

Erläuterungsdokument 1.3-I.a Pumpensysteme

Verfahren:	Pumpensysteme zur Realisierung von partiellen Trockenlegungen
Dokument:	Prinzipielle Lösungen zur temporären partiellen Trockenlegung von Schleusenammern
Dokumentenart:	Machbarkeitsstudie (Abschlussbericht)
Bearbeitungstiefe:	Stufe I - Grundsätzliche Machbarkeit / Vorplanung
Verfügbarkeit:	verfügbar für WSV im Modulbaukasten
Verfasser:	Institut für Technologie und Management im Baubetrieb am KIT
Erstellt:	Oktober 2014
Projekt:	Grundinstandsetzung und Verlängerung der Schleuse Schwabenheim
Projekträger:	Amt für Neckarausbau Heidelberg (jetzt WNA Heidelberg)

1. Anwendungsfall

Arbeitsaufgabe

Im Rahmen des Neckarausbau für das 135 m Schiff soll eine der beiden Schleusenammern der Schleuse Schwabenheim verlängert werden. In diesem Zuge soll außerdem eine Grundinstandsetzung der linken Schleusenammer durchgeführt werden. Die linke Schleusenammer wurde 1925 in Trogbauweise errichtet und besitzt derzeit ein Stemmtor am Oberhaupt und ein Schlagtor am Unterhaupt. Die Wände sollen auf ganzer Höhe durch eine neue Vorsatzschale ertüchtigt werden. Falls die linke Kammer verlängert werden soll, muss die Kammersohle 20 cm tiefer gelegt werden, damit die für das 135 m Schiff benötigte Wassertiefe bereitgestellt werden kann.

Für die Arbeiten unter dem Unterwasserstand sind zumindest zeitweise trockene Randbedingungen erforderlich. Um dies zu gewährleisten, sollen Dammtafeln in Führungsschienen für eine partielle Trockenlegung verwendet werden.

Randbedingungen

Das Projekt Grundinstandsetzung und Verlängerung Schleuse Schwabenheim wurde als Pilotprojekt für das FuE Projekt „Instandsetzung unter Betrieb“ ausgewählt. In diesem Rahmen wurden für die Planung Randbedingungen aufgestellt, die in der Folge zusammengefasst sind:

- a) Die Instandsetzung und Verlängerung sind unter Betrieb zu realisieren:
- Arbeitstägliche Zeitfenster ohne Schifffahrtsbetrieb: 12 h / Tag
 - es ist davon auszugehen, dass eine partielle Trockenlegung der Kammer während der Sperrzeiten möglich ist (maximaler Zeitbedarf für Trockenlegung und Wiederbefüllung 4 Stunden). Dieses System lässt variable Abschnittslängen der trockengelegten Arbeitsbereiche zu

- das bauzeitliche Lichtraumprofil der Schleusenammer muss außerhalb der Schifffahrtssperre eine Breite von 11,80 m gewährleisten
- für die partielle Trockenlegung sollen Wasserstände bis zu 5 m berücksichtigt werden

2. Ergebnisse

Eignung für das Projekt Schwabenheim

Die Dammtafel in Führungsschienen inklusive einer Kombination aus Saugpumpen und Saugfahrzeug wurde als eine mögliche Lösung für die partielle Trockenlegung entwickelt. Die Schleuse erfüllt alle im Steckbrief beschriebenen Voraussetzungen, die für eine Anwendung des Systems notwendig sind. Durch die Trogbauweise und den Zustand der Bausubstanz ist eine wasserdichte Bauwerkshülle gegeben. Außerdem ist die massive Betonsohle nicht anfällig für Grundbruch. Des Weiteren kann eine vorgeschaltete Sperrpause eingeplant werden, um die Führungsschienen vorab installieren zu können.

