



INHALTSVERZEICHNIS:

	Seite
1. Vorhabensträger	1
2. Veranlassung und Aufgabenstellung	1
3. Planungsgrundlagen	4
4. Bestehende Verhältnisse	8
4.1 Bestehender Deichverlauf und -querschnitt.....	8
4.2 Vorhandene Deichhöhen.....	10
4.3 Landschaftsökologische Gegebenheiten	10
4.4 Bauliche Anlagen und Leitungen	11
4.4.1 Gasleitungen	12
4.4.2 Energieversorgungskabel und Straßenbeleuchtung.....	12
4.4.3 Fernmeldeleitungen	12
4.4.4 Wasserleitung.....	13
4.4.5 Abwasserkanal	13
4.4.6 Bauliche Anlagen.....	13
4.5 Grundstücks- und Eigentumsverhältnisse	15
5. Baugrund.....	15
5.1 Allgemeines	15
5.2 Vorhandener Banndeich	16
5.3 Deichlager, Deichvor- und Deichhinterland	16
5.4 Altlasten.....	17
5.5 Geotechnische Nachweise	17
5.6 Grundwasser	18
5.7 Denkmalschutz	19
6. Beschreibung des Vorhabens, Vorhabensziele	19
7. Variantenuntersuchung	20
7.1 Variante 1 – Dreizonendeich in vorhandener Trasse.....	20
7.2 Variante 2 – Dreizonendeich mit maximal zurückverlegter Trasse:	21
7.3 Variante 3 – Dreizonendeich mit geschwungener Linienführung:	22
7.4 Variante 4 – Dreizonendeich mit in Teilbereichen aufgesetzten mobilen Elementen:	23



Schließung der Deichlücke in der Ortslage Himmelgeist
3. Bereich (Himmelgeister Landstraße)
Erläuterungsbericht - Inhaltsverzeichnis

7.5	Variante 5 – Dreizonendeich, in Teilbereichen Hochwasserschutzwand mit aufgesetzten mobilen Elementen:.....	24
7.6	Vorzugsvariante:.....	24
8.	Wasserwirtschaftliche und geodätische Grundlagen	25
8.1	Bemessungshochwasser	25
8.2	HQ ₁₀₀	26
8.3	Geodätische Grundlagen	26
9.	Technisches Gesamtkonzept	27
10.	Geplante technische Maßnahmen.....	31
10.1	Linienführung.....	31
10.2	Deichquerschnitt.....	32
10.2.1	Deich mit mobilem Hochwasserschutz	32
10.2.2	Dreizonendeich mit Berme	33
10.2.3	Dreizonendeich mit innenliegendem Dränprisma	34
10.2.4	Stationäre Hochwasserschutzwand.....	35
10.3	Altdeichrückbau	36
10.4	Spundwand- und Erdarbeiten, Qualitätssicherung	36
10.5	Mobiler Hochwasserschutz.....	40
10.6	Deichtor	42
10.7	Deichschutzzonen	43
10.8	Wegenetz	44
10.8.1	Deichverteidigungsweg	44
10.8.2	Deichunterhaltungsweg.....	46
10.8.3	Geh- und Radweg / Wirtschaftsweg wasserseits	46
10.8.4	Geh- und Radweg an der Himmelgeister Landstraße	47
10.8.5	Wirtschaftsweg landseits	47
10.8.6	Rampen und Anbindungen.....	48
10.9	Retentionsraumbilanz.....	50
11.	Bauliche Anlagen und Leitungen im und am Deich	50
11.1	Gasleitungen	50
11.2	Energieversorgungskabel und Straßenbeleuchtung.....	52
11.3	Fernmeldekabel.....	53
11.4	Straßenablauf mit Anschluss an Mischwasserkanal.....	53
11.5	Bauliche Anlagen.....	53



Schließung der Deichlücke in der Ortslage Himmelgeist
3. Bereich (Himmelgeister Landstraße)
Erläuterungsbericht - Inhaltsverzeichnis

12.	Auswirkungen des Vorhabens	54
12.1	Umweltverträglichkeit.....	54
12.2	FFH-Verträglichkeit.....	54
12.3	Natur und Landschaft, Ausgleichsmaßnahmen	54
12.4	Artenschutz.....	55
12.5	Baubedingte Auswirkungen	55
12.6	Dauerhafte Auswirkungen nach Fertigstellung	56
13.	Infrastruktur	56
13.1	Baustelleneinrichtung und Transporte	56
13.2	Arbeitsraum	57
14.	Betrieb und Unterhaltung der mobilen Hochwasserschutzanlage ..	59
14.1	Lagerung	59
14.2	Vorwarnzeiten und Aufbau der mobilen Elemente.....	61
14.3	Alarm-, Einsatz- und Ladeplan	67
15.	Voraussichtliche Bauzeit	68
16.	Kampfmittel	69
17.	Grunderwerb	70
18.	Kosten / Finanzierung	71
19.	Zusammenfassung.....	72



ZEICHNERISCHE ANLAGEN:

Anlage 1.0	Übersichtskarte, M 1 : 25.000
Anlage 1.1	Übersichtslageplan, M 1 : 1.1000
Anlage 2.1	Lageplan 1, Station 0+023,8 bis 0+440, M 1 : 500
Anlage 2.2	Lageplan 2, Station 0+440 bis 0+818,8 , M 1 : 500
Anlage 2.3	Lageplan Grunderwerb 1, Station 0+023,8 bis 0+440, M 1 : 500
Anlage 2.4	Lageplan Grunderwerb 2, Station 0+440 bis 0+818,8 , M 1 : 500
Anlage 2.5	Lageplan Kampfmittelkonzept, M 1 : 1.000
Anlage 3	Längsschnitt, Station 0+023,8 bis 0+818,8, M 1 : 1.000/100
Anlage 4.1	Regelprofil 1, Station 0+023,8 bis 0+550, M 1 : 50
Anlage 4.2	Regelprofil 2, Station 0+550 bis 0+640, M 1 : 50
Anlage 4.3	Regelprofil 3, Station 0+640 bis 0+790, M 1 : 50
Anlage 4.4	Regelprofil 4, Station 0+790 bis 0+818,8, M 1 : 50
Anlage 5.1	Querprofile, Station 0+050, 0+100 und 0+150, M 1 : 100
Anlage 5.2	Querprofile, Station 0+200, 0+250 und 0+300, M 1 : 100
Anlage 5.3	Querprofile, Station 0+350, 0+400 und 0+450, M 1 : 100
Anlage 5.4	Querprofile, Station 0+500, 0+541,965 und 0+550, M 1 : 100
Anlage 5.5	Querprofile, Station 0+580 und 0+600, M 1 : 100
Anlage 5.6	Querprofile, Station 0+650, 0+700 und 0+750, M 1 : 100
Anlage 5.7	Querprofile, Station 0+800, 0+810 und 0+818,735, M 1 : 100
Anlage 6	Detailplan Deichtor, Station 0+823, M 1 : 50

ABBILDUNGSVERZEICHNIS:

	Seite
Abb. 1 Auszug aus Hochwassergefahrenkarte Rhein, Übersichtskarte, Kartenblatt F, Nov. 2013	2
Abb. 2 Luftbild Planungsbereich (<i>Quelle: Google Earth</i>)	8
Abb. 3 Bereich Himmelgeister Landstraße / Wasserwerksgelände im nördlichen Planungsbereich	13



Schließung der Deichlücke in der Ortslage Himmelgeist
3. Bereich (Himmelgeister Landstraße)
Zeichnerische Anlagen, Abbildungs- und Anhangverzeichnis

	Seite
Abb. 4 Regelzeichnung Hochwasserschutzmaßnahme Sanierung des Rückstaudeiches am Brückerbach, Los 2, linke Gewässerseite – hier: Zufahrt zum Pumpwerk (<i>Quelle: Fa. Amand GmbH & Co. KG</i>)	14
Abb. 5: Lageplan Variante 1 des Vorentwurfs	21
Abb. 6: Lageplan Variante 2 des Vorentwurfs	22
Abb. 7: Lageplan Variante 3 des Vorentwurfs	22
Abb. 8: Lageplan Variante 4 des Vorentwurfs	23
Abb. 9: Lageplan Variante 5 des Vorentwurfs	24
Abb. 10 Übersichtslageplan der Hochwasserschutzmaßnahme	27
Abb. 11 Lage geplantes Dammbalkenlager zur Hochwasserschutzmaßnahme (<i>Quelle: Google Earth</i>)	41
Abb. 12: Systemskizze zur Ausbildung eines Spundwandfensters (<i>Quelle: ArcelorMittal, Stahlspundwände im Hochwasserschutz und Kanaldeichen, S. 5</i>)	51

ANHANGVERZEICHNIS:

Anhang 1	Übersicht 1: Ist-, Soll- und Planungshöhen (<i>zur Planungsachse</i>) Übersicht 2: IST-Höhenverhältnisse (<i>zur Bestandsachse</i>)
Anhang 2	Retentionsraumbilanzierung
Anhang 3	Fachbeitrag Kampfmittel



1. Vorhabensträger

Die Landeshauptstadt Düsseldorf, vertreten durch den Stadtentwässerungsbetrieb Düsseldorf (SEBD), ist für die Unterhaltung, den Betrieb und die Sanierung der Hochwasserschutzanlagen am Rheinufer in Düsseldorf verantwortlich. In dieser Funktion betreibt der SEBD auch die notwendigen Hochwasserschutzprojekte zur Erhöhung der Sicherheit vor Rheinhochwasser in der Ortslage Düsseldorf-Himmelgeist am rechten Rheinufer.

2. Veranlassung und Aufgabenstellung

Das Planungsgebiet liegt im Regierungsbezirk Düsseldorf im Süden von Düsseldorf im Stadtteil Himmelgeist am rechten Rheinufer zwischen Rheinstrom-km 730,05 und 730,70. Es ist Bestandteil der rechtsrheinischen Hochwasserschutzlinie im Polder Itter – Himmelgeist, in dem die Düsseldorfer Stadtteile Wersten, Holthausen, Himmelgeist und Itter vor Hochwasser zu schützen sind (s. Abb. 1). Dieser Polder kann in drei Abschnitte eingeteilt werden:

- Himmelgeister Rheinbogen
- Ortslage Himmelgeist und
- Rückstaubereich am Brückerbach.

Für diese drei Abschnitte ist die Herstellung eines durchgehenden und vollständigen Hochwasserschutzes auf dem aktuell gültigen Schutzniveau geplant bzw. für den Rückstaubereich des Rheins am *Brückerbach* bereits umgesetzt.

Das Hochwasserschutzprojekt „Schließung der Deichlücke in der Ortslage Himmelgeist“ wurde in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde, der Bezirksregierung Düsseldorf, in drei Bereiche unterteilt, die separat planerisch bearbeitet und in eigenen, voneinander unabhängigen Planfeststellungsverfahren genehmigt werden. Bei diesen drei Bereichen handelt es sich um:

1. Bereich: „Schlossmeierhof“ von Station 0+000 bis 0+682
Rheinstrom-km 728,92 bis 729,33, re. Ufer
2. Bereich: „Direkte Ortslage“ von Station 0+682 bis 1+550
Rheinstrom-km 729,33 bis 730,05, re. Ufer

Schließung der Deichlücke in der Ortslage Himmelgeist
3. Bereich (Himmelgeister Landstraße)
Erläuterungsbericht

3. Bereich: „Himmelgeister Landstraße“ von Station 0+023,8 bis 0+818,8
Rheinstrom-km 730,05 bis 730,70, re. Ufer

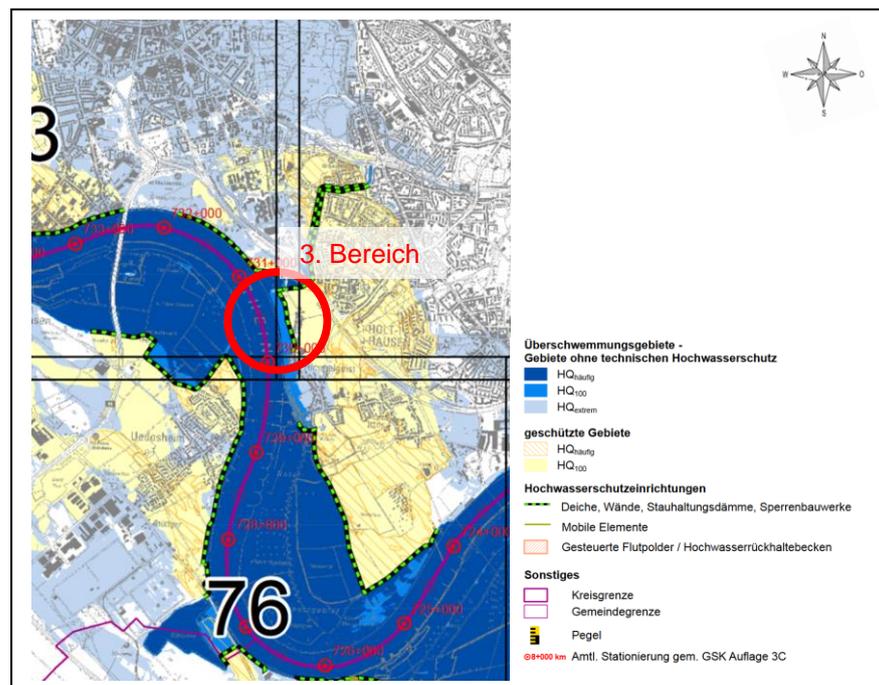


Abb. 1: Auszug aus Hochwassergefahrenkarte Rhein, Übersichtskarte, Kartenblatt F, Nov. 2013

Die Planungen zum 1. und 2. Bereich sind abgeschlossen. Zu beiden Hochwasserschutzmaßnahmen liegen die Planfeststellungsbeschlüsse vor ([14], [15]), so dass bereits die Aufträge für die Vorbereitung der Ausführung erteilt wurden. Die im vorliegenden Bericht behandelte Planung umfasst den sogenannten 3. Bereich („Himmelgeister Landstraße“), der im Süden bei Rheinstrom-km 730,05 an den 2. Bereich (*direkte Ortslage*) im Abknicken des uferbegleitenden Weges, der *Nikolausstraße*, beginnt und im Norden bei Rheinstrom-km 730,70 an die bereits fertig gestellte Hochwasserschutzanlage *Brückerbach* anschließt.

Die vorhandene Hochwasserschutzanlage weist Fehlhöhen von im Mittel 1,50 m und maximal 2,35 m bezogen auf den Wasserspiegel zu BHQ₂₀₀₄ zzgl. 1,0 m Freibord auf. Auch hinsichtlich des inneren Aufbaus, der Lagerungsdichte und Geometrie entspricht sie nicht mehr dem Stand der Technik und muss daher saniert werden. Die Anforderungen der maßgeblichen Regelwerke für den Hochwasser-



schutz, DIN 19712 „Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern“ [25] und Merkblatt DWA-M 507-1 „Deiche an Fließgewässern – Teil 1: Planung, Bau und Betrieb“ [22] werden teilweise nicht eingehalten.

Im Jahr 2001 wurde bereits für die gesamte Hochwasserschutzmaßnahme „Schließung der Deichlücke in der Ortslage Himmelgeist“ eine Genehmigungsplanung eingereicht, die für den 3. Bereich eine ufernahe Anschüttung zur Herstellung eines Hochufers vorsah. Da der damit einhergehende Verlust an Retentionsraum nicht bis zu dem im Planfeststellungsbeschluss der Bezirksregierung Düsseldorf vom 20.12.2002 [12] festgesetzten Termin auszugleichen war, wurde diese Planung verworfen. Somit war eine vollständige Neuplanung für diesen Bereich zu erstellen.

Die Landeshauptstadt Düsseldorf, vertreten durch den Stadtentwässerungsbetrieb Abteilung 67/7 – Wasserbau, hat die Arbeitsgemeinschaft Hahn-Bender / Patt / Borchert (HBPB) mit Sitz in Voerde (ehemals Wesel) am 11.12.2008 mit der Planung zur Schließung der Deichlücke in der Ortslage Himmelgeist, 3. Bereich („Himmelgeister Landstraße“) beauftragt. Innerhalb der Arbeitsgemeinschaft obliegt die Technische Planung und die Vermessung den Ingenieurbüros Hahn-Bender GmbH und R.A. Patt mbH aus Voerde, die Baugrunduntersuchungen, die Standsicherheitsnachweise und die Tragwerksplanung wurden durch die Borchert Ingenieure GmbH & Co. KG aus Essen durchgeführt. Der UVP-Bericht (Umweltverträglichkeitsstudie), die FFH-Voruntersuchung, der Artenschutzrechtliche Fachbeitrag sowie der Landschaftspflegerische Begleitplan wurden durch das Büro L.PLAN aus Aachen erarbeitet.

Für das Vorhaben wird ein Genehmigungsverfahren gemäß § 68 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) durchgeführt.

Hinweis zur Stationierung:

Zu einem relativ späten Zeitpunkt der Planung wurden noch Änderungen an der Achsführung im südlichen Planungsabschnitt vorgenommen, die zu einer Verkürzung der Deichachse führten. Um die bereits fertige Planung im nördlichen Bereich nicht an eine geänderte Stationierung anpassen zu müssen, wurde die Verkürzung der Deichachse an den Planungsbeginn vorgetragen, so dass die ehemalige Station 0+000 am Übergang zum 2. Bereich (*direkte Ortslage*) nunmehr der Station 0+023,8 entspricht.

3. Planungsgrundlagen

Für die Ausarbeitung der Planung wurden folgende Unterlagen verwendet:

- [1] AMAND GmbH & Co. KG, Düsseldorf; Hochwasserschutzmaßnahmen in der Ortslage Himmelgeist und am Brückerbach, 2. Abschnitt: Sanierung des Rückstaudeiches am Brückerbach, Los 2: linke Gewässerseite – Regelzeichnungen: „Zufahrt zum Pumpwerk“ und „Erddeich Himmelgeister Landstraße“, 2008
- [2] ARCADIS Deutschland GmbH, Köln; Schließung der Deichlücke in der Ortslage Himmelgeist, 3. Bereich (Himmelgeister Landstraße) zw. Rheinstrom-km 730,0 und 730,7 – rechtes Ufer, Risikobetrachtung zum mobilen Hochwasserschutz, 10.12.2013;
- [3] Arge Hahn-Bender / Patt / Borchert, Wesel; Schließung der Deichlücke in der Ortslage Himmelgeist, 3. Bereich zwischen Rheinstrom-km 730,0 und 730,7 – rechtes Ufer, Vorentwurf, 08.03.2011;
- [4] Arge Hahn-Bender / Patt / Borchert, Wesel; Borchert Ingenieure GmbH & Co. KG, Essen; Baugrundgutachten – Baugrunduntersuchung, Standsicherheitsberechnung, Erosionsstabilität und Untergrundhydraulik, Projekt 6028/40, 09.03.2011;
- [5] Arge Hahn-Bender / Patt / Borchert, Wesel; Borchert Ingenieure GmbH & Co. KG, Essen; Entwurfs- und Genehmigungsplanung, Ergänzendes Baugrundgutachten – Baugrunduntersuchung, Standsicherheitsberechnung, Erosionsstabilität und Untergrundhydraulik, Projekt 7290/47, 18.12.2015;
- [6] Arge Hahn-Bender / Patt / Borchert, Wesel; Borchert Ingenieure GmbH & Co. KG, Essen; Geotechnischer Bericht 7290-b1-Rev2 „Erdstatische Vorbemessung der Spundwand“, Projekt 7290, 03.12.2018;
- [7] Arge Hahn-Bender / Patt / Borchert, Wesel; Vermessungsbüro Brühl, Bestandsvermessungen der Hochwasserschutzanlage, März 2009 und Ergänzung Juli 2014;
- [8] Bestandszeichnungen vorhandener Kabel und Leitungen, verschiedene Versorgungsunternehmen;
- [9] Bezirksregierung Düsseldorf; Ergebnisprotokoll zum Scoping-Termin am 18.10.1995, 30.11.1995;



- [10] Bezirksregierung Düsseldorf; Ordnungsbehördliche Verordnung zur Festsetzung des Wasserschutzgebietes für das Einzugsgebiet der Wassergewinnungsanlage Flehe der Stadtwerke Düsseldorf AG (Wasserwerksbetreiber) – Wasserschutzgebietsverordnung Flehe, 05.07.1999;
- [11] Bezirksregierung Düsseldorf; Deichschutzverordnung (DSchVO), Ordnungsbehördliche Verordnung zum Schutz der Deiche und sonstigen Hochwasserschutzanlagen an den Gewässern erster Ordnung im Regierungsbezirk Düsseldorf, 01.09.2000;
- [12] Bezirksregierung Düsseldorf; Planfeststellungsbeschluss zur Schließung der Deichlücke in Düsseldorf-Himmelgeist zwischen Rheinstrom-km 728,5 und 730,6 rechtes Ufer, 20.12.2002;
- [13] Bezirksregierung Düsseldorf; Ergänzungsschreiben zum Planfeststellungsbeschluss an den Stadtentwässerungsbetrieb Amt 67/7, 14.03.2003;
- [14] Bezirksregierung Düsseldorf; Planfeststellungsbeschluss über Hochwasserschutzmaßnahmen in der Ortslage Düsseldorf-Himmelgeist und am Brückerbach, 1. Abschnitt: Schließung der Deichlücke in der Ortslage Himmelgeist, 2. Bereich: Station 0+682 bis 1+550 – „direkte Ortslage“ zwischen Rheinstrom-km 729,33 und 730,06 rechtes Ufer, 20.10.2014;
- [15] Bezirksregierung Düsseldorf; Planfeststellungsbeschluss zur Sanierung des Deiches im Bereich der Landeshauptstadt Düsseldorf in der Ortslage Düsseldorf-Himmelgeist und am Brückerbach, 1. Bereich: Station 0+000 bis 0+682 – „Schlossmeierhof“ zwischen Rheinstrom-km 728,92 und 729,33 rechtes Ufer, 05.11.2015;
- [16] Bezirksregierung Düsseldorf; Bekanntmachung des Bemessungshochwassers BHQ₂₀₀₄; Seite 227 des Amtsblattes Nr. 26 der Bezirksregierung Düsseldorf vom 24.06.2004 - Wasserspiegellagen zum Bemessungshochwasser des Rheins, Anpassung an das Deutsche Haupthöhennetz 2016 (DHHN2016), 19.05.2017;
- [17] Bezirksregierung Düsseldorf; Kampfmitteluntersuchungen im Deichbau – Handlungskonzept, Stand: Juni 2018;
- [18] Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e.V.; Merkblatt 6/BWK, Mobile Hochwasserschutzsysteme, Grundlagen für Planung und Einsatz, Nachdruck Januar 2011;



Schließung der Deichlücke in der Ortslage Himmelgeist
3. Bereich (Himmelgeister Landstraße)
Erläuterungsbericht

- [19] CDM Consult GmbH, Düsseldorf; Genehmigungsplanung 3. Planänderung, Hochwasserschutzmaßnahmen in der Ortslage Düsseldorf-Himmelgeist und am Brückerbach, 1. Abschnitt: Schließung der Deichlücke in der Ortslage Himmelgeist, 2. Bereich: Station 0+682 bis 1+550 – „direkte Ortslage“, April 2012;
- [20] CDM Smith, Düsseldorf; Deichsanierung Himmelgeister Rheinbogen, Protokoll Abstimmung Kampfmittelkonzept, 04.09.2018;
- [21] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA); Merkblatt DVWK-M 226, Landschaftsökologische Gesichtspunkte bei Flussdeichen, 1993;
- [22] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA); Merkblatt DWA-M 507-1 Deiche an Fließgewässern – Teil 1: Planung, Bau und Betrieb, Dezember 2011;
- [23] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA); Merkblatt DWA-M 512-1 Dichtungssysteme im Wasserbau – Teil 1: Erdbauwerke, Februar 2012;
- [24] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA); Arbeitsblatt DWA-A 904-1 Richtlinien für den Ländlichen Wegebau (RLW) – Teil 1: Richtlinien für die Anlage und Dimensionierung Ländlicher Wege, August 2016;
- [25] DIN 19712: Hochwasserschutzanlagen an Fließgewässern, Januar 2013;
- [26] ICG Leonhart-Veith und Partner GbR, Düsseldorf; Baugrunduntersuchung, Beurteilung der geotechnischen und hydraulischen Verhältnisse, 02.08.1999;
- [27] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV; Empfehlungen für Radverkehrsanlagen ERA – Ausgabe 2010;
- [28] L.PLAN, Aachen; Schließung der Deichlücke in der Ortslage Himmelgeist, 3. Bereich zwischen Rheinstrom-km 730,0 und 730,7 (rechtes Ufer), 1. Ergänzung der Umweltverträglichkeitsstudie, Vorläufige Fassung (Überarbeitung mit Datenaktualisierung 2015), Dezember 2015;



Schließung der Deichlücke in der Ortslage Himmelgeist
3. Bereich (Himmelgeister Landstraße)
Erläuterungsbericht

- [29] L.PLAN, Aachen; Schließung der Deichlücke in der Ortslage Himmelgeist, 3. Bereich zwischen Rheinstrom-km 730,0 und 730,7 (rechtes Ufer), Aktualisierung der floristischen und faunistischen Daten, 01.12.2015;
- [30] L.PLAN, Aachen; Schließung der Deichlücke in der Ortslage Himmelgeist, 3. Bereich zwischen Rheinstrom-km 730,0 und 730,7 (rechtes Ufer), Artenschutzrechtlicher Fachbeitrag, Dezember 2018;
- [31] L.PLAN, Aachen; Schließung der Deichlücke in der Ortslage Himmelgeist, 3. Bereich zwischen Rheinstrom-km 730,0 und 730,7 (rechtes Ufer), FFH-Voruntersuchung, Dezember 2018;
- [32] L.PLAN, Aachen; Schließung der Deichlücke in der Ortslage Himmelgeist, 3. Bereich zwischen Rheinstrom-km 730,0 und 730,7 (rechtes Ufer), Landschaftspflegerischer Begleitplan, Dezember 2018;
- [33] L.PLAN, Aachen; Schließung der Deichlücke in der Ortslage Himmelgeist, 3. Bereich zwischen Rheinstrom-km 730,0 und 730,7 (rechtes Ufer), UVP-Bericht, Dezember 2018;
- [34] Landeshauptstadt Düsseldorf, Amt 37/23, Feuerwehr, Rettungsdienst und Bevölkerungsschutz; Überprüfung von (Bau-) Grundstücke auf das Vorhandensein von Bombenblindgängern, Az.: 37/231, Fu-Nr.: 57/09, 02.03.2009;
- [35] Landeshauptstadt Düsseldorf, Amt 37/23, Feuerwehr, Rettungsdienst und Bevölkerungsschutz; E-Mail zur Vorgehensweise, 15.10.2018;
- [36] SCHULZE Ingenieur GmbH, Düsseldorf; Genehmigungsplanung „1. Abschnitt Schließung der Deichlücke in der Ortslage Himmelgeist“, Juli 2001;
- [37] Wasser- und Schifffahrtsamt Duisburg-Rhein, Duisburg; Profillfestpunkte des Rheins im Planungsbereich, E-Mail vom 28.09.2009.

