

Neubau eines Versorgungsdükers unter der Schleusenanlage Kiel-Holtenau



Inhaltsverzeichnis

| | | |
|------------|---|-------|
| 1.0 | Die Schleusenanlage in Kiel-Holtenau | Seite |
| 1.1 | Zweck der Schleusendüker | 4-5 |
| 1.2 | Anlass für Neuplanung | 5 |
| 1.3 | Kriterien für die Variantenuntersuchung | 5-6 |
| 1.4 | Optimale Variante | 6 |
| 1.5 | Änderungen Zielvariante infolge Zustand Kleine Schleuse | 6-7 |
| 1.6 | Örtlichkeit und Baugrund | 7-8 |
| | | |
| 2.0 | Vorbereitende Maßnahmen | |
| 2.1 | Kampfmitteluntersuchung | 8 |
| 2.2 | Rodung | 8 |
| 2.3 | Leitungsverlegung | 9 |
| 2.4 | Anleger | 9-10 |
| 2.5 | Betriebsweg Mittelinsel | 10 |
| 2.6 | Am Torbunker 1 | 10-11 |
| 2.7 | Umankerung Große Schleuse zur Errichtung des Startschachtes (Südseite) | 11 |
| | | |
| 3.0 | Vortriebsverfahren | |
| 3.1 | Start- und Zielschacht | 12 |
| 3.2 | Rohrvortriebsverfahren | 13 |
| 3.3 | Anschluss der Zwischenschächte | 13-14 |

| | | |
|------------|--|-------|
| 4.0 | Innenausbau Schächte | Seite |
| 4.1 | Herstellung der Wasserundurchlässigkeit in den Hauptschächten | 15 |
| 4.2 | Stahltreppenturm | 16 |
| 4.3 | Einrichtung/Ausstattung der Schächte | 16 |
| 5.0 | Dükerbelegung | |
| 5.1 | Hüllrohreinzug | 17 |
| 5.2 | Verdämmung | 17 |
| 5.3 | Schadensbild | 18 |
| 5.4 | Sanierung | 18 |
| 5.5 | Leitungsverlegung | 18 |
| 6.0 | Technische Daten | |
| 6.1 | Der Düker im Überblick | 19–20 |
| | Bilderverzeichnis | 21 |



1.0 Die Schleusenanlage in Kiel-Holtenau

Die vier Schleusenkammern in Kiel-Holtenau und die nahezu baugleichen Schleusen in Brunsbüttel gewährleisten den Verkehr durch den Nord-Ostsee-Kanal und gleichzeitig die Regulierung des Wasserstandes in der annähernd 100 km langen Wasserstraße. Die 1887–1895 gebaute Kleine Schleuse verfügt über zwei Schleusenkammern mit 125 m Nutzlänge, 22 m Nutzbreite und einer Drempeltiefe von -9,80 m NHN. Die in den Jahren 1911–1914 errichtete Große Schleuse verfügt ebenfalls über zwei Schleusenkammern, jedoch mit deutlich größeren Maßen: Nutzlänge 310 m, Nutzbreite 42 m und eine Drempeltiefe von -14,00 m.

1.1 Zweck der Schleusendüker

Von Beginn an bestand die Notwendigkeit, Medien-, Energie- und Kommunikationsleitungen unter der Wasserstraße hindurch sowie zu den teilweise in Insellage befindlichen Anlagen und Gebäuden der Schleusengruppe Kiel-Holtenau zu führen. Dies wurde bereits bei der Planung der Schleusenkammern berücksichtigt. In die Schleusenbauwerke wurden jeweils drei begehbare Leitungstunnel

oder -düker integriert und über vertikale Schächte an die nördliche und südliche Schleusenmauer sowie die Mittelmauer angeschlossen. Über diese Düker erfolgt bis heute die Ver- und Entsorgung der Schleusenleitstände und Betriebsanlagen auf den Mittelmauern der Schleusen sowie der Gebäude und Anlagen auf den Schleuseninseln. Auch die Verbindung von Leitungsnetzen der Stadtteile Kiel-Holtenau im Norden und Kiel-Wik im Süden wird über die Düker hergestellt.

1.2 Anlass für Neuplanung

Mit einer Nutzungsdauer von über 120 Jahren (Düker der Kleinen Schleuse) bzw. über 100 Jahren (Düker der Großen Schleuse) war eine Anpassung der Bauwerke an das heutige Anforderungsprofil – gerade in Anbetracht der hohen Ansprüche an die Gewährleistung der Betriebssicherheit – hinsichtlich des heutigen Standes der Technik mit wirtschaftlichen Mitteln nicht mehr darstellbar. Daher wurde ein Ersatzneubau beschlossen und hierzu verschiedene Varianten untersucht.

