Bundesanstalt für Wasserbau
Kompetenz für die Wasserstraßen

Bundesanstalt für Wasserbau · Postfach 21 02 53 · 76152 Karlsruhe

Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Kiel-Holtenau
Herrn Jens Anke
Schleuseninsel 2

24159 Kiel

Ansprechpartner/in:
Kiesel
Geschäftszeichen:
B3951.01.10.10280
Telefon: +49 (0)721 9726-2845
Telefax: +49 (0)721 9726-2150
annika.kiesel@baw.de
www.baw.de

Ihr Zeichen:
231.2-ModS/7-21

Datum: 15.12.2016

Ersatzneubau Kleine Schleuse Kiel-Holtenau
hier: Abschließende Bewertung der Bauvarianten

- Ihre Email vom 15.11.2016 von Herrn Anke (WSA Kiel-Holtenau) an Frau Kiesel (BAW Karlsruhe)
- Die Besprechung in der BAW Karlsruhe am 05.12.2016 mit den Teilnehmern
  Fr. Frentzel-Schirmacher (BAW), Fr. Kiesel (BAW), Anke (WSA Kiel-Holtenau), Ehmann (BAW), Kunz (BAW), Dr. Mayer (IB SGS), Müller (BAW), Natho (NBA Magdeburg), Nowakowski (NBA Magdeburg), Dr. Rahimi (BAW), Sunderdiek (WTM)

Sehr geehrte Damen und Herren,
sehr geehrter Herr Anke,

im Hinblick auf die anstehende Entscheidung für eine der Planungsvarianten K2 oder K5 zum Ersatzneubau der Kleinen Schleuse Kiel-Holtenau haben Sie uns um eine Stellungnahme gebeten.

1. Vorbemerkungen

Während für die Schleusenhäupter beim geplanten Ersatzneubau der Kleinen Schleuse in Kiel-Holtenau eine massive Halbrahmenkonstruktion vorgesehen ist, stehen für die Schleusenkammerwände die beiden Planungsvarianten K2 und K5 zur Diskussion.

Bei der Planungsvariante K2 (Bild 1) handelt es sich um eine Bohrpfahlwandschleuse in Kombination mit einer Vorsatzschale. Die Bohrpfahlwände werden hierbei durch den Bestand gebohrt und verbleiben als dauerhafte Tragelemente. Als Sohle ist eine bewehrte, rückverankerte Unterwasserbetonsohle vorgesehen.

. . .

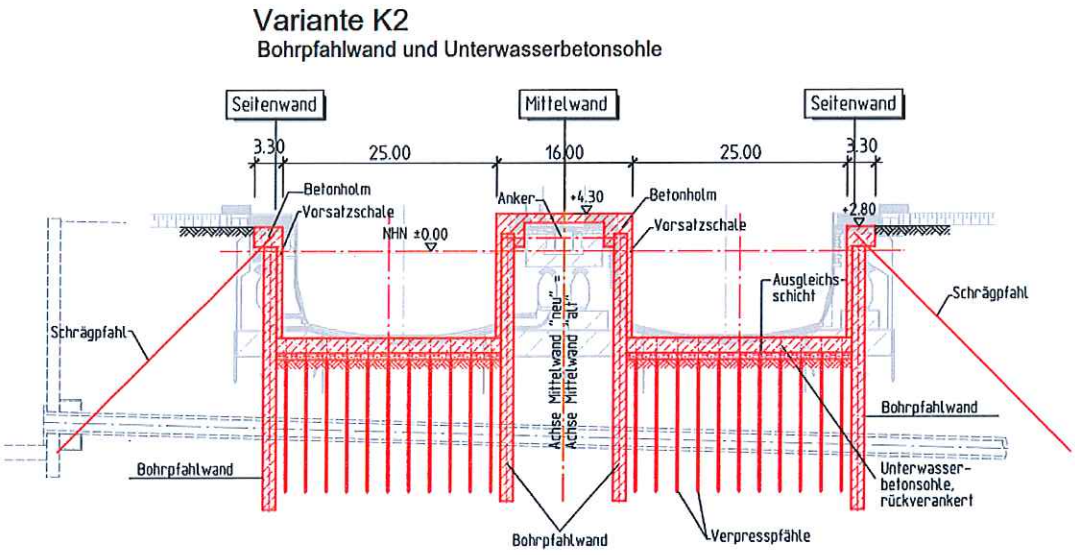

Bild 1: Variante K2 (aus [3])

Die Planungsvariante K5 (Bild 2) ist eine massive Halbrahmenkonstruktion. Bohrpfahlwände und Unterwasserbetonsohle kommen bei dieser Variante als temporäre Bauelemente zum Einsatz. Der Bestand wird komplett abgebrochen.

