



Spundwandbaugruben mit großformatigen Rohrdurchführungen

Spundwandbaugruben mit großformatigen Rohrdurchführungen

Ersatz des Ahsefluss-Dükers Nr. 33, DHK-km 38,175

Der Fluss Ahse wird im Bereich des Kurparks Hamm durch einen Düker unter dem Datteln-Hamm-Kanal (DHK) geführt und mündet direkt im Anschluss in die Lippe. Die Dükeranlage befindet sich im Eigentum der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV). Aufgrund des hohen Bauwerksalters kann die Prüfung des Gesamtbauwerks nicht mehr stattfinden, da ein Trockenlegungs- und Betretungsverbot angeordnet wurde. Eine gefahrlose Begehung zum Zweck der Bauwerksprüfung ist nicht mehr möglich. Der Ersatz der Dükeranlage liegt im Wohl der Allgemeinheit, da der bestehende Düker aufgrund von Ablagerungen nicht mehr zweifelsfrei imstande ist, die Abflussmengen im Hochwasserfall abzuführen. Ein schadloser Wasserabfluss der Ahse, insbesondere der Hochwasserabfluss, ist durch einen zeitnahen Ersatzneubau zu gewährleisten. Der Bau des Dükers an gleicher Lage kann nicht ausgeführt werden, da in dem Fall während der Bauzeit kein Abfluss der Ahse zur Lippe gegeben ist. Ein vorübergehendes Einleiten der Ahse in den DHK ist nicht möglich, da unterschiedliche Wasserabflüsse zu hohen Wasserständen im Kanal führen. Aus diesen Gründen ist der Neubau mit einem Abstand von 60 m zum bestehenden Bauwerk geplant, um zu verhindern, dass Erschütterungen beim Neubau zu Beschädigungen des vorhandenen Dükers führen.

Keywords Datteln-Hamm-Kanal; Ahsefluss; Düker; Spundwandbrille; Hochwasser

1 Einleitung

Der Ahsefluss kreuzt den Datteln-Hamm-Kanal (DHK) mit einem 1912/1913 in massiver Bauweise im Trockenen erbauten Dreikammerdüker mit insgesamt 45 m² Querschnittsfläche bei DHK-km 38,235. Auf der Südseite grenzt der Kanal an den Kurpark und die Sportanlagen der Stadt Hamm, von denen er durch die Adenauerallee (südlicher Uferweg) getrennt wird. Auf der Nordseite verläuft parallel zum Kanal der staugeregelte Fluss Lippe. Die beiden Gewässer werden durch einen Damm (Lippe-damm) voneinander getrennt. Die Ahse mündet in die Lippe und wird dafür mit dem Dükerbauwerk unter dem Kanal hindurchgeführt. Das Auslaufbauwerk ist im Dammbereich angeordnet. Aufgrund des baulichen Zustands der bestehenden Anlage soll diese durch einen Neubau ersetzt werden.

Im Auftrag der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV), vertreten durch das Wasserstraßen-Neubauamt Datteln (WNA Datteln), erhielt die Johann Bunte Bauunternehmung GmbH & Co. KG, Nie-

Sheet pile excavation with large-size pipe-openings – replacement of the Ahsefluss-culvert no. 33, DHK-km 38.175

In the area of the gardens of Hamm, the river Ahse is led by a culvert under the Datteln-Hamm-canal and flows directly after into the river Lippe. The culvert installation belongs to the Federal Waterways and Shipping Administration. Due to the advanced age of the construction, it is prohibited to enter or drain the culvert and for that reason an inspection of the construction is not possible. A safe inspection of the construction for the purpose of an examination is not possible. The replacement of the culvert pursues general interest because, due to deposition, the existing culvert is not capable to drain large flows during flooding. A harmless water discharge of the Ahse, particularly the flood discharge, is to ensure by a prompt replacement construction. A construction of a culvert at the same position is not possible, because during the construction period the flow from the Ahse to the river Lippe is not given. A temporary discharge of the Ahse into the DHK is not feasible, because different stream flows would lead to too high-water levels in the canal. For these reasons, a replacement construction with a distance of 60 m to the existing one is planned, in order to avoid vibrations that could damage the existing culvert.

Keywords Dattel-Hamm-canal; Ahsefluss; culvert; sheet pile; flood

derlassung Ingenieur- und Brückenbau Ahaus den Auftrag zum Neubau des Dükers Nr. 33 bei DHK-km 38,175. Ein- (EB) und Auslaufbauwerk (AB) des Dükers werden jeweils auf der dem DHK abgewandten Seite der Betriebswege angeordnet.