1.3 Kriterien für die Variantenuntersuchung

Ziel der Variantenuntersuchung war es, unter Berücksichtigung der Umgebung, der baulichen Randbedingungen und der betrieblichen Anforderungen eine optimale Variante für die Umsetzung des gut 400 m langen Ersatzneubaus zu erarbeiten:

- Der nördliche Stadtteil Kiel-Holtenau ist entlang der Verkehrs-anbindung hauptsächlich durch Wohnbebauung geprägt und verfügt hierdurch über ein enges und wenig leistungsfähiges Straßennetz. Demgegenüber verläuft die Anbindung über den südlichen Stadtteil Kiel-Wik vornehmlich durch Gewerbegebiete mit einer deutlich leistungsfähigeren Straßenanbindung.
- Als Baugrund befinden sich im südlichen Bereich vornehmlich Sande, im nördlichen Bereich vornehmlich Geschiebemergel.

- In Bezug auf die Sicherheit des Rohrvortriebes (Ausbläser) wurde im Bereich der Großen Schleuse ein Verlauf unter dem Massivbauwerk des Mittelhaupts einem Verlauf unter den nur mit einer Betonplattenauflage gesicherten Kammern vorgezogen.
- Ziel war es, die bestehenden Energiezentralen und Anschlusspunkte ohne große Zusatzarbeiten und -wege an den Düker anzuschließen – ohne dabei jedoch die Dükerlänge deutlich zu erhöhen.

1.4 Optimale Variante

Die optimale Variante ist 417 m lang, berücksichtigt die oben genannten Kriterien bestmöglich, verläuft ideal zu Anschlusspunkten bzw. bestehenden Baukörpern und lässt eine Baustellenzufahrt auf der Südseite – mit guter Verkehrsanbindung und viel Platz – zu.

1.5 Änderung Ausführung infolge Zustand der Kleinen Schleusen

Im Rahmen einer Bauwerksprüfung wurden nach Auftragserteilung, aber vor Baubeginn des Leitungsdükers, massive Bauwerksschäden an den Kleinen Schleusen festgestellt, die daraufhin aus Sicherheits-



gründen bis auf Weiteres außer Betrieb genommen wurden.

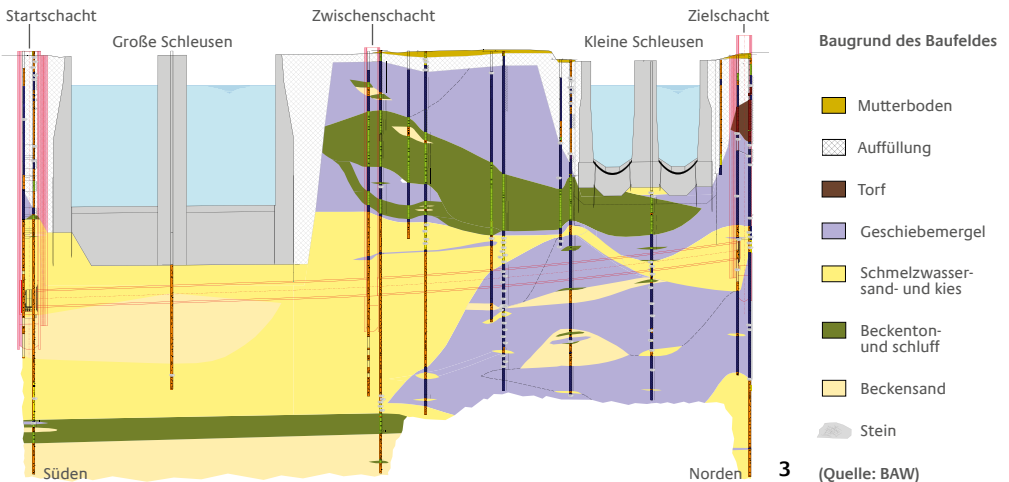
Die ursprünglich geplante Sanierung der Kleinen Schleuse musste daher verworfen und stattdessen Vorbereitungen für einen Ersatzneubau begonnen werden. Aufgrund des damit erforderlich werden- den Planungsvorlaufes und Planfeststellungsverfahrens war zum Zeitpunkt des Baubeginns am Düker keine Aussage zur späteren Lage und Kubatur des Ersatzneubaus möglich, so dass auf einen geplanten Anschlusschacht auf der Mittelmauer der Kleinen Schleuse verzichtet wurde. Stattdessen ist geplant, das neue Schleusenbauwerk mit Dükern in den Schleusenhauptern zu versehen und über diese auch die Mittelmauer der Schleuse zu versorgen.

