Von hier aus verlaufen in südlicher Richtung parallel zur Straße Pipelines der Fa. Haltermann bis in die Straßenkreuzung bei Station 0+830 (siehe auch RQ 3).

Im Bestand verbleibt zwischen dieser Engstelle (Vorderkante Zaunanlage) und der Straße (Asphaltrand, Fahrbahn) auf ca. 20 m Länge ein nur ca. 0,75 m breiter Streifen, auf dem in Teilen eine Schutzplanke angeordnet ist. Ein von der Fahrbahn durch durchgezogene Markierungen abgetrennter Asphaltstreifen dient von Süden her als fußläufige Zuwegung zur Schiffsentladestation Haltermann. Auch zukünftig muss eine sichere Zuwegung für Mitarbeiter der Fa. Haltermann gewährleistet sein.

#### **Hochwasserschutzeinrichtung**

Um den Zugang zur Schiffsentladestation außerhalb von Hochwasserzeiten zu ermöglichen wird auf einer Länge von 20 m eine Deichscharte errichtet. Im Hochwasserfall wird die Deichscharte durch ein Dammbalkensystem verschlossen. Ein Zugang ist zu diesen Zeiten nur noch sehr eingeschränkt möglich.

Die von Norden an der Böschungsoberkante des Hafenbeckens gemäß RQ1 heranführende Spundwand mit U-Profil-Abdeckung macht bei Station 0+730 einen Versatz in Richtung Straße „Am neuen Rheinufer“. Im Versatzbereich schließt die Spundwand nach 90°-Knick mit einem Pfeiler aus Stahlbeton ab, in den an seiner Westkante ein U-Profil als Nut zum Einbau der Dammbalken des mobilen Systems integriert wird. Im Zuge des Pfeilers verspringt die Spundwand-OK von 1,0 m über Gelände auf 0,45 m unter GOK.

Nach einer Dammbalkenlänge knickt das mobile Dammbalkensystem nach Süden, wieder parallel zur Straße verlaufend ab. Die Abwicklung wird über eine Mittelstütze mit Eckprofil (90 °) realisiert.

Zwischen dem Anfangs- und Endpfeiler, im Zuge der mobilen Teilstrecke 0+731 - 0+750, verläuft die Oberkante des auf die Spundwand gegründeten Stahlbetonkopfbalken auf Geländehöhe und bildet so einerseits die Fortsetzung der HW-Schutzlinie und andererseits das Auflager für die im Bereich der Engstelle benötigte, 80 cm hohe, mobile Hochwasserschutzwand (mobile Stützen und Dammbalken).

In diesen Bereich werden im Abstand von je 2,5 m die Ankerplatten in den Kopfbalken eingelassen, in welche die sieben mobilen Mittelstützen verankert werden. Zwischen die Mittelstützen werden je vier Dammbalken ( $h = 4 \times 20 \text{ cm} = 80 \text{ cm}$ ) verspannt. Die Ankerplatten sind im Nicht-Hochwasserfall mit ebenen, verschraubten Edelstahlabdeckungen geschützt.

Südlich der Engstelle findet wieder ein im mobilen System ausgeführter Versatz der Hochwasserschutzlinie nach Osten hin statt. Maßgebend für die Länge des Versatzes ist ein ausreichender Abstand zwischen Spundwand und den parallel hierzu verlaufenden Rohrleitungen. Es ergibt sich eine verkürzte Dammbalkenlänge im Versatzbereich von 1,66 m. Die Endkonstruktion mit Nut wird wiederum in einen Pfeiler aus Stahlbeton integriert. Mit 90°-Knick und Höhenversatz zurück auf OK 1,0 m über GOK setzt sich die Spundwand in südlicher Richtung fort (RQ3). Zur dauerhaften Zugänglichkeit der Rohrleitungen wird ein Mindestabstand von 0,5 m zwischen Rohrleitungen und Spundwand festgelegt.