Das neue Bauwerk wird als 5-Rohr-Düker mit Rohrlängen von jeweils ca. 95 m in offener Bauweise ca. 60 m westlich des bestehenden Dükers bei DHK-km 38,175 hergestellt. Alle fünf Dükerrohre haben die gleichen Abmessungen (DA 3600) und werden mittels großformatiger Rohrdurchführungen durch die sog. „Brillenspundwände“ hindurchgeführt.

Der neue Düker kreuzt die DHK-Achse unter einem Winkel von rd. 60°. Auf der Südseite des DHK sind eine Umverlegung der Ahse sowie die daraus resultierende Anpassung des umliegenden Geländes inkl. Verfüllung des Altarms der Ahse erforderlich.

Aufgrund der anspruchsvollen Geometrie und beschränkender Baufeldrandbedingungen stellt diese Maßnahme

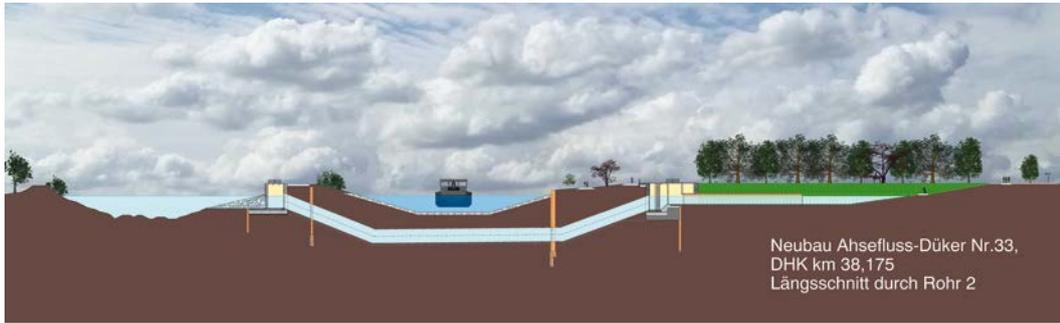


Bild 1 Längsschnitt Neubau
Longitudinal section of the new building

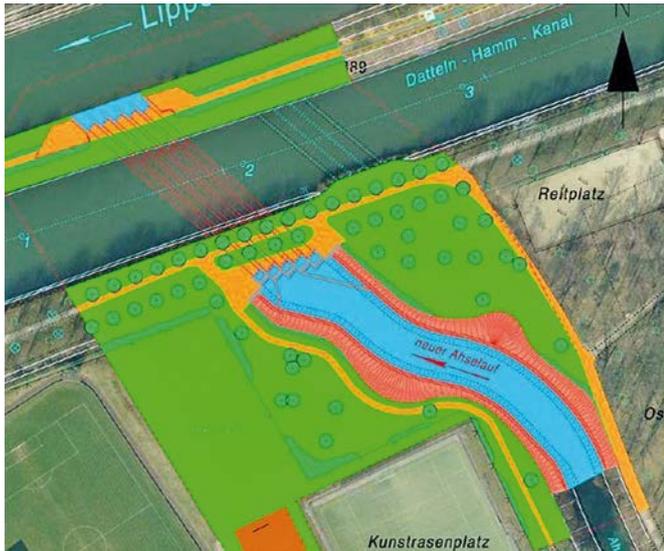


Bild 2 Umverlegung Ahsefluss-Düker
Rerouting Ahsefluss culvert

eine besondere Herausforderung sowohl an die Planungs- und Fertigungsgenauigkeit als auch an die Baustellenlogistik dar.

2 Besonderheiten der Baustellenlogistik und des Baugrubenkonzepts

Das Baufeld liegt im zentralen Stadtgebiet der Stadt Hamm im Bereich einer Kurpark- und Sportanlage mit hoher öffentlicher Frequentierung. Die Zuwegung zur Baustelle auf der Einlaufseite erfolgt durch eine abgesperrte Baustraße, welche durch den Kurpark geführt wird.

Aufgrund des sehr schmalen Trenndamms zur Lippe ist die Zugänglichkeit zur Baustelle auf der Auslaufseite stark beschränkt. Lediglich mittelschwere Geräte (< 30 t) können auf einem schmalen Betriebsweg über das alte Brückenbauwerk des alten Dükers die Baustelle erreichen. Die Versorgung der Baustelle auf der Auslaufseite mit Material und schwerem Gerät kann somit nur über den Wasserweg erfolgen.