1.6 Örtlichkeit und Baugrund

Der Baugrund im Bereich des gesamten Baufeldes setzt sich größtenteils aus eiszeitlichem Geschiebemergel, Schmelzwassersand, -kies und Beckensand zusammen.

Aber auch nebst dem bautechnisch anspruchsvollen Baugrund sind die Flächen auf und um die Schleusenanlage besonders zu betrachten und zu behandeln.

Das Areal der Schleusenanlage ist gekennzeichnet durch eine über 300 Jahre währende wirtschaftliche und verkehrstechnische Nutzung. Hier mündete bereits der von 1773–1784 gebaute Schleswig-Holsteinische Kanal in die Kieler Förde.



Während des Zweiten Weltkriegs war die Umgebung der Schleusenanlagen aufgrund seiner militärischen (Marineflughafen, Marinehäfen, Munitionsdepot) und logistischen (Öltanklager) Bedeutung ein hochfrequentiertes Ziel alliierter Bombenangriffe.

Aufgrund dieser Vorgeschichte war auf allen Baufeldern des Dükers in Kiel-Holtenau – trotz umfangreicher Kampfmittelbergungen in der Vergangenheit – mit Altlasten und Kampfmitteln zu rechnen.

2.0 Vorbereitende Maßnahmen

2.1 Kampfmitteluntersuchungen

Vor dem ersten Spatenstich für den Dükerbau, wurden sämtliche Baustelleneinrichtungsflächen des geplanten Baufeldes auf Grundlage einer Luftbild-Gelände-Auswertung auf Kampfmittel untersucht.

Nach geophysikalischen Messungen mit dem TDEM-Verfahren wurden Verdachtspunkte von qualifizierten Kampfmittelbeseitigungsunternehmen untersucht.

Im Baufeld des Startschachts auf der Südseite der Schleusenanlage konnten elf – allerdings bereits vom Zünder befreite – Thermit-Stabbrandbomben geborgen werden.

Auf der Mittelinsel stießen die Spezialisten bei Erdarbeiten auf zwei weitere, größere Brandbombentypen.

Weiterhin wurden in allen Baufeldern bei der geomagnetischen Untersuchung nicht verzeichnete Leitungsverläufe, die Reste eines massiven Mehrkammerklärsystems sowie alte Fundamente aufgefunden, die im Zuge der Baufeldfreimachung umverlegt bzw. beräumt wurden.

2.2 Rodung

In allen Baufeldern mussten bauvorbereitend kleinere Busch- oder Baumbestände gerodet werden. Diese konnte vollständig außerhalb der Brutzeiten durchgeführt werden.



2.3 Leitungsverlegung

In allen Baufeldern der geplanten Haupt- und Zwischenschächte mussten vorhandene Leitungen verlegt werden. Auf der Mittelmauer der Großen Schleuse musste der gesamte Leitungsbestand aus dem mittig im Schleusendeck verlaufenden Kabelkeller in die auf dem Schleusendeck neu hergestellten Kabeltröge verlegt werden, um anschließend innerhalb des Kabelkellers den Anschlusschacht zum Düker zu errichten.

2.4 Anleger

Um während der gesamten Bauphase den An- und Abtransport großer Maschinen und großer Mengen Material gewährleisten zu können, wurde auf der westlichen Kopfseite der Mittelinsel ein Anleger geplant und errichtet. Ein Behelfsanleger am Südufer des Kanals stellt den Transfer auf dem Wasserweg und den Anschluss an das übergeordnete Verkehrsnetz sicher. Dieser soll in naher Zukunft mit Blick auf die Folgemaßnahmen zu Schleusenneubau und -sanierung durch ein dauerhaftes Bauwerk ersetzt werden.

Für den Anleger auf der Mittelinsel wurde – nach Kampfmitteluntersuchung und Austauschbohrungen – ein Kasten aus Spundbohlen mittels Rammverfahren in der Uferböschung errichtet, mit Querankern gesichert und mit Längsankern in der Böschung verankert.

Da das Brackwasser des NOK zu hohen Abrostungsraten führt, wurden zur Sicherung der Konstruktion Betonhalbfertigplatten vor die Spundbohlen gesetzt und der Spalt ebenfalls mit Beton vergossen.