4. Bestehende Verhältnisse

4.1 Bestehender Deichverlauf und -querschnitt

Der Planungsabschnitt beginnt oberstromig am nördlichen Ende des 2. Planungsbereiches (*direkte Ortslage*) bei Rheinstrom-km 730,05 an der Stelle, an der der uferbegleitende Weg, die *Nikolausstraße*, rechtwinklig nach Osten abknickt und zur *Himmelgeister Landstraße* führt.

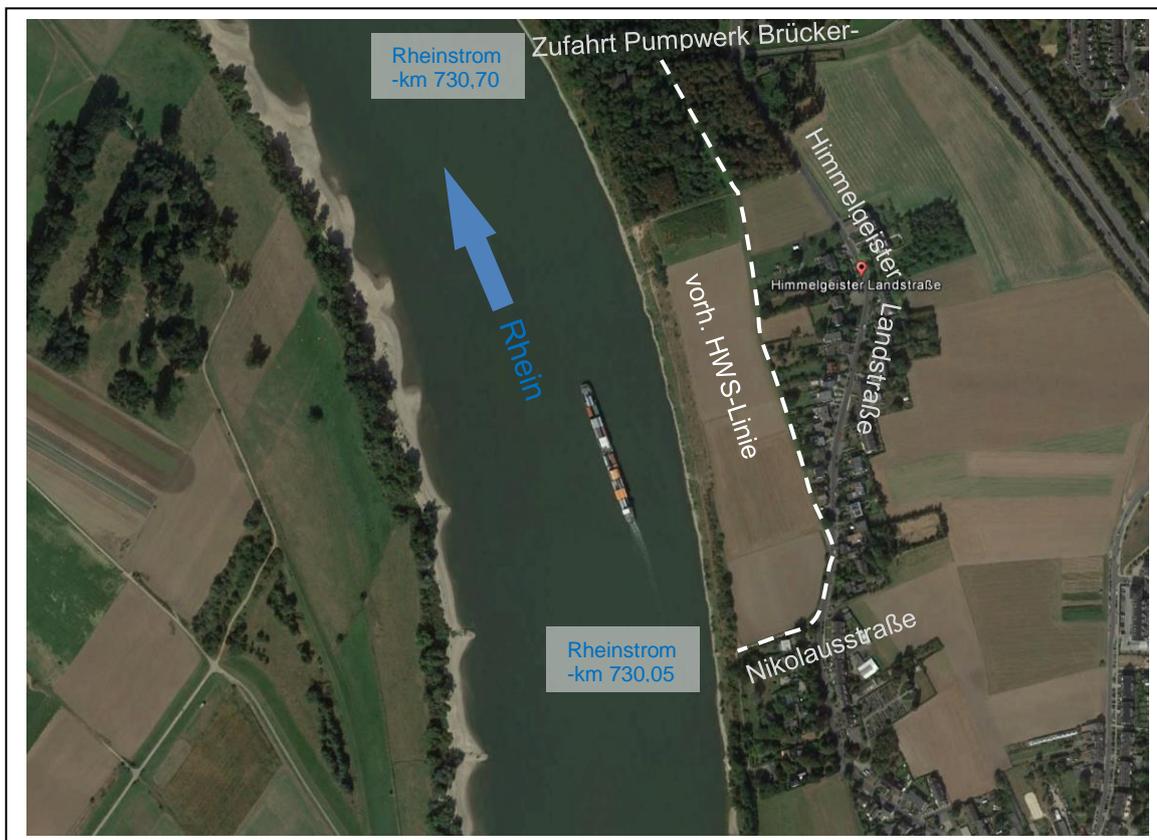


Abb. 2: Luftbild Planungsbereich (Quelle: Google Earth)

Nach Osten entlang der *Nikolausstraße* und im weiteren Verlauf nach Nordost entlang der *Himmelgeister Landstraße* ist auf einer Länge von ca. 205 m keine Hochwasserschutzanlage vorhanden. Der Hochwasserschutz wird hier durch die im Winter 2012/2013 aufgehöhte *Nikolausstraße* und die Böschung zum Gehweg neben der Fahrbahn *Himmelgeister Landstraße* gebildet, die allerdings Fehlhöhen zum Schutzziel von rd. 1,65 m (*Nikolausstraße*) und rd. 1,40 m (*Himmelgeister Landstraße*) aufweisen. Von der *Himmelgeister Landstraße* aus verläuft der ca. im Jahr 1903 errichtete homogene Erddeich aus sandigen und tonigen Schluffen in



Schließung der Deichlücke in der Ortslage Himmelgeist
3. Bereich (Himmelgeister Landstraße)
Erläuterungsbericht

nördlicher / nordwestlicher Richtung bis zum Anschluss an die Zufahrt zum Pumpwerk *Brückerbach* bei Rheinstrom-km ca. 730,70. Zwischen Entwurfsstation 0+175 und 0+537 verläuft der Deich unmittelbar entlang der Privatgärten der Wohnbebauung der *Himmelgeister Landstraße*. Zwischen Entwurfsstation 0+660 und 0+825 liegt die Deichtrasse innerhalb des umzäunten Geländes des Pumpwerks *Brückerbach*, in dem sich ein größerer, flächiger Gehölzbestand, das *Fleher Wäldchen* [28] befindet.

Im Norden ist bei Rheinstrom-km ca. 730,70 die zu planende Hochwasserschutzanlage des 3. Bereiches mit einem Schutzziel von 39,95 m NHN an die vorhandene Hochwasserschutzanlage *Brückerbach*, bestehend aus einer Ortbeton-Winkelstützmauer ohne mobile Aufsätze, anzuschließen. Die Hochwasserschutzanlage *Brückerbach* ist für das Bemessungshochwasser BHW₁₉₇₇ einschließlich eines Freibords von 0,50 m ausgelegt (39,52 m NHN). Somit liegt die Oberkante der zu planenden Hochwasserschutzanlage im 3. Bereich 0,41 m höher als die vorhandene Winkelstützwand neben der Zufahrt zum Pumpwerk *Brückerbach*.

Die vorhandene Hochwasserschutzanlage hat einschließlich der Bereiche *Nikolausstraße* und *Himmelgeister Landstraße* eine Länge von rund 825 m. Sie liegt vollständig innerhalb der Wasserschutzzone II (Station 0+450 bis 0+818) und III A (Station 0+023,8 bis 0+450) der Wassergewinnungsanlage *Flehe* der Stadtwerke Düsseldorf AG. Das Vorland weist Breiten zwischen ca. 90 m und 130 m auf, die Uferkante weist ein Höhenniveau zwischen ca. 36,81 m NHN und 38,21 m NHN auf und liegt damit zwischen 0,74 und 2,28 m unter der Wasserspiegellage zu BHQ₂₀₀₄.

Die Böschungsneigungen des vorhandenen Deiches betragen ungefähr 1 : 1,5 – 4,1, i. M. 1 : 2,9 auf der Wasserseite, auf der Landseite liegen sie in einer Größenordnung zwischen 1 : 2,2 und 1 : 5,9, i. M. bei 1 : 3,1. Die *Nikolausstraße*, die zwischen Rheinufer und *Himmelgeister Landstraße* im südlichen Planungsbeginn den Hochwasserschutz bildet, hat eine befestigte Breite von i. M. 3,50 m. Die Kronenbreite des Deiches zwischen *Himmelgeister Landstraße* und Zufahrt Pumpwerk *Brückerbach* liegt zwischen 1,28 m und 2,36 m, i. M. 1,86 m.

Auf gesamter Länge ist die Deichkrone unbefestigt, also nur mit Oberboden angeeckt, ein Deichunterhaltungs- oder Deichverteidigungsweg ist nicht vorhanden.



4.2 Vorhandene Deichhöhen

Die Deichkrone liegt in einer Höhe zwischen 0,23 m und 1,84 m über OK vorhandenem Gelände. Da die Privatgärten hinter dem Deich am südlichen Beginn des Deiches an der *Himmelgeister Landstraße* auf Höhe des vorhandenen Kronenniveaus und teilweise noch höher angelegt sind, hebt sich der Deich auf der Landseite erst ab ca. Station 0+290 vom Gelände ab. Aufgrund seiner geringen Höhe von i. M. 0,89 m stellt er nur eine geringe Sichtbarriere zum Rhein hin dar.

Das Fehlmaß gegenüber der Sollhöhe entsprechend der Wasserspiegellage zum Bemessungshochwasser BHQ₂₀₀₄ zuzüglich 1,00 m Freibord beträgt im Mittel 1,54 m.

Tabellarische Zusammenstellungen der Ist-, Soll- und Planungshöhen des Deiches sind dem Erläuterungsbericht als Anhang 1 nachgeheftet.

4.3 Landschaftsökologische Gegebenheiten

Das Planungsgebiet liegt in einem Landschaftsschutzgebiet. Weiterhin erstreckt sich gem. [29] eine Teilfläche des FFH- („Flora-Fauna-Habitat“) Schutzgebietes „Rhein-Fischschutzzonen zwischen Emmerich und Bad Honnef“ entlang des Rheinuferes im gesamten Planungsabschnitt, dessen Abstand zum Baufeld lediglich 30 m bis 170 m beträgt. Das Planungsgebiet kann gem. der Beschreibung in der 1. Ergänzung der Umweltverträglichkeitsstudie, vorläufige Fassung [28], in die folgenden Landschaftsbildeinheiten unterteilt werden.

Ortsbereich Himmelgeist:

Die Ortslage von Himmelgeist zeichnet sich durch Wohnbebauung unterschiedlichen Alters entlang der *Himmelgeister Landstraße* aus. Gärten befinden sich jeweils hinter den Gebäuden zum Deich hin bzw. nach Westen gerichtet. Sie sind in der Regel intensiv gepflegt, teilweise weisen sie größere bzw. ältere Baumbestände auf.

Landwirtschaftliche Flächen:

Der Deich ist in seiner gegenwärtigen Form ein Bestandteil der intensiv geprägten Flächen des Deichvor- und Hinterlandes. Er ist in das lokale Landschaftsbild integriert und wird nicht als störend empfunden. In der Ortschaft hinter den Gärten

verlaufend sowie im Wald ist der Deich nur eingeschränkt sichtbar. Aufgrund seines teilweise artenreichen Grünlandes trägt er zur Erhöhung der Vielfalt der Landschaft bei.

Das Deichvorland außerhalb des Wasserwerksgeländes sowie das Deichhinterland zwischen Deich, Wasserwerk und Privatgärten werden intensiv landwirtschaftlich genutzt. Eine weitere landwirtschaftliche Nutzfläche befindet sich zwischen ca. Station 0+425 und 0+460 landseitig hinter dem Deich.

Uferbereich:

Der Uferbereich des Rheins bis zur Böschungsoberkante zeichnet sich durch eine hohe Vielfalt an unterschiedlichen, kleinräumig eng verzahnten Biotoptypen, wie beispielsweise Gebüsche und Ruderalfluren oder vegetationsarme Kiessandbereiche, aus.

Wald und Erholungsflächen:

Diese Landschaftsbildeinheit umfasst den eingezäunten Waldbereich des *Fleher Wäldchens* mit seinen älteren Bäumen sowie den Sportplatz samt den ihn umgebenden gehölzreichen Flächen im Norden des Untersuchungsraumes. Da das Wäldchen eingezäunt ist, ist seine Erlebbarkeit für den Menschen und damit die Erholungsfunktion herabgesetzt. Zwischen Station 0+550 und 0+660 haben die Stadtwerke Düsseldorf auf ihren Eigentumsflächen im Vorland auf ca. 450 m Länge und ca. 90 m Breite eine Aufforstungsfläche als Ausgleichsfläche angelegt.

4.4 Bauliche Anlagen und Leitungen

Im Planungsbereich der Hochwasserschutzanlage verlaufen einige wenige Ver- und Entsorgungsleitungen, die hauptsächlich im Bereich der *Himmelgeister Landstraße* und der *Nikolausstraße* verlegt sind und daher den Planungsbereich weitestgehend nur tangieren. Die Leitungen sind in den Lageplänen (Anlage 2.1 und 2.2) und Querprofilen (Anlagen 5.1 bis 5.7) dargestellt. In diesem Kapitel sind lediglich die Leitungsverläufe und die Beeinflussungen durch die Planung beschrieben.

4.4.1 Gasleitungen

Vom Rheinufer am südlichen Planungsbeginn verläuft zunächst in der *Nikolausstraße*, dann am Fuß der Böschung zur *Himmelgeister Landstraße* und im weiteren Verlauf entlang des wasserseitigen Deichfußes eine Gasleitung DN 250 der Stadtwerke Düsseldorf (SWD) AG. Die Leitung muss im Zuge der Hochwasserschutzmaßnahme aus dem unmittelbaren Deichbereich heraus verlegt werden.

Eine weitere Gasleitung DN 250 St der SWD verläuft vom Haus *Himmelgeister Landstraße* Nr. 167 in der südlichen Hälfte der *Nikolausstraße* und dann im weiteren Verlauf als DN 200 St am westlichen Fahrbahnrand der *Himmelgeister Landstraße*. Die Leitung ist nur im Bereich der *Nikolausstraße* von der Planung betroffen, wobei diese unterhalb der geplanten Anbindung erhalten bleiben kann.

4.4.2 Energieversorgungskabel und Straßenbeleuchtung

Parallel zur Gasleitung DN 250 entlang des wasserseitigen Deichfußes verläuft ein Stromkabel der SWD, das in gemeinsamer Trasse mit der Gasleitung aus dem Deichbereich herausverlegt werden muss.

Am unterstromigen Planungsende verläuft eine Kabeltrasse mit mehreren Strom- und Beleuchtungskabeln der Stadtwerke Düsseldorf AG, die auf dem umzäunten Wasserwerksgelände parallel zur Zufahrt zum Pumpwerk *Brückerbach* verlegt sind. Dort ist auch ein Stromverteilerkasten vorhanden. Entlang der *Himmelgeister Landstraße* stehen unmittelbar an der Umzäunung des Wasserwerksgeländes diverse Masten der Straßenbeleuchtung (s. Abb. 3). In Fortsetzung nach Süden verlaufen die Stromkabel auf ganzer Länge des Planungsabschnittes im westlichen Gehwegbereich der *Himmelgeister Landstraße*. Eine Verlegung dieser Kabeltrasse einschließlich des Verteilerkastens wird im Teilbereich entlang der Zufahrt zum Pumpwerk *Brückerbach* sowie im Gehwegbereich der *Himmelgeister Landstraße* erforderlich.

4.4.3 Fernmeldeleitungen

Im Gehweg *Himmelgeister Landstraße* und teilweise auch in der westlichen Straßenböschung verläuft ein T-Com- / Unitymedia-Kabel. Dieses Kabel ist im Bereich der Anbindungen des Deichverteidigungsweges zu berücksichtigen.



Abb. 3: Bereich *Himmelgeister Landstraße* / Wasserwerksgelände im nördlichen Planungsbereich

4.4.4 Wasserleitung

Am westlichen Rand der Fahrbahn *Himmelgeister Landstraße* verläuft parallel zur Gasleitung eine Wasserleitung DN 150 der SWD. Diese ist von der Hochwasserschutzplanung nicht betroffen.

4.4.5 Abwasserkanal

Im östlichen Drittel der *Himmelgeister Landstraße* ist ein Abwasserkanal DN 300 bis DN 800 des Stadtentwässerungsbetriebes der Stadt Düsseldorf (SEBD), teilweise als Steinzeug-Leitung, teilweise als GFK-Leitung verlegt. Der Kanal ist nicht von der Hochwasserschutzplanung betroffen.

4.4.6 Bauliche Anlagen

Der südliche Beginn des Planungsgebietes schließt unmittelbar an die Wohnbebauung der *Himmelgeister Landstraße* mit den dahinter befindlichen Gärten an. Parallel zur *Nikolausstraße* liegt das Grundstück mit der Haus-Nr. 167, auf dem das Wohngebäude einen Abstand von ca. 4,0 m zum Baufeld hat.

Zwischen Station 0+100 und 0+230 befindet sich Bebauung lediglich auf der der Hochwasserschutzanlage abgewandten Ostseite der *Himmelgeister Landstraße*.

Diese Bebauung ist nicht unmittelbar von der Hochwasserschutzmaßnahme betroffen.

Im Stationsbereich zwischen 0+230 und 0+540 grenzen landseitig die Privatgrundstücke der Wohnbebauung *Himmelgeister Landstraße* an den Deich. Sie sind weitestgehend durch einen Zaun vom Deich getrennt. Der Abstand der Wohngebäude zur vorhandenen Hochwasserschutzanlage liegt zwischen 5 m im Süden und bis 92 m im Norden. Die Grundstücke sind lagebestimmend für die Planung der Hochwasserschutzanlage, da ein Eingriff in das Privateigentum nicht vorgesehen ist.

Am nördlichen Ende des Planungsgebietes liegt innerhalb des umzäunten Wasserwerksgeländes das Pumpwerk *Brückerbach*, das zur Wassergewinnungsanlage *Flehe* gehört. Das Gebäude liegt ca. 135 m westlich der *Himmelgeister Landstraße* im Rheinvorland und ist von der Hochwasserschutzmaßnahme nicht betroffen.

Auf der Nordseite der Zufahrt verläuft die Hochwasserschutzwand der Hochwasserschutzanlage *Brückerbach*, die, wie bereits beschrieben, als rd. 65 cm hohe Ort beton-Winkelstützwand auf das Schutzziel Bemessungshochwasser BHW_{1977} zuzüglich 0,50 m Freibord (39,52 m NHN) ausgelegt ist (s. Abb. 4).

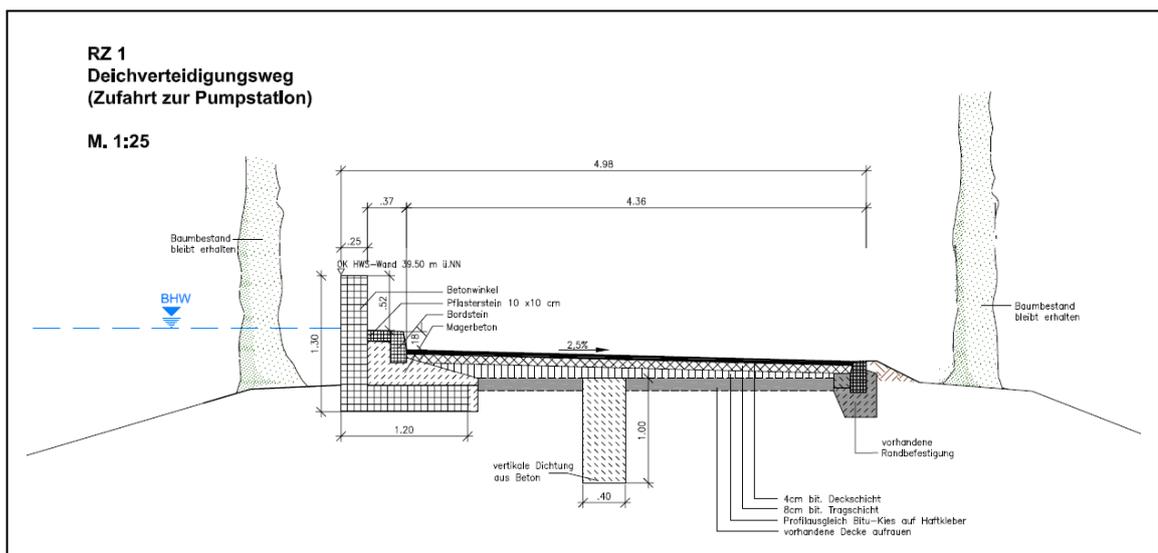


Abb. 4: Regelzeichnung Hochwasserschutzmaßnahme Sanierung des Rückstaudeiches am Brückerbach, Los 2, linke Gewässerseite – hier: Zufahrt zum Pumpwerk (Quelle: Fa. Amand GmbH & Co. KG [1])



4.5 Grundstücks- und Eigentumsverhältnisse

Der vorhandene Deichkörper ist zwischen dem Beginn an der *Himmelgeister Landstraße* und dem Wasserwerksgelände größtenteils im Eigentum der Landeshauptstadt Düsseldorf.

Die für die Deichsanierung benötigten Flächen für die neue, verbreiterte Hochwasserschutzanlage, den Arbeitsraum, die Lagerung und Baustelleneinrichtung sind größtenteils im Besitz einiger privater Eigentümer, der katholischen Kirche und der Stadtwerke Düsseldorf AG.

5. Baugrund

5.1 Allgemeines

Bereits in den Jahren 1981 bis 1987 wurden im Streckenabschnitt des 3. Bereiches von der ICG – Ingenieurconsult Geotechnik Leonhardt-Veith und Partner GbR, Düsseldorf, Baugrunduntersuchungen durchgeführt. Diese Baugrundaufschlüsse wurden unter Berücksichtigung der damaligen Planungsvorgaben im Rasterabstand von ca. 100 m parallel zum Rheinufer bis ca. 50 m vom Rheinufer entfernt und auf der Deichkrone des vorhandenen Erddeiches niedergebracht. Im Zuge der Vorplanung wurden durch die Arge Hahn-Bender / Patt / Borchert, vertreten durch Borchert Ingenieure GmbH & Co. KG, im Zeitraum März bis Mai 2009 ergänzende geotechnische Untersuchungen und Standsicherheitsberechnungen für die seinerzeit geplanten Trassenvarianten 1 bis 5 durchgeführt und deren Ergebnisse im Baugrundgutachten 60284/40 vom 09.03.2011 [4] dokumentiert.