Für die Errichtung des neuen Auslaufbauwerks auf der Lippeseite muss der Trenndamm bauzeitlich nahezu vollständig zurückgebaut werden. Um dennoch ausreichend

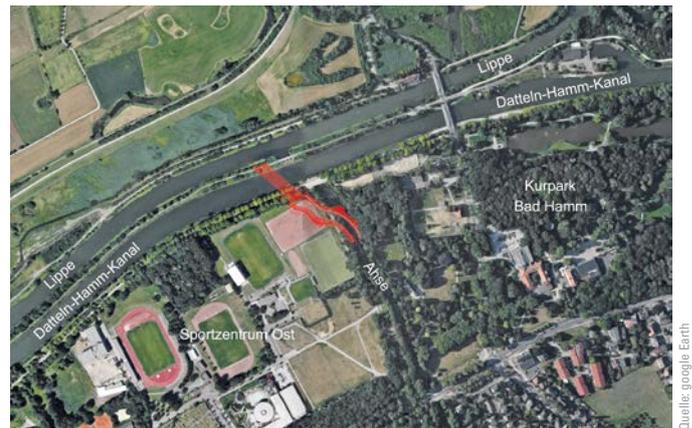


Bild 3 Baustellenumfeld inmitten Kurpark/Sportanlagen
Site environment in the midst of the spa gardens/sport facilities

Bewegungsraum zu erhalten, wurde der Trenndamm in diesem Bereich zunächst mit einer Vorschüttung verbreitert. Die direkt angrenzende hochwasserführende Lippe erfordert dabei, dass die Auswirkungen auf den Abflussquerschnitt der Lippe bei der Auslegung des Dammquerschnitts überprüft und berücksichtigt werden mussten. Ferner wurden die Baugrubenwände auf der Auslaufseite so ausgebildet, dass die Baumaßnahme durch ev. Hochwasserereignisse der Lippe nicht direkt beeinflusst wird.

Die Baumaßnahmen im Bereich des Schifffahrtskanals (Dükerrinne) finden größtenteils unter halbseitigen Sperren statt, sodass die Aufrechterhaltung der Schifffahrt während der Bauzeit gewährleistet ist.

3 Baugrubenkonzept

Die Verlegung der fünf neuen Dükerrohre DA 3600 erfolgt in sog. „offener Bauweise“. Hierfür werden Baugruben in Rohrlängsachse im Land- und im Kanalbereich errichtet, sodass die Dükerrohre in voller Länge abgesenkt werden können. Nach dem Absenken der Rohre werden die Baugruben zum Kanal hin geschlossen und trocken gelegt. Im Anschluss erfolgt die Errichtung der Ein- und Auslaufbauwerke in trockenen Baugruben.

Die Ausführung der Baugrube auf der Einlaufseite stellte dabei eine Besonderheit dar, da das vorgesehene Konzept

Schnitt A - A M 1:200

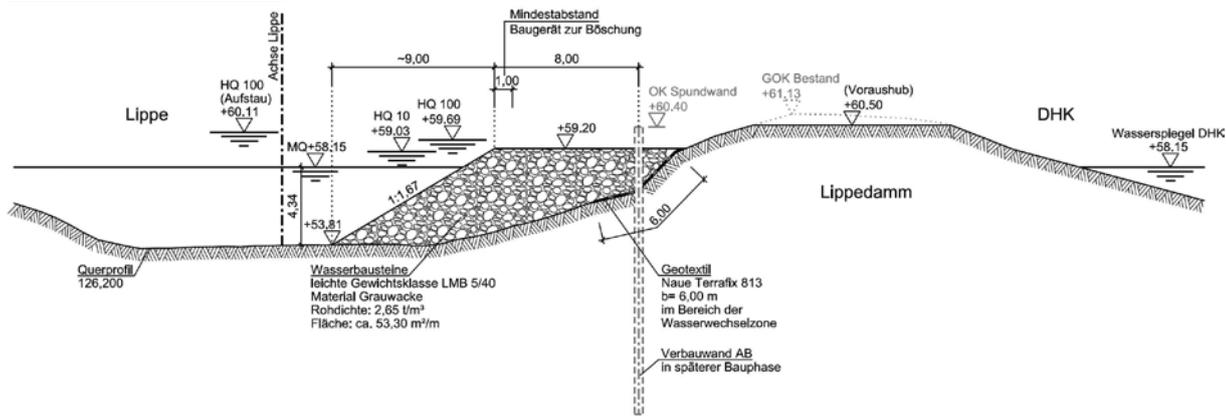


Bild 4 Trenndamm zur Lippe
Separating bank to the river Lippe



Bild 5 Luftbild Baufeld
A view construction site

der verankerten Baugruben nicht ohne Weiteres gemäß ursprünglicher Planung umgesetzt werden konnte. Die angenommenen Herausziehwiderstände der Verpressanker konnten auch durch mehrfache Eignungsprüfungen nicht bestätigt werden, sodass das Baugrubenkonzept ausführungsparell angepasst und optimiert werden musste. Die Anforderung verhältnismäßig geringer Anker-

abstände ($a \leq 1,20$ m) und die Geometrie der Baugrube einschließlich der Berücksichtigung sämtlicher Bestands- und Baugrubenwände erforderten dabei eine 3-D-Ankerplanung mit integrierter Kollisionsprüfung („clash-detection“). Die Methode der 3-D-Ankerplanung hat sich auch bei dieser Maßnahme als das richtige Werkzeug zur gesicherten und effizienten Planung erwiesen, sodass im Ergebnis die zum Bauen erforderlichen 2-D-Planunterlagen aus dem virtuellen 3-D-Modell abgeleitet werden konnten.