Nach der vollständigen Verfüllung erfolgten Schalungs-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten, um Kopf- und Seitenholme herzustellen.

2.5 Betriebsweg Mittelinsel

Im Bereich der Mittelinsel musste bei der Herstellung der Betriebswege umfassender Bodenaustausch mit Neuaufbau des Weges erfolgen, um eine ausreichende Lastklasse gewährleisten zu können. Die Dimensionierung und Ausführung wurde bereits mit Blick auf die weiteren Bau- und Sanierungsmaßnahmen auf der Mittelinsel ausgelegt.

2.6 Am Torbunker 1

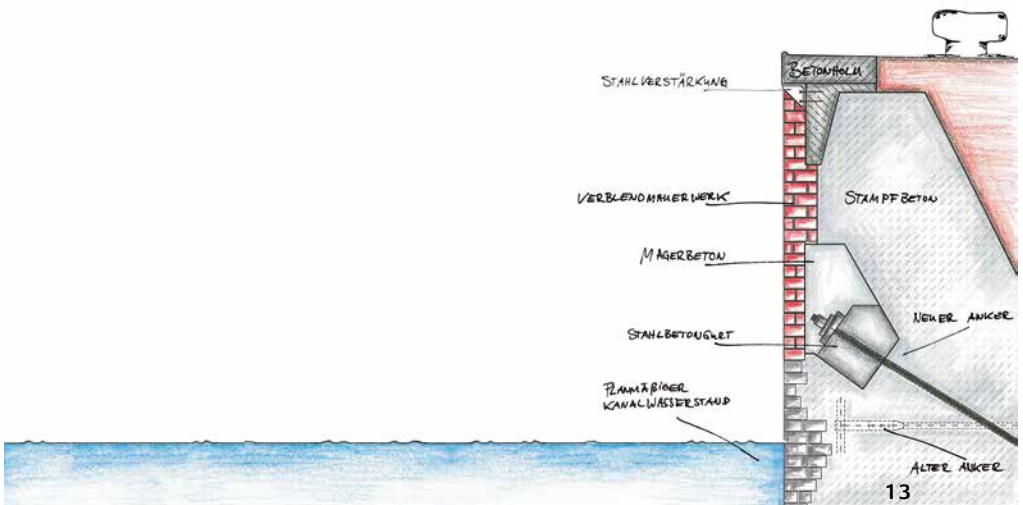
Die Schleusentore der Großen Schleuse in Kiel-Holtenau werden mit Zahnstangenantrieb geöffnet und geschlossen. Die Zahnstangen laufen bei Öffnung eines Tores durch den Torbunker und weiter in den Boden eingebettete Tunnel hinter den Torbunkern.



Im Bereich des Torbunkers 1 (Westseite Mittelinsel) führt der geplante Betriebsweg vom Anleger direkt über diese Zahnstangentunnel. Zur Sicherung dieser Tunnel gegen die Lasten aus der Überfahrt mit schwerem Gerät wurden seitlich der bestehenden Tunnelwände massive Betonkörper als Verstärkung aufgebaut. Diese dienen auch als Auflager für die Überfahrtsplatten aus stark armiertem Beton. Die Gründung der seitlichen Betonkörper erfolgte mittels GEWI-Pfählen, so dass auch hier das Erdreich im Vorfeld auf Kampfmittel untersucht werden musste.

2.7 Umankering Große Schleuse zur Errichtung des Startschachtes (Südseite)

Der Bau der Großen Schleusen vor etwas über 100 Jahren erfolgte in einer trockenen Baugrube. Beim Hinterfüllen der Schleusenmauern zeigte sich eine Verformung der Mauern zur Schleusenkammer hin. Dieser wurde begegnet, indem man in ca. 4 m Tiefe unter Geländeoberfläche Ankerstangen einbaute, die durch ca. 2 m x 2 m große Eichenbohlenplatten rückwärtig im Erdreich verankert sind. Die im Bereich des Startschachtes vorhandenen Anker mussten ausgewechselt werden. Hierzu wurden wasserseitig vom Schwimmponton mit einem Bohrgerät an vier Punkten 45 m bzw. 53 m tief diagonal am Schachtbauwerk vorbei neue Ankerlöcher gebohrt und anschließend per Kran – mit Hilfe einer Traverse – die neuen Ankerstangen eingefädelt.