Der zwischen 0+730 und 0+750 parallel zur Straßenachse verlaufende Spundwandkopfbalken liegt innerhalb des durch Farbmarkierung von der Fahrbahn abgetrennten Rad-/Fuß-Streifens und bildet künftig die Wege-Oberfläche. Der Kopfbalken ist für die Überfahrt eines Schwerlastwagens mit einer Gesamtlast von 60 t (SLW 60) ausgelegt. Zwischen Zaunachse und Kopfbalken wird ein bauzeitlicher Mindestabstand von 50 cm benötigt, um die Betonarbeiten am Kopfbalken ausführen zu können. Die Spundwandachse weist dabei einen seitlichen Abstand zum Zaun von 88 cm auf.

Der Zaun an der Entladestelle Haltermann ist auch während der Bauzeit aus Sicherheitsgründen unbedingt zu erhalten.

Die bestehende Schutzplanke vor der Zaunanlage wird zu Baubeginn rückgebaut und nach Herstellung des Kopfbalkens wieder zwischen Zaun und Kopfbalken aufgestellt.

Aufgrund des Spundwandversatzes und des Spundwandverlaufes im Bereich RQ 2 (Engstelle Haltermann) und RQ 3 nah am Straßenrand wird eine Umverlegung der parallel zur Straße verlaufenden Wasserleitung im Bereich der Engstelle notwendig. Die Wasserleitung wird auf 95 m Länge (0+729 – 0+824) in den Straßenkörper umverlegt.

Zur Sicherstellung eines schnellen Aufbaus der mobilen Schutzelemente innerhalb der HW-

Vorwarnzeit ist die Vorhaltung und regelmäßige Schulung von Personal in ausreichender Größenordnung erforderlich.

### **Schutz des technischen Hochwasserschutzes vor Fahrzeuganprall**

Um die dauerhafte Funktionsfähigkeit der technischen Hochwasserschutzeinrichtung sicherzustellen, sollen die ortsfesten Elemente der Hochwasserschutzeinrichtung vor Beschädigungen durch anprallende PKW oder LKW geschützt werden. Im Bereich der Engstelle Haltermann betrifft dies insbesondere die pfeilerartigen Wand-Enden im Versatzbereich an Beginn und Ende der Engstelle zur Aufnahme der mobilen Dammbalken.

Durch die gewählte Eckkonstruktion des mobilen Dammbalkensystem im Bereich der Engstelle Haltermann, liegen die ortsfesten Hochwasserschutzelemente in diesem Bereich ausreichend weit von der Fahrbahn entfernt. Das Risiko eines direkten Anpralls durch Fahrzeuge ist somit reduziert. Die Endpfeiler liegen im Schutzbereich der von Norden bzw. Süden ankommenden linienhaften Fahrzeugrückhaltesysteme (Schutzplanken). Aufgrund der zukünftigen Unterbrechung der Schutzplanke im Bereich der Spundwandquerung, muss der Abschluss, der von Süden bzw. Norden ankommenden Schutzplanken, so hergestellt werden, dass zum einen die Gefahr des Auffahrens und zum anderen die Gefährdung bei direkten Anprall reduziert wird (Anfangs- und Endkonstruktion). Indirekt besteht auch ein Schutz durch die Zaunanlage der Fa. Haltermann.

Um das Risiko eines direkten Fahrzeuganpralls an die Betonpfeiler weiter zu reduzieren, können die Bereiche zwischen endenden Schutzplanken und der Zaunanlage der Fa. Haltermann mit mobilen Betonleitwänden versehen werden. Im Hochwasserfall müssten diese zum Aufbau des mobilen Dammbalkensystems entfernt werden können.

### **Straßenverkehr im Bereich der Engstelle**

Der Begegnungsverkehr LKW/LKW bei 50 km/h ist im Bereich der Engstelle uneingeschränkt möglich. Der Fahrbahnquerschnitt mit 6,75 m Breite bleibt unverändert erhalten.

Zwischen Fahrbahnrand und Zaunanlage verbleibt ein 1,49 m breiter Streifen, der auf 99 cm Breite bis zur Außenkante des Kopfbalkens befestigt ist und von Radfahren befahren werden kann. Die in den Empfehlungen für Radverkehrsanlagen (ERA, FGSV) empfohlene Mindestbreite von 1,25 m für Angebotsstreifen (Schutzstreifen) ist somit unterschritten. Eine offizielle Ausweisung eines Angebotsstreifen ist somit im Bereich der Engstelle Haltermann nicht möglich.