Unter Abwägung aller Vor- und Nachteile hat sich seinerzeit aus planerischer Sicht die Variante 4 als Vorzugsvariante herauskristallisiert, für die im Zuge der Entwurfs- und Genehmigungsplanung weitere ergänzende Baugrunduntersuchungen zur Verdichtung des Erkundungsrasters entsprechend der Vorgaben der Regelwerke erforderlich wurden. Das Erkundungsraster der Untersuchungen zwischen Februar und März 2015 wurde für die Vorzugsvariante auf einen Rasterabstand von 100 m vervollständigt und für den Bereich der geplanten Hochwasserschutzwand eine ergänzende Baugrunduntersuchung im Rasterabstand von 50 m mittels Rammsondierungen durchgeführt. Die Ergebnisse sind in dem Baugrundgutachten von Borchert Ingenieure, Projekt 7290/47 vom 18.12.2015 [5] dokumentiert. In

diesem Gutachten erfolgte auch eine Anpassung der Standsicherheitsberechnungen an den aktuellen Stand der Regelwerke auf Grundlage des Teilsicherheitskonzeptes.

Insgesamt wurden in den beiden ergänzenden Untersuchungskampagnen von Borchert Ingenieure 34 Kleinrammbohrungen (Bohr- \varnothing 80/33 mm) mit Aufschlusstiefen zwischen 3,0 m und 5,0 m unter Geländeoberfläche (GOF), 12 Sondierungen mit der schweren Rammsonde (DPH) mit Sondiertiefen zwischen 10,0 m und 11,0 m unter GOF, 19 Sondierungen mit der mittelschweren Rammsonde (DPM) bis in Sondiertiefen von 2,7 m bis 5,0 m unter GOF und 48 Bodenproben für weitere bodenmechanische Laborversuche entnommen. Die Untersuchungsstellen sind in den Lageplänen der Technischen Planung (s. Anlagen 2.1 und 2.2) dargestellt.

5.2 Vorhandener Banndeich

Im Rahmen der verschiedenen Baugrunderkundungen wurde festgestellt, dass der vorhandene Deich aus sandigen und tonigen Schluffen besteht und homogen aufgebaut ist. Die aufgeschlossenen Böden waren organoleptisch unauffällig, so dass für diese Schichten keine weiteren chemischen Analysen veranlasst wurden. Es ist davon auszugehen, dass das Altdeichmaterial weitestgehend wiederverwendet werden kann.

5.3 Deichlager, Deichvor- und Deichhinterland

Die Geländeoberfläche ist im Deichvorland mit einer ca. 0,15 m bis 0,50 m dicken Mutterbodenschicht abgedeckt, im Deichhinterland im Bereich der Privatgrundstücke beträgt die Mutterbodenstärke 0,10 m bis 0,40 m. Unterhalb des Deichlagers des vorhandenen Deiches und in den übrigen erkundeten Flächen sind durchgehend bindige Böden des Flutlehms mit Mächtigkeiten zwischen $d = \text{ca. } 0,60 \text{ m}$ bis $1,10 \text{ m}$, weitestgehend aber in einer Schichtstärke von ca. 1,0 m erbohrt worden. Darunter schließen sich Fein- bis Mittelsande, örtlich schwach schluffig bis schluffig ausgebildet, in Mächtigkeiten von $d = \text{ca. } 0,60 \text{ m}$ bis $d > 1,0 \text{ m}$ an, darunter wurden bis zur Endteufe der Bohrungen die sandig-kiesigen Böden der Niederterrasse des Rheins erbohrt. Die verlehmtten Sande weisen bei einem Feinkornanteil (Korn- $\varnothing < 0,06 \text{ mm}$) $a_{FK} = 20$ bis 42 Gew.-% eine gegenüber den sandig-kiesigen Terrassenböden deutlich geringere Wasserdurchlässigkeit auf und sind daher den

abdichtenden Böden der Decklehmschicht zuzuordnen. Da es sich bei einem Hochwasserereignis um einen temporären und instationären Zustand handelt, tritt aufgrund der großen Durchlässigkeitsunterschiede zwischen diesen verlehmteten Sanden und den sandig-kiesigen Terrassenböden ($\Delta \gg 100$) eine Durchströmung nicht ein. Die verlehmteten Sande, die nach den Erkundungen mit der mittelschweren Rammsonde durchgehend mitteldicht gelagert sind, können daher auch unter diesem Aspekt als dichtend angesehen werden [5].

In den unterlagernden Terrassensanden und –kiesen weisen die sandigen Böden eine durchgehend mitteldichte Lagerung auf, die kiesigen Böden sind dicht bis sehr dicht gelagert. Örtlich mit der schweren Rammsonde gemessene Schlagzahlen weisen auf eine sehr dichte Lage bzw. grobkörnige Ausbildung hin, was beim Einbringverfahren der vorgesehenen Spundbohlen zu berücksichtigen ist, da hierdurch je nach Einbringverfahren Erschwernisse auftreten können.

Die maßgebenden Bodenkenngrößen und weitergehende Informationen können dem Baugrundgutachten [5] entnommen werden.

5.4 Altlasten

Im Planungsbereich sind keine Altlasten bekannt. Im Zuge der Baugrunderkundungen wurden landseits des Altdeiches im Bereich der Aufschlussstelle RKS 13 (ca. Station 0+504, s. Lageplan 2) oberflächennah angeschüttete Böden einer chemischen Analyse unterzogen. Die untersuchte Bodenprobe wies einen deutlich erhöhten PAK-Gehalt im Feststoff mit 35 mg/kg auf, der über dem Zuordnungswert Z 2 (20 mg/kg) der LAGA liegt. Leicht erhöhte Bestandteile sind bei Blei, Zink und Cadmium gemessen worden, die den Zuordnungswert Z 1.1 bzw. Z 1.2 einhalten. Alle übrigen Parameter hielten den Zuordnungswert Z 0 der LAGA ein. Aufgrund der innerhalb der Anschüttung festgestellten hohen PAK-Gehalte (Einzelwerte) können erhöhte Entsorgungskosten auftreten. Nach den Empfehlungen des Baugrundgutachtens [5] sollte dieser Bereich im Zuge der Ausführungsplanung durch weitere ergänzende Bohrungen mit weiteren chemischen Analysen eingegrenzt werden.

5.5 Geotechnische Nachweise

Die durchgeführten Standsicherheitsberechnungen nach dem Teilsicherheitskonzept der DIN 1054 an dem Deichquerschnitt mit der größten Höhe (bei Station ca.

0+670 bis 0+725) haben aufgezeigt, dass für sämtliche maßgebende, in der DIN 19712 definierte Bemessungssituationen Ausnutzungsgrade $\mu < 1,0$ und somit ausreichende Standsicherheiten nachgewiesen werden.

Der Nachweis der Aufbruchsicherheit der Flutlehmdecke, die sogenannte Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch, ist nach den Berechnungen nicht auf gesamter Strecke gegeben, so dass eine Ballastierung mit relativ geringer Höhe erforderlich wird. Ein hydraulischer Grundbruch kann auftreten, wenn der sich im Hochwasserfall unterhalb der bindigen Deckschicht am landseitigen Deichfuß einstellende Wasserdruck größer ist, als die Auflast durch das Gewicht der Decklehm-schicht und dadurch die unter dem Deich anstehende Deckschicht aufbricht.

Ein Erosionsgrundbruch, bei dem es durch Ausschlämmen von Bodenteilchen infolge des Strömungsdruckes zur Röhrenbildung und ungehinderter Unterströmung des Deiches mit der Folge einer rückschreitenden Erosion/Suffosion und einem Aufbrechen der Deckschicht kommen kann, ist nach den Berechnungen nicht zu erwarten.

Nach überschläglicher Setzungsabschätzung sind in der Deichachse maximal Gesamtsetzungen von $s = \text{ca. } 6 \text{ cm}$ zu erwarten. Daher wird empfohlen, in der Deichkrone eine Überhöhung von $\Delta h = \text{ca. } 10 \text{ cm}$ einzuplanen.

5.6 Grundwasser

Zum Zeitpunkt der Felduntersuchungen im Frühjahr 2009 und im Frühjahr 2015 waren sämtliche Bodenaufschlüsse bis in den aufgeschlossenen tiefen Bereich nicht durch Grundwassereinstau vernässt. Der gesamte Planungsbereich liegt in den Wasserschutzzonen III A (Station 0+023,8 bis ca. 0+450) und II (Station 0+450 bis 0+818,8) der Wassergewinnungsanlage *Flehe*. Das Grundwasser fließt bei mittleren Grundwasserständen in den stark durchlässigen Terrassensanden und -kiesen in westlicher Richtung auf den Rhein zu. Im Hochwasserfall kehrt sich in unmittelbarer Nähe des Rheinufers die Fließrichtung des Grundwassers um und das Rheinwasser infiltriert in den quartären Grundwasserleiter, wodurch der Grundwasserspiegel im Uferbereich rasch ansteigt. Für die Durchführung der Hochwasserschutzmaßnahme sind die Auflagen aus der Wasserschutzgebietsverordnung *Flehe* [10] zu berücksichtigen.

5.7 Denkmalschutz

Nach Aussage des Amtes für Bodendenkmalpflege im Rheinland (LVR) sind für das Untersuchungsgebiet keine archäologischen Funde oder sonstige Hinweise auf Bodendenkmäler bekannt [33].

6. Beschreibung des Vorhabens, Vorhabensziele

Ziel der Hochwasserschutzmaßnahme ist es, den Schutz des Deichhinterlandes vor Hochwasserereignissen des Rheins mindestens in der Größenordnung des Bemessungshochwassers zu gewährleisten.

Die Hochwasserschutzanlage ist hinsichtlich ihrer Höhe an das Bemessungshochwasser BHQ_{2004} einschließlich einem Freibord von 1,00 m und hinsichtlich seiner Geometrie und dem inneren Aufbau an den Stand der Technik, das heißt möglichst an das Regelprofil der Bezirksregierung Düsseldorf, anzupassen.

Ein durchgängiger Deichverteidigungsweg (DV-Weg) und ein Deichunterhaltungsweg mit Anbindungen an das landseitige Wege- und Straßennetz sind anzulegen, um die Möglichkeiten der Deichunterhaltung und –verteidigung zu verbessern.

Die in Kapitel 4.4 beschriebenen baulichen Anlagen und Leitungen sind in der Planung zu berücksichtigen und nach dem Stand der Technik in die Deichsanierung zu integrieren. Mit den Betreibern der Ver- und Entsorgungsleitungen sind Vorabstimmungen der Maßnahmen zum Neubau bzw. zur Anpassung der vorhandenen Leitungen an den Hochwasserschutz gemäß Stand der Technik vorzunehmen.

Im Zuge der Hochwasserschutzmaßnahme soll ein durchgängiger Weg für Fahrradfahrer und Fußgänger hergestellt werden. Weiterhin ist die Erreichbarkeit der landwirtschaftlichen Nutzflächen im Vorland durch entsprechend ausgebaute Zuwegungen sicherzustellen.

Durch Rückverlegung der Hochwasserschutzlinie in einem Teilbereich sollen Retentionsraumverluste mindestens ausgeglichen werden. Die vorhandenen Nutzungsansprüche und Gegebenheiten, wie z. B. Bebauung, Landschaftsbestand und Infrastruktur, sind bei der Trassenführung und Deichausgestaltung weitestmöglich zu berücksichtigen.

Der Erwerb der Deichtrasse einschließlich der Deichschutzzone I bzw. entsprechende grundbuchliche Regelungen werden durch den Stadtentwässerungsbetrieb der Landeshauptstadt Düsseldorf zur Schaffung einer einheitlichen Besitzstruktur und vereinfachten Unterhaltung angestrebt.

7. Variantenuntersuchung

Deichvarianten in der Vorplanung:

Von einer Untersuchung des Belassens des Ist-Zustandes, der sogenannten Nullvariante, wurde im Rahmen der Technischen Planung von vornherein abgesehen, da der Deich zu niedrig ist und nicht dem heutigen Stand der Technik entspricht.

Im Rahmen der Vorplanung wurden fünf Varianten erarbeitet und hinsichtlich der Kriterien Deichquerschnitt / Deichtrasse, Retentionsraum, Flächeninanspruchnahme, Umweltverträglichkeit, Akzeptanz bei den Anwohnern, bauliche Anlagen / Leitungen, Trinkwassergewinnung, Grundwasser, Deichunterhaltung / Deichverteidigung und Baukosten bewertet. Die Bewertung und zeichnerischen Unterlagen sind im Vorentwurf vom 08.03.2011 [3] enthalten.

7.1 Variante 1 – Dreizonendeich in vorhandener Trasse

Auf einer Länge von 810 m wurde mit Ausnahme der Übergangsbereiche zu den ober- und unterstromig anschließenden Hochwasserschutzanlagen ein Dreizonendeich gemäß Regelprofil der Bezirksregierung geplant. In den Übergangsbereichen wurden jeweils Spundwände als Anschluss zu den vorhandenen Hochwasserschutzwänden vorgesehen. Die Trasse verläuft im Süden zunächst entlang der *Nikolausstraße* und der *Himmelgeister Landstraße* und im weiteren Verlauf in der Achse des vorhandenen Deiches. Die Höhe des geplanten Deiches entspricht der Wasserspiegellage zu BHQ₂₀₀₄ zuzüglich eines Freibordes von 1,0 m. Damit liegt die neue Deichkrone weitestgehend ca. 1,20 m bis 1,70 m höher als der vorhandene Hochwasserschutz. Im Deichbereich zwischen der *Himmelgeister Landstraße* und der Zufahrt zum Pumpwerk *Brückerbach* wurde ein durchgehender Deichverteidigungsweg geplant, der im südlichen Abschnitt über die *Nikolausstraße* und im nördlichen Abschnitt vor dem umzäunten Wasserwerksgelände an die *Himmelgeister Landstraße* angebunden wird. Entlang des wasserseitigen Deichfußes wurde ein Weg geplant, der für die Benutzung durch Fußgänger und

Radfahrer sowie als Wirtschaftsweg für den landwirtschaftlichen Verkehr vorgesehen ist. Die am wasserseitigen Fuß des bestehenden Deiches liegenden Gas- und Stromleitungen wurden so umgeplant, dass sie außerhalb der Deichschutzzone II verlegt werden. Durch diese Variante (s. Abb. 5) wäre ein Retentionsraumverlust entstanden, der nicht ortsnah auszugleichen gewesen wäre. Diese Deichplanung hätte somit nicht den Vorgaben der Bezirksregierung Düsseldorf entsprochen. In der Bewertung der Vorplanung schnitt diese Variante am schlechtesten ab.



Abb. 5: Lageplan Variante 1 des Vorentwurfs [3]

7.2 Variante 2 – Dreizonendeich mit maximal zurückverlegter Trasse:

Auf den ersten 550 m entspricht diese Variante (s. Abb. 6) der Variante 1. Am nördlichen Ende der Bebauung verschwenkt die Deichtrasse um rund 90° nach Osten zur *Himmelgeister Landstraße*, wo sie dann entlang der Straße nach Norden bis an die vorhandene Hochwasserschutzanlage *Brückerbach* herangeführt wird. Hinsichtlich Deichaufbau und –querschnitt sowie der geplanten Wege und Rampen gilt das gleiche wie bei Variante 1. Die Deichlänge dieser Variante beträgt 885 m (75 m mehr als Variante 1). Im Bereich des Wasserwerksgeländes wurde vorgesehen, den Altdeich komplett zurückzubauen. Bei dieser Planung wäre ein geringfügiger Retentionsraumgewinn entstanden. Unter Abwägung aller Vor- und Nachteile stellte die Variante 2 aber nur die viertbeste Lösung dar.

Schließung der Deichlücke in der Ortslage Himmelgeist
3. Bereich (Himmelgeister Landstraße)
Erläuterungsbericht



Abb. 6: Lageplan Variante 2 des Vorentwurfs [3]

7.3 Variante 3 – Dreizonendeich mit geschwungener Linienführung:

Diese Variante (s. Abb. 7) entspricht in den Grundzügen der Variante 2; der wesentliche Unterschied ist der hydraulisch optimierte Trassenverlauf am oberstromigen Beginn und im Bereich der Deichrückverlegung. Durch die schrägen Teilabschnitte des Deiches wäre insgesamt ein Retentionsraumverlust entstanden, der nicht ortsnah hätte ausgeglichen werden können. Somit wäre die Genehmigungsfähigkeit dieser Planung nicht gegeben. Dennoch schnitt diese Variante in der Gesamtbewertung am zweitbesten ab.



Abb. 7: Lageplan Variante 3 des Vorentwurfs [3]

7.4 Variante 4 – Dreizonendeich mit in Teilbereichen aufgesetzten mobilen Elementen:

Die Trasse der Variante 4 (s. Abb. 8) entspricht im Wesentlichen der Trasse der Variante 3. Auf den südlichen ca. 530 m wurde jedoch anstelle des Dreizonendeiches ein 1,30 m niedrigerer Deich geplant, der somit ungefähr der Höhe des vorhandenen Deiches entspricht, so dass die Sichtbeziehungen der Anwohner zum Rhein nahezu unverändert bestehen bleiben. Der Hochwasserschutz wird hier über eine in den Deich eingelassene Spundwand mit einem Stahlbetonbalken als oberem Abschluss sichergestellt, auf den im Hochwasserfall mobile Hochwasserschutzelemente in Form von Dammbalken und Stützen aufgesetzt werden, die die fehlende Höhe bis zum Schutzziel absichern. Durch den niedrigeren Deich und den dadurch schmaleren Deichquerschnitt kann der wasserseitige Deichfuß zurückverlegt werden, wodurch der Verlust an Retentionsraum und an landwirtschaftlichen Nutzflächen reduziert werden kann. Insgesamt hat diese Variante einen geringfügigen Retentionsraumgewinn zur Folge; in der Gesamtbewertung schnitt sie im Vergleich mit den anderen Planungsvarianten am besten ab und wurde von den Planern als Vorzugsvariante empfohlen, unter anderem auch wegen der zu erwartenden höheren Akzeptanz bei den Anwohnern. Da bei dieser Planung die unteren 30 cm des mobilen Hochwasserschutzes im Einstaubereich des Rheins liegen, wurde der ARCADIS Deutschland GmbH, Köln, eine zusätzliche Risikobetrachtung zum mobilen Hochwasserschutz in Auftrag gegeben, die im Dezember 2013 in endgültiger Form vorlag [2].



Abb. 8: Lageplan Variante 4 des Vorentwurfs [3]

7.5 Variante 5 – Dreizonendeich, in Teilbereichen Hochwasserschutzwand mit aufgesetzten mobilen Elementen:

Die Trasse der Variante 5 (s. Abb. 9) entspricht im Wesentlichen der Trasse der Variante 4, im Bereich der Deichrückverlegung (Dreizonendeich) ist sie nahezu identisch mit der Variante 4. Im südlichen Abschnitt wurde anstelle des niedrigeren Deiches der Variante 4 eine stationäre Hochwasserschutzwand, ähnlich wie im 2. Bereich (*direkte Ortslage*), vorgesehen, auf die eine 1,30 m hohe, mobile Hochwasserschutzwand aufgestellt würde. Die sichtbare Höhe der stationären Wand beträgt wasserseitig bis 1,95 m und landseitig bis 1,18 m. Diese Variante hat den größten Retentionsraumgewinn aller untersuchten Varianten zur Folge, in der Gesamtbewertung schnitt sie punktgleich mit Variante 3 am zweitbesten ab.



Abb. 9: Lageplan Variante 5 des Vorentwurfs [3]

7.6 Vorzugsvariante:

Nachdem am 04.06.2014 eine Informationsveranstaltung für die Bürger zur Vorstellung der Vorplanung für den 3. Bereich stattfand und die Variante 4 als Vorzugsvariante von den Bürgern mitgetragen wird, wurde die Planungsgemeinschaft durch den Stadtentwässerungsbetrieb Düsseldorf (SEBD) beauftragt, auf der Grundlage der Ergebnisse des Vorentwurfs und der Ergebnisse der Risikobetrachtung für den mobilen Hochwasserschutz für die Variante 4 die Entwurfs- und Genehmigungsplanung durchzuführen.

Nach Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde, der Bezirksregierung Düsseldorf, wäre eine Planung mit einem einreihigen mobilen Hochwasserschutzsystem, das im Bemessungshochwasserfall ca. 30 cm hoch eingestaut wird, nicht genehmigungsfähig. Die Landeshauptstadt Düsseldorf hat Mitte des Jahres 2017 entschieden, den Hinweisen der Genehmigungsbehörde Folge zu leisten und den linienhaften mobilen Hochwasserschutz nur noch im Freibordbereich vorzusehen. Daher wurde der Kopfbalken auf Höhe der Wasserspiegellage zu BHQ₂₀₀₄ geplant, so dass nur noch der Freibord von 1,0 m mit mobilem Hochwasserschutz gesichert wird. Gemäß DIN 19712 [25] muss unter den gegebenen Randbedingungen der mobile Teil um 20 cm erhöht werden, so dass die Höhe der mobilen Hochwasserschutzzelemente 1,20 m beträgt.

8. Wasserwirtschaftliche und geodätische Grundlagen

8.1 Bemessungshochwasser

Das für diesen Hochwasserschutzabschnitt zu berücksichtigende Bemessungshochwasser wurde im Amtsblatt Nr. 26 der Bezirksregierung Düsseldorf vom 24.06.2004 bekanntgemacht. Mit Schreiben vom 19.05.2017 [16] hat die Bezirksregierung Düsseldorf alle Hochwasserschutzpflichtigen am Rhein schriftlich darauf hingewiesen, dass die Bekanntmachung der Wasserspiegellagen zum Bemessungshochwasser des Rheins, die bisher „m über NN“ lautete, nunmehr an das Deutsche Haupthöhennetz aus Dezember 2016 (DHHN2016) angepasst wurde und die Wasserspiegellagen in „m über NHN“ (Höhe über Normalhöhen-Null) angegeben werden. Die Änderungen in Nordrhein-Westfalen liegen in einem Bereich von ca. -1,5 cm bis +3,5 cm, im Bereich der Ortslage Himmelgeist durchgehend bei +2 cm.

Die zu diesem Bemessungshochwasser BHQ₂₀₀₄ gehörige Wasserspiegellage für das rechte Rheinufer beträgt oberstromig bei Rheinstrom-km 730,0 39,10 m NHN, bei Rheinstrom-km 730,5 38,99 m NHN und unterstromig bei Rheinstrom-km 731,0 liegt der Bemessungswasserspiegel bei 38,86 m NHN. Weitere Wasserspiegellagen wurden zwischen diesen Punkten weitestgehend interpoliert, wobei die Lage der Deichachse zur Achse des Rheins berücksichtigt wurde. Die Lage der Rheinstrom-km wurde anhand der Profilstreifen für das linke und rechte Rheinufer des Wasser- und Schifffahrtsverwaltung dargestellt [37]. Der Längsschnitt zeigt ein nahezu gleichmäßiges Wasserspiegelgefälle in Fließrichtung.

Der Bemessungshochwasserspiegel am Rheinpegel Düsseldorf liegt auf einer geodätischen Höhe von 36,25 m NHN, der Pegelnullpunkt PNP liegt bei 24,51 m NHN, so dass der zugehörige Rheinpegel bei 11,74 m DP liegt.

Auf die Schifffahrt bezogene Hochwasserstände sind bezogen auf den Rheinpegel Düsseldorf wie folgt angegeben:

HSW I: 7,10 m DP (Einschränkungen und besondere Vorschriften für die Rheinschifffahrt)

HSW II: 8,80 m DP (Einstellung der Rheinschifffahrt)

8.2 HQ₁₀₀

Für Deichsanierungen gilt ein Verschlechterungsverbot hinsichtlich des Abflussquerschnittes, der vorhandene Retentionsraum darf nicht verändert werden. Nach Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und Landeswassergesetz (LWG) wird der Retentionsraum über die Festsetzung der Überschwemmungsgebiete an oberirdischen Gewässern nach § 76 (2) Pkt. 1 WHG ermittelt. Grundlage hierfür ist ein 100-jähriges Abflussereignis „HQ₁₀₀“ und nicht das Bemessungshochwasser. Daher wurde in den Plänen (Längsschnitt und Querprofile) neben der Wasserspiegellage zu BHQ₂₀₀₄ auch die zu HQ₁₀₀ dargestellt. Diese liegt im Planungsgebiet durchweg 65 cm unterhalb des BHQ₂₀₀₄.

8.3 Geodätische Grundlagen

Die Vermessung der Hochwasserschutzanlage erfolgte im Frühjahr 2009 und wurde bereits im DHHN92-System durchgeführt; eine Nachvermessung des Bereichs *Nikolausstraße* erfolgte im Juli 2014. Die Unterlagen zu den Aufschlusspunkten für die Vermessung (Nivellement-Punkte, AP-Punkte) wurden durch das Vermessungs- und Katasteramt der Stadt Düsseldorf am 10.03.2009 zur Verfügung gestellt. Die Katasterunterlagen wurden der Planungsgemeinschaft bereits am 30.01.2009 von dort übermittelt.