3.0 Vortriebsverfahren

3.1 Start- und Zielschacht

Zur Herstellung der äußeren Schachtwandung mussten beim Startschacht 40 Einzelbohrungen mit einer Tiefe von rund 37 m ausgeführt werden; beim Zielschacht waren es 26 Bohrungen mit einer Tiefe von rund 32 m. Die Herstellung erfolgte als überschnittene Bohrpfahlwand mit Pfahldurchmessern von 1,50 m und einem geplanten Überschnitt von 0,40 m. Im Pilgerschritt wurden zunächst unbewehrte Pfähle hergestellt. Die Ausführung der Sekundärpfähle erfolgte dann unter Verwendung statisch tragfähiger Bewehrung. Aufgrund der hohen Anforderungen an die Lagegenauigkeit wurden für die Herstellung der Schächte vorlaufend Bohrschablonen aus Beton hergestellt, um für das Großlochbohrgerät eine Führung zu bieten.

Nach Herstellung der Bohrpfähle erfolgte der Aushub innerhalb des Bohrpfahlringes unter Wasserauflast bis zur planmäßigen Tiefe. Mit Taucherhilfe erfolgte die Egalisierung des Bodens sowie das Einbohren einer Verdübelung von Stahlrohrstücken, die im Anschluss die ebenfalls unter Wasser betonierte Sohle mit den Bohrpfählen dauerhaft verbindet.

Nach Erreichen einer ausreichenden Festigkeit des Betons wurde das Wasser im jeweiligen Schacht in mehreren Abschnitten ausgepumpt und der Schacht hierbei auf Dichtigkeit kontrolliert. Im Anschluss erfolgte im Startschacht mit der Herstellung des Pressenwiderlagers, der Ausfahrdichtung und des Dichtblockes die Vorbereitung für den Rohrvortrieb. Bis auf die Herstellung des Dichtblockes verliefen die Arbeiten ohne nennenswerte Zwischenfälle. Dort kam es – wohl aufgrund einer ungeeigneten Gerätewahl – zu teilweise erheblichen Lageabweichungen der Düsenstrahlkörper.

3.2 Rohrvortriebsverfahren

Bei dem gewählten Rohrvortriebsverfahren im Schildvortrieb mit flüssigkeitsgestützter Ortsbrust wurde der Baugrund von der Startbaugrube aufgeföhren – bei diesem Bauvorhaben betrug die Distanz zwischen Start- und Zielschacht 417 m. Zum Einsatz kamen standardmäßig Betonrohre mit 4 m Länge. Diese wurden zum Ausgleich von Maßhaltigkeiten zum Teil durch kürzere Ausführungsvarianten ergänzt. Im Bereich der Zwischenschächte wurden mit Stahlmantel versehene Betonrohre verwendet. Im Bereich der späteren Öffnung nach oben waren diese bereits mit einem Mannloch versehene. Zur Reduzierung des Vortriebsdruckes auf den Rohrstrang und zur lagegenauen Positionierung der Sonderrohre kamen zudem Dehnerstationen zum Einsatz.

3.3 Anschluss der Zwischenschächte

Auf der Mittelmauer der Großen Schleuse und auf der Mittelinsel befinden sich jeweils Knotenpunkte für den Leitungsverlauf, die an den Hauptrohrstrang über Zwischenschächte angeschlossen werden mussten.



Hierzu wurden – bevor mit dem Vortriebsverfahren des Hauptrohrstranges begonnen wurde – auf der Mittelinsel und der Mittelmauer zwei bentonitgestützte Bohrlöcher mit 2 m Durchmesser bis unter das Niveau des Hauptrohrstranges mit Hilfe eines Großlochbohrgerätes gebohrt. In diese Bohrlöcher wurden die extern gefertigten, knapp 30 m langen Stahlrohre eingehängt.

Im Überschneidungsbereich mit dem Dükerrohrstrang waren diese Rohre mit einem GFK-Rohrstück verlängert, welches zur Lagesicherung und zum Schutz gegen Ausbläser zusätzlich mit Magerbeton verfüllt wurde.

Nach Abschluss des Dükervortriebes wurde mit Hilfe eines Vereisungssystem rund um die Anschlussstellen der Boden zur Sicherung gegen Wassereinbruch vereist, der Durchbruch auf Sollmaß erweitert und ein kraftschlüssiger Anschluss des aufgehenden Stahlschachtes an das äußere Stahldükerrohr mit verschweißten Passstücken geschaffen.





4.0 Innenausbau Schächte

4.1 Herstellung der Wasserundurchlässigkeit in den Hauptschächten

Um späteren Rissbildungen aus unterschiedlichen Bauteildicken an der wasserundurchlässigen (WU) „Innenschale“ der Hauptschächte vorzubeugen, wurden zunächst die Bohrpfähle gereinigt und Auswüchse beseitigt. Dann wurden die Vertiefungen im Übergang der Bohrpfähle mit Spritzbeton aufgefüllt und eine Noppenbahn als Dränschicht befestigt.