4 Optimierung Bauablauf durch Nebenangebot

Bereits im Rahmen der Angebotsbearbeitung wurde der Ausschreibungsentwurf zusammen mit der ausführenden Baufirma Johann Bunte Bauunternehmung GmbH & Co. KG durch die Erarbeitung eines Nebenangebots optimiert.

Gemäß Ausschreibung war zunächst vorgesehen, die Rohre in einem Trockendock zu fertigen, dieses später zu fluten, die Rohre längs in die Endlage einzuschwimmen, zu befüllen und abzusenken. Das erforderliche Trockendock sollte im Bereich der Sportanlagen errichtet werden (Abmessungen ca. $L \times B = 100 \text{ m} \times 70 \text{ m}$) und hätte zur

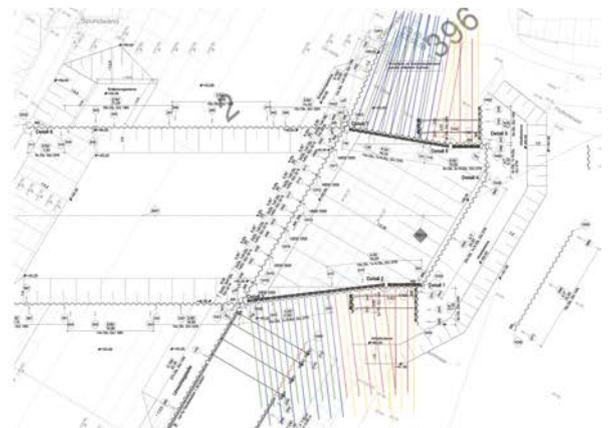
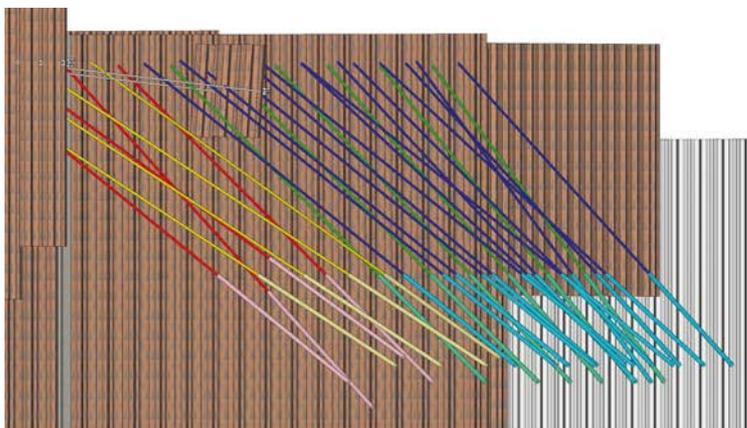


Bild 6 3-D-Ankerplanung – „clash-detection“ – 2-D-Planableitung
3D-planning of anchor – ‘clash-detection’ – 2D-plan-generation

Bauphase 5.5 o M 1:500

Draufsicht



Schnitt A - A

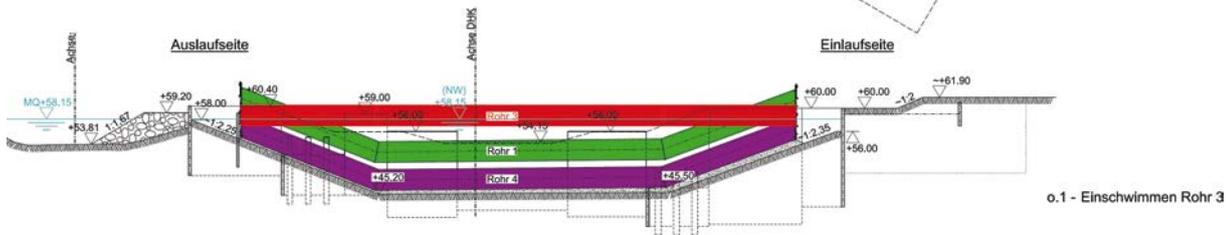


Bild 7 Bauphasenplanung Nebenangebot
Construction planning phase from the side offer