Die Trockenlegung selbst kann über Saugpumpen, die auf einem Ponton vorinstalliert sind, realisiert werden. Nachdem die Dammtafel eingebaut ist, können die Pumpen an die an der Dammtafel angebrachten Saugrohre angeschlossen werden. Nachdem die Trockenlegung abgeschlossen ist, kann der Pumpenponton wieder ausgeschwommen werden und stellt somit keine weitere Behinderung dar. Falls es innerhalb des trocken gelegten Segments Bereiche gibt, die unter Sohlniveau liegen, müssen diese mithilfe eines Saugfahrzeugs inklusive Handlanzen trockengelegt werden. Das Fahrzeug selbst kann von der Planie aus arbeiten.

Durch das System selbst können die Randbedingungen des Projekts eingehalten werden. Das Lichtraumprofil wird über die gesamte Bauzeit durch das System nicht eingeschränkt. So wird die Schifffahrt in den Betriebszeiten nicht behindert und die Schleusungsvorgänge können ungestört durchgeführt werden. Das vorgegebene Zeitfenster von 4 h für den Einbau des Systems, die Entleerung der Kammer, die Flutung der Kammer sowie der Abbau des Systems kann voraussichtlich eingehalten werden. Dies war in der Bewertung ein großer Vorteil gegenüber anderen Alternativen.

Zusammenfassung

Wie bereits beschrieben ist die partielle Trockenlegung durch eine Kombination aus Saugpumpen und Saugfahrzeugen realisierbar. Die Kernaussagen dieser und der alternativen Varianten sind in den folgenden Auflistungen zusammengefasst:

a) Pumpenauswahl

- Hauptkriterien:
 - Großer Förderstrom
 - Einsatzflexibilität
 - Zuverlässigkeit und Widerstandsfähigkeit bei kontinuierlichem Arbeitseinsatz
 - Wirtschaftlichkeit

- Ergebnis:
 - Drehkolbenpumpen (Börger XL 5300)
 - Kreiselpumpen (Xylem Flygt 3301; Mast T 20)
 - Vakuumpumpe (Saugfahrzeuge: RSP ESE 32)

b) Variantenbetrachtung

- große Tauchmotorpumpen und große Pumpensümpfe/-gräben
 - Xylem Flygt 3301 (max. Förderhöhe ca. 10 m)

- große/kleine Tauchmotorpumpen und kleine Pumpensümpfe/-gräben
 - Xylem Flygt 3301 (Gesamtförderhöhe ca. 10 m)
 - Mast T 20 (Gesamtförderhöhe ca. 7,5 m)

- große/kleine Tauchmotorpumpen und Saugfahrzeuge ohne Pumpensümpfe/-gräben
 - Xylem Flygt 3301 (Gesamtförderhöhe ca. 10 m)
 - Mast T 20 (Gesamtförderhöhe ca. 7,5 m)
 - RSP ESE 32 (keine Einschränkung)

- Saugpumpen und Saugfahrzeuge ohne Pumpensümpfe/-gräben
 - Börger XL 5300 (Gesamtförderhöhe ca. 7,5 m)
 - Saugfahrzeug RSP ESE 32 (max. Förderhöhe 50 m, max. Schlauchlänge 150 m, max. Fördervolumen 10 m³)

Hinweis:

Die Gesamtförderhöhe ist gemäß den Randbedingungen in Schwabenheim ausgerechnet.

c) Investitionskosten

- Börger XL 5300: 98.500 € inkl. MwSt.
- Xylem Flygt 3301: 23.000 € inkl. MwSt.
- Mast T 20: 2700 € inkl. MwSt.
- Saugfahrzeuge kommen nur in gezielten Situationen zum Einsatz, deswegen wird sich ein Kauf wahrscheinlich nicht rechnen. (Mietpreise Marktabhängig)

d) Mindestwasserstand

- Börger XL 5300: k. A.
- Xylem Flygt 3301: 64 cm
- Mast T 20: 7,5 cm (mit Flachsaugmanschette)

e) Arbeitsablauf (genaue Beschreibung der Varianten im Projektbericht)

- Optimierungsmöglichkeiten
 - Zur Zeitersparnis beim Einsatz von Saugpumpen werden Halterungen für Saugrohre am unterwasserseitigem Revisionsverschluss vorgesehen
 - Für den Einsatz von Tauchpumpen kann ein Traggerüst entwickelt werden, um Zeit einzusparen
 - Für den Einsatz von Tauchpumpen sollten Zuläufe mit der gewünschten Absenktiefe vorgesehen werden.