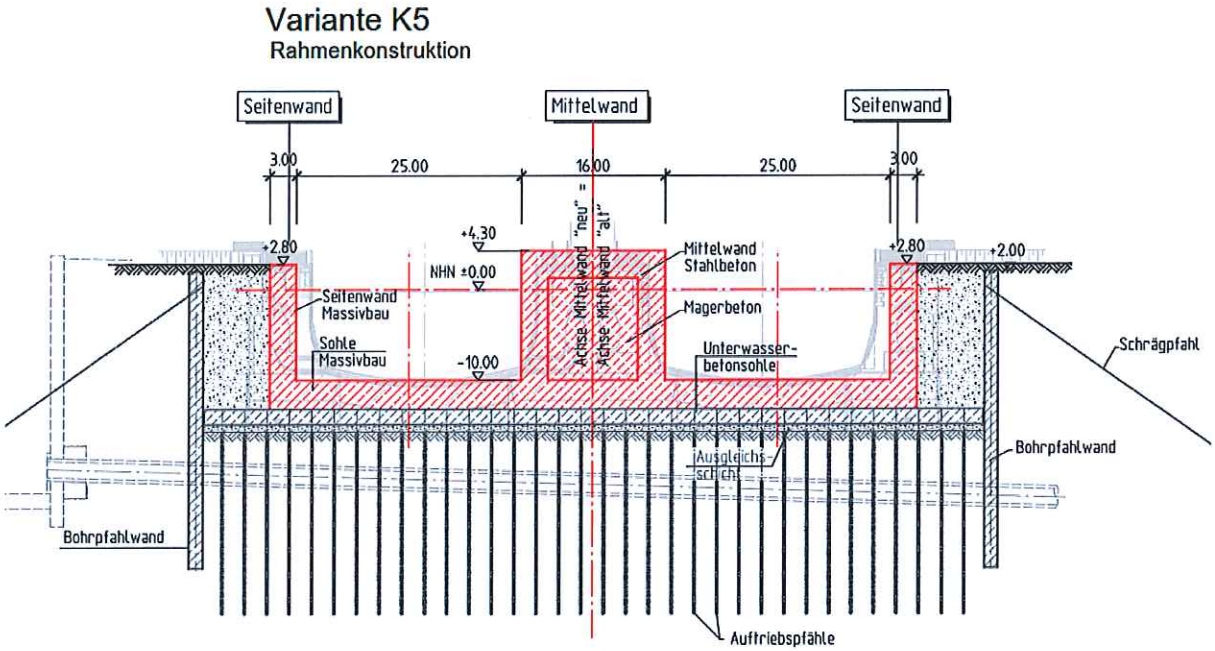

Bild 2: Variante K5 (aus [3])

2. Untersuchungen und Gutachterliche Stellungnahmen

Grundlage für die vorliegende Bewertung der Planungsvarianten bilden folgende Unterlagen:

[1] BAW Hamburg: Stellungnahme zur Grundwasserbeschaffenheit vom 16.11.2016

Mit [1] liegt eine Stellungnahme der BAW Dienststelle Hamburg zur Beton- und Stahlaggressivität von Wasserproben des Grund- und Oberflächenwassers im Bereich der Kleinen Schleuse vor. Es wurden Proben aus Kieler Förde, NOK sowie Grundwassermessstellen analysiert.

Die Bewertung unterscheidet zwischen Ist-Zustand und bauzeitlicher Grundwasserabsenkung. Im Ist-Zustand ist für die Proben aus Kieler Förde und NOK eine Einordnung in die Expositionsklasse XA2 (Chemisch mäßig angreifende Umgebung, Meerwasserbereich/Chloride) notwendig. Für die Grundwasserproben ist hinsichtlich ihrer Beton- und Stahlaggressivität keine Einstufung in eine Expositionsklasse erforderlich.