Im Anschluss wurden die „Innenschalen“ der Schächte mit einer Stärke von 0,40 m (Wand) und 2,0 m (Sohle) in Etappen eingeschalt und betoniert.

Im Schutz einer Spundwand wurde parallel die Baugrube für die geplanten Technikeller ausgehoben und auch diese Baukörper an die „Innenschale“ angeschlossen.

Für die Abdeckung der Schächte wurden im jeweils angrenzenden Baufeld Schachtdeckel aus Stahlbeton vorgefertigt – der Deckel für den Startschacht Größenbedingt dreiteilig.

Die Deckel wurden im Anschluss mittels Kran in die Schachtöffnungen eingehoben.

4.2 Stahltreppenturm

In Start- und Zielschacht wurden Stahltreppentürme errichtet, über welche man zur Schachthohle gelangen kann. Eine Gitterrostebene auf Höhe des Technikellerbodens gewährleistet zusammen mit einem auf Kranbahnen verschiebbaren Mannkorbsystem und in die Schachtdecke eingelassenen – mit Stahldeckeln gesicherten – Öffnungen zum Einheben von Lasten eine sichere Arbeitsvorbereitung und -durchführung.

4.3 Einrichtung/Ausstattung der Schächte

Am Treppenturm von Start- und Zielschacht und in den leitungsführenden Rohren der Zwischenschächte wurde eine Feuerlöschanlage installiert, welche im Brandfall bis zum Eintreffen der alarmierten Feuerwehr den Brand bekämpft. Die Branddetektion erfolgt mittels eines gestaffelten Rauchgasansaugsystem (RAS) mit jeweiliger Detektion im oberen, mittleren und unteren Drittel des zu schützenden Schachtabschnittes.

Der hierauf zugeschnittene gestaffelte Aufbau der Feuerlöschanlage gewährleistet mittels Hochleistungsdüsen eine Beaufschlagung des Brandherdes mit bis zu 5 l Wasser pro m² und Minute.

Auch in den Zwischenschächten werden Mannkorbsystem sowie RAS- und Feuerlöschsystem in leicht abweichender Ausführung vorgehalten.

Ein Toximeter am Schachtgrund und eine leistungsstarke Belüftung sorgen dafür, dass sich auch nach längeren Nutzungspausen keine Schadgase in den Schächten anreichern können.

Ein Telefonsystem sorgt für die Kommunikation zwischen den Schächten sowie zwischen Schachtkopf und Schachthohle; eine Anbindung ans Telefonnetz sichert den Kontakt zu den Kollegen auf der Schleuseninsel, aber auch den Notruf bei einem Unfall.

5.0 Dükerbelegung

5.1 Hüllrohreinzug

Vor dem eigentlichen Leitungseinzug wurden zwei Rohre für die düker-eigene Entwässerung auf dem Boden der Dükerrohre befestigt. Anschließend erfolgte der Einzug von 17 Hüllrohren mit unterschiedlichen Durchmessern, die zuvor auf ein Rollwagensystem montiert und dann abschnittsweise in den Rohrstrang eingezogen wurden – insgesamt also rund 7.900 m Rohr.

5.2 Verdämmung

Um den Aufwand für Inspektion und Wartung im Betrieb so gering wie möglich zu halten, wurde der Hauptrohrstrang zwischen den aufgehenden Schächten mittels eines fließfähigen Betons („Dämmer“) abschnittsweise verfüllt.

Hierzu wurden die Hüllrohre an den Enden verschlossen und vollständig mit Wasser gefüllt, wodurch ein Auftrieb beim Einbringen des Dämmers verhindert und die gewünschte Position in der Rohrführung unverändert blieb.

Zusätzlich schützt der Dämmer die Hüllrohre während des Leitungseinzuges und des späteren Betriebes möglichst effektiv vor Beschädigungen und im Brandfall.



5.3 Schadensbild

Leider wurden jedoch beim Einbringen des Dämmers – im nördlichen Teilstück des Dükers – Hüllrohre stellenweise beschädigt, so dass Dämmen in die Hüllrohre eindrang und sie teilweise sogar vollständig eindrückte. Die Gründe hierfür sind nicht eindeutig ermittelt – in Frage kommen Vorschädigungen an Rohrstücken und/oder unbemerkter Wasserverlust während des Verdämmvorganges. Infolge von Wasserverlust könnte es dann in den betroffenen Abschnitten zu einem Erweichen des Kunststoffrohres durch Hydratationswärme und im nächsten Schritt dann zu Verformungen durch den herrschenden Druck gekommen sein.