Die Zugänglichkeit zur Schiffladestelle Haltermann bleibt außerhalb der Einsatzzeiten des mobilen Dammbalkensystems uneingeschränkt möglich. Mitarbeiter können die Entladestelle fußläufig entweder vor oder hinter der Schutzplanke entlang des Regelquerschnitts 3 erreichen. Der ebenerdig verlaufende Kopfbalken der Spundwand im Verlauf der Engstelle liegt ausschließlich im Bereich des reduzierten „Angebotsstreifens“ für Radfahrer und ist somit keiner ständigen Belastung durch den Kfz- oder Schwerlastverkehr ausgesetzt.

Während des Hochwasserfalls mit notwendigem Aufbau des Dammbalkensystems ist die Engstelle von der Deichwacht zu observieren und bei Bedarf zu schützen. Wegen der Bedeutung der Straße als Hauptzufahrt zum südlich an das Baufeld angrenzende Industriegebiet sind fahrbahneinschränkende Maßnahmen zum Schutz der aufgebauten Mobilwand nicht vorgesehen.

### **3.3.3 RQ 3, Station 0+750 – 0+827,5 Pipelines „Haltermann“**

#### Spundwand mit Stahlblechabdeckung

(siehe auch Plan 2.02, 2.03 und 3.03)

Zwischen der Entladestelle „Haltermann“ (Engstelle, siehe RQ 2) und der Straßenkreuzung „Am Neuen Rheinhafen“ / Joachim-Becher-Straße verlaufen parallel zur Straße ca. 2 m wasserseitig des Fahrbahnrandes mehrere Rohrleitungen, die im Kreuzungsbereich unterirdisch die Straße in Richtung Tanklager „Haltermann“ queren. Die Rohrleitungen sind auf einer ca. 50 cm hohen Rohrbrücke aufgeständert.

Zwischen Rohrleitungen und Fahrbahn wird eine Spundwand mit Stahlblechabdeckung als Hochwasserschutzanlage hergestellt.

Die Geländeoberkante (GOK) liegt hier etwa bei 98,00 müNN. Die Oberkante des U-Profilabdeckung liegt also etwa 1 m oberhalb auf Sollniveau 98,80 müNN. Aus statischen Gründen ist eine Gesamttiefe der Spundwand von 4,50 m notwendig.

Vor dem Hintergrund, dass mittelfristig in diesem Bereich ein Radweg errichtet werden soll, wird die Spundwand möglichst nah an die Rohrleitungen der Fa. Haltermann herangesetzt. So wird das Platzangebot für eine mögliche Trassierung eines Radweges am wenigstens begrenzt. Zwischen Rohrleitungen und Spundwand verbleibt ein Streifen von 51 cm, welcher zu Unterhaltungsarbeiten an den Rohrleitungen genutzt werden kann.

Unter der Annahme, dass Fahrzeuge im entsprechenden Abschnitt die zulässige Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h überschreiten, wird gemäß Bild 17 der „Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeugrückhaltesysteme“ ein Fahrzeugrückhaltesystem der Aufhaltstufe H1 benötigt, um die Spundwand vor Beschädigungen durch anprallende Fahrzeuge zu schützen. Die Spundwand wird hierbei als einsturzfähiges Bauwerk, von dem bei Beschädigung eine Gefährdung Dritter ausgehen kann (Gefährdungsstufe 1) eingestuft.

In südlicher Richtung wird die nach Osten versetzte Schutzplanke im Kurvenbereich an den zu erhaltenden Bereich der Schutzplanke angeschlossen. So werden nach Süden hin die notwendigen Längen der Schutzeinrichtung zur Gewährleistung der vollen Wirkfunktion erreicht. Nach Norden hin endet die Schutzplanke wie die nördlich der Engstelle Haltermann verlaufende Schutzplanke mit einer Anfangs- und Endkonstruktion. Durch die Anfangs- und Endkonstruktion soll gewährleistet werden, dass die notwendige Schutzwirkung für die Spundwand linienhaft erreicht.