Für die bauzeitliche Grundwasserabsenkung muss berücksichtigt werden, dass sich Meer-/Brackwasser durch Infiltrierung in den Grundwasserleiter mit dem Grundwasser vermischen kann. Dadurch kann sich die Sulfat- und Magnesiumkonzentration im Grundwasser bis auf den für die Expositionsklasse XA2 gültigen Grenzwert erhöhen.

[2] IB Schießl Gehlen Sodeikat GmbH: Gutachterliche Stellungnahme Schleuse Kiel-Holtenau – Bewertung Korrosionsgefahr Bewehrungselemente vom 07.11.2016

Mit der Bewertung der Korrosionsgefährdung des Betonstahls sowie der Ausarbeitung von Varianten als Schutzmaßnahmen für die beiden Planungsvarianten K2 und K5 wurde das Ingenieurbüro Schießl Gehlen Sodeikat (IB SGS) beauftragt.

Zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens lagen noch keine Analyseergebnisse von Wasserproben des Grund- und Oberflächenwassers vor, sodass für das Grundwasser, auf der sicheren Seite liegend, die gleiche chemische Zusammensetzung wie für das Fördewasser in der Schleusenkammer und damit dieselben Expositionen für die kammer- und erdseitigen Bauteile angenommen wurden. Mit den Erkenntnissen aus [1] wird diese Annahme im Hinblick auf die bauzeitliche Grundwasserabsenkung gerechtfertigt.

In [2] werden die beiden Planungsvarianten in Bezug auf ihre korrosionsgefährdeten Elemente untersucht. Während bei der Variante K5 (sowie Schleusenhäupter) lediglich die Bewehrung der Kammerwände hinsichtlich einer Korrosionsgefährdung zu betrachten sind, sind bei der Variante K2 folgende Elemente diesbezüglich in Betracht zu ziehen:

- Bewehrung der Vorsatzschale
- Verankerung der Vorsatzschale zu Bohrpfahlwand
- Bewehrung der Bohrpfähle sowie des Kopfbalkens
- Verpresspfähle zur Verankerung der Bohrpfähle im Baugrund
- Verpresspfähle zur Auftriebssicherung der Sohle

Die Stellungnahme kommt zu dem Schluss, dass für die Variante K5 sowie die Schleusenhäupter lediglich im Bereich durchgehender vertikaler Trennrisse eine erhöhte Gefährdung der Betonstahlkorrosion auftritt. Aufgrund der großen Bauteildicke und des geringen möglichen Wasserdurchtritts werden hier keine besonderen Maßnahmen empfohlen, sondern auf die nötige Betondeckung und -güte sowie Ausführungsqualität verwiesen.

Für die Variante K2 wird die Gefährdung der Vorsatzschale ebenfalls im Bereich von Trennrissen als kritisch eingestuft, ebenso die Verankerung der Vorsatzschale mit der Bohrpfahlwand. Empfohlen wird der Einsatz nichtrostenden Stahls für Bewehrung und Verankerungselemente, ein KKS-System oder eine Kombination beider Maßnahmen. Die damit verbundenen Kosten werden angegeben.

Während bei Biegerissen (Risse, die nicht durch das Bauteil reichen) bei Rissbreiten ≤ 0,4 mm und ausreichender Betondeckung und -dichte in der Regel nur eine langsame Aufkonzentration von Chloriden auf Bewehrungshöhe stattfindet, wird insbesondere bei dauerhaft durchströmten Trennrissen die kritische Chloridkonzentration, die korrosionsauslösend wirkt, innerhalb sehr kurzer Zeit erreicht.

Die Gefährdung der Bewehrung der Bohrpfahlwand wird in [2] als gering eingestuft, da hier in erster Linie Biegerisse auftreten, für die bei entsprechender Ausführungsqualität der Bohrpfähle nur eine sehr langsame Chloridanreicherung erwartet wird. Die Erfahrungen beim Neubau der Schleuse Dörverden (s. Protokoll der Besprechung am 16.02.2016 in Karlsruhe) haben jedoch gezeigt, dass eine hohe Qualität der als Dauerbauteile vorgesehenen Bohrpfähle nur schwer zu erreichen ist. Im vorliegenden Fall dürfte die Tatsache, dass die Bohrpfähle durch den in seiner Struktur inhomogenen Bestand gebohrt werden müssen, die Ausführung zusätzlich erschweren.