5.4 Sanierung

Der Einsatz von Hochleistungs-Spülfahrzeugen und Rohrfräsen scheiterte trotz des sehr engagierten Vorgehens des eingesetzten Unternehmers unter anderem an einem regelmäßigen Auswandern des Fräskopfes von der Leitungstrasse, welches auf den leichten Anstieg des Dükers zurückzuführen sein könnte. Nachdem sich ein Fräskopf bei etwa 40 m Rohrlänge festgefahren hatte und nicht mehr bergen ließ, entschloss sich der AN zum Ausbau des beschädigten Rohrabschnittes.

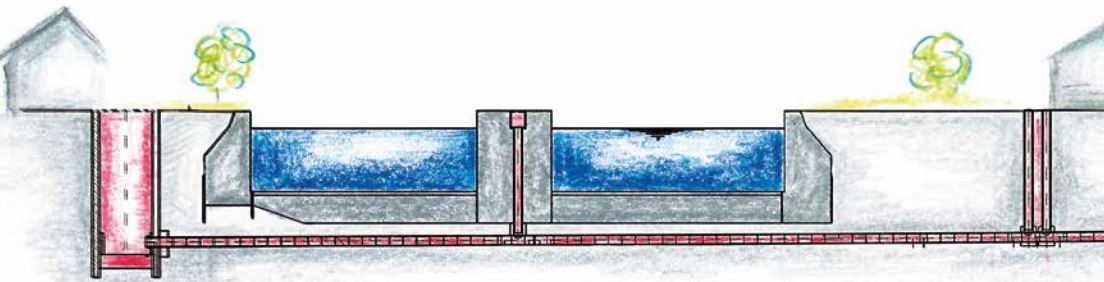
Hierzu wurden Dämmen und Hüllrohre auf einer Länge von 100 m ab dem Zielschacht vollständig zurückgebaut.

Im Anschluss erfolgte die Neuinstallation der Hüllrohre samt Einbringen des Dämmers – ebenfalls unter sehr beengten Randbedingungen und per Hand.

5.5 Leitungsverlegung

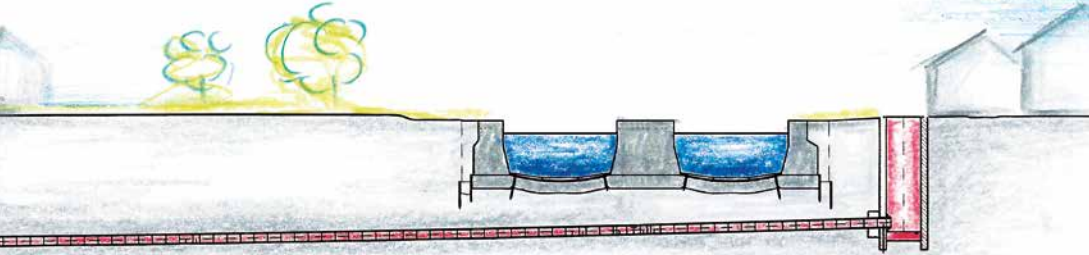
Ein bedeutender Teilschritt des Projekts wird das Einziehen der Leitungen sein – dieses wird als abschließende Maßnahme, nach vollständiger Ausstattung der Schächte, in Kürze erfolgen.

Im Anschluss kann die Inbetriebnahme erfolgen.