Bei uneingeschränktem Begegnungsfall LKW/LKW bei 50 km/h verbleibt ein 1,50 m (1,25 m Fahrradstreifen + 0,25 m Markierung) breiter Streifen am östlichen Fahrbahnrand neben den Kraftfahrzeug-Fahstreifen zum Anlegen eines Fahrradstreifens.

Aufgrund der beengten Platzverhältnisse wird ein Fahrzeugrückhaltesystem mit einem Wirkungsbereich  $\leq 0,8$  m (Klasse des Wirkungsbereichs W2) notwendig.

Hierzu stehen verschiedene der Richtlinie entsprechende Schutzplankensysteme zur Verfügung. Der derzeit von Mitarbeitern der Fa. Haltermann und Radfahren durch Markierung von der Fahrbahn abgetrennte Streifen, steht somit aus dem Kurvenbereich heraus weiterhin in etwas breiterer Form zur Verfügung. Dieser Fahrradstreifen kann ebenfalls von den Mitarbeitern der Fa. Haltermann genutzt werden, um die Schiffładestation fußläufig zu erreichen.

### **3.3.4 RQ 4, Station 0+830 – 0+835, Querung Pipelines „Haltermann“**

(siehe auch Plan 2.03 und 3.04)

Die Hochwasserschutzlinie kreuzt bei ca. 0+830 das Rohrleitungsbündel der Fa. Haltermann. Die Geländeoberkante liegt hier bei ca. 98,00 müNN, das Ausbauziel liegt auf 98,80 müNN. Insgesamt kreuzen 5 Rohrleitungen und 2 Kabelleitungen die Hochwasserschutzlinie. Die Außendurchmesser der Rohre liegen im Bereich zwischen 210 – 320 mm. Der Abstand zwischen den Rohren liegt im Bereich 10 – 20 cm.

In Plan 3.03 wird die geplante Rohrquerung dargestellt. Eine zeitweise Unterbrechung und Außerbetriebnahme der Rohrleitungen werden notwendig, um wie nachfolgend dargestellt die Spundwand im Bereich der Leitungsquerung herzustellen.

- Trennung des Leitungsbündels
- Spundwand aus RQ 3 wird unter 90°-Winkel weitergeführt, OK = ca. 98,60 müNN
- Stahlbeton-Kopfbalken (b/h = 76/65 cm) nach 90°-Winkel, OK = Ausbauhöhe = 98,80 müNN
- Leitungen werden aufgeständert in erhöhter Lage überführt (ca. 40 cm über Kopfbalken, Ständer vor und hinter der Spundwandtrasse)
- Krümmungswinkel der Rohrleitungen 15 – 30°

Im Anschluss an die Rohrleitungsquerung ist eine Wandscheibe (Trennwand), vertikal zur Achsrichtung der Spundwand / HW-Schutzlinie erforderlich, um den nachfolgend angeordneten Erddeich anschließen zu können (siehe auch Schnitt im RQ 4). Diese Wand ist als Winkelstützwand auszubilden, deren Fußwinkel unter den Erddeichkörper zu liegen kommt und auf einer Spundwand gegründet wird, die gleichzeitig Unter- und Umströmungsschutz darstellt.

Für eine sichere, dichte Anbindung des Erdkörpers an die Trennwand erhält die Winkelstützwand einen in Achsrichtung gerichteten Wandkeil (zwischen Wandplatte und Fußplatte), der in die Deichdichtung aus bindigem Bodenmaterial integriert wird.

### **3.3.5 RQ 5, Station 0+835 – 1+112**

#### Erddeich mit Deichverteidigungsweg

(siehe auch Plan 2.03, 2.04 und 3.05)

Im Anschluss an die Rohrquerung „Haltermann“ (RQ 4) steht eine breite Fläche zwischen der Südseite des Hafenbeckens und der Straße „Am Neuen Rheinhafen“ zur Verfügung, die für die Anlegung eines Erddeiches mit hinterlegendem Verteidigungsweg ausreicht.

GOK liegt hier auf etwa 98,00 müNN. Der Deich mit einer 3,0 m breiten Krone auf Ausbauniveau 98,80 müNN wird mit unter 1:2,5 geneigten Böschungen hergestellt.