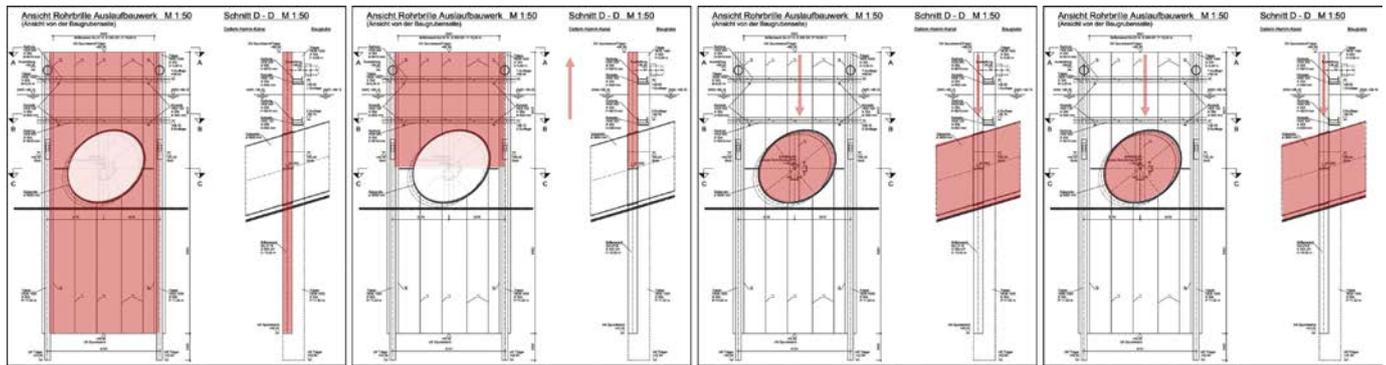


Bild 8 Bauablauf „Spundwandbrille“ (Einbringen/Ziehen/Absenken/Schließen)
Building cycle "Spundwandbrille"

Folge, dass die Fläche eines Sportplatzes hierfür hätte aufgegeben werden müssen.

Gegenstand des Nebenangebots, welches dann auch beauftragt wurde, ist, die Rohre an Land zu fertigen und anschließend mittels Raupenschwerlastkranen in den Kanal zu verbringen. Hierdurch konnten die Eingriffe auf das öffentliche Umfeld reduziert und das Baufeld verkleinert werden.

Aufgrund der begrenzt zur Verfügung stehenden Platzverhältnisse vor allem im Bereich der Dükerrinne im Kanal

wurden bereits im Rahmen der Nebenangebotsbearbeitung detaillierte Bauphasenpläne erarbeitet, um sicherzustellen, dass sich die Rohre auch bei dem zur Verfügung stehenden Platz einschwimmen, füllen, aufrichten und absenken lassen.

5 „Spundwandbrillen“

Die Bauweise mittels sog. „Spundwandbrillen“ ist eine bewährte und gängige Bauweise zur Errichtung von Dü-

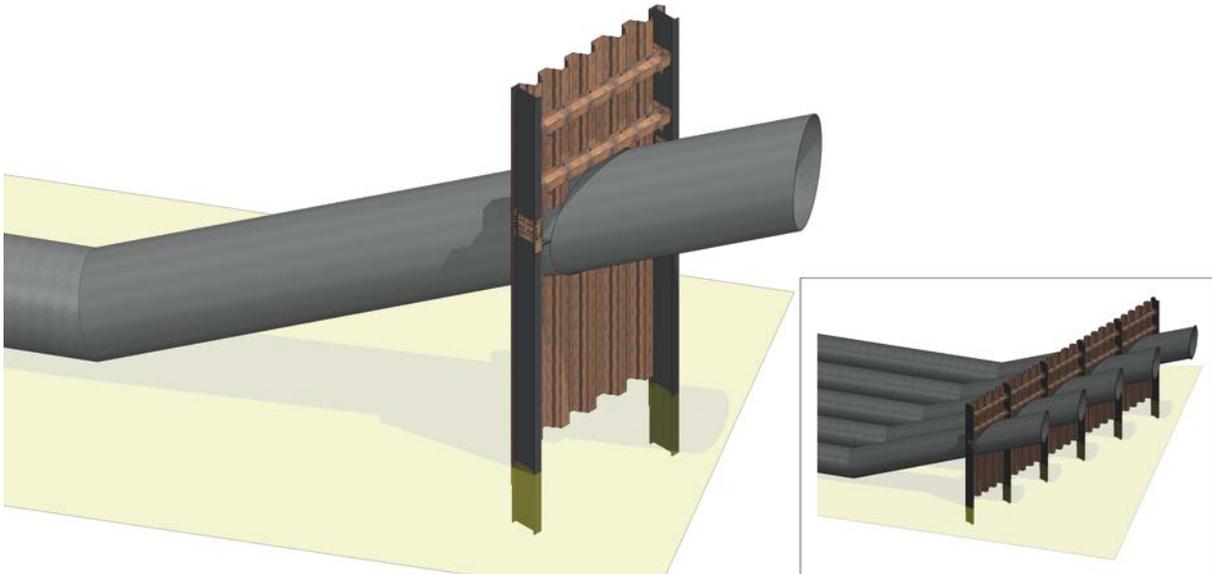


Bild 9 Multidirektionale SPW-Durchdringung im Raum
Multi-directional tube-penetration