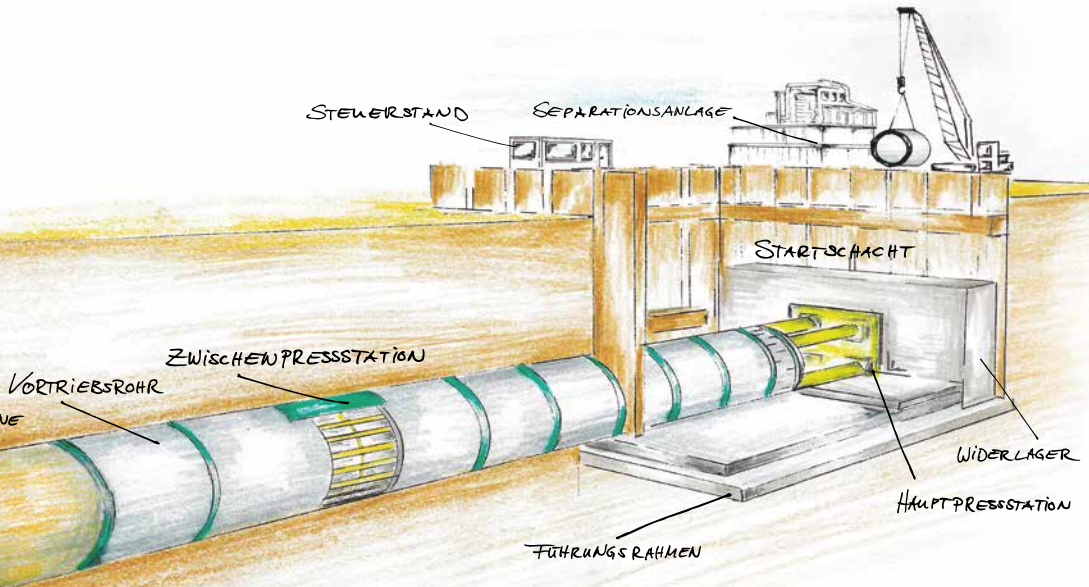


| | |
|------------------------------------|------------------|
| Geplante Bauzeit: | 2014 bis 2018 |
| Baukosten: | ca. 25 Mio. Euro |
| Dükerlänge: | 409,50 m |
| Innendurchmesser Düker: | 1,80 m |
| Innendurchmesser Startschacht: | 11,81 m |
| Sohltiefe Startschacht: | 36,90 m |
| Innendurchmesser Zielschacht: | 7,60 m |
| Sohltiefe Zielschacht: | 29,27 m |
| Innendurchmesser Zwischenschächte: | 1,60 m |





24



25

Bilderverzeichnis

| Bildunterschriften | Seite |
|---|-------|
| 1: Verlauf des neuen Leitungsdükers. | 4 |
| 2: Prüfen zweier Varianten der Leitungsführung. | 6 |
| 3: Anspruchsvoller Baugrund. | 7 |
| 4: Untersuchung auf Kampfmittel. | 9 |
| 5: Fund von elf Thermit-Stabbrandbomben. | 9 |
| 6: Errichtung des Anlegers Mittelinsel. | 10 |
| 7: Mit dem neuen Anleger ist die Mittelinsel optimal angebunden. | 10 |
| 8: Bewehrung des südlichen Anleger-Längsholms. | 10 |
| 9: Einhängen der Betonfertigteile vor der Spundwandkonstruktion des Anlegers. | 10 |
| 10: Pflasterarbeiten am neuen Betriebsweg. | 10 |
| 11: Der neue Betriebsweg. | 10 |
| 12: Überfahrt des Zahnstangentunnels am Torbunker 1. | 10 |
| 13: Umankerung der Schleusenmauer im Bereich des Südschachtes. | 11 |
| 14: Taufe der Schildvortriebsmaschine. | 13 |
| 15: Nach dem Durchbruch: Bergen des Schildkopfes am Zielschacht. | 13 |
| 16: Bergen weiterer Sektionen der Vortriebsmaschine. | 13 |
| 17: Einheben der Zwischenschächte – zentimetergenau. | 14 |
| 18: Absolute Vorsicht beim empfindlichen GFK-Rohrende. | 14 |
| 19: Maßarbeit auch in der Höhe (Mittelmauer der Großen Schleuse). | 14 |
| 20: Blick von oben in einen der Zwischenschächte. | 15 |
| 21: Start- und Zielschacht sind über Treppentürme begehbar. | 15 |
| 22: Einzug der 17 Hüllrohre. | 17 |
| 23: Aufbau des nächsten Rohrabschnittes. | 17 |
| 24: Längsschnitt des Dükers: Die Gesamtlänge beträgt rund 400 m. | 19-20 |
| 25: Übersicht des Rohrvortriebsverfahrens. | 19-20 |
| 26: Der Treppenturm des Startschachtes wirkt von der Schachtsohle wirklich beeindruckend. | 22 |

**Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt
Kiel-Holtenau**

Schleuseninsel 2
24159 Kiel
Telefon 0431 3603-0
Telefax 0431 3603-414
wsa-kiel-holtenau@wsv.bund.de
www.wsa-kiel.wsv.de

Druck und Satz
media4motion Werbeagentur GmbH

Stand
September 2018

Bestellungen von Druckerzeugnissen
info@wsv.bund.de

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeits-
arbeit der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des
Bundes kostenlos herausgegeben.
Sie darf nicht zur Wahlwerbung verwendet werden.