- Personal
 - Falls Saugfahrzeug erforderlich, wird ein geschulter Arbeiter benötigt
- f) Förderleistungen der Pumpen unter den Randbedingungen Schwabenheim
 - Tauchmotorpumpe Xylem Flygt 3301 (S. 136)
 - $Q = 25 \text{ [m}^3/\text{min]}$ (bis Mindestwasserstand)
 - Saugpumpe XL 5300 von Börger (S. 105)
 - Für einen Wasserstand größer gleich 1,5 m beträgt die Förderleistung $Q = 30 \text{ [m}^3/\text{min]}$
 - Sobald der Wasserstand unter 1,5 m fällt beträgt die Förderleistung vereinfacht $Q = 21,67 \text{ [m}^3/\text{min]}$
 - Saugpumpe Mast T 20 (S. 113)
 - $Q = 1,7 \text{ [m}^3/\text{min]}$ (bis Mindestwasserstand)
 - Saugfahrzeug RSP ESE 32 (S. 124)
 - $Q = 1,75 \text{ [m}^3/\text{min]}$ (Herstellerangabe)

Hinweis:

Mit folgender Formel kann unter den Randbedingungen Schwabenheim eine beliebige Absenkezeit (T in [min]) berechnet werden:

$$T = V/Q \text{ mit}$$

$$V = \text{Schleusenkammerbreite} \times \text{Länge Abschnitt} \times \text{abzusenkende Höhe}$$

g) Zeitschätzung Ablaufplanung

- Anschlagen und Anheben Dammtafel ca. 11 Minuten
- Einschwenken und Einbau Dammtafel ca. 48 Minuten
- Einschwimmen und Installation Pumpen ca. 35 Minuten
- Entwässerung Schleusensegment (siehe Absenkgeschwindigkeit Pumpen)
- Flutung Segment ca. 41 Minuten
- Deinstallation und Transport Dammtafel ca. 60 Minuten

Geschätzte Gesamtdauer für Installation, Trockenlegung, Flutung und Deinstallation beträgt ca. 221 Minuten (3 h 41 min)

3. Fazit und Anmerkungen

Optimierungsmöglichkeiten

Die theoretischen Annahmen und Betrachtungen müssten über eine Machbarkeitsstudie hinaus betrachtet und verifiziert werden. Das System selbst entspricht dem Stand der Technik. Optimierungsmöglichkeiten müssten im Rahmen von weiteren Bearbeitungen identifiziert und berücksichtigt werden.

Bewertung

Der Einsatz von Saugpumpen stellte die Vorzugsvariante des vorliegenden Abschlussberichts dar. D. h. die Variante wurde auf die Machbarkeit unter den Randbedingungen Schwabenheim untersucht. Dazu wurden die Berechnungen und die Ablaufplanung auf die Randbedingungen in Schwabenheim ausgerichtet. Außerdem wurden die Hilfsgeräte, die für den Einsatz notwendig sind, angegeben. Des Weiteren wurde ein baubetrieblicher Ablaufplan für den Nachweis der Einhaltung der Sperrpause erstellt. Für diesen Ablaufplan wurden die Zeiten, wenn möglich,

mithilfe von Geräteleistungen (Leistung Pumpen, Schwenkzeiten Hebezeuge) berechnet. Sofern dies nicht möglich war, wurden die Meinungen von Experten eingeholt, um Literaturwerte oder eigene Annahmen zu bestätigen.

Der Einsatz von Saugpumpen gegenüber Tauchpumpen war u. a. notwendig, da bis auf Sohlniveau trockengelegt werden sollte. Des Weiteren war der Einsatz von Pumpengräben hier nicht favorisiert, weshalb der alleinige Einsatz von Tauchpumpen die gegebenen Projektanforderungen nicht erfüllen kann.