Bild 10 Vorfertigung Brillenhalbschalen
Prefabrication „Brillenhalbschalen“



kerbauwerken in offener Bauweise. Bei zwei benachbarten Rohrdurchführungen erinnert die Ansicht an eine Brille und gibt der Bauweise so ihren Namen.

Die Brillenwände werden erforderlich, um einerseits eine Abschottung der Baugruben zum Kanal zur Herstellung der Ein- und Auslaufbauwerke in trockenen Baugruben zu erreichen und um andererseits stets das Kriterium einer gegebenen zweiten Sicherungslinie im Havariefall zu erfüllen. Im vorliegenden Fall fungiert die Brillenwand auf der Einlaufseite ebenfalls als potenzielle Uferwand für einen ev. späteren Ausbau des DHK.

Bei der Brillenbauweise werden in einer aus mehreren Spundbohlen bestehenden Spundwandtafel Durchdringungen stahlbaumäßig eingepasst. Die Spundwandtafel wird anschließend in den Baugrund eingebracht und der obere Teil der Brillenwand wird wieder gezogen. Nach dem Einschwimmen und Füllen der Dükerrohre werden diese auf den verbliebenen unteren Teil der Brillenwand abgesenkt. Abschließend wird der obere Teil der Brillen-

wand geschlossen und das Brillenwandober- und -unterteil kraftschlüssig miteinander verschraubt.

Die Besonderheit der Spundwandbrillen im vorliegenden Projekt ist durch die multidirektionalen Durchdringungen der Dükerrohre auf der Auslaufseite gegeben. Aufgrund der sowohl im Grundriss als auch in der Höhe schräg zur Spundwand verlaufenden Rohre werden die Brillenspundwände dreidimensional durchdrungen. Um die später erforderliche trockene Baugrube zu erhalten, müssen die Rohre passgenau durchgeführt werden, sodass die Brillen später dicht schließen (max. Toleranz ca. 25 mm).

Auch für diese Fragestellung erwies sich das Werkzeug der 3-D-Planung als effizientes Mittel. So wurde im Rahmen der Ausführungsplanung ein 3-D-Modell des Bauwerks erstellt und der Werkstattplanung zur Verfügung gestellt. Aufbauend auf dieser Planung wurden anschließend die Brillenhalbschalen, welche in die Brillenwand eingeschweißt werden, im Werk gefertigt und zur Baustelle geliefert.