Die gesamte Genehmigungsplanung ist in Gauß-Krüger-Koordinaten abgebildet. Da inzwischen das amtliche Lagebezugssystem ETRS89 / UTM in Nordrhein-Westfalen eingeführt wurde, ist die Genehmigungsplanung im Zuge der Ausführungsplanung mit Hilfe der durch die Bezirksregierung Köln, Abteilung

GeoBasis NRW zu beziehenden Stützpunktdateien in dieses Koordinatensystem zu überführen.

9. Technisches Gesamtkonzept

Die räumliche Einordnung der Baumaßnahme ist in der Übersichtskarte (Anlage 1.0, Maßstab 1 : 25.000), im Übersichtslageplan (Anlage 1.1, Maßstab 1 : 1.000) sowie in den technischen Lageplänen (Anlagen 2.1 und 2.2, Maßstab 1 : 500) dargestellt. Für die Erarbeitung der technischen Planung wurden neben dem Übersichtslageplan und den technischen Lageplänen u. a. auch zwei Lagepläne zum Grunderwerb und Flächenbedarf (Anlagen 2.3 und 2.4), ein Längsschnitt (Anlage 3.1, Maßstab 1 : 1.000/100), vier Regelprofile (Anlagen 4.1, bis 4.4, Maßstab 1 : 50) und 20 Querprofile ca. alle 50 m (Anlagen 5.1 bis 5.7, Maßstab 1 : 100) erstellt.

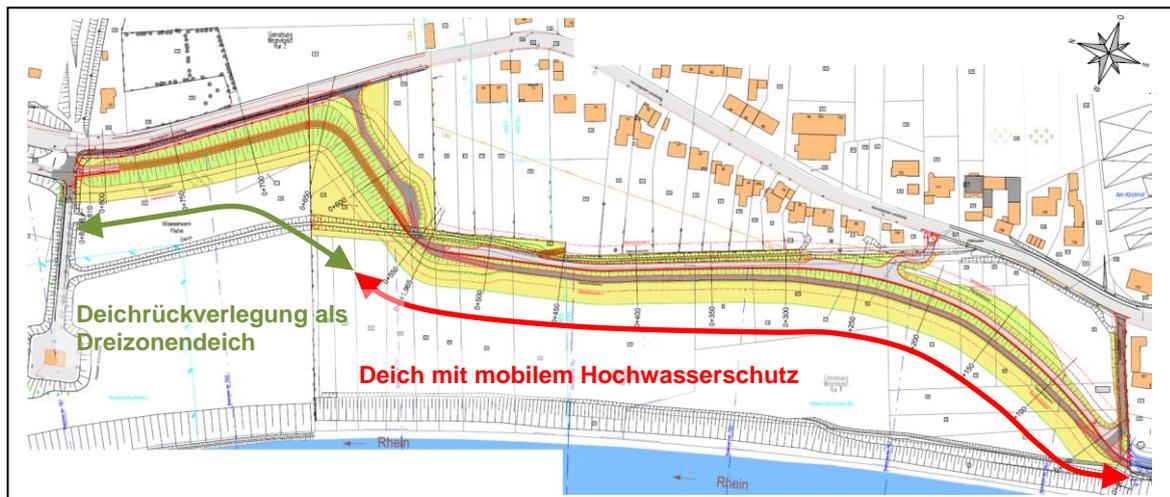


Abb. 10: Übersichtslageplan der Hochwasserschutzmaßnahme

Das Hochwasserschutzziel entspricht der Wasserspiegellage zu BHQ₂₀₀₄ zzgl. 1,0 m Freibord.

Oberstromig bei Station 0+023,8 schließt die neue Hochwasserschutzanlage an die geplante stationäre Hochwasserschutzwand des 2. Bereichs (*direkte Ortslage*) an, auf die im Bedarfsfall mobile Hochwasserschutz-Elemente aufgesetzt werden. Die Oberkante der stationären Wand im 2. Bereich liegt bei 38,86 m NN (=38,88 m NHN) und damit 21 cm unter der Wasserspiegellage zu BHQ₂₀₀₄. Da im

3. Bereich (*Himmelgeister Landstraße*) nur der Freibord mit mobilem Hochwasserschutz geschützt wird, schließt die Hochwasserschutzwand der hier gegenständlichen Planung mit einem Höhenversatz von +21 cm an den stationären Hochwasserschutz des 2. Bereiches an. Am westlichen Ende der *Nikolausstraße* sieht die Planung ein Überfahren des Fußbalkens für den mobilen Hochwasserschutz vor. Daher werden die Wege des 2. Bereiches auf das Niveau W_{sp.} zu BHQ₂₀₀₄ ange-rampft, der landseitige Deichverteidigungsweg mit einer Längsneigung von 1 : 10 und der Geh- und Radweg mit einer Längsneigung von 4 % (barrierefrei). Der frei sichtbare Teil der stationären Hochwasserschutzwand im 3. Bereich wird bis zur Überfahrt (ca. Station 0+041) wie im 2. Bereich mit Mauerwerk verblendet und mit einer Abdeckplatte versehen.

Bis zur Station ca. 0+560,8 wird der Hochwasserschutz zukünftig über eine in den Deich eingestellte Spundwand sichergestellt, auf die im Hochwasserfall eine 1,20 m hohe mobile Wand aus Dammbalken und Stützen aufgesetzt wird. Die Oberkante des Wandsockels, der als Stahlbetonkopfbalken in Sichtbetonbauweise ausgeführt wird, erhält die Höhe der Wasserspiegellage zu BHQ₂₀₀₄ und ragt zukünftig ca. 30 cm über das Gelände hinaus. Die mobilen Elemente schützen lediglich den 1,0 m hohen Freibord (mit einer gemäß DIN 19712 vorzusehenden Überhöhung von 20 cm). Die Hochwasserschutzlinie wird in geschwungener Form in Richtung *Himmelgeister Landstraße* zurückgeführt, wo sie entlang der Privatgärten verläuft, ohne diese in Anspruch zu nehmen, so dass in diesem Bereich Flächen des heutigen Vorlandes beansprucht werden.

Ab Station 0+560,8 wird der Deich als Dreizonendeich zur *Himmelgeister Landstraße* zurückverlegt, wo er im weiteren Verlauf auf dem abgeäunten Gelände des Pumpwerks *Brückerbach* parallel entlang der Straße verläuft. Im Bereich der Zufahrt zum Pumpwerk *Brückerbach* wird der Deich über eine Wand abgefangen und der durchgängige Hochwasserschutz über ein Deichtor mit mobilem Dammbalkenverschluss und Anschluss an die Hochwasserschutzwand der Rückstaudeiche *Brückerbach* hergestellt. Der Einfahrtbereich zum Pumpwerk wird geringfügig bis zu 21 cm angehoben, so dass im Deichtor nur der 1,0 m hohe Freibord zu schützen ist und ein einreihiger Dammbalkenverschluss ausreicht.

Der neue Deichkörper des Dreizonendeiches wird aus einem Stützkern mit ca. 1,50 m starker Dichtungsschürze auf der Wasserseite und einem ca. 1,0 m mächtigen Dränkörper auf der Landseite hergestellt. Die Durchlässigkeit der Materialien

nimmt von der Wasserseite zur Landseite mindestens um den Faktor 100 zu. Aufgrund der geringen Deichhöhe (weitestgehend $< 3,0$ m) wird auf eine Ausrundung im unteren Drittel der wasserseitigen Böschung auf 1:6 verzichtet. Die landseitige Böschung erhält eine 50 cm starke bindige Abdeckung, die als Wühltier- und Vegetationsschutz dient. Der gesamte Deichkörper wird mit Ausnahme der neu anzulegenden Deichwege mit Oberboden angedeckt und mit einer geeigneten Grasmischung eingesät.

Zwischen Station 0+560,8 und 0+580 erfolgt der Übergang von der Hochwasserschutzwand auf den Dreizonendeich. Die Hochwasserschutzwand (HWS-Wand) wird hier als permanente Spundwand mit einem Mauerkopf ausgebildet. Der Mauerkopf wird als Ortbetonkonstruktion mit Mauerwerksverkleidung und Abdeckplatte mit der Oberkante entsprechend dem Schutzziel ausgebildet. Die frei sichtbare Wandhöhe beträgt maximal 1,0 m. Im Schutz der HWS-Wand wird die Deichkrone des oberstromigen Deichabschnittes über eine mit 1:12 geneigte Rampe auf die Krone des Dreizonendeiches mit der Höhe entsprechend dem Schutzziel Wasserspiegellage zu BHQ₂₀₀₄ zuzüglich 1,0 m Freibord hochgeführt.

Auf der Deichkrone des rückverlegten Deiches wird ein Weg aus Schotterrassen angelegt, der als reiner Unterhaltungsweg vorgesehen ist und nicht durch die Öffentlichkeit genutzt werden soll. Am unterstromigen Ende wird ab Station 0+790 analog zum Stationsbereich 0+560,8 bis 0+580 in der wasserseitigen Böschung eine Hochwasserschutzwand mit Mauerwerksverkleidung und Abdeckplatte eingebaut und der Unterhaltungsweg über eine Rampe mit einer Neigung von 1:12 an den Einmündungsbereich der Zufahrten zum Wasserwerk *Flehe* / Pumpwerk *Brückerbach* angebunden. In der Umzäunung des Pumpwerksgeländes werden zwei Tore eingebaut.

Durch Rückbau des Deiches von Süden bis zum Zaun des Wasserwerksgeländes wird der erforderliche Retentionsraumausgleich geschaffen. Im Bereich des abgezäunten Wasserwerksgeländes bleibt der Altdeich erhalten, die Trasse des neuen Deiches wird einschließlich der Deichschutzzone II (bis 10 m vom neuen Deichfuß) von Bäumen gerodet. Nach Herstellung des neuen Deiches wird das Wasserwerksgelände wieder abgezäunt.

Der gepflasterte Deichverteidigungsweg wird landseitig hinter der Hochwasserschutzwand geführt und oberstromig bei Station 0+023,8 über die *Nikolausstraße*,

die auf einer Breite von 5,0 m ausgebaut wird (mittig asphaltiert), sowie unterstromig bei Station 0+550 über die Berme des Dreizonendeichs an die *Himmelgeister Landstraße* angebunden.

Über diese Anbindungen kann auch der landwirtschaftliche Verkehr das Vorland erreichen, wobei die Überquerung der Hochwasserschutzanlage über zwei flach geneigte Überfahrten (Längsneigung 4 %) barrierefrei (ohne den oben beschriebenen Sockel) auf Höhe der Wasserspiegellage zu BHQ₂₀₀₄ ermöglicht wird. Beide Anbindungen sind über einen Weg entlang des wasserseitigen Deichfußes verbunden, der auch von Radfahrern und Fußgängern genutzt wird. Der Weg liegt in der sogenannten Deichschutzzone I (Abstand vom Deichfuß 4,0 m), so dass hierdurch keine zusätzlichen Flächen benötigt werden. Der Weg wird in einer Breite von 4,0 m und die Anbindungen in 5,0 m Breite für Schwerlastverkehr befestigt und mittig mit einem 3,0 m breiten Asphaltaufbau versehen. Wasserseitig neben dem deichparallelen Weg werden in der Deichschutzzone II angrenzend an die Deichschutzzone I eine Gasleitung und ein Stromkabel der Stadtwerke Düsseldorf neu verlegt.

Bei Station 0+215 wird eine weitere Zufahrt von der *Himmelgeister Landstraße* aus errichtet. Diese dient jedoch ausschließlich Unterhaltungsfahrten und im Deichverteidigungsfall der Andienung der mobilen Hochwasserschutzzelemente, ist also nicht für Landwirtschaft und Öffentlichkeit zugänglich.

Für die Herstellung des neuen Deichkörpers wird parallel zu den künftigen Deichfüßen Arbeitsraum benötigt. In den Bereichen, in denen keine baulichen oder landschaftsrechtlichen Zwangspunkte bestehen, beträgt die Arbeitsraumbreite auf der Wasserseite 15 m bzw. im Bereich des Wasserwerksgeländes 10 m bis zum Rand der Deichschutzzone II. Auf der Landseite wird Arbeitsraum nur bis zu der Grundstücksgrenze der Anliegergrundstücke der Privatgärten in Anspruch genommen. In der Regel entspricht dies einer Breite von 4,0 m bis zum Rand der Deichschutzzone I. Innerhalb des Arbeitsraumes wird auch eine Baustraße für den Längstransport der Deichbaumaterialien angelegt. Der Arbeitsraum, der in den Lageplänen (Anlagen 2.1 und 2.2) gelb markiert ist, wird im Kapitel 13 Infrastruktur noch näher beschrieben.

10. Geplante technische Maßnahmen

10.1 Linienführung

Am oberstromigen Planungsbeginn schließt die neue Hochwasserschutzanlage an die geplante Hochwasserschutzmauer des 2. Bereichs (*direkte Ortslage*) an. Am westlichen Ende der *Nikolausstraße* sieht die Planung ein Überfahren des Fußbalkens für den mobilen Hochwasserschutz vor. Da in diesem Übergangsbereich auch die Deichwege des 2. Bereichs (landseits der Hochwasserschutzanlage der Deichverteidigungsweg, wasserseits der Fuß- und Radweg) über den Fußbalken geführt werden müssen und ein Eingriff in das benachbarte Privatgrundstück vermieden werden sollte, wurde die Überfahrt über die Hochwasserschutzlinie ca. 35 m Richtung Norden verschoben. Bei der Ausgestaltung der Überführung wurden Barrierefreiheit und ausreichende Schleppkurven für Deichverteidigungs-Lkw und landwirtschaftliche Maschinen eingeplant. Die Überfahrt über die Hochwasserschutzanlage erfolgt im Höhenniveau der Wasserspiegellage zu BHQ₂₀₀₄, so dass auf ein Deichtor verzichtet werden kann.

Die Hochwasserschutzlinie wird im Winkel von ca. 45° in hydraulisch optimierter, geschwungener Form nach Nordosten in Richtung *Himmelgeister Landstraße* zurückgeführt, wo sie ab Station ca. 0+260 entlang der Privatgrundstücke verläuft, ohne diese in Anspruch zu nehmen, so dass in diesem Bereich Flächen des heutigen Vorlandes beansprucht werden.

Ab dem nördlichen Ende der Privatgärten bei Station ca. 0+542 wird die Trasse wiederum in hydraulisch optimierter, geschwungener Form im Winkel von ca. 40° bzw. 50° an die *Himmelgeister Landstraße* zurückgeführt. Der wasserseitige Fuß- und Radweg wird barrierefrei angerammt und bei Station ca. 0+542 auf dem Niveau der Wasserspiegellage zu BHQ₂₀₀₄ über den Fußbalken des mobilen Hochwasserschutzes geführt.

Am unterstromigen Ende der Hochwasserschutzanlage wurde ab Station 0+790 eine Hochwasserschutzwand in der wasserseitigen Böschung eingeplant, in deren Schutz eine Abfahrt von der Deichkrone ohne Verschiebung des wasserseitigen Deichfußes erfolgen kann.

10.2 Deichquerschnitt

10.2.1 Deich mit mobilem Hochwasserschutz

Vom südlichen Planungsbeginn bei Station 0+023,8 bis zum Beginn der Deichrückverlegung bei Station 0+560,8 wird ein Deich mit ergänzendem mobilem Hochwasserschutz hergestellt. Beim Abtrag des alten Banndeiches werden in regelmäßigen Abständen Schürfe angelegt, um die Stärke der vorhandenen Auelehmschicht festzustellen. Sollte diese mindestens 1,0 m mächtig sein, wird das Deichlager nachverdichtet, andernfalls ist eine Verbesserung vorzunehmen.

Das Deichlager bei der Anlage neuer Deiche erhält ein Gefälle zur Landseite, damit eingetretenes Sickerwasser am landseitigen Deichfuß austreten kann; diese sogenannte Deichlagerverbesserung wird in der Regel im anstehenden Auelehm des Deichlagers profiliert.

In den Fällen, wo Auelehm im Deichlager nicht oder nur unzureichend vorhanden ist, wird diese Deichlagerverbesserung in $\geq 1,0$ m Mächtigkeit im Zuge der Bauarbeiten hergestellt. Die Oberfläche des neuen Deichlagers erhält durchgängig ein Gefälle von 2,5 % zur Landseite.

Der Deichkörper (dargestellt in Regelprofil 1, Anlage 4.1) entspricht im Bereich der Wohnbebauung ungefähr der Höhe des Altdeiches; auf der 6 bis 22 cm höheren Krone des Deiches verläuft der 4,0 m breit für Schwerlastverkehr (SLW 60) befestigte und 3,50 m breit gepflasterte Deichverteidigungsweg, der eine Querneigung von 2,5 % zur Landseite erhält. Im wasserseitigen Bereich der Deichkrone wird eine Spundwand als Hochwasserschutzelement eingebracht. Der Spundwandkopf erhält einen Stahlbeton-Kopfbalken in Sichtbetonbauweise, der gleichzeitig als Fundament für mobile Hochwasserschutzelemente dient. Die Einbindung der Spundwand in den Kopfbalken beträgt 30 cm. Im Zuge der bisherigen Planung wurden die Abmessungen mit 75 cm Breite und 1,00 m Höhe angenommen. Die Dimensionierung des Kopfbalkens ist im Zuge der Ausführungsplanung und der statischen Berechnung auf das zur Verwendung vorgesehene mobile Hochwasserschutzsystem abzustimmen. Die Oberkante des Kopfbalkens wurde auf das Schutzziel Wasserspiegellage zu BHQ₂₀₀₄ geplant. Er ragt 0,32 m über das Gelände der geplanten Deichkrone hinaus und ist somit gut sichtbar. Diese Höhe hat keine Auswirkungen auf die Verkehrssicherungspflicht. Insgesamt ist die Oberkante somit zwischen 0,36 und 0,52 m höher als die Krone des Altdeiches. Auf

diesem Sockel wird im Bedarfsfall der mobile Hochwasserschutz 1,20 m hoch (1,0 m Freibord + 20 cm Überhöhung gem. DIN 19712) errichtet.

Die Deichböschungen erhalten eine Neigung von 1 : 3,5 sowohl auf der Wasser- als auch auf der Landseite. Auf der Landseite in Bereichen von landseitigen Geländetiefpunkten und vor dem Hintergrund einer ausreichenden Aufbruchsicherheit gem. den Standsicherheitsberechnungen der Baugrundgutachten ([4] und [5]) wurde eine Modellierung mit 1 : 20 vorgesehen.

Der Bereich wasserseitig der Spundwand wird aus Erosionsschutzgründen mit bindigem Boden verfüllt, landseitig wird oberhalb der Deichlagerverbesserung ein sandig-kiesiges Material mit einem Feinkornanteil $a_{FK} \leq 7$ Gew.-% lagenweise eingebaut und verdichtet. Somit werden die Voraussetzungen für einen standsicheren Deichverteidigungsweg und somit eine ordnungsgemäße Deichverteidigung geschaffen.

Die Deichböschungen werden mit 30 cm Oberboden abgedeckt und mit einer geeigneten Grassamenmischung eingesät. Der landseitige Bereich der Deichschutzzone I wird so profiliert, dass eine Angleichung an das anschließende Privatgelände erfolgt.

10.2.2 Dreizonendeich mit Berme

Ab Station 0+560,8 bis zum Anschluss an die Hochwasserschutzanlage *Brückerbach* im Norden wird der Deich als Dreizonendeich nach dem Regelprofil der Bezirksregierung Düsseldorf hergestellt. Dieser Querschnitt (s. Regelprofil 2, Anlage 4.2) beinhaltet eine 5,00 m breite Deichkrone mit 2,5 % Gefälle zur Wasserseite. Mittig in der Deichkrone wird ein 3,0 m breiter Deichunterhaltungsweg als begrünter Schotterrasenweg angelegt, die anschließenden Oberbodenbankette werden mit 6 % Neigung hergestellt. In Abstimmung mit dem Vorhabensträger wurde die wasserseitige Deichkronenkante auf die Sollhöhe geplant, so dass der gesamte Kronenbereich eine Überhöhung von bis zu 13,5 cm aufweist, womit auch den Empfehlungen des Baugrundgutachtens [5] nachgekommen wurde, zukünftigen Setzungen des Untergrundes und infolge Eigenkonsolidation entgegenzuwirken. Die Böschungen erhalten eine Neigung von 1 : 3,5 sowohl auf der Land- wie auch auf der Wasserseite. Auf eine Ausrundung von 1 : 6 am wasserseitigen Deichfuß wurde aufgrund der geringen Deichhöhe von maximal 3,20 m verzichtet. Bis Station ca. 0+640 wird auf der Landseite ein Dränkörper in eine 5,0 m breite Berme

eingebaut, auf der der Deichverteidigungsweg an die *Himmelgeister Landstraße* herangeführt wird. Die Höhenlage des Deichverteidigungsweges wird in der Regel durch die Ballastierungsvorgaben des Bodengutachters bestimmt. In diesem Bereich war eine Ballastierung nicht notwendig, hier orientiert sich die Höhe des Deichverteidigungsweges vielmehr an der Höhe der *Himmelgeister Landstraße*, sie beträgt rund 1,0 m. Der Weg wird mit einer 5,00 m breiten Schottertragschicht für Schwerlastverkehr (SLW 60) befestigt, mittig 3,00 m breit asphaltiert und erhält eine Querneigung von 2,5 % zur Landseite. Der Weg dient neben der Deichverteidigung auch als Zufahrt zu den landwirtschaftlichen Nutzflächen im Vorland und für Radfahrer und Fußgänger.

Nach Durchführung einer zu Landseite mit 2,5 % Neigung geneigten Deichlagerverbesserung aus bindigem Boden werden Dichtschürze, Stützkörper und Dränkörper eingebaut. Die jeweiligen Durchlässigkeitsbeiwerte müssen aufeinander abgestimmt sein und mindestens um den Faktor 100 differieren. Die Dichtschürze wird in der wasserseitigen Böschung in einer Mächtigkeit von bis zu 1,50 m eingebaut und ragt bis an die Deichkrone heran. Die innere Böschung am Übergang zum Stützkörper wird in einem Neigungsverhältnis 1 : 0,6 hergestellt. Zwischen Deichverteidigungsweg und Deichunterhaltungsweg wird eine bindige Lehmabdeckung als Wühltier- und Vegetationsschutz in einer Stärke von 50 cm parallel zur landseitigen Böschung aufgetragen. Die Abdeckung der Böschungen erfolgt mit Oberboden einschließlich Raseneinsaat in einer Stärke von 30 cm.

10.2.3 Dreizonendeich mit innenliegendem Dränprisma

Auch zwischen Station 0+640 und Station 0+790 wird der Deich wie zuvor beschrieben als Dreizonendeich nach dem Regelprofil hergestellt, anstelle der Berme wird hier ein innenliegender Dränkörper von 1,0 m Stärke und einer Breite von rd. 2,0 m eingebaut (s. Regelprofil 3, Anlage 4.3). Ansonsten entsprechen innerer Aufbau und äußere Form der Beschreibung in Kapitel 10.2.2. Die *Himmelgeister Landstraße* dient hier als Deichverteidigungsweg. Zwischen Fahrbahn und Deich wird ein getrennter Rad- und Fußweg errichtet, auf den im nachfolgenden Kapitel 10.8.4 noch näher eingegangen wird.

In dem Bereich, in dem der Deich innerhalb des umzäunten Wasserwerksgeländes liegt, wird nach Herstellung des Deiches wieder ein etwa 2,0 m hoher Maschendrahtzaun errichtet. In den Querungsbereichen des Zauns mit dem Deichunterhaltungsweg werden Tore eingebaut.

10.2.4 Stationäre Hochwasserschutzwand

Da die Erdkörper von Rampen und Überfahrten in der Regel zu einer Verbreiterung des Deiches und somit zu einer Verschiebung des Deichfußes führen, hätte die geplante Abfahrt des Deichunterhaltungsweges von der Deichkrone am unterstromigen Ende der Hochwasserschutzanlage zur Folge gehabt, dass der Deichfuß zur Wasserseite hätte verschoben werden müssen, wodurch ein zusätzlicher Eingriff in den Wald und vor allem zusätzliche Retentionsrauminanspruchnahme die Folge gewesen wären. Daher wurde am unterstromigen Ende ab Station 0+790 eine Hochwasserschutzwand in der wasserseitigen Böschung eingeplant, in deren Schutz die Abfahrt ohne Verbreiterung des Deiches erfolgen kann. Wasserseitig vor der Hochwasserschutzwand wird aus Unterhaltungsgründen eine 1,0 m breite Berme angelegt.