Am landseitigen Deichfuß wird auf einer 30 cm über GOK angeordneten Berme ein 3,0 m breiter asphaltierter Verteidigungsweg angeordnet. An beiden Enden des Teilabschnitts wird ein Wendehammer vorgesehen, der mit einem Radius von 9 m zum Wenden eines 3-achsigen LKW ausreicht. Dieser Weg stellt neben der Deichverteidigung auch die Löscheinsätze für die Feuerwehr im Bereich des südlichen Hafenbeckens sicher.

Bei Station 1+010 ist eine Deichüberfahrt zum Tanquid-Hafengelände vorgesehen.

Am Abschnittsende liegt ein Bündel aus mehreren Rohrleitungen der Fa. Tanquid, das bei 1+120 die HW-Schutzlinie senkrecht quert.

Das Ende des Erddeichs wird exakt wie am Beginn des Erddeichs eine Winkelstützwand quer zur Deichachse angeordnet, ebenfalls mit Spundwand zur Unterströmungssicherung und mit Wandkeil zur sicheren, dichten Anbindung Dichtkörper / Abschlusswand (siehe auch Beschreibung unter RQ 4). In der vertikalen Wandebene der Abschlusswand wird eine Spundwand integriert, die die erforderliche Verlagerung der HW-Schutzlinie von der Deichachse gemäß RQ 5 hin zur Trassenachse an der Böschungsoberkante der hier vorhandenen Straßeneinschnitt-Böschung zur Straße „Am Neuen Rheinhafen“ gemäß RQ 6 sicherstellt.

### **3.3.6 RQ 6, Station 1+112 – 1+132, Querung Pipelines „TanQuid“**

(siehe auch Plan 2.04 und 3.06)

Die Hochwasserschutzlinie kreuzt bei ca. 1+120 Rohrleitungsbündel der Fa. TanQuid. Die Geländeoberkante liegt hier bei ca. 98,00 müNN, das Ausbauziel liegt auf 98,80 müNN.

Insgesamt kreuzen 14 Rohrleitungen in 4 Rohrbündeln die Hochwasserschutzlinie.

Die Spundwand soll hier ebenso wie bei der Rohrquerung „Haltermann“ (RQ 4) realisiert werden.

Durchgehende Spundwand, überführte Leitungen

- Trennung des Leitungsbündels

- Spundwand mit U-Profilabdeckung senkrecht zur winkelstützwand (siehe RQ5), OK = Ausbauhöhe = 98,80 müNN
- Leitungen werden aufgeständert in erhöhter Lage überführt (ca. 40 cm über U-Profilabdeckung, Ständer vor und hinter der Spundwandtrasse)
- Krümmungswinkel der Rohrleitungen 15 – 30°

Einige Meter in Achsrichtung hinter der Rohrquerung wechselt das Profil Spundwand mit aufgesetztem Stahlbetonkopfbalken auf das Profil Spundwand mit Stahlblechabdeckung, um einen eindeutigen Übergang zum Querprofil mit den Rohrdurchführungen zu gewährleisten.

### **3.3.7 RQ 7, Station 1+132 – 1+355**

#### Spundwand mit Stahlblech-Kopf

(siehe auch Plan 2.04, 2.05 und 3.06)

Im Anschluss ostwärts an die TanQuid-Rohrleitungsquerung folgt wieder ein Spundwandabschnitt. Längs des Baulagers der Fa. Dupré und der Schiffswerft Braun wird an der Böschungsoberkante der Straßeneinschnitts-Böschung zur Straße „Am Neuen Rheinhafen“ eine Spundwand mit Stahlblech-Kopf (OK = Ausbauziel = 98,80 müNN) hergestellt. Aus statischen Gründen ist eine Gesamttiefe der Spundwand von 4,60 m notwendig.

### **3.3.8 Deichscharte, Station 1+195**

(siehe auch Plan 2.05 und 2.07)

Unterbrochen wird dieser Abschnitt an der Zufahrtstraße zum Werttgelände (Station 1+195). Hier ist wieder eine Deichscharte erforderlich, die im Regelfall geöffnet ist und bei anlaufendem Hochwasser mit mobilen Stützen und Dammbalken verschlossen wird.