Undichtigkeiten der Bohrpfahlwand führen zu einem Wasserdurchtritt in den Spalt zwischen Vorsatzschale und Bohrpfahlwand. Zusätzlich besteht ggf. die Möglichkeit eines Wasseraustauschs durch Trennrisse in der Vorsatzschale.

Für die geplante Verankerung der Bohrpfähle sowie der Unterwasserbetonsohle im Baugrund bestehen bei Verwendung bauaufsichtlich zugelassener Systeme mit doppeltem Korrosionsschutz keine Bedenken.

[3, 4] WTM Engineers + IRS: Machbarkeitsstudie vom 29.02.2016 + Ergänzung zur Machbarkeitsstudie vom 29.11.2016

Von den planenden Ingenieurbüros WTM und IRS wurden die beiden Varianten K2 und K5 mittels einer Nutzwertanalyse mit den Kriterien Bauablauf, bauzeitliche Risiken, Auswirkungen der Baumaßnahme, Robustheit und Qualität sowie Kosten gegenübergestellt. Darin sind auch die Ausführungen in [2] zur Betonstahlkorrosion berücksichtigt worden.

Die Nutzwertanalyse fand ohne die Berücksichtigung der in der Gutachterlichen Stellungnahme [1] festgestellten Beschaffenheit des Grundwassers statt, die eine Einstufung der Gründungselemente in die Expositionsklasse XA2 vorsieht. Aufgrund des derzeit fehlenden Nachweises des Dauertragverhaltens von Verpresspfählen bei einem chemischen Angriff, wird von der Anwendung dieser Gründungselemente als dauerhafte Bauteile abgeraten, wodurch die Anwendbarkeit der Bauvariante K2, bei der Verpresspfähle zur Rückverankerung der Kammerwände und zur Auftriebssicherung der Kammersohle vorgesehen sind, in Frage gestellt wird.

Zur Rückverankerung der Flügelwände der beiden Varianten wurde der Einsatz einer Horizontalverankerung mit Ankerwand als Alternative vorgeschlagen, sofern das Dauertragverhalten der Verpresspfähle nicht nachgewiesen werden kann.

Die detaillierte Auswertung maßgebender Kriterien zur Bewertung der Bauvarianten K2 und K5 in der Nutzwertanalyse weist im Ergebnis die Variante K5 als die vorteilhaftere Lösung aus. Diese hat gegenüber der Variante K2 maßgebende Vorteile insbesondere hinsichtlich Bauzeit, Risiken für die Bauausführung, Flächeninanspruchnahme, Robustheit sowie Sicherstellung der Dauerhaftigkeit und Qualität.

3. Bewertung und Fazit

Bei der Besprechung am 05.12.2016 in der BAW in Karlsruhe zur abschließenden Wahl der Variante zum Ersatzneubau der Kleinen Schleuse in Kiel-Holtenau erfolgte eine zusammenfassende Darstellung der Varianten K2 und K5 und ihre abschließende Bewertung. Unter Berücksichtigung der vorliegenden gutachterlichen Stellungnahmen ([1]-[4]) befürwortet die BAW aufgrund der nachweislich höheren Risiken der Variante K2 hinsichtlich Bewehrungskorrosion, Dauerhaftigkeit der Gründungselemente sowie Ausführungsqualität ausdrücklich die Variante K5 als Zielvariante. Die geringfügig höheren Kosten der Variante K5 werden durch das geringere Ausführungsrisiko sowie die höhere Robustheit und Dauerhaftigkeit kompensiert.

Die Variante K5 wurde abschließend von allen Teilnehmern eindeutig und zweifelsfrei als zu verfolgende Zielvariante für die weiteren Planungen erklärt.

4. Anmerkungen

In der o.g. Besprechung am 05.12.2016 wurde über die Notwendigkeit einer Zusatzmaßnahme zum Schutz der äußeren horizontalen Bewehrung der Häupter, die eine tragende Funktion aufweisen, beraten. IB SGS wird diesen Punkt klären und ggf. Maßnahmen vorschlagen.

Zur Klärung des Dauertragverhaltens von Gründungselementen unter einem chemischen Angriff ist ein abteilungsübergreifendes FuE-Vorhaben bei der BAW im Anlauf. Es wird mit Ergebnissen in 4 bis 5 Jahren gerechnet.

Bei Rückfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Im Auftrag

R. Ehmann	Dr. A. Rahimi	A. Kiesel