Die Hochwasserschutzwand (HWS-Wand) wird hier als stationäre, auf eine Spundwand aufgesetzte Ort betonwand mit Mauerwerksverkleidung und Abdeckplatte mit der Oberkante entsprechend dem Schutzziel ausgebildet. Den Abschluss des Wandkopfes bildet eine Abdeckplatte mit einseitigem Pultgefälle zur Wasserseite, die beidseitig übersteht und mit Tropfkanten versehen ist. Die sichtbare Wandhöhe beträgt wasserseitig zwischen 0,00 m und 1,54 m, landseitig maximal 1,0 m. Im Schutz der HWS-Wand wird der Deichunterhaltungsweg vom Niveau der Deichkrone des Dreizonendeiches über eine mit 1:12 geneigte Rampe auf in den Einmündungsbereich der Zufahrt zum Wasserwerk *Flehe* auf die Zufahrt zum Pumpwerk *Brückerbach* angebunden. Die oberirdischen Wandteile einschließlich der Abdeckplatte werden mit Graffiti-Schutz versehen.

In gleicher Bauweise wird zwischen Station 0+560,8 und 0+580 auch der Übergang vom „Spundwanddeich mit mobilem Hochwasserschutz“ auf den Dreizonendeich gesichert, wobei hier die sichtbare Wandhöhe maximal 1,0 m beträgt.

10.3 Altdeichrückbau

Entgegen den Annahmen der Vorplanung wird der Altdeich nur in einem Teilbereich zurückgebaut. Dieser Bereich erstreckt sich zwischen der südlichen Anbindung an die *Himmelgeister Landstraße* bis nach Norden an den Zaun des Wasserwerksgeländes. Die für einen Wiedereinbau geeigneten Altdeichböden werden im neuen Deichkörper wieder eingebaut. Zwischen dem Beginn der Deichrückverlegung und dem Wasserwerksgelände entsteht somit eine Lücke, über die der dahinter liegende Raum als Retentionsraum aktiviert werden kann.

Nach Abstimmung mit dem Grundstückseigentümer Stadtwerke Düsseldorf bleibt der Deich innerhalb des Wasserwerksgeländes erhalten. Somit werden keine Eingriffe in die Trinkwasserschutzzone I notwendig und auch der Eingriff in die Trinkwasserschutzzone II wird somit auf ein minimales Maß reduziert. Aufgrund der wasserseitig neben dem Altdeich verlaufenden Gasleitung DN 250 mit begleitendem Stromkabel wäre hier auch nach Rückbau ein Leitungsschutzstreifen freizuhalten, so dass dieser Bereich auch für eventuelle Aufforstungsmaßnahmen nicht in Frage gekommen wäre.

10.4 Spundwand- und Erdarbeiten, Qualitätssicherung

Spundwandarbeiten

Die erdstatische Vorbemessung der Spundwand des Büros Borchert Ingenieure GmbH & Co. KG erfolgte mit den Teilsicherheitsbeiwerten der Bemessungssituation BS-P in Anlehnung an die EAU 2012 unter Annahme der Erosion der wasserseitigen Böschung auf die Böschungsneigung von 1:6 und einem plötzlichen Abfall des Wasserstandes auf BHQ/3. Als Flächenlast auf dem Deichverteidigungsweg in der Deichkrone wurde die Ersatzflächenlast eines SLW 60, entsprechend einem Fahrzeug mit einem Gesamtgewicht von ca. 60 t, angesetzt. Für das (noch unbekannte) mobile Hochwasserschutzsystem wurde eine Ersatzlast aus Erfahrungswerten angesetzt (s. [6]).

Diese Vorbemessung ergab eine rechnerisch erforderliche Einbindetiefe der Spundwand von 5,31 m unterhalb der Wasserspiegellage zu BHQ₂₀₀₄. Ausgehend von einem etwa 1,0 m hohen und 0,75 m breiten Kopfbalken und einer Einbindung der Spundwand von etwa 30 cm für den kraftschlüssigen Verbund zwischen Kopfbalken und Spundwand resultiert hieraus eine theoretisch erforderliche Spundwandlänge von 4,61 m. In der technischen Planung wurde die Spundwand vorerst

mit einer Länge von 5,30 m, entsprechend einer Unterkante von 6,0 m unter Wsp. zu BHQ₂₀₀₄ geplant, um eine gewisse Flexibilität bezüglich der weiteren Planung sicherzustellen. Zum Beispiel stehen das konkrete Dammbalkensystem und damit die endgültigen Beanspruchungen und Abmessungen des erforderlichen Kopfbalkens noch nicht fest [6]. Neben der Einbindetiefe wurden als Anforderungen an die Spundwand eine verfahrenstechnisch erforderliche Wanddicke $\geq 10/10$ mm und ein Z-Profil oder U-Profil mit einem Widerstandsmoment $W_y \geq 510 \text{ cm}^3/\text{m}$ vorgegeben; für die Genehmigungsplanung und die Kostenberechnung wurde zunächst ein U-Profil TKL 603 C oder gleichwertig angenommen. Die endgültige Dimensionierung der Spundwand und des Kopfbalkens wird im Zuge der Ausführungsplanung berechnet.

Die Spundwand wird in zwei Teilstrecken (Station 0+023,8 bis 0+580 und 0+790 bis 0+826) in den wasserseitigen Kronenbereich des neu zu bauenden Deiches eingebracht. Aufgrund der ortsnahen Wohnbebauung kommt nur ein erschütterungs- und geräuscharmes Einbringverfahren, wie z. B. Vibration oder Einpressen in Frage. Dabei muss die tatsächliche Wahl des Einbringungsverfahrens unter Abwägung des Verhältnisses zwischen ökonomischem Aufwand und Risikominimierung an Bestandsbebauung oder Lärmemission bauperseits erfolgen bzw. es ist im Planfeststellungsverfahren festzuschreiben. In dem Bericht zur Vorbemessung der Spundwand [6] werden neben dem Vibrationsverfahren, in dem die Spundwandeinbringung durch hochfrequente Schwingungserzeugung mittels Vibrationsbär erfolgt, als mögliche Einpressverfahren die Einbringung mittels

- *Silent-Piler-Verfahren im Standardbetrieb* (Einpressen ohne Unterstützung durch Zusatzvorrichtungen)
- *Silent-Piler-Verfahren mit Spülhilfe* (leichteres Einpressen durch vorübergehende Auflockerung des tiefer liegenden Bodens mittels Wasserstrahl)
- *Silent-Piler-Verfahren mit gleichzeitigem Durchbohren (Crush-Pile-Verfahren)*, leichteres Einpressen auch bei vorhandenen Verockerungen und/oder grobstückigen Einlagerungen
- *Hydro-Press-System* (optional mit oder ohne Auflockerung des Baugrundes mittels Bohrantrieb)

beschrieben.

Die Silent-Piler-Verfahren werden mittels selbstschreitender Pressen ausgeführt. Zu Beginn des Einpressvorgangs werden mittels einer Startvorrichtung erste

Spundbohlen in den Boden eingepresst. Im weiteren Verlauf werden über eine auf diesen Spundbohlen aufgesetzte und festgeklemmte Pressmaschine die nachfolgenden Bohlen hubweise eingepresst, in dem die Pressmaschine diese in die letzte bereits eingepresste Bohle einfädelt. Die Spundbohlen selbst bilden hier also das Widerlager für das Einpressen. Bei vergleichsweise kurzen Spundbohlenlängen, wie im vorliegenden Fall, können diese zu kurz sein, um ein ausreichendes Widerlager zu bilden. Hier könnte das Erfordernis entstehen, längere Spundbohlen einzusetzen, um das Verfahren anwendbar zu machen.

Im Gegensatz dazu stellt das Hydro-Press-System ein sogenanntes mäklergeführtes Verfahren dar. Die Widerlagerkraft zum Einpressen wird hier durch die Mantelreibung bereits eingebrachter Spundbohlen, jedoch auch durch das Eigengewicht der mäklergeführten Presse, das Eigengewicht des Mäklers und durch das Eigengewicht des Geräteträgers generiert. Kurze Bohlen sind hier weniger schnell kritisch. Da das Gerät nicht selbstschreitend ist, muss ein entsprechender, stabiler Fahrweg für den Baggermäkler, die sogenannte Rammebene, auf der gesamten Einbringlänge vorgehalten werden. Im Falle von Einlagerungen oder Verockerungen kann es dennoch erforderlich werden, Lockerungsbohrungen mit einer separaten Geräteeinheit durchzuführen.

Die Einpressverfahren sind sehr geräuscharmes Verfahren, so dass hier nur mit einer geringen Beeinträchtigung der Anwohner durch Lärmemission zu rechnen ist.

Da der Abstand der Spundwand von der Grenze zu den Privatgrundstücken ca. 8,50 m bis 13,00 m beträgt, ist landseits der Spundwandtrasse ausreichend Platz, um dort nach Abtrag des Oberbodens und des Altdeiches den neuen Deich soweit herzustellen, dass eine Rammebene in der erforderlichen Breite für den Mäkler geschaffen wird.

Im Zweifelsfall wird empfohlen, eine Probeeinbringung von 5 bis 10 lfdm Spundbohlen durchzuführen, um den tatsächlich erforderlichen Verfahrensaufwand zur emissions- und erschütterungsarmen Einbringung der Spundbohlen zu ermitteln.

Erdarbeiten

Auf allen Abtrags- und Arbeitsraumflächen wird zunächst der Oberboden abgetragen und im Bereich des Baufeldes zwischengelagert.

Sämtliche Erdbaustoffe für das Herstellen des Deichkörpers müssen den Anforderungen der DIN 18196, der DIN 19712 und den Erfordernissen des Merkblattes DWA-M 507 entsprechen.

Die Böden des neuen Deiches sind lagenweise einzubauen und zu verdichten. Die lockere Schütthöhe und die Zahl der Verdichtungsübergänge müssen auf das zum Einsatz kommende Verdichtungsgerät abgestimmt werden. Als einzuhaltende lockere Schütthöhe sollte zunächst von maximal 0,30 m (bindige Böden) bis 0,50 m (sandige Böden) ausgegangen werden.

Weitere Hinweise zur Ausführung der Erdarbeiten sind im Baugrundgutachten [5] enthalten.

Durch regelmäßiges Anfeuchten der Baustraßen und arbeitstägliche Reinigung der Zufahrten im öffentlichen Verkehrsraum ist eine Minimierung der Staubentwicklung während der Erdarbeiten anzustreben.

Qualitätssicherung

Sowohl für die Erdarbeiten als auch für den konstruktiven Ingenieurbau, das Einbringen der Spundwand sowie die Herstellung des Wandsockels und der Hochwasserschutzmauern, ist ein Qualitätssicherungsplan (QSP) vorzulegen. Neben der Eignungsprüfung der einzubauenden Erdbaustoffe und Spundbohlen sind die Soll-Prüfwerte und Prüfverfahren, der Prüfungsumfang der Eigenüberwachung (EÜ) und Fremdüberwachung (FÜ), Nachweise der Spundwandlängen und Einbringtiefen, die Vermessung der Lagegenauigkeit und Hinweise zur Dokumentation als Vorgaben festzulegen.

Grundsätzlich werden ein gerichtliches Beweissicherungsverfahren für die Bebauung durch einen gerichtlich bestellten, sachverständigen Gutachter im Vorfeld und laufende Erschütterungsmessungen als baubegleitende Maßnahme durchgeführt.

Auch der Einsatz eines landwirtschaftlichen Gutachters wird empfohlen, der die betroffenen Flächen vor und nach Inanspruchnahme durch die Hochwasserschutzmaßnahme fachgutachterlich bewertet.

10.5 Mobiler Hochwasserschutz

In den Variantenuntersuchungen im Zuge der Vorplanung wurde der mobile Hochwasserschutz analog zur Planung des Hochwasserschutzes im 2. Bereich (*direkte Ortslage*) einreihig in einer Höhe von 1,30 m geplant, so dass im Bemessungswasserfall die unteren 30 cm der mobilen Elemente im Einstaubereich des Rheins gelegen hätten. Die in diesem Zusammenhang durchgeführte Risikobetrachtung zum mobilen Hochwasserschutz des Büro ARCADIS Deutschland GmbH [2] kam zu dem Ergebnis, dass eine solche Planung unter Berücksichtigung der vorgeschlagenen erforderlichen Maßnahmen grundsätzlich machbar wäre. Die Genehmigungsbehörde, Bezirksregierung Düsseldorf, hat dann aber eine Planung mit einem einreihigen mobilen Hochwasserschutzsystem, das im Bemessungshochwasserfall ca. 30 cm hoch eingestaut wird, als nicht genehmigungsfähig eingestuft.

Die Landeshauptstadt Düsseldorf hat Mitte des Jahres 2017 entschieden, den Hinweisen der Genehmigungsbehörde Folge zu leisten und den linienhaften mobilen Hochwasserschutz nur noch im Freibordbereich vorzusehen. Einige Hinweise aus der Risikobetrachtung [2] wurden dennoch in der weiteren Planung umgesetzt.

Im Zuge der Genehmigungsplanung wurde für den mit mobilen Elementen hergestellten Teil der Hochwasserschutzwand ein Dammbalkensystem gewählt. Der mobile Hochwasserschutz deckt nur den 1,0 m hohen Freibord ab, liegt also oberhalb des Bemessungswasserspiegels, so dass die Elemente einreihig installiert werden. Da linienhafte mobile Hochwasserschutzsysteme in der Regel nicht überströmbar dimensioniert sind, wird die Bauwerksoberkante der mobilen Elemente gemäß DIN 19712 Tabelle 3 [25] 20 cm höher ausgebildet als die der umgebenden Hochwasserschutzanlage. Das mobile System besteht aus Mittelstützen, die im Hochwasserfall in regelmäßigen Abständen auf in den Wandsockel der feststehenden Hochwasserschutzwand integrierten Ankerplatten montiert werden, und den Dammbalken, die zwischen den Mittelstützen eingesetzt werden.

Die Landeshauptstadt Düsseldorf bereitet seit Herbst 2018 eine projektübergreifende Ausschreibung für zukünftigen mobilen Hochwasserschutz vor, um ein einheitliches System für alle neuen, aktuellen Hochwasserschutzmaßnahmen im Stadtgebiet, bei denen mobiler Hochwasserschutz vorgesehen ist, festzulegen. Neben der Schließung der Deichlücke Himmelgeist, 3. Bereich, kommt auch in den Hochwasserschutzmaßnahmen am Schlossmeierhof und in der Ortslage Himmelgeist (Schließung der Deichlücke Himmelgeist, 1. und 2. Bereich), in Düsseldorf-Benrath, in der Burgallee in Düsseldorf-Kaiserswerth und in Düsseldorf-Lohausen mobiler Hochwasserschutz entweder in Deichtoren und / oder als linienhafter Hochwasserschutz zum Einsatz. Zum Zeitpunkt der Ausführungsplanung für die hier gegenständliche Hochwasserschutzmaßnahme wird also ein konkretes mobiles Hochwasserschutzsystem feststehen, auf das die Ausführungsplanung und die Logistik exakt abgestimmt werden kann.



Abb. 11: Lage geplantes Dammbalkenlager zur Hochwasserschutzmaßnahme

Für die Genehmigungsplanung der hier behandelten Hochwasserschutzmaßnahme wurde mit einem System mit Stützenabständen von 3,0 m und einer Höhe von 1,20 m mit eingelegten 3,0 m langen und 0,2 m hohen Aluminiumdammbalken geplant. Für eine Strecke von rd. 537 m werden somit rd. 644 m² bzw. 1.074 Dammbalken benötigt. Im Zuge der Ausführungsplanung kann eine geringfügige

Anpassung der Schutzlänge erforderlich werden, um die Anzahl von Sonderbauteilen, z. B. Dammbalken mit unterschiedlicher Länge, auf ein Minimum zu reduzieren. Für die Bestimmung des Lagerplatzbedarfs von Dammbalkensystemen können gemäß BWK-Merkblatt 6 [18] folgende Richtwerte herangezogen werden:

0,27 m³ / m² bei 1 m Schutzhöhe

0,50 m³ / m² bei 2 m Schutzhöhe

Bezogen auf eine Schutzhöhe von 1,20 m errechnet sich das benötigte Lagervolumen durch lineare Interpolation zu

$$644 \text{ m}^2 \times [0,27 + (0,5 - 0,27) \times (1,2 - 1,0)] = \text{ca. } 204 \text{ m}^3$$

Die Lagerung der Dammbalken und Stützen erfolgt in einer hierfür vorgesehenen Halle im *Düsseldorf-Reisholzer Hafen, Am Trippelsberg 92*. Die Fahrstrecke zur Hochwasserschutzanlage ist ca. 4,5 km lang (s. Abb. 11). Über das gut ausgebaute Verkehrsnetz der *Münchener Straße* und die *Himmelgeister Landstraße* beträgt die Fahrzeit für einen Lkw ca. 10 Minuten.

Der Betrieb und die Unterhaltung der mobilen Hochwasserschutzanlage sind in Kapitel 14 beschrieben.

10.6 Deichtor

Der Anschluss der Hochwasserschutzanlage im Norden an die vorhandene Hochwasserschutzmauer am nördlichen Fahrbahnrand der Zufahrt zum Pumpwerk *Brückerbach* erfolgt über ein Deichtor. Die lichte Breite des Deichtores beträgt 5,98 m. Damit dieses Deichtor nicht in den Einstaubereich im Hochwasserfall hineinragt, wird der Straßenbereich der Zufahrt zum Pumpwerk und die Einmündung der Zufahrt zum *Wasserwerk Flehe* um bis zu 21 cm auf das Niveau des Bemessungswasserspiegels angehoben. Hierdurch ist nur ein einreihiger Verschluss von ca. 1,0 m Höhe mit einer Mittelstütze ohne Rückabstützung erforderlich. Entlang des südlichen Fahrbahnrandes wird die zuvor beschriebene Hochwasserschutzwand (Spundwand mit Mauerwerksverkleidung und Abdeckplatte) ca. 8,0 m nach Westen zur Wasserseite hin fortgeführt. Am nördlichen Fahrbahnrand wird ein Mauerpfeiler mit der gleichen Höhe errichtet. Beidseitig werden in die Wandbereiche Führungsschienen eingebaut, in die die Dammbalken eingelegt werden können.

Bei Verwendung der gleichen Dammbalken wie in der Deichstrecke mit linienhaftem mobilem Hochwasserschutz werden hier weitere 6 m² bzw. 10 Dammbalken benötigt, für die weitere ca. 2 m³ Lagervolumen benötigt werden.

Im Fundamentbereich wird oberhalb der Spundwand eine Bodenplatte aus Beton mit einem Frost-Tausalz-Widerstand und einem Oberflächenschutz nach DIN EN 1992-2/NA und DIN EN 206, sowie eine Brückenabdichtung mit Asphalt-schutzschicht verwendet. Zur Gewährung der Dauerhaftigkeit wird zusätzlich eine nichtrostende Bewehrung aus Edelstahl vorgesehen. Für die Anschlüsse an den nördlichen Mauerpfeiler wird ein Teil der vorhandenen Winkelsteinwand der Hochwasserschutzanlage *Brückerbach*, deren Oberkante ca. 0,43 m unterhalb des Schutzziels liegt, aufgenommen und neu in den Mauerpfeiler des Deichtores eingebunden.

Im Bereich des Deichtores wird zukünftig ein regelmäßiger Kronenschnitt der angrenzenden Bäume so vorgenommen, dass der Windbruchgefahr weitestgehend begegnet wird.

Zur Vermeidung weiterer erforderlicher Deichtore, die bei der Deichunterhaltung immer einen Betriebspunkt darstellen, wurden im Deichbereich die Wegeüberführungen höhengleich mit dem Wandsockel der mobilen Hochwasserschutzwand geplant, so dass im Hochwasserfall die mobile Hochwasserschutzlinie ohne Sonderbauteile durchgebaut werden kann, im Normalfall ohne Hochwasser aber kein Deichtor vorhanden ist. Wegen der hohen Verkehrslasten des landwirtschaftlichen Verkehrs und den Frost-Tau-Wechseln ist in den Überfahrten der Betonsockel wie zuvor für den Deichtorbereich beschrieben zu befestigen.

10.7 Deichschutzzonen

Grundlage für die Festlegung des Verlaufs der Deichschutzzonen (DSZ) ist die „Ordnungsbehördliche Verordnung zum Schutz der Deiche und sonstigen Hochwasserschutzanlagen an den Gewässern erster Ordnung im Regierungsbezirk Düsseldorf – Deichschutzverordnung (DSchVO) der Bezirksregierung Düsseldorf [11]. In der DSchVO sind die Grenzen der Deichschutzzonen, jeweils gemessen vom Fuß der Hochwasserschutzanlage, wie folgt festgelegt:

Deichschutzzone I: Hochwasserschutzanlage zzgl. 4 m



Deichschutzzone II: Hochwasserschutzanlage zzgl. 10 m

Deichschutzzone III: Hochwasserschutzanlage zzgl. 100 m

Landseitig verläuft die Grenze der DSZ I in 4 m Abstand vom landseitigen Böschungsfuß bzw. im Bereich des hochliegenden landseitigen Geländes zwischen Station 0+228 bis 0+285 in 4 m Abstand von der dort vorgesehenen Ausweibucht. Ausnahme bildet hier der Stationsbereich 0+785 bis 0+818,8, in dem die DSZ I entlang der geplanten Umzäunung des Wasserwerksgeländes fortgeführt und somit aufgeweitet wird. Die Grenzen der DSZ II und III schließen sich entsprechend versetzt an.

Auf der Wasserseite verläuft die Grenze der DSZ I auf gesamter Länge in 4 m Abstand vom wasserseitigen Deichfuß. Ausnahmen bilden die Bereiche am südlichen Planungsbeginn und am nördlichen Planungsende. Zwischen Station 0+023,8 und 0+078 beginnt die DSZ I an der Vorderkante der Hochwasserschutzwand und endet am wasserseitigen Böschungsfuß der hier geplanten Überfahrt des Wirtschafts-, Geh- und Radweges, womit sie örtlich bis zu 7 m aufgeweitet ist. Im weiteren Verlauf bis ca. Station 0+490 entspricht die Grenze der DSZ I der wasserseitigen Wegekante des vorbeschriebenen Weges. Am nördlichen Planungsende endet die Deichschutzzone I trotz landseitig zurückspringender Deichböschung gerade in 4 m Abstand vom Ende der Hochwasserschutzwand. Die Grenzen der Deichschutzzonen II und III schließen sich entsprechend in 6 m bzw. 96 m Abstand parallel an.

Der Verlauf der Deichschutzzonen I und II ist in den Lageplänen (Anlagen 2.1 und 2.2) sowie in den Querprofilen (Anlagen 5.1 bis 5.7 dargestellt). Die genaue Festlegung der Grenze der Deichschutzzone I erfolgt zum Abschluss der baulichen Umsetzung der Hochwasserschutzmaßnahme in der Örtlichkeit durch die Bezirksregierung Düsseldorf.

10.8 Wegenetz

10.8.1 Deichverteidigungsweg

Im Hochwassereinsatzfall ist eine zügige Deichverteidigung über für Schwerlastverkehr ausgelegte Deichverteidigungswege notwendig, um im Notfall auch mit

schwerem Gerät an den Deich heranfahren und Maßnahmen zum Schutz des Deiches ausführen zu können. Dabei stellt eine Deichverteidigung im Ringverkehr mit direktem Anschluss an das öffentliche Verkehrsnetz die bestmögliche infrastrukturelle Lösung dar.

Aus diesem Grund ist ein Deichverteidigungsweg landseits hinter der Hochwasserschutzwand geplant, der oberstromig bei Station 0+023,8 über die *Nikolausstraße* und unterstromig bei Station 0+550 über die Berme des Dreizonendeichs an die *Himmelgeister Landstraße* angebunden wird. Im weiteren Verlauf nach Norden dient die *Himmelgeister Landstraße* als Deichverteidigungsweg. Über diesen Weg wird vor allem auch der mobile Hochwasserschutz angeliefert und entlang der Hochwasserschutzwand verfahren.