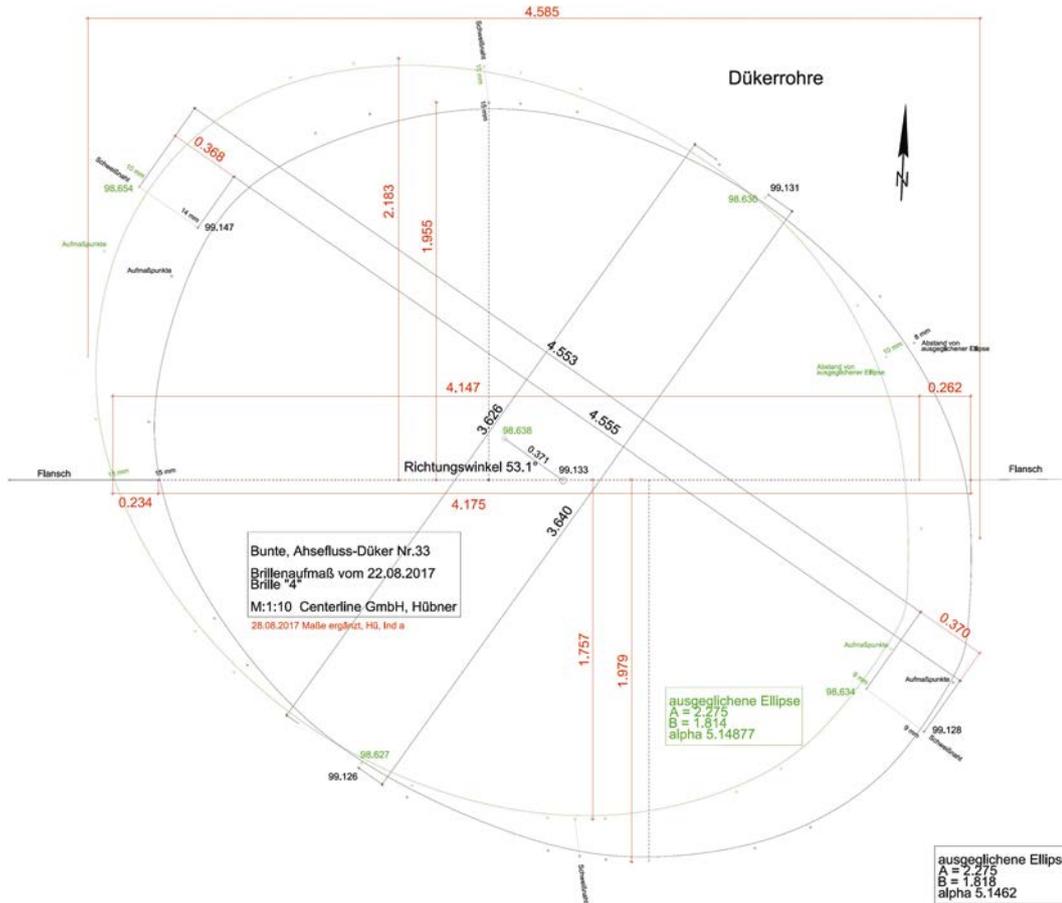


Bild 11 Abgleich der Aufmaße mit theoretischen Planungsmaßen
Comparison between the measurement and the theoretical planning



Bild 12 Fertiggestellte Brillenwand vor Einbau in Kanal
Completed "Brillenwand" before installing in the canal



Bild 13 Einheben der Rohre mittels Raupenkranen im Tandemhub
Tube-lifting by cranes

Nach dem Einbau der Brillenhalbschalen in die Brillenwände und Einbau dieser im Kanal können keine Korrekturen mehr vorgenommen werden. Ebenfalls ist eine Lagekorrektur der Dükerrohre nach dem Absenken dieser auf die Brillenwandunterteile nicht mehr möglich. Der passgenauen Fertigung der Brillenwände kommt daher eine ganz besondere Bedeutung zu und erfordert höchste Aufmerksamkeit.

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, wurden im Rahmen der Planung, Fertigung und Fertigungsüberwachung/Vermessung sehr hohe Bestrebungen unternom-

men. Hierfür wurden die Brillenhalbschalen vor und nach dem Einbau in die Brillenwände mehrfach vermessen und mit der theoretischen Planung verglichen. Nur so konnte eine entsprechende Gewissheit sichergestellt werden, dass die Konstruktion dem Soll entspricht.

6 Stand des Projekts

Der Auftrag wurde an die Johann Bunte Bauunternehmung GmbH & Co. KG, Niederlassung Ahaus vergeben.



Bild 14 Einschwimmen und Absenken der Rohre
Tube-positioning and tube-deepening



Quelle: WNA Datteln



Quelle: WNA Datteln

Bild 15 Schließen der Brillenspundwände am 5. d der Vollsperrung
Closing of the "Brillenspundwände" on the 5th d

Der Baubeginn erfolgte im März 2016. Die Gesamtbauphase der o. g. Maßnahmen beträgt ca. 40 Monate.

Im Feb. 2018 wurde mit dem Einschwimmen der Rohre ein wichtiger und zugleich spannender Meilenstein des Projekts erreicht. Im Zuge einer zweiwöchigen Schiffahrtssperre wurden die jeweils ca. 310 t schweren Rohre im 24-h-Betrieb zunächst mittels zweier mobiler Raupenkrane im Tandemhub an der Vormontagefläche aufgenommen, zum Kanal verbracht und in den DHK abgelassen.

Anschließend erfolgten das Einschwimmen der Rohre in die Baugrube und die kontrollierte Befüllung mittels Pumpen bis zum Aufrichten der Rohre. Nach dem Positionieren der Rohre über den Brillenspundwänden wurden diese durch weitere Befüllung auf die Brillenspundwandunterteile kontrolliert abgesenkt. Sowohl der Rohreinhub als auch das Befüllen und Absenken der Rohre erfolgte planungsgemäß entsprechend den Bauablaufsimulationen und den zuvor durchgeführten Berechnungen zur Schwimmstabilität.

Als letzter spannender Moment des Einschwimmens stellte sich das Schließen der Rohrbrillen dar. Erst damit

konnte final geprüft werden, ob die Brillenspundwände die Anforderungen an die Passgenauigkeit erfüllen. Auch dieser Schritt wurde erfolgreich umgesetzt. Die Brillenspundwände ließen sich erwartungsgemäß schließen und kraftschlüssig verschrauben, sodass nach 5 d Schiffahrtssperre noch ausreichend Zeit verblieb, die Verfüllung der Dükerrinne und weitere im Schiffahrtsquerschnitt umzusetzende Arbeiten durchzuführen.