Die zu schützende Höhe beträgt hier ca. 3,3 m. Die lichte Weite der Deichscharte ist mit etwa 7,25 m anzusetzen. Die Deichscharte wird mit zwei hintereinander liegenden Dammbalkensystemen ausgestattet, um eine 2-lagige Schutzebene zu erhalten.

Im Böschungsbereich rechts (15,68 m) und links (9,02 m) der Deichscharte wird die Spundwand aus statischen Gründen mit Stahlbeton-Kopfbalken ausgeführt.

Zwischen dem Anfangs- und Endpfeiler verläuft die Oberkante des auf die Spundwand gegründeten Stahlbetonkopfbalken auf Geländehöhe und bildet so einerseits die Fortsetzung der HW-Schutzlinie und andererseits das Auflager für die im Bereich der Deichscharte benötigte, 3,3 m hohe, mobile Hochwasserschutzwand (mobile Stützen mit Rückverankerung und Dammbalken).

Im Abstand von je 2,5 m werden die Ankerplatten in den Kopfbalken eingelassen, in welche die 4 (2 x 2) mobilen Mittelstützen verankert werden. Zwischen die Mittelstützen werden je 22 Dammbalken (h = 22 x 15 cm = 330 cm) verspannt. Die Ankerplatten sind im Nicht-Hochwasserfall mit ebenen, verschraubten Edelstahlabdeckungen geschützt.

Zur Sicherstellung eines schnellen Aufbaus der mobilen Schutzelemente innerhalb der HW-Vorwarnzeit ist die Vorhaltung und regelmäßige Schulung von Personal in ausreichender

Größenordnung erforderlich.

### **3.3.9 Deichüberfahrt, Station 1+355, Anschluss an Rheinhauptdeich**

(s. auch Plan 2.05 und 4.02)

Am südöstlichen Ende des Planungsraums schließt die geplante HW-Schutzlinie an den bereits ausgebauten Rheinhauptdeich an. Bei ca. 1+355 ist dabei eine Zufahrt zum Werftgelände zu berücksichtigen. Die vorhandene Deichüberfahrt bei Station 1+355 weist mit ca. 30 cm Defizit noch nicht die erforderliche Ausbauhöhe auf und soll daher im Zuge der Maßnahme angehoben werden.

## **4 Umsetzung und Auswirkungen der Maßnahme**

### **4.1 Baukorridor und Bedarfsflächen**

(s. auch Plan 2.01 – 2.05 und Anlage 1)

Zur Umsetzung der Maßnahmen werden Flächen zur Baustelleneinrichtung notwendig. Hierfür bieten sich der Grünstreifen zwischen Böschungsoberkante und der Straße „Am Neuen Rheinhafen“ (ca. 790 m<sup>2</sup>) nördlich der Engstelle Haltermann und Flächen im Bereich des vorgesehenen Erddeichs (ca. 1.025 m<sup>2</sup>) an. Die Andienung kann direkt über die Straße „Am Neuen Rheinhafen“ erfolgen. Als weitere Baustelleneinrichtungsfläche bietet sich das derzeit als Baulager der Fa. Dupré genutzte Gelände (ca. 1.600 m<sup>2</sup>) im südlichen Bereich des neuen Rheinhafens an. Im Zuge einer vorgesehen Umnutzung könnte diese Fläche ggf. in der Übergangphase genutzt werden.

In den Lageplänen 2.01 – 2.05 ist das Baufeld dargestellt. Unterschieden werden hierbei Flächen, welche bauzeitlich intensiv genutzt werden, Flächen, die zur Baustelleneinrichtung vorgesehen sind, und Flächen, die temporär zur Baustellenandienung genutzt werden. Für diese Flächen kann eine befristete Teilspernung für den Straßenverkehr notwendig werden. Für Maßnahmen im Zuge der Verkehrsumleitung oder Einschränkung werden entsprechende öffentlich-rechtliche Bewilligungen eingeholt und die notwendigen Verkehrssicherungsmaßnahmen getroffen.