Der nichtöffentliche Deichverteidigungsweg hinter den Privatgärten verläuft entlang des Wandsockels der Hochwasserschutzwand, wird mit einer 4,00 m breiten Schottertragschicht für Schwerlastverkehr (SLW 60, mindestens Bauklasse IV) befestigt, zwischen beidseitigen Randsteinen bis an den Wandsockel heran in einer Breite von 3,50 m gepflastert und erhält eine Querneigung von 2,5 % zur Landseite. Landseitig wird eine 0,5 m breite, mit Schotterrasen begrünte Bankette mit einer Querneigung von 6 % hergestellt. Es ist folgender Wegeaufbau für die Bauklasse IV vorgesehen (siehe auch Regelprofil, Anlage 4.1): Auf dem mit 2,5 % zur Landseite geneigten, verdichteten Planum wird oberhalb einer 15 cm dicken Frostschutzschicht eine 30 cm starke Schottertragschicht 0/45 mm eingebaut. Darüber wird die Fahrbahn mit 10 cm Betonsteinpflaster auf 3 cm Bettung befestigt und beidseitig mit Randsteinen, Tiefbord 8/20 cm, einschließlich Rückenstütze eingefasst. Der frostsichere Straßenaufbau weist somit eine Stärke von 60 cm auf, so dass nach RStO bei einer Anforderung von 50 cm für Frostempfindlichkeitsklasse F 2 die Frostsicherheit eingehalten ist. Der „Stützkörper“ des Deiches, für den aufgrund der Spundwand nicht die gleichen Anforderungen wie für den Dreizonendeich gelten, wird mit einem sandig-kiesigem Material hergestellt, dessen Feinkornanteil a_{FK} so begrenzt ist, dass auch dieses Material ausreichend frostsicher ist ($a_{FK} \leq 7$ Gew.-%).

Den Hinweisen der Risikobetrachtung zum mobilen Hochwasserschutz [2] folgend, wird die Oberfläche des Pflasters so gestaltet, dass es mit Hubwagen befahren werden kann. Unter der Voraussetzung, dass sich in der Ausführungsplanung

herausstellt, dass begrünbares Pflaster für die Logistik des mobilen Hochwasserschutzes unschädlich ist, wird dieses als Oberflächenbelag des Deichverteidigungsweges verwendet. Die Entwässerung des Deichverteidigungsweges erfolgt auf der Pflasterfläche, im Schotterbankett und im Grünstreifen entlang des Deichfußes innerhalb der Deichschutzzone I.

Am Deichverteidigungsweg selbst sind zwei Ausweichplätze in Form und Größe einer Busbucht angeordnet, damit im Falle der Deichverteidigung ein Lkw mit Anhänger parken kann, ohne den Verkehr auf dem Weg zu blockieren. Diese werden wie der Deichverteidigungsweg befestigt; zusätzlich kann auf diesen Plätzen Deichsicherungsmaterial, vor allem die mobilen Elemente, gelagert werden.

10.8.2 Deichunterhaltungsweg

In der Deichkrone des Dreizonendeiches, zwischen Station 0+560,8 und 0+790, wird ein 3,0 m breiter Deichunterhaltungsweg mit einer 30 cm starken Schotterrasenbefestigung angelegt. Der Weg erhält ein Quergefälle von 2,5 % zur Wasserseite, in den anschließenden Banketten aus Oberboden ist eine Bankettneigung von 6% zur jeweiligen Deichböschung hin vorgesehen.

10.8.3 Geh- und Radweg / Wirtschaftsweg wasserseits

Entlang des wasserseitigen Deichfußes wird zwischen Station 0+023,8 und 0+550 in der 4 m breiten Deichschutzzone I (DSZ I) ein Weg angelegt, der als Geh- und Radweg, aber auch als Wirtschaftsweg zur Erschließung der landwirtschaftlichen Nutzflächen im Vorland dienen soll. Dieser Weg ist die Fortsetzung des Geh- und Radweges des 2. Bereiches (*direkte Ortslage*), der entlang des Rheinufers vor der geplanten Hochwasserschutzwand verläuft. Durch die Anlage des Weges in der DSZ I werden keine zusätzlichen Flächen benötigt. Der Weg wird in einer Breite von 4,0 m für Schwerlastverkehr (SLW 60) befestigt und mittig mit einem 3,0 m breiten Asphaltaufbau versehen. Als Wegeaufbau ist gemäß den Richtlinien für den Ländlichen Wegebau (RLW – DWA-A 904-1 [24]) eine 30 cm starke Schottertragschicht 0/45 mm mit 10 cm Asphalttragdeckschicht vorgesehen. Der Weg wird mit einem Quergefälle von 3,0 % zur Wasserseite angelegt, die beiden 50 cm breiten Bankette erhalten eine Querneigung von 6,0 %. Ein Schutz des Deichfußes über einen Kantenstein oder ein Hochbord ist nicht vorgesehen. Die Überquerung der Hochwasserschutzanlage wird über zwei flach geneigte Überfahrten (Längsneigung 4 %) barrierefrei auf Höhe der Wasserspiegellage zu BHQ₂₀₀₄ ermöglicht.

10.8.4 Geh- und Radweg an der Himmelgeister Landstraße

Durch den geplanten Ausbau der gesamten Hochwasserschutzanlage in der Ortslage Himmelgeist (1. bis 3. Bereich) und der Deiche im Himmelgeister Rheinbogen (Mickelner Damm und Itter-Damm) entsteht ein durchgängiger Fuß- und Radweg, so dass davon ausgegangen werden kann, dass zukünftig die Anzahl der Fußgänger und Radfahrer, die die Deiche zur Naherholung nutzen, stark ansteigen wird. Zur Anbindung an das bestehende Radwegenetz im Norden (Zufahrt zum Wasserwerk *Flehe*) wäre eine parallele Führung des Geh- und Radweges entlang der *Himmelgeister Landstraße* optimal. Der Straßenquerschnitt der *Himmelgeister Landstraße* lässt hier keine andere Lösung, z. B. mittels Radfahrstreifen auf der Fahrbahn, zu. Aus diesem Grunde hat die Stadt Düsseldorf entschieden, im Sinne eines optimierten Radwegenetzes für die Düsseldorfer Bürger eine gesamtstädtische Lösung zu wählen und einen Geh- und Radweg landseits entlang des Deichfußes anzulegen.

Einschließlich des Hochbords der Fahrbahn *Himmelgeister Landstraße* werden gemäß den Empfehlungen für Radverkehrsanlagen ERA 2010 [27] ein 75 cm breiter Sicherheitsstreifen und deichseitig daneben ein 3 m breiter Radweg angelegt. Getrennt durch einen 30 cm breiten Begrenzungsstreifen wird neben dem Radweg zum Deich hin ein 1,70 m breiter Gehweg errichtet, der wiederum mit einem 15 cm breiten Seitenstreifen eingefasst wird, an dessen Rand die neue Umzäunung des Wasserwerksgeländes vorgesehen ist. Nach Vorgabe des Amtes 66/2/4 Radwegeplanung wurde als Befestigung des Radweges eine Asphaltbefestigung, in diesem Fall 4 cm Asphaltdeckschicht auf 8 cm Asphalttragschicht auf 30 cm Schotter-Tragschicht vorgesehen. Diese Asphaltschichten werden zwischen dem Hochbord zur *Himmelgeister Landstraße* und dem Bordstein des Gehweges eingebaut, die Sicherheits- und Begrenzungsstreifen werden entsprechend mit einer Fahrbahnmarkierung versehen. Der Gehweg, der beidseitig mit Tiefbordsteinen eingefasst wird, wird in Pflasterbauweise oder mit Gehwegplatten befestigt. Der gesamte Wegebereich erhält ein einheitliches Oberflächengefälle von 2,5 % zur Fahrbahn *Himmelgeister Landstraße*, auf der das Oberflächenwasser über die vorhandenen Straßenabläufe entwässert wird.

10.8.5 Wirtschaftsweg landseits

Im Stationsbereich 0+425 bis 0+460 befindet sich auf der Landseite ein Privatgrundstück, das landwirtschaftlich genutzt wird. Bisher ist dieses Grundstück, das



etwa höhengleich mit dem Deich ist, nur über den vorhandenen Deich zu erreichen. Um die Erreichbarkeit dieser Fläche auch nach Durchführung der Hochwasserschutzmaßnahme zu gewährleisten, wird von der Ausweibucht des Deichverteidigungsweges zwischen Station 0+450 und 0+470 ein 4,0 m breiter, mit 40 cm Schotterrasen befestigter Weg bis an die Grundstücksgrenze heran gebaut. Die Zufahrt zu dem Grundstück verläuft zukünftig von der *Himmelgeister Landstraße* von Norden über den Deichverteidigungsweg und den Wirtschaftsweg. Dem Eigentümer sind somit zu diesem Zweck die Nutzung des nichtöffentlichen Deichverteidigungsweges zu gestatten und ein Schlüssel für das geplante Tor zu überlassen.

10.8.6 Rampen und Anbindungen

Zukünftig ist der Deichbereich an drei Stellen über die Landseite zu erreichen. In den nachfolgenden Stationen sind Anbindungen und Rampen für den Deichunterhaltungsweg und den Deichverteidigungsweg vorgesehen:

- Station 0+023,8 Fortsetzung des Geh- und Radweges sowie des Deichverteidigungsweges des 2. Bereichs (*direkte Ortslage*)
- Station 0+045 landseitige Anbindung Geh- und Radweg / Wirtschaftsweg und bis 0+100 Deichverteidigungsweg an *Himmelgeister Landstraße* über die *Nikolausstraße*
- Station 0+045: Überfahrt über Hochwasserschutzanlage
- Station 0+215: landseitige Anbindung Deichverteidigungsweg an Himmelgeister Landstraße
- Station 0+450 landseitige Zuwegung an landwirtschaftliche Nutzfläche bis 0+470
- Station 0+550: Überfahrt über Hochwasserschutzanlage
- Station 0+550 landseitige Anbindung Geh- und Radweg / Wirtschaftsweg und bis 0+650 Deichverteidigungsweg an *Himmelgeister Landstraße* über die *Nikolausstraße*
- Station 0+560,8 Rampe zur Deichkrone (Deichunterhaltungsweg) bis 0+580

Station 0+790 Rampe zur Deichkrone (Deichunterhaltungsweg)
bis 0+818

Die Rampen, die zur Nutzung durch Fußgänger und Radfahrer vorgesehen sind, erhalten Längsneigungen von 4 % und sind somit barrierefrei. Die Rampen des Deichunterhaltungsweges werden mit einer Längsneigung von 1:12 hergestellt und 3,0 m breit in Pflasterbauweise mit beidseitigen Banketten befestigt. Die Anrampung des Deichverteidigungsweges des zweiten Bereiches bei Station 0+030 an die Überfahrt zur *Nikolausstraße* wird aus Platzgründen mit einer Längsneigung von 1:10 hergestellt. Da der Deichverteidigungsweg nicht zur öffentlichen Benutzung, sondern ausschließlich für die Unterhaltung und den Deichverteidigungsfall vorgesehen ist, wird er an vier Stellen mit Toren verschlossen. Da auch der Deichunterhaltungsweg nicht öffentlich genutzt werden soll, wird am Fuß der Rampe neben der Hochwasserschutzwand auch hier ein Tor vorgesehen.

Die *Nikolausstraße* zwischen Station 0+023,8 und 0+100 und der Weg auf der Berme des rückverlegten Deiches zwischen Station 0+550 und 0+647 werden auf einer Breite von 5,0 m für Schwerlastverkehr (SLW 60) befestigt und mittig mit einer 3,0 m breiten Asphalttragdeckschicht und beidseitigen 1,0 m breiten Schotterrasenbanketten versehen. Der Aufbau ist identisch mit dem wasserseitigen Geh- und Radweg / Wirtschaftsweg. Die Querneigung der Fahrbahn beträgt 2,5 %, im Bereich der *Nikolausstraße* nach Norden geneigt, auf der Berme des rückverlegten Deiches nach Süden zur Landseite. Die Bankettneigungen betragen 6 %. Die Entwässerung der Wege erfolgt über die Böschungsschulter mit anschließender Versickerung innerhalb der Deichschutzzone I.

Im Bereich der *Nikolausstraße* wird der Wegeoberbau auf einem Stützkörper aus Kies-Sandgemisch, im Bereich der Berme auf dem Dränkörper des Dreizonendeiches errichtet. Auf der Berme des rückverlegten Deiches ist auch aus Unfallverhütungsgründen unmittelbar im Anschluss an die Deichüberfahrt eine weitere Ausweichbucht vorgesehen, die wie der Weg asphaltiert wird. Die beiden Anbindungen dienen hier auch der Deichverteidigung.

Im Bereich der ausgebauten *Nikolausstraße* werden die Wegeflächen, die nicht seitlich versickern können, über einen Straßeneinlauf mit einer ca. 40 m langen Ablaufleitung bei ca. Station 0+100 an die Entwässerung der *Himmelgeister Landstraße* (Mischwasserkanal DN 500) angeschlossen.

10.9 Retentionsraumbilanz

Aus der Bilanzierung des Retentionsraumes (s. Anhang 2) geht hervor, dass durch die gewählte Deichlinie einem Retentionsraumgewinn durch Rückverlegung von rd. 11.794 m³ sowie von rd. 282 m³ durch Rückbau des Altdeiches ein Verlust von rd. 11.959 m³ durch Deichvorverlegung und –verbreiterung entgegensteht. Somit entsteht ein minimaler Retentionsraumgewinn von rd. 117 m³, der jedoch als Puffer für Unwägbarkeiten im Zuge der Ausführung benötigt wird.

Die Berechnungen wurden, wie schon in Kapitel 8.2 beschrieben, mit dem hundertjährigen Abflussereignis HQ₁₀₀ durchgeführt. Für die Volumenermittlung wurden jeweils 2 digitale Geländemodelle miteinander verschnitten. Die Prinzipskizzen, aus denen die in den digitalen Geländemodellen verwendeten Geländelinien ersichtlich sind, sind im Anhang 2 enthalten.

11. Bauliche Anlagen und Leitungen im und am Deich

Die Bestandsinformationen zu baulichen Anlagen und Leitungen sind dem Kapitel 4.4 zu entnehmen. Es ist vorgesehen, vor Beginn der Deichsanierungsarbeiten die genaue Lage der vorhandenen Leitungen durch die Leitungsbetreiber in der Örtlichkeit anzeigen und auspflocken/markieren zu lassen. Vor Eingriffen in den Untergrund werden Suchschachtungen erforderlich.

Im Planungsbereich der Hochwasserschutzanlage verlaufen einige wenige Ver- und Entsorgungsleitungen, die hauptsächlich im Bereich der *Himmelgeister Landstraße* und der *Nikolausstraße* verlegt sind und daher den Planungsbereich weitestgehend nur tangieren. Die Leitungen sind in den Lageplänen (Anlage 2.1 und 2.2) und Querprofilen (Anlagen 5.1 bis 5.7) dargestellt. In diesem Kapitel sind lediglich die Leitungsverläufe und die Beeinflussungen durch die Planung beschrieben.

11.1 Gasleitungen

Die Gasleitung DN 250 der Stadtwerke Düsseldorf (SWD) AG, die am südlichen Planungsbereich zunächst in der *Nikolausstraße*, dann am Fuß der Böschung zur *Himmelgeister Landstraße* und im weiteren Verlauf entlang des wasserseitigen

Deichfußes verläuft, wird im Zuge der Hochwasserschutzmaßnahme aus dem unmittelbaren Deichbereich heraus verlegt. Betroffen ist der Leitungsabschnitt zwischen Station 0+023,8 und 0+560,8. Nach den Vorabstimmungen mit dem Leitungsbetreiber wird die Leitung wasserseitig neben dem deichparallelen Weg in der Deichschutzzone II direkt im Anschluss an Deichschutzzone I verlegt. Aufgrund der landwirtschaftlichen Nutzung in diesem Bereich sollte die Leitung mit einer Überdeckung von 1,20 m verlegt werden. Am südlichen Beginn der Planung muss die neue Hochwasserschutzlinie durch die Gasleitung gekreuzt werden. Dafür wird die Spundwand punktuell aufgeschnitten und im Anschluss an die Leitungsdurchführung wieder dicht verschlossen. Um Hohlräume oder Rohrbrüche zu vermeiden, ist auf eine möglichst setzungsunempfindliche Anbindung zu achten [22]. Hier gibt es mehrere die Vorgaben erfüllende Anschlusskonstruktionen, die erst im Zuge der Ausführungsplanung in Abstimmung mit dem Leitungsbetreiber festgelegt werden. In Abb. 12 ist beispielhaft die Anbindung einer Leitung mittels Konsole dargestellt.

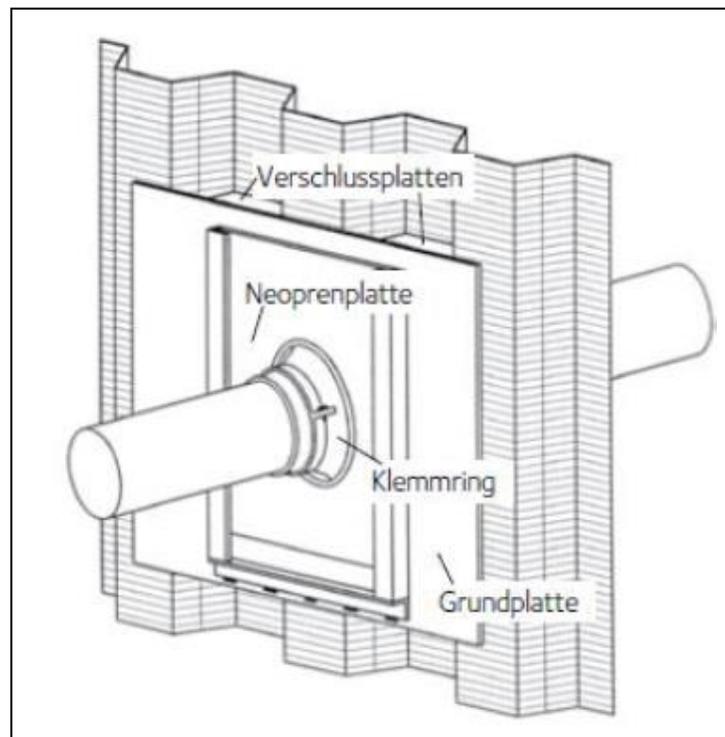


Abb. 12: Systemskizze zur Ausbildung eines Spundwandfensters (Quelle: ArcelorMittal, *Stahlsplundwände im Hochwasserschutz und Kanaldeichen*, S. 5)

Tief liegende Leitungsquerungen werden in der Regel mittels eines Spundwandfensters, das mit bindigem Boden umschlossen wird, realisiert. Im Bereich der Leitungsabschnitte der Gasleitung DN 250 und der Anschlussleitung DN 250 des Hauses *Himmelgeister Landstraße* Nr. 167, die unterhalb der *Nikolausstraße* liegen, wird beim Wegeausbau mit den notwendigen Schutzmaßnahmen, wie z. B. Verdichtung mit Rüttelplatten, gearbeitet.

Die Umlegung der Gasleitung und des Kabel sollte direkt zu Beginn der Baumaßnahme vorgesehen werden, da die alte Leitung durch den neuen Deichkörper überbaut würde und im Zuge des Altdeichabtrags, nach vorherigem Umschluss der neuen Leitung, zurückgebaut werden muss. Somit würde eine Gefährdung im weiteren Baubetrieb, z. B. durch die Belastung mit dem Mäklergerät zur Spundwandeinbringung weitestgehend ausgeschlossen werden können. Im Bereich der Straßenböschung zur *Himmelgeister Landstraße*, außerhalb der Deichschutzzone II, könnte die Leitung zum Schutz der vorhandenen Strauchvegetation gegebenenfalls auch verdämmt werden.

Die Umlegung wird im Rahmen der Ausführungsplanung detailliert ausgearbeitet und mit dem Betreiber abgestimmt.

11.2 Energieversorgungskabel und Straßenbeleuchtung

Das parallel zur Gasleitung DN 250 entlang des wasserseitigen Deichfußes verlaufende Stromkabel der SWD, wird zwischen Station 0+023,8 und 0+560,8 in gemeinsamer Trasse mit der Gasleitung am Rand der DSZ I in der DSZ II neu verlegt. Auch das Kabel ist am oberstromigen Planungsbeginn mit einer ordnungsgemäßen Kabeldurchführung durch die Spundwand zu führen.

Die am unterstromigen Planungsende verlaufende Kabeltrasse mit mehreren Strom- und Beleuchtungskabeln und ein Verteilerkasten der Stadtwerke Düsseldorf AG, die auf dem umzäunten Wasserwerksgelände parallel zur Zufahrt zum Pumpwerk *Brückerbach* verlegt sind, müssen in Abstimmung mit SWD aus dem Deichbereich hinausverlegt werden. Seitens SWD gibt es derzeit Überlegungen, Teile der Stromversorgung zurückzubauen, u. a. Kabel für eine Schrankenanlage in der Wasserwerkszufahrt, so dass eine detaillierte Abstimmung zu den erforderlichen Umlegungsarbeiten im Zuge der Ausführungsplanung erfolgt.

Im Bereich der Wegeanbindungen an die *Himmelgeister Landstraße*, der *Nikolausstraße* bei Station 0+100, des Deichverteidigungsweges bei Station

0+215 und des Deichweges auf der Berme des Dreizonendeiches bei Station 0+645 verlaufen jeweils Stromkabel im Gehweg und im oberen Straßenböschungsbereich der *Himmelgeister Landstraße*. Diese werden per Suchschachtung geortet und ggf. in eine zur Wegeanbindung passende Trasse verlegt. Die Kabeltrasse, die im Bereich des zukünftigen Geh- und Radweges verläuft (Station ca. 0+645 bis 0+818,8), wird in Abstimmung mit den Leitungsbetreibern aufgenommen und unterhalb des gepflasterten Gehweges neu verlegt.

Die parallel zur *Himmelgeister Landstraße* entlang der Umzäunung des Wasserksgeländes versetzten Maste der Straßenbeleuchtung werden aufgenommen und an den neuen Zaun neben dem neu errichteten Gehweg versetzt. Ein weiterer Beleuchtungsmast wird im nördlichen Bereich an der Zufahrt zum Pumpwerk *Brückerbach* neben die neue Hochwasserschutzmauer umgesetzt. Gleiches gilt auch für den Bereich der Anbindung des Deichverteidigungsweges bei Station 0+215.

11.3 Fernmeldekabel

Für das im Gehweg *Himmelgeister Landstraße* und teilweise auch in der westlichen Straßenböschung verlaufende T-Com- / Unitymedia-Kabel wird sinngemäß genauso verfahren wie mit den zuvor beschriebenen Stromleitungen. Betroffen sind hier die Stationsbereiche 0+100, 0+215 und 0+645 bis 0+818,8.

11.4 Straßenablauf mit Anschluss an Mischwasserkanal

Im Bereich der ausgebauten *Nikolausstraße* werden die Wegeflächen, die nicht seitlich versickern können, über einen Straßeneinlauf mit einer ca. 40 m langen Ablaufleitung bei ca. Station 0+100 an die Entwässerung der *Himmelgeister Landstraße* (Mischwasserkanal DN 500) angeschlossen.

11.5 Bauliche Anlagen

Auf die Wohnbebauung der Ortslage Himmelgeist wird während der Baumaßnahmen Rücksicht genommen, ein direkter Eingriff in die bebauten Wohngrundstücke auf privaten Grundstücksflächen ist nicht geplant. Wie bereits in Kapitel 10.4 unter Qualitätssicherung beschrieben, werden vor Beginn der Baumaßnahme ein gerichtliches Beweissicherungsverfahren durch einen gerichtlich bestellten, sachverständigen Gutachter und bei Erfordernis baubegleitende Erschütterungsmessungen durchgeführt.

12. Auswirkungen des Vorhabens

12.1 Umweltverträglichkeit

Die Auswirkungen des Vorhabens auf die Schutzgüter gemäß § 2 UVPG wurden für verschiedene Trassenvarianten und Bauweisen umfassend ermittelt und bewertet. Der UVP-Bericht [33] (Ordner 3, Landschaftsplanerische Unterlagen) enthält die für die Prüfung der Umweltverträglichkeit durch die Genehmigungsbehörde erforderlichen Angaben.

12.2 FFH-Verträglichkeit

Das Vorhaben berührt einen Teilabschnitt des FFH-Schutzgebiets Nr. DE-4405-301 „Rhein-Fischschutzzonen zwischen Emmerich und Bad Honnef“. Gemäß § 34 Abs.1 BNatSchG und § 53 Abs. 1 des Landesnaturschutzgesetzes Nordrhein-Westfalen (LNatSchG NRW) sind Projekte vor ihrer Zulassung oder Durchführung auf ihre Verträglichkeit mit den Erhaltungszielen eines Natura 2000-Gebietes zu überprüfen.