7 Fazit

Im Auftrag der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV), vertreten durch das Wasserstraßen-Neubauamt Datteln (WNA Datteln), erfolgt der Neubau des Dükers Nr. 33 in DHK-km 38,175. Das neue Bauwerk wird als 5-Rohr-Düker mit Rohrlängen von jeweils ca. 95 m in offener Bauweise ca. 60 m westlich des bestehenden Dükers bei DHK-km 38,235 hergestellt. Alle fünf Dükerrohre haben die gleichen Abmessungen (DA 3600) und werden mittels großformatiger Rohrdurchführungen durch die sog. „Brillenspundwände“ hindurchgeführt.

Das Projekt als derzeit bundesweit größter Stahlrohrdükerneubau stellt mit seinen Anforderungen an die Baustellenlogistik und die technische Umsetzung höchste Maßstäbe im Dükerbau dar.

Aufgrund der Lage im Stadt- und sogar Kurpark- und Sportanlagegebiet bestehen entsprechende Anforderungen an die Baustellenlogistik und -bewirtschaftung. Hinzu kommt die eingeschränkte Zugänglichkeit der Auslaufseite auf dem schmalen und lastbeschränkten Lippedamm, sodass diese größtenteils nur über den Wasserweg erschlossen werden kann.

Im Hinblick auf die technischen Belange stellt die Fertigung der sog. „Spundwandbrillen“ eine besondere Herausforderung an die Planung, Fertigung, Vermessung und Montage dar. So wurde der Planungs- und Fertigungsprozess mit hohen Aufwendungen betrieben, um eine größt-

mögliche Sicherheit in der Passgenauigkeit zu erreichen. Im Ergebnis ließen sich die Dükerrohre in der Schiffahrtssperre plangemäß absenken und die Spundwandbrillen kraftschlüssig schließen.

Trotz des Gelingens wird empfohlen, multidirektionale Durchdringungen von großformatigen Rohren durch Spundwände nach Möglichkeit bereits in der Entwurfsphase durch z.B. Variation der Gesamtgeometrie planarisch zu vermeiden. Wie im vorliegenden Fall ist dies jedoch infolge von Zwängen aus Abstimmungen mit Dritten und der Plangenehmigung (Gründerwerb, Ökologie) nicht immer vermeidbar. Es steht dabei sicherlich auch außer Frage, dass solche Lösungen erfolgreich umgesetzt werden können, letztendlich stellt das obenstehende Projekt ein gutes Beispiel dafür dar. Dennoch sind multidirektionale Durchdringungen mit einem hohen Planungs- und Fertigungsaufwand und letztlich mit einem nicht auszuschließenden Restrisiko verbunden. So verbleiben trotz aller Bestrebungen entsprechende Risiken zur Passgenauigkeit, welche erst im Zuge des Einbaus und dann ohne Korrekturmöglichkeiten ersichtlich werden.

Abschließend ist positiv festzuhalten, dass das äußerst kooperative und partnerschaftliche Miteinander aller am Planungs- und Bauprozess beteiligten Parteien einen wesentlichen Kernpunkt darstellt, um diese technisch höchst anspruchsvolle Gesamtmaßnahme einem erfolgreichen Projektabschluss zuzuführen.

Projektbeteiligte

Bauherr:	Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, vertreten durch das Wasserstraßen-Neubauamt Datteln
Ausführende Firma:	Johann Bunte Bauunternehmung GmbH & Co. KG, Niederlassung Ingenieur- und Brückenbau Ahaus Bilfinger MCE Aschersleben GmbH (Nachunternehmer Rohrfertigung)
Ausführungsplanung:	grbv Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG, Hannover
Prüfingenieur:	CSK Ingenieurgesellschaft mbH & Co. KG, Dortmund

Autoren

Dipl.-Ing. Björn Helfers, M.Sc.
grbv Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG
Expo Plaza 10
30539 Hannover
b.helfers@grbv.de

Dipl.-Ing. Carsten Voigt
grbv Ingenieure im Bauwesen GmbH & Co. KG
Expo Plaza 10
30539 Hannover
c.voigt@grbv.de



INGENIEURE IM BAUWESEN

Hauptsitz Hannover

Expo Plaza 10
30539 Hannover
Telefon +49 511 98494-0
Telefax +49 511 98494-20
info@grbv.de
www.grbv.de

Niederlassung Berlin

Wichmannstraße 6
10787 Berlin
Telefon +49 30 3001316-0
Telefax +49 30 3001316-20
berlin@grbv.de

Wasserbau

Hochbau

Ingenieurbau

Industriebau

Windenergie