### **4.2 Eigentumsverhältnisse**

Der Verlauf der Spundwandtrasse und des Erddeiches liegt überwiegend auf Grundstücken im Eigentum der Stadt Speyer bzw. des Hafensbetreibers Verkehrsbetrieb Speyer (VBS). Im südlichen Bereich liegen Teile des Erddeiches bzw. die Spundwandtrasse auf privaten Grundstücken.

Da ein dauerhafter Zugang zu Unterhaltungszwecken bzw. zur Deichverteidigung sichergestellt werden muss, ist die Eintragung einer Grunddienstbarkeit für den betreffenden Bereich vorgesehen. Sowohl der Bau der Spundwand als auch die Sicherstellung der dauerhaften Zugänglichkeit soll in einem Gestattungsvertrag zwischen den Eigentümern der Grundstücke, welche nicht im Besitz der Stadt Speyer sind, und der Stadt Speyer geregelt werden. Auf den Grundstücken bestehende Gestattungsverträge oder Leitungsrechte müssen für die betreffenden Bereiche angepasst werden.

### **4.3 Auswirkungen auf Landschaft und Umwelt**

Die Auswirkungen auf Landschaft und Umwelt sind im Einzelnen im Landschaftspflegerischen Begleitplan vom Modus Consult GmbH&Co.KG dargestellt.

### **4.4 Auswirkungen von Baubetrieb und Bauverfahren**

Nachteilige Auswirkungen auf die Anlieger sind aufgrund des Baubetriebes nicht gänzlich auszuschließen.

Bezüglich Lärmemissionen werden die gesetzlichen Bestimmungen (AVV Baulärm) eingehalten.

Insbesondere bei den Arbeiten zur Herstellung Spundwand sowie bei den Verdichtungsarbeiten werden die Gerätetechnik und die Bauverfahren der Situation entsprechend auf eine Minimierung der Erschütterungen und Emissionen optimiert. Die Vorgaben der DIN 4150, Teil 3 werden eingehalten und überwacht. Vor Beginn der Rammarbeiten wird durch Proberammungen mit begleitenden Erschütterungsmessungen die Eignung der Geräte und des Bauverfahrens überprüft.

Die gesamte Baumaßnahme wird so durchgeführt, dass die Hochwassersicherheit im bestehenden Ausbaugrad auch während der Baumaßnahmen durchgehend sichergestellt wird.

Schäden durch den Baubetrieb am Eigentum Dritter können nicht gänzlich ausgeschlossen werden. Sie werden gemäß den gesetzlichen Regelungen erstattet.

## **5 Kostenberechnung**

Für die beschriebenen Maßnahmen zur Sicherstellung des Hochwasserschutzes im Bereich des Neuen Rheinhafens Speyer wurde eine Kostenermittlung auf Basis aktueller Ausschreibungsergebnisse durchgeführt.

Nicht eingerechnet sind Kosten für Entsorgungsgebühren und Ausgleichsmaßnahmen sowie für ggf. erforderlichen Grunderwerb.

Die Kostenberechnung beläuft sich auf ca.

2,03 Mio. EUR netto

bzw. inkl. 19 % Mehrwertsteuer auf ca.

2,42 Mio. EUR brutto.

Zzgl. Kosten für landschaftspflegerischen Ausgleich und ggf. Grunderwerb. Von den Gesamtkosten übernimmt das Land Rheinland-Pfalz 90 %, die restlichen 10 % sind durch den Maßnahmenträger, Stadt Speyer zu tragen.

Die Aufwendungen zum Trennen und dem erhöhten Wiederherstellen der Rohrquerungen der Fa. Haltermann und der Fa. Tanquid werden in der Kostenberechnung nicht berücksichtigt. Diese sind bauseits von den Rohrbetreibern zu übernehmen.

## 6 Aufstellungsvermerk

aufgestellt: *C. Langhauser*  
.....  
(M.Sc. Christian Langhauser)

*ppa. Bader*  
.....  
(Dipl.-Ing. Peter Bader)



Speyer, im September 2020

Der Auftraggeber

Neustadt, im September 2020

*ppa. Bader*  
ipr Consult  
Ingenieurgesellschaft  
PAPPON + RIEDEL mbH

## **Anlage 1 – bauzeitliche Flächeninanspruchnahme**

## **Anlage 2 - Kostenberechnung**