In einem ersten Prüfschritt (Vorprüfung) ist zu klären, ob durch das Vorhaben ein Natura 2000 Gebiet betroffen ist und ob es zu erheblichen Beeinträchtigungen kommen kann. Die Grundlagen für die Vorprüfung durch die zuständige Genehmigungsbehörde werden in Form einer FFH-Verträglichkeitsuntersuchung [31] (Ordner 3, Landschaftsplanerische Unterlagen) bereitgestellt.

Die Untersuchung kommt zu dem Schluss, dass durch das Vorhaben keine Beeinträchtigungen der maßgeblichen Bestandteile des FFH-Schutzgebiets ausgelöst werden.

12.3 Natur und Landschaft, Ausgleichsmaßnahmen

Das Vorhaben bewirkt einen Eingriff in Natur und Landschaft gemäß § 14 BNatSchG in Verbindung mit § 30 LNatSchG. Im landschaftspflegerischen Begleitplan [32] (LBP, Ordner 3, Landschaftsplanerische Unterlagen) werden die Eingriffe in Natur und Landschaft ermittelt, beschrieben und bewertet sowie die erforderlichen Maßnahmen zur Verminderung, Vermeidung und zur Kompensation der Eingriffsfolgen beschrieben.

Die Eingriffsfolgen können danach durch Maßnahmen zur Rekultivierung des Baufeldes nicht vollständig kompensiert werden. Als Ersatzmaßnahme wird ein Teil

einer Aufforstung genutzt, die von der Stadt Düsseldorf als Ökokonto vorgehalten wird. Durch diese Maßnahme wird auch der forstrechtliche Ausgleich des Waldverlustes durch die Baumaßnahme abgedeckt.

Einzelheiten zu den für die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung erforderlichen Sachverhalten sind den detaillierten Darstellungen des LBP zu entnehmen.

12.4 Artenschutz

Gemäß den Vorgaben des BNatSchG sind bei allen genehmigungspflichtigen Vorhaben die Belange des Artenschutzes einer Artenschutzprüfung (ASP) zu unterziehen. Bei der ASP handelt es sich um eine eigenständige Prüfung, die nicht durch andere Prüfverfahren ersetzt werden kann.

Die Prüfung der artenschutzrechtlichen Tatbestände ist durch die Genehmigungsbehörde durchzuführen. Der Artenschutzrechtliche Fachbeitrag [30] (AFB, Ordner 3, Landschaftsplanerische Unterlagen) enthält die hierfür erforderlichen fachlichen Grundlagen und Bewertungen.

Der AFB kommt zu dem Schluss, dass bei Durchführung von geeigneten Vermeidungsmaßnahmen durch das Deichbauvorhaben keine Verstöße gegen die Verbote des § 44 BNatSchG auftreten werden. Ausnahmen nach § 45 (7) BNatSchG sind daher nicht erforderlich.

12.5 Baubedingte Auswirkungen

Neben der eigentlichen Bautrasse sind auch die erforderlichen Arbeitsbereiche, Zufahrtswege, Baustelleneinrichtungs- und Lagerflächen baubedingt von der Hochwasserschutzmaßnahme betroffen. Diese Auswirkungen sind auf den Zeitraum der Bauphase beschränkt.

Während der Baumaßnahme ist mit Beeinträchtigungen durch Lärm und Staubentwicklung für die Anwohner/-innen zu rechnen. Durch den Einsatz entsprechender Baumaschinen, die Auswahl geeigneter Bauverfahren (z. B. Einpressen der Spundbohlen) und staubbekämpfende Verfahren wie Befeuchtung können diese auf ein zulässiges Maß beschränkt werden. Grundsätzlich werden die Arbeiten tagsüber ausgeführt, Arbeiten während der Nachtzeit zwischen 20:00 Uhr und 7:00 h dürfen nur in besonderen Situationen nach vorherigem Ausnahmeantrag gemäß § 9 Landesimmissionsschutzgesetz bei der zuständigen Behörde durchgeführt werden.

Weitere baubedingte Auswirkungen sind in den landschaftsplanerischen Unterlagen (UVP-Bericht [33] und LBP [32]) beschrieben.

12.6 Dauerhafte Auswirkungen nach Fertigstellung

Durch den Neubau des Deiches einschließlich der zugehörigen Wege und die Errichtung der Hochwasserschutzwand gehen Vegetationsflächen, im Süden vornehmlich landwirtschaftliche Nutzflächen, im Norden ein Teil des *Fleher Wäldchens*, verloren. Durch die im Bereich der Wohnbebauung in den Deichkörper eingestellte und von der Höhe reduzierte Hochwasserschutzwand mit Ergänzung durch mobile Hochwasserschutz Elemente wird der Flächenverbrauch jedoch auf ein Minimum reduziert. Die Sichtbeziehungen zum Rhein werden nur geringfügig verändert. Der Deich mit dem nur geringfügig, ca. 30 cm über das Gelände hinausragenden Wandsockel sowie den begleitenden Wegen passt sich gut in das Landschaftsbild ein und ermöglicht darüber hinaus auch die Nutzung des Landschaftsraumes, u. a. für die Erholung und die Landwirtschaft.

13. Infrastruktur

13.1 Baustelleneinrichtung und Transporte

Die Baustelle ist über die *Himmelgeister Landstraße* und im Norden über die *Münchener Straße* an das überregionale Verkehrsnetz angebunden. Die Autobahn A 46 befindet sich mit den Auffahrten *Düsseldorf-Bilk* in rd. 2,8 km Entfernung und mit *Düsseldorf-Wersten* in rd. 4,0 km Entfernung. Aufgrund der guten Anbindung von Norden her ist ein Durchfahren der Ortslage Himmelgeist, zumindest für den Haupt-Baustellenverkehr, nicht notwendig.

Als mögliche Fläche für die Baustelleneinrichtung und Lagerung ist eine landwirtschaftlich genutzte Fläche im südlichen Planungsabschnitt land- und wasserseits des neuen Deiches vorgesehen (s. Lageplan 1 Anlage 2.1). Die Fläche soll auch schon für die Hochwasserschutzmaßnahme des 2. Bereiches (*direkte Ortslage*) genutzt werden, die Verhandlungen mit den Eigentümern hierzu laufen zurzeit. Die Fläche wird nach Süden begrenzt durch die *Nikolausstraße*, nach Osten durch die Straßenböschung der *Himmelgeister Landstraße* und im Westen durch die Uferböschung zum Rhein. Die Trasse des neuen Deiches durchquert die Baustelleneinrichtungsfläche und teilt sie in zwei Hälften, weiterhin begrenzt sie die Fläche auch nach Norden.



Betroffen sind die Flächen in der Gemarkung Himmelgeist, Flur 4, Flurstücke 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 und 305, wobei sich letztere Fläche im Eigentum der Stadt Düsseldorf befindet. Die Größe außerhalb der neuen Deichtrasse beträgt rund 10.120 m². Aufgrund ihrer Lage in der Wasserschutzzone III A ist die Fläche gegen Eindringen wassergefährdender Stoffe in den Untergrund abzudichten.

Die An- und Abtransporte erfolgen über die öffentlichen Straßen und die *Himmelgeister Landstraße*. Für Längstransporte innerhalb der Baustelle wird im Rahmen der Baumaßnahme eine Baustraße im Bereich des Arbeitsstreifens entlang der Deichtrasse erstellt. Im Bereich der Baustelleneinrichtungsfläche bei Stat. 0+180 und im landseitigen Baufeld bei Stat. ca. 0+640 werden an der *Himmelgeister Landstraße* temporäre Baustellenzufahrten angelegt, die nach Abschluss der Bauarbeiten wieder zurückgebaut werden.

Eine Andienung der Baustelle über den Wasserweg wurde aus mehreren Gründen nicht weiter verfolgt. Der Materialbedarf für die Erstellung des neuen Deichkörpers ist nicht so groß, dass sich der logistische und wirtschaftliche Aufwand für die Einrichtung eines Schiffsumschlagplatzes am Rheinufer lohnt. Bei längeren Niedrigwasserphasen, wie z. B. im Jahr 2018, wäre es nicht möglich, mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand ausreichend Material über Schiff zur Baustelle zu transportieren. Die Baustelle befindet sich in einer Linkskurve des Rheins am Prallufer. Bühnenfelder, in deren Schutz ein Schiffsumschlagplatz eingerichtet werden könnte, sind im Baubereich nicht vorhanden, so dass für eine ortsnahe Schiffsandienungsmöglichkeit keine Genehmigungsfähigkeit zu erwarten ist. Auch wäre durch die Schaffung einer Rampe vom Ufer zum höher gelegenen Baugelände ein Eingriff in die schützenswerte Böschungsvegetation erforderlich, der genehmigungsrechtlich bedenklich wäre. Bei einem weiter entfernten Schiffsumschlagplatz müsste das Material auf Lkw umgeladen und womöglich durch die Ortschaft transportiert werden. Aufgrund der Lage der Baumaßnahme im FFH-Gebiet und im Landschaftsschutzgebiet wären hier auch zusätzliche naturschutzrechtliche Auflagen zu erwarten.

13.2 Arbeitsraum

Der Arbeitsraum dient in der Regel als Lagerfläche für Oberboden, Altdeichmaterial oder andere Baumaterialien, die nicht auf den ansonsten für die Lagerung vorgesehenen Flächen eingelagert werden. Außerdem wird hier auf der Wasserseite

eine Baustraße für die Längstransporte der Baumaterialien angelegt. Ein großzügig bemessener Arbeitsraum erleichtert die Baulogistik und führt meist zu einer zügigeren und oft auch kostengünstigeren Bauabwicklung. Die Größe des Arbeitsraumes (rd. 4,5 ha) wurde mit Rücksicht auf die benachbarten landwirtschaftlich genutzten Flächen auf eine Breite begrenzt, die einerseits einen wirtschaftlichen Bauablauf und andererseits weiterhin eine landwirtschaftliche Nutzung der Vorlandflächen auch in der Bauphase ermöglicht.

Als Arbeitsraum wird ab Station 0+050 auf der Wasserseite ein Arbeitsstreifen von 15 m Breite im Anschluss an den geplanten Wirtschaftsweg bzw. ab Station 0+500 in 15 m Abstand vom geplanten neuen Deichfuß vorgesehen. Ab Station 0+560,8 bis zur Umzäunung des Wasserwerksgeländes wird der wasserseitige Arbeitsstreifen auf die Deichschutzzone I des vorhandenen Deiches reduziert, um nicht in die Ausgleichsfläche der SWD eingreifen zu müssen. Das Geländedreieck zwischen Altdeich, Zaun und rückverlegtem Deich wird ebenfalls als Arbeitsraum vorgesehen, da diese während der Baumaßnahme nicht anderweitig genutzt werden kann. Innerhalb des umzäunten Wasserwerksgeländes wird die wasserseitigen Deichschutzzonen I und II des neuen Deiches, also ein 10 m breiter Streifen entlang des Deiches, als Arbeitsraum genutzt. Da bei der Neuanlage von Deichen alle Bäume innerhalb der Deichschutzzonen I und II zu entfernen sind, ist im Wasserwerksbereich insgesamt auf einer Breite von 35 bis 39 m und einer Länge von rd. 160 m eine Waldfläche von ca. 5.900 m² zu roden. Das Baufeld wird hier durch einen festen Bauzaun gegen den Wald abgegrenzt.

Landseitig reicht das Baufeld bis an die Grenze der Privatgrundstücke bzw. bis an die vorhandenen Einfriedungen der Wohnbebauung heran. Im Bereich der Deichrückverlegung wird die Grenze der landseitigen Deichschutzzone II des neuen Deiches, soweit sie nicht in das anschließende Privatgrundstück hineinragt, als Arbeitsstreifen vorgesehen. Die Arbeitsflächen sind in den Lageplänen 1 und 2 (s. Anlagen 2.1 und 2.2) in Gelb dargestellt.

Bäume innerhalb der Deichschutzzone II im Bereich der Privatgärten haben Bestandsschutz und bleiben erhalten. Bäume und ihre Wurzelbereiche, die im näheren Umfeld der Baumaßnahme stehen sind durch geeignete Wurzelschutz- und Baumschutzmaßnahmen vor Beeinträchtigungen zu schützen. Im Bereich von schützenswertem Bewuchs, wie z. B. auf der Straßenböschung der *Himmelgeister Landstraße* im Bereich der vorgesehenen Baustelleneinrichtungsfläche, einem

Baum im Bereich der geplanten Zufahrt auf den Deichverteidigungsweg bei Station 0+215 und im Bereich der nördlichen Ausgleichsfläche im Vorland, wird in Abstimmung mit dem Landschaftsplaner der Arbeitsbereich entsprechend lokal eingegrenzt.

In Abstimmung mit der bauausführenden Firma wird während der gesamten Bauzeit die Erreichbarkeit des Vorlandes für die dort wirtschaftenden Landwirte und ihre Maschinen durch entsprechende Zuwegungen ermöglicht.

Sämtliche Befestigungen innerhalb des Arbeitsraumes und der Baustelleneinrichtungsfläche werden nach Abschluss der Baumaßnahme rückstandslos zurückgebaut und die Flächen anschließend ordnungsgemäß rekultiviert. Die Flächen außerhalb der Deichschutzzone (DSZ) I werden dabei wieder gemäß der vorherigen Nutzung hergestellt, die unbefestigten Flächen innerhalb der DSZ I werden wie die Deichböschungen mit Rasenansaat begrünt.

Der Ausgangszustand der landwirtschaftlichen Nutzflächen innerhalb des Arbeitsraumes und die Qualität der Rekultivierung vor Rückgabe an den Eigentümer werden durch einen landwirtschaftlichen Fachgutachter überprüft. Die Einhaltung der Bestimmungen des Bundesbodenschutzgesetzes wird während der Baumaßnahme durch die ökologische Baubegleitung sichergestellt.

14. Betrieb und Unterhaltung der mobilen Hochwasserschutzanlage

14.1 Lagerung

Wie in Kapitel 10.5 und 10.6 beschrieben, werden für den ca. 537 m langen linienhaften mobilen Hochwasserschutz rd. 644 m² und für das ca. 6 m breite Deichtor weitere 6 m², also insgesamt rd. 650 m² mobile Elemente benötigt. Ausgehend von einem im Rahmen der Genehmigungsplanung gewählten Stützenabstand von 3,0 m und 3 m langen Dammbalken der Höhe 0,20 m und einer Breite von 0,10 m werden somit insgesamt 1.084 Dammbalken und 179 Stützen der Höhe 1,20 m und 1 Stütze von 1,0 m Höhe im Deichtor erforderlich. Am nördlichen Übergang zum Dreizonendeich bei Station 0+560 wird in die stationäre Hochwasserschutzwand ein Wandanschlussprofil, wie beim Deichtor beschrieben, eingebaut. Am südlichen Übergang zum mobilen Hochwasserschutz des 2. Bereiches (*direkte Ortslage*) ist ein weiteres Sonderelement notwendig. Denkbar wäre hier eine weitere Mittelstütze der Höhe 1,20 m und in dem stationären Wandteil ein weiteres,

21 cm hohes Wandanschlussprofil, in das die Dammbalken des 2. Bereiches, in dem der stationäre Hochwasserschutz 21 cm tiefer liegt, eingelegt werden können. Diese Details werden im Rahmen der Ausschreibung eines einheitlichen mobilen Hochwasserschutzsystems und in den Ausführungsplanungen beider (getrennter) Hochwasserschutzmaßnahmen des 2. und 3. Bereiches ausgearbeitet.

Die Lagerung der Elemente, Dammbalken, Dichtungen und Mittelstützen kann in Transportbehältern (z. B. Rungenpaletten) erfolgen, die für den Transport zum Einsatzort bzw. für die Lagerung mittels Gabelstapler und Hebekran angehoben und verladen werden können.

Geht man davon aus, dass pro Rungenpalette (B=1,0 m, L=3,0 m, H ≤ 1,40 m) ca. 54 Dammbalken (6 Lagen à 9 Dammbalken, L x B x H = 3,00 x 0,10 x 0,20 m) entsprechend 32,4 m² Wandfläche untergebracht werden können, so ergibt sich für 650 m² mobile Schutzwand zuzüglich Bodendichtungen und Verschlüssen eine Anzahl von 24 Rungenpaletten. Bei einem Ansatz von 3 m² Flächenbedarf je Rungenpalette werden 72 m² Lagerfläche für die Dammbalken (ohne Stapelung) benötigt.

Für die Lagerung der Mittelstützen wird davon ausgegangen, dass auf einer Palette 9 Stützen mit einer Länge von 1,20 m bzw. 1,0 m senkrecht stehend gelagert werden, so dass hierfür 20 Paletten mit einem angenommenen Flächenbedarf von 1,5 m² pro Palette, also insgesamt weiteren 30 m² Lagerfläche (ohne Stapelung) notwendig werden.

Die notwendige Lagerfläche für die mobilen Elemente des 3. Planungsbereiches beträgt insgesamt ca. 100 m² (ohne Stapelung). Für die Lagerung und Unterhaltung bzw. Wartung der Elemente, einschließlich Reservematerial und Aufbauhilfen (Leitern, Rollgerüst, Werkzeuge, Gabelstapler, etc.) wird eine ausreichend hohe Lagerhalle einschließlich Büro und Waschplatz benötigt. Diese Lagerhalle soll über ausreichend Rangierfläche innerhalb und außerhalb verfügen, die Zu- und Abfahrtswege mit Begegnungsmöglichkeiten müssen befestigt und mit schweren Fahrzeugen befahrbar sein. Weiterhin soll die Lagerhalle über eine Werkstatt für Wartungsarbeiten verfügen und genügend Platz bieten, um weitere Materialien zur Deichverteidigung einlagern zu können [18].

Der Stadtentwässerungsbetrieb hat im Reisholzer Hafen, Am Trippelsberg 92 in 40589 Düsseldorf eine bestehende Halle angemietet, an der die vorgenannten Be-

dingungen weitestgehend vorhanden sind oder im Zuge der weiteren Ausführungsplanung geschaffen werden können. Es ist vorgesehen, hier ein zentrales Hochwasserlager einzurichten, in dem auch die Hochwasserschutz Elemente anderer Hochwasserschutzanlagen, wie z. B. die mobilen Elemente des 1. und 2. Planungsbereiches der Ortslage Himmelgeist (*Schlossmeierhof*, rd. 133 m² und *direkte Ortslage*, rd. 1.100 m²), des *Brückerbaches* (1 Transportcontainer), der *Hochwasserschutzmaßnahme in Düsseldorf-Benrath – Im Diepental* (rd. 850 m²) und aus der Hochwasserschutzmaßnahmen in *Düsseldorf-Lohausen* und der *Burgallee* in Düsseldorf-Kaiserswerth eingelagert werden sollen.

Zur leichteren und schnelleren Handhabung der mobilen Elemente ist die Lagerung der Elemente in Transportcontainern möglich.

14.2 Vorwarnzeiten und Aufbau der mobilen Elemente

Das Merkblatt 6/BWK „Mobile Hochwasserschutzsysteme – Grundlagen für Planung und Einsatz“ [18] gibt Planern und Anwendern mobiler Hochwasserschutzsysteme wertvolle Hinweise und Handlungsempfehlungen, u. a. zu Logistik und Aufbau mobiler Hochwasserschutz Elemente. Das Merkblatt wurde herangezogen, um die Zeitdauer für den Antransport aus dem zuvor beschriebenen zentralen Lager zum Einsatzort und zum vollständigen Aufbau der mobilen Elemente für den hier behandelten 3. Bereich der Hochwasserschutzanlage in der Ortslage Himmelgeist (*Himmelgeister Landstraße*) abzuleiten und zu bewerten.

Für den erfolgreichen Einsatz mobiler Systeme ist neben der statischen Bemessung und zuverlässigen Dichtungssystemen vor allem die rechtzeitige Herstellung der Einsatzbereitschaft entscheidend. Hat das Hochwasser den geplanten Standort des Systems erst einmal überschwemmt oder beeinträchtigt es die Zugänglichkeit zum Standort, kann dies den Aufbau wesentlich erschweren oder unmöglich machen [18].

Der Einsatz mobiler Systeme ist mit erheblichem personellem, maschinellm und logistischem Aufwand verbunden, der eine im Ernstfall auch unter schwierigen Randbedingungen (Sturm, Frost, Schneefall, Dunkelheit, Stromausfall, etc.) funktionierende Alarmierungs- und Einsatzplanung erfordert. Die Alarmierung muss bereits bei Abflussmengen bzw. Wasserständen deutlich unterhalb des Einsatzpegelstandes ausgelöst werden, die Systeme müssen während der gesamten Einsatzdauer überwacht werden [18].

Die mobilen Hochwasserschutzwände werden erst im Bedarfsfall, d. h. bei auflaufendem Hochwasser, in den betriebsbereiten Zustand versetzt und aufgebaut. Daraus ergibt sich das Erfordernis, dass die Bereitstellungszeit deutlich kleiner sein muss als die Vorwarnzeit für das Überschreiten des entsprechenden Hochwasserstandes [2].

Vorwarnzeit

Die Vorwarnzeit t_{Vorwarn} ist als die potentiell verfügbare Zeitspanne bei Erkennung einer Hochwassergefahr bis zum Eintreffen der Hochwasserwelle am Einsatzort definiert [18].

Durch das gut ausgebaute Netz an Pegeln entlang des Rheins und den funktionierenden Strukturen des Hochwassermeldewesens entsteht für extreme Hochwasserereignisse am Rhein, die den Aufbau der mobilen Elemente erfordern, für die Stadt Düsseldorf eine Vorwarnzeit von 24 Stunden. Relativ zuverlässige Prognosewerte für steigendes Hochwasser sind heute für etwa 24 Stunden und gute Abschätzungen für ca. 48 Stunden möglich. Aktuelle Informationen zum Hochwassergeschehen sind über Internet (www.hochwasser-rlp.de) bzw. über das elektronische Wasserstraßen Informationssystem (www.elwis.de) abrufbar [2].

Bereitstellungszeit (t_{Bereit})

Die Bereitstellungszeit t_{Bereit} setzt sich gemäß [18] aus den Komponenten

- Alarmierungszeit $t_{\text{Alarmierung}}$
- Zeit für das Laden der mobilen HWS-Anlagenteile am Lagerort t_{Beladung}
- Transportzeit $t_{\text{Transport}}$
- Zeit für die Sicherungsarbeiten $t_{\text{Sicherung}}$
- Aufbauzeit t_{Aufbau}
- Kontrolle und Freigabe des aufgebauten bzw. teilaufgebauten Systems

zusammen.

Die Erhöhung der zu ermittelnden Bereitstellungszeit sollte zudem mit einem Sicherheitsfaktor ($C_{\text{Sicherheit}}$) belegt werden. Über den Sicherheitsfaktor können unvorhergesehene Ereignisse, die den Ablauf zur Errichtung des mobilen Hochwasserschutzes verzögern können, abgedeckt werden, wie beispielsweise der Ausfall von Fahrzeugen oder Arbeitskräften, Behinderungen durch dichten Verkehr oder

parkende Fahrzeuge auf dem Anfahrtsweg, vereiste oder klemmende Abdeckplatten der Einbauprofile.

Die Größe des Sicherheitsfaktors kann gemäß Merkblatt 6/BWK [18] mit

$$C_{\text{Sicherheit}} = 1,2$$

angenommen werden. Die Zeitreserve sollte jedoch einen Mindestwert von 1 Stunde nicht unterschreiten [18].

Die vorgenannten Komponenten der Bereitstellungszeit werden nachfolgend konkret für den Einsatzfall in der hier gegenständlichen Hochwasserschutzmaßnahme des 3. Bereichs in der Ortslage Himmelgeist (*Himmelgeister Landstraße*) ermittelt.

Alarmierungszeit ($t_{\text{Alarmierung}}$)

Die Alarmierungszeit, die Zeit zwischen Ausgang der Alarmmeldungen und Einsatzbereitschaft des Personals, ist schwer abzuschätzen und kann auch mit einer genauen Ausarbeitung des Alarmplanes nicht sicher festgestellt werden. Es sollte aber eine Abschätzung der Obergrenze erfolgen. Diese Obergrenze kann beeinflusst werden durch die Zeit bis zur Nachalarmierung der Reservekräfte bei Ausbleiben einer Alarmbestätigung, Auch hier bleibt allerdings eine Unsicherheit, da keine grundsätzlichen Aussagen über die Antwortzeit und die Zeit zwischen Alarmbestätigung und Einsatzbereitschaft gemacht werden kann [18].

Wegen des vergleichsweise trägen Verhaltens des Rheins bei extremen Hochwasserereignissen, für die ein Aufbau der mobilen Elemente in Frage kommt, sowie wegen des guten Hochwassermeldewesens entlang des Rheins und den eingespielten Informations- und Alarmierungsvorgängen beim Stadtentwässerungsbetrieb Düsseldorf, die eine stufenweise Voralarmierung der zu Beteiligten vorsieht, wird als Alarmierungszeit

$$t_{\text{Alarmierung}} = 1 \text{ h}$$

angesetzt.

Transportzeit ($t_{\text{Transport}}$) und Beladungszeit (t_{Beladung})

Das Hochwasserlager im Reisholzer Hafen ist wie in Kapitel 10.5 beschrieben 4,5 km Fahrweg von der Hochwasserschutzmaßnahme des 3. Bereichs (*Himmelgeister Landstraße*) entfernt. Die Fahrzeit über das gut ausgebaute Verkehrsnetz



der *Münchener Straße* und *Himmelgeister Landstraße* beträgt für einen Lkw ca. 10 Minuten, sehr konservativ wird ein Ansatz von 0,25 h, entsprechend 15 min gewählt.

Mit einer veranschlagten Zeitdauer für die Be- und Entladung von Lkw von 0,5 Stunden ergibt sich für eine Tour vom Hochwasserlager zum Einsatzort und wieder zurück eine Zeitdauer für

- | | |
|--------------------------------|---------------|
| • Beladung am Hochwasserlager | 0,50 h |
| • Fahrzeit zum Einsatzort | 0,25 h |
| • Eventuelle Wartezeit | 0,50 h |
| • Entladung am Einsatzort | 0,50 h |
| • Fahrzeit zum Hochwasserlager | <u>0,25 h</u> |
| | 2,00 h |

von 2,0 Stunden.

Bei den meisten 7,5- bis 12-Tonnen-Lkw ist die Ladefläche etwa 6 m bis 7,20 m lang, 2,45 m breit und 2,25 bis 2,50 m hoch. Die Ladefläche solcher Lkw nimmt demnach bis zu 4 Rungenpaletten (B=1,0 m, L = 3,0 m, H ≤ 1,40 m) für die Dammbalken oder bis 12 Paletten (B=1,0 m, L = 1,0 m, H ≤ 1,40 m) für Mittelstützen und weiteres Material auf.

In Kapitel 14.1 wurden für die Dammbalken und Kleinmaterial 24 Rungenpaletten und für die Stützen 20 Paletten ermittelt, so dass rechnerisch 8 Lkw-Touren notwendig werden, um den mobilen Hochwasserschutz auf der Baustelle abzuladen. Bei gleichzeitigem Einsatz von 2 Lkw ergeben sich pro Lkw 4 Fahrten, die in der Summe eine Zeitbedarf von

$$t_{\text{Beladung}} + t_{\text{Transport}} = 8 \text{ h}$$

bedeuten.

Sicherungszeit ($t_{\text{Sicherung}}$)

Die Sicherungszeit umfasst die Zeit, die erforderlich ist, um vorlaufende Schutz- und Sicherungsmaßnahmen durchzuführen. Darunter fallen Verkehrssperren und -umleitungen, Freiräumen und Freihalten der Arbeitsflächen, Sichern der freien

Zufahrten für die Anlieferung des Systems. Zusätzlich muss Zeit für unvorhergesehene Arbeiten eingeplant werden, z. B. für das Entfernen abgestellt Pkw oder ähnliche Unwägbarkeiten [18].

Grundsätzlich muss ein Arbeitstrupp mit der Sicherung des Geländes und dem Aufbau von Absperrungen, ggf. Räumen, sowie mit dem Reinigen des Kopfbalkens und dem Überprüfen der Blindschrauben den eigentlichen Arbeitstrupps vorlaufen. Dieser Trupp sollte ggf. bereits in einer früheren Alarmierungsphase, bei der die Entscheidung über den tatsächlichen Ablauf noch nicht gefallen ist, eingesetzt werden. Hierdurch können ggf. auftretende Komplikationen möglichst früh erkannt und ausgeräumt werden [2].

Da die Hochwasserschutzmaßnahme über drei Zufahrten angedient werden kann und ansonsten der mobile Hochwasserschutz in der Trasse der geplanten Hochwasserschutzlinie im Abstand vom öffentlichen Verkehrsraum aufgebaut werden kann, wird von einer Sicherungszeit von

$$t_{\text{Sicherung}} = 1 \text{ h}$$

ausgegangen.

Aufbauzeit (t_{Aufbau})

Im Merkblatt 6/BWK, Abb. 5.4 [18] wird die Aufbauzeit für eine 100 m lange und bis zu 1,6 m hohe Wand mit ca. 2,4 Stunden beim Einsatz von 12 Personen angegeben. Geht man davon aus, dass zwei Teams eingesetzt werden, erhält man daraus die reine Aufbauzeit

$$t_{\text{Aufbau}} = (537\text{m} + 6\text{m}) / 100 \times 2,4 / 2 = 6,5 \text{ h.}$$

gesamte Bereitstellungszeit (t_{Bereit})

Aus den oben abgeleiteten einzelnen Zeitanteilen ergibt sich ohne Berücksichtigung der Überlappung einzelner Arbeitsschritte eine Bereitstellungszeit

$$\begin{aligned} t_{\text{Bereit}} &= t_{\text{Alarmierung}} + t_{\text{Sicherung}} + (t_{\text{Beladung}} + t_{\text{Transport}}) + t_{\text{Aufbau}} = \\ &= 1 \text{ h} + 1 \text{ h} + 8 \text{ h} + 6,5 \text{ h} = 16,5 \text{ h} \end{aligned}$$

Unterstellt man, dass die Arbeitsschritte teilweise überlappend durchgeführt werden können, z. B. Überlappung zwischen Ende Sicherungszeit und Beginn Beladung 0,5 Std und der Beginn der Aufbauzeit 0,25 Std. nach dem ersten Abladen, also 2 Stunden nach Beginn des Vorgang „Beladung, Fahrt, Wartezeit und Abladen“ stattfinden kann, so verkürzt sich die Gesamtdauer vom Beginn der Alarmierung bis zum Abschluss der Aufbauarbeiten auf

$$t_{\text{Bereit}} = 1,0 \text{ h} + (1,0 - 0,5 \text{ h}) + 2,0 + 6,5 = 10,0 \text{ h.}$$

Bei Berücksichtigung des Sicherheitsfaktors $c_{\text{Sicherheit}} = 1,2$ ermittelt sich die Bereitstellungszeit für den mobilen Hochwasserschutz des 3. Bereiches (*Himmelgeister Landstraße*) zu 12,0 h und unterschreitet damit die Vorwarnzeit von 24 h deutlich. Durch den Einsatz von mehr Personal und ggf. einem weiteren Lkw könnte die Bereitstellungszeit weiter verkürzt werden.

Aufbau

Zur Anlieferung der mobilen Elemente stehen drei Zufahrten von der *Himmelgeister Landstraße* bei Stat. 0+100, 0+215 und 0+645 zur Verfügung. Eine zügige Anlieferung im Ringverkehr wird somit ermöglicht, ohne dass Fahrzeuge sich gegenseitig behindern. In den Stationsbereichen zwischen ca. 0+240 und 0+280 sowie 0+470 bis 0+510 wurden landseits des Deichverteidigungsweges Ausweichbuchten angelegt, auf denen die Paletten mit mobilen Elementen abgeladen und von dort mit Radladern verteilt werden können. Radlader mit Gabel haben den Vorteil, dass diese geländegängig sind und es somit bei der Verteilung der mobilen Elemente nicht zu Behinderungen kommt, sollte es zu ungewolltem Verlassen des Wegs kommen.

Hinweis

Sämtliche Abläufe von der Alarmierung bis zum Ende des Aufbaus müssen in regelmäßigen Intervallen in Abstimmung mit der Genehmigungsbehörde geübt werden und die vorher beschriebenen Zeitannahmen anhand der praktischen Erfahrungen überprüft werden. Diese Probeaufbauten dienen zudem der Schulung des Personals und auch der Überprüfung des Materials.

Im Bedarfsfall wird der Aufbau mobiler Hochwasserschutzelemente in allen drei Bereichen zur Schließung der Deichlücke in der Ortslage Himmelgeist notwendig.

Insofern sind die Maßnahmen und Abläufe für den gesamten Bereich aufeinander abzustimmen und in den Hochwassereinsatzplan des Stadtentwässerungsbetriebes Düsseldorf zu integrieren. Die Hochwasserschutzmaßnahmen im 1. Bereich (*Schlossmeierhof*) und 2. Bereich (*direkte Ortslage*) befinden sich bereits im Stadium der Ausführungsplanung, weiterhin laufen derzeit die Vorbereitungen für die Ausschreibung eines projektübergreifenden einheitlichen mobilen Hochwasserschutz, so dass davon auszugehen ist, dass hier dann auch zu einem früheren Zeitpunkt konkrete Erfahrungswerte vorliegen werden, die dann in der später stattfindenden Ausführungsplanung und Ausschreibung des 3. Bereiches (*Himmelgeister Landstraße*) Berücksichtigung finden können.

14.3 Alarm-, Einsatz- und Ladeplan

Alarmplan

Der Alarmplan regelt gem. Merkblatt 6/BWK [18] die rechtzeitige Einberufung des Einsatzstabes sowie die Einleitung aller erforderlicher Maßnahmen. Er enthält Informationen über

- Personelle Zusammensetzung des Einsatzstabes
- Verteilung der Zuständigkeiten
- Erreichbarkeiten von Einsatzleitung und Einsatzkräften (dienstlich / privat)
- Sitz der Einsatzleitung
- Bereitschaftsplan des Einsatzpersonals
- Alarmierungsvorgänge / Kommunikationsmittel
- Alarmierungsstufen / maßgeblich Pegelstände (gemessen / vorhergesagt)
- Telefonnummer der Wasserstandsabrufpegel (z. B. Pegel Düsseldorf, Tel. 0211 / 19429)
- Nachweise über aktuelle Fortschreibung bzw. Aktualisierung des Alarmplanes.

In der Risikobetrachtung von ARCADIS [2] wird auf den „Arbeitsplan Hochwasserschutzdienst 2012/2013“ des SEBD verwiesen, in dem für die vorhandenen Hochwasserschutzanlagen bereits entsprechende Regelungen und Verantwortlichkeiten festgelegt worden sind. Bereits bei einem Pegelstand von 9,0 m DP wird SAE-Alarm („Stab außergewöhnliche Ergebnisse“) ausgelöst.



Im Stadtentwässerungsbetrieb Düsseldorf sind in einem Sondereinsatzplan Hochwasser bereits in Bezug auf die im Alarmplan definierten Alarmierungsstufen Informationen zur Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen enthalten. Sobald Kenntnisse und Erfahrungen über das vorgesehene mobile Hochwasserschutzsystem vorliegen, werden diese in den Einsatzplan eingearbeitet und ein Ladeplan für die mobilen Element aufgestellt.

15. Voraussichtliche Bauzeit

Die Ausführungszeit für die Bauarbeiten unterliegt den diesbezüglichen Festlegungen und Vorgaben der Deichschutzverordnung [11]. Danach dürfen Arbeiten in den Deichschutzzonen nur in der hochwasserfreien Zeit vom 01.04 bis 31.10. eines jeden Jahres durchgeführt werden. Ausnahmen und Nebenarbeiten bedürfen der vorherigen Zustimmung der Bezirksregierung Düsseldorf, Dezernat 54, als Aufsichts- und Genehmigungsbehörde.

Rodungsarbeiten sollten im Vorfeld der Hochwasserschutzmaßnahme in der vegetationsarmen Zeit zwischen 01.11. und 28.02. durchgeführt werden. Hierbei sind artenschutzrechtliche Verbotstatbestände zu berücksichtigen.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Ausnahmegenehmigung für die Erstellung der Infrastruktur (Baustraße, Baustelleneinrichtungsfläche) sowie die Durchführung von vorbereitenden Maßnahmen (Vorbereitungen der Kampfmittelsondierungen, Baufeldfreimachung), in der hochwassergefährdeten Zeit (01.11. bis 31.03. eines jeden Jahres) von der Bezirksregierung Düsseldorf erteilt wird, vorausgesetzt die Hochwassersituation lässt dies zu. Gleiches gilt für Pflanz- und Zaunarbeiten, Wegebauarbeiten und sonstige Nebenarbeiten auf der Landseite des Deiches.

Auch während der hochwasserfreien Zeit zwischen 01.04. und 31.10. können Bereiche des Baufeldes bei steigendem Rheinpegel durch Frühjahr- oder Sommerhochwasser überflutet werden. Daher sind bei Hochwassergefahr sämtliche beweglichen Gegenstände rechtzeitig aus dem Überschwemmungsbereich zu entfernen. Dies ist durch die Baufirma bei der Planung der Baustelleneinrichtung und des Bauablaufes zu berücksichtigen. Für die Dauer der Bauzeit ist ein Sonderhochwassereinsatzplan aufzustellen.



Unter Berücksichtigung der vorgenannten Randbedingungen wird eine Bauzeit der Hauptbaumaßnahme von Anfang März bis Ende Mai des Folgejahres, entsprechend 15 Monaten angestrebt. Rodungs- und Kampfmittelerkundungsarbeiten laufen als separate Maßnahmen in der vorherigen vegetationsarmen Zeit zwischen Anfang November und Februar.

16. Kampfmittel

Eine Stellungnahme der Ordnungsbehörde der Stadt Düsseldorf, Amt 37/23 – Feuerwehr, Rettungsdienst und Bevölkerungsschutz, Sachgebiet Bevölkerungsschutz, hinsichtlich einer Luftbildauswertung durch den Kampfmittelbeseitigungsdienst der Bezirksregierung Düsseldorf (KBD) liegt mit Schreiben vom 02.03.2009 vor [34].

Die Luftbildauswertung des Kampfmittelbeseitigungsdienstes der Bezirksregierung Düsseldorf (KBD) ergab Anhaltspunkte für das Vorhandensein von Kampfmitteln (Schützengräben und Schützenlöcher), die es aus Sicherheitsgründen erforderlich machen, dass der KBD Maßnahmen noch vor Baubeginn durchführt.

Auf der Grundlage des Handlungskonzeptes „Kampfmitteluntersuchungen im Deichbau“ der Bezirksregierung Düsseldorf [17] wurde daher ein Fachbeitrag Kampfmittel erstellt, der im Anhang 3 zum Erläuterungsbericht enthalten ist.

Neben einer Sicherheitsdetektion im Bereich der vorgesehenen Spundwände sind Kampfmittelsondierungen mit ferromagnetischen Sonden vorzunehmen. Es ist vorgesehen, dass eine vorgezogene Kampfmittelerkundung nach Erteilung des Planfeststellungsbeschlusses und vor der Baumaßnahme durchgeführt wird. Dabei sind zwei zeitlich und räumlich getrennte Sondierkampagnen vorgesehen. Die Sicherheitsdetektion im Bereich der geplanten Spundwand im südlichen Bereich bis zum Ende der Wohnbebauung und eine flächenhafte Sondierung des Arbeitsraumes außerhalb des Wasserwerksgeländes können nach Vorliegen des Planfeststellungsbeschlusses und entsprechender Bauerlaubnisvereinbarungen mit den betroffenen Grundstückseigentümern geführt werden. Je nach Entscheidung der Ordnungsbehörde sind nur die Flächen um die Verdachtspunkte zu sondieren.

Für den Bereich innerhalb des Wasserwerksgeländes wird eine zweite Sicherheitsdetektion vorgesehen, sobald die Bäume gefällt und die Wurzelstöcke einschließlich Wurzelwerk im Bereich der Spundwand beseitigt worden sind. Da diese

Maßnahmen erst in der vegetationsarmen Zeit vor Beginn der Baumaßnahme durchgeführt werden können, wird angestrebt, die Fällarbeiten im der Baumaßnahme vorangehenden Zeitraum November bis Dezember und unmittelbar im Anschluss die Sicherheitsdetektion durchführen zu lassen.

Sollte sich bei der Sondierung herausstellen, dass im Bereich einer vorhandenen Gasleitung mit begleitendem Stromkabel nicht sondiert werden kann, müssten diese Untersuchungen in der Baumaßnahme nach Umverlegung der Leitung wasserseits der Hochwasserschutzanlage und Rückbau der alten Leitung einschließlich Kabel nachgeholt werden.

Im Zuge der Erstellung der Ausführungsplanung wird der Fachbeitrag Kampfmittel bei möglichen Änderungen unter Einbindung der Ordnungsbehörde und des KBD dem Planungsstand entsprechend angepasst, um diese bei den folgenden Baumaßnahmen berücksichtigen zu können.

Durch die frühzeitige Kampfmittelerkundung und ggf. –räumung können eventuell in den Bauablauf zu integrierende Prozesse bereits in der Ausführungsplanung und der Ausschreibung berücksichtigt werden, wodurch eine größere Kosten- und Termsicherheit gewährleistet werden kann.

17. Grunderwerb

Es ist vorgesehen, dass die Landeshauptstadt Düsseldorf, vertreten durch den Stadtentwässerungsbetrieb, Abteilung 67/7 - Wasserbau - die Flächen der Deichschutzzone I erwirbt bzw. eine gleichwertige vertragliche Regelung trifft, damit eine ordnungsgemäße Unterhaltung nach einheitlichen Kriterien sichergestellt werden kann.

Zur Deichschutzzone I gehört die Grundfläche des Deiches sowie ein 4,0 m breiter Streifen parallel zum land- und wasserseitigen Deichfuß, der auch von Strauch- und Baumpflanzungen freizuhalten ist. Unter Berücksichtigung der im Eigentum der Stadt Düsseldorf befindlichen Flächen hat die zu erwerbende Fläche im Planungsabschnitt eine Größe von rd. 1,7 ha. Die vorübergehend beanspruchten Flächen der Baustelleneinrichtung und des Arbeitsraumes, außerhalb des Eigentums der Stadt Düsseldorf, haben eine Größe von rd. 1,76 ha.

Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen nach dem Landschaftspflegerischen Begleitplan werden nach Abstimmung mit der Unteren Naturschutzbehörde der Stadt

Düsseldorf über städtische Ökokontoflächen abgewickelt, so dass hierfür kein zusätzlicher Grunderwerb erforderlich wird. Ausnahme bildet das wasserseitige Geländedreieck im Deichrückverlegungsbereich, auf dem gemäß LBP Ausgleichsmaßnahmen vorgesehen sind.

Die Grunderwerbslagepläne 1 und 2 (Anlagen 2.3 und 2.4) zeigen die Eigentumsverhältnisse sowie die Flächen, die erworben und temporär genutzt werden müssen. Die betroffenen Grundstücke und Flächengrößen sind neben der Plandarstellung auch in der Gesamtaufstellung zum Flächenbedarf, geordnet nach Eigentümern, aufgelistet. Diese Gesamtaufstellung ist in Teil 4 der schriftlichen Unterlagen enthalten. Die Eigentümer der betroffenen Grundstücke sind aus Datenschutzgründen nicht in allen Ausfertigungen den Antragsunterlagen aufgeführt.

Die Inanspruchnahme von Grundstücken und deren Entschädigung wird nur dem Grundsatz nach entschieden und ist ansonsten nicht Bestandteil des Planfeststellungsverfahrens, sondern wird in einem gesonderten Verfahren zum Vorhaben geregelt.

18. Kosten / Finanzierung

Die Kostenberechnung (s. Anlage 2 der schriftlichen Unterlagen) wurde unter dem Ansatz von marktgerechten Einheitspreisen durchgeführt. Die Einheitspreise wurden dabei auf einen angestrebten Ausführungszeitraum 2021/2022 hochgerechnet. Demnach betragen die voraussichtlichen Kosten für Bau- und Ingenieurleistungen und für landschaftspflegerische Leistungen einschließlich des derzeit gültigen Umsatzsteuersatzes von 19 %

rund 8,729 Mio. € brutto.

Auf die Baukosten entfallen davon brutto rund 6,956 Mio. €.

Nicht enthalten sind die Kosten für den Grunderwerb sowie Entschädigungszahlungen für die bauzeitliche Inanspruchnahme von Flächen. Diese werden in einem gesonderten Verfahren ermittelt.

Hinsichtlich der Finanzierung wird davon ausgegangen, dass eine Förderung durch das Land NRW erfolgt, zurzeit werden Deichsanierungsmaßnahmen in der Regel mit bis zu 80 % Landesmitteln gefördert, so dass günstigenfalls der Rest von mindestens 20 % aus Eigenmitteln, d. h. von der Landeshauptstadt Düsseldorf



als Träger der Baumaßnahme aufgebracht werden muss. Über die Höhe der Landesbeteiligung wird erst nach Vorlage des Zuwendungsantrages entschieden, der in der Regel erst nach Eingang des Planfeststellungsbeschlusses gestellt wird.

19. Zusammenfassung

Der Stadtentwässerungsbetrieb der Landeshauptstadt Düsseldorf plant im Abschnitt 1 die Schließung der Deichlücke in der Ortslage Himmelgeist. Das hier betrachtete Teilstück des 3. Bereiches an der *Himmelgeister Landstraße* stellt den letzten Teilbereich der Hochwasserschutzmaßnahmen in der Ortslage Himmelgeist dar, so dass nach deren Umsetzung die Hochwasserschutzlinie im Polder Itter-Himmelgeist im Norden auf dem Stand der Technik geschlossen ist. Sobald auch die Umsetzung der beiden oberstromigen Teilbereiche des 1. Abschnittes und im 3. Abschnitt „Himmelgeister Rheinbogen“ vollzogen ist, ist der Polder Itter-Himmelgeist für das aktuelle Schutzziel entsprechend dem Wasserspiegel zu $BHQ_{2004} + 1,0$ m Freibord bzw. am *Brückerbach* +0,5 m Freibord gegen Rheinhochwasser geschützt.

Im 3. Bereich wird bis zum Ende der Wohnbebauung auf 537 m Länge eine Spundwand als statisch wirksames Hochwasserschutzelement in den in hydraulisch günstiger, geschwungener Linienform errichteten neuen Deich eingebracht und mit einem Beton-Kopfbalken versehen, auf dem im Bedarfsfall 1,20 m hohe mobile Hochwasserschutzelemente zur Absicherung des Freibords zuzüglich 0,20 m aufgesetzt werden. Da der Betonsockel nur geringfügig höher liegt als der Bestandsdeich (ca. 0,36 bis 0,52 m) ergeben sich durch die neue Hochwasserschutzanlage kaum veränderte Sichtbeziehungen zum Rhein.

Auf weiteren 282 m wird die Hochwasserschutzlinie in Form eines Dreizonendeiches an die *Himmelgeister Landstraße* zurückverlegt, am unterstromigen Ende des Planungsbereiches wird die Hochwasserschutzanlage über zunächst eine in den Deich eingestellte Hochwasserschutzmauer und über ein Deichtor an die Hochwasserschutzanlage des 2. Abschnittes „Rückstaubereich Brückerbach“ angeschlossen.

Ein durchgängiger Deichverteidigungsweg wird landseitig hinter der Hochwasserschutzwand geführt, ein durchgängiger Geh- und Radweg, der auch zur Nutzung durch die Landwirtschaft vorgesehen ist, wird wasserseitig entlang des Deichfußes geführt und über zwei barrierefreie Überführungen der Hochwasserschutzanlage



an die *Himmelgeister Landstraße* angebunden. Im Süden verläuft diese Anbindung über die für Schwerlastverkehr auszubauende *Nikolausstraße*, im Norden in gleicher Ausbaumweise über die Berme des Dreizonendeiches. Auf der Krone des Dreizonendeichs wird zusätzlich ein begrünter Deichunterhaltungsweg angeordnet, der im Schutz von stationären Hochwasserschutzwänden über Rampen in das Wegenetz eingebunden ist.

Entlang der *Himmelgeister Landstraße* wird parallel zum landseitigen Deich im Sinne eines optimierten Radwegenetzes für die Düsseldorfer Bürger eine gesamtstädtische Lösung gewählt und ein Geh- und Radweg entlang des Deichfußes angelegt.

Die hier gegenständliche Genehmigungsplanung wurde auf dem Stand der Technik erarbeitet.

Voerde, im Dezember 2018

Arbeitsgemeinschaft
Hahn-Bender / Patt / Borchert

.....
Dipl.-Ing. H. Hahn