

Übersicht Originaldokumente

Projekt: (Masterarbeit)

Aus den Originaldokumenten wurden die für den Abbruch mit Hochdruckwasserstrahlen HDW im Rahmen einer Instandsetzung von Schleusenammern relevanten Seiten entnommen. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Originaldokumente zum Projekt und zeigt auf, welche dieser Dokumente nachfolgend enthalten (e) oder nur teilweise enthalten (te) sind.

Partielle Trockenlegung von Schleusenammern in nächtlichen Sperrpausen			
Teildokument	Titel	e	te
Masterarbeit (TMB, KIT)	Partielle Trockenlegung von Schleusenammern in nächtlichen Sperrpausen		X

Partielle Trockenlegung von Schleusenkammern in nächtlichen Sperrpausen

Masterarbeit

Zur Erlangung des akademischen Grades
Master of Science

von

Dominik Reinhard Waleczko

Betreuer: Prof. Dr.- Ing. Shervin Haghsheno
Dr.- Ing. Heiner Schlick

Eingereicht am: 11.09.2014

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Sachstandsbericht zur Instandsetzung unter Betrieb	6
2.1	Aufgabenstellung und Vorgehensweise	6
2.2	Definition von Begriffen und Randbedingungen	7
2.3	Bauteile einer Schleuse	9
2.4	Inspektion von Schleusenbauwerken	13
2.5	Instandsetzung von Schleusenkammerwänden	18
2.5.1	Abtragsverfahren für den geschädigten Altbeton	22
2.5.1.1	Fräsen	23
2.5.1.2	Hochdruckwasser- und Sandstrahlen	29
2.5.1.3	Sägen	31
2.5.1.4	Sonstige Verfahren	35
2.5.1.5	Gegenüberstellung der Verfahren.....	48
2.5.2	Erstellen einer neuen Vorsatzschale aus Beton	54
2.5.2.1	Ortbeton.....	55
2.5.2.2	Fertigteile.....	60
2.5.2.3	Spritzbeton.....	65
2.5.3	Instandsetzung von lokalen Fehlstellen in Betonkammern	75
2.5.4	Instandsetzung von Kammerwänden aus Stahl	80
2.6	Instandsetzung von Schleusenkammersohlen	85
2.7	Instandsetzung von Schleusentoren und deren Häupter	90
2.8	Einsatz von Einschiebe- und Einschwimmtechniken im Wasserbau	95
2.9	Systeme zur Trockenlegung von Schleusen	103
2.10	Erfahrungen Gesamtablaufplanung bei einer Instandsetzung unter Betrieb	113
2.11	Abschließende Betrachtung der Ergebnisse	115
3	Partielle Trockenlegung von Schleusenkammern	117
3.1	Aufgabenstellung und Randbedingungen.....	117
3.2	Sonstige partielle Trockenlegungen und Wasserabschottungssysteme	119

3.3	Abschließende Betrachtung der vorhandenen Systeme.....	127
3.4	Entwicklungskonzeption temporärer Wasserabschottungssysteme für Schleusen.....	129
3.4.1	System 1: Schwenkbare Dammtafel.....	130
3.4.2	System 2: Aufklappbare Dammtafel	132
3.4.3	System 3: Horizontal verspannbare Dammtafeln.....	133
3.4.4	System 4: Verspannbares Doppeltor	135
3.4.5	System 5: Gelenkiges Segmenttor.....	136
3.4.6	System 6: Gebogenes Schubtor	138
3.4.7	System 7: Ineinander verschiebliche Dammtafeln	139
3.4.8	System 8: Verspannbare Widerlager für Dammtafeln	141
3.4.9	System 9: Dammtafeln in vorgefertigten Führungsschienen.....	142
3.4.10	System 10: Dammtafel mit Schlauchdichtung	144
3.4.11	System 11: Eingeschwommene Dammtafel I.....	145
3.4.12	System 12: Eingeschwommene Dammtafel II	147
3.5	Bewertung Entwicklungskonzepte	149
3.6	Beschreibung und Bauablaufplanung für die eingeschwommene Dammtafel.....	157
3.6.1	Konstruktionselemente	158
3.6.2	Erforderliche Baustelleneinrichtung.....	166
3.6.3	Vorarbeiten.....	168
3.6.4	Arbeitssicherheit.....	169
3.6.5	Bauablaufplanung.....	173
3.6.6	Voraussetzungen an die Schleusenkammer.....	186
3.6.7	Bewertung der eingeschwommenen Dammtafel.....	186
3.6.8	Optimierungsmöglichkeiten für die eingeschwommene Dammtafel	188
4	Schlussbetrachtung.....	189

Literaturverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Anlagen

wurden. Im Rahmen der Fräsarbeiten wurden laut Aussage der BAW (2009, S. 31) keine festgelegten Grenzwerte überschritten.

Im Rahmen der Recherche wurde kein internationales Projekt ausfindig gemacht, bei dem ein Fräsverfahren für den Betonabtrag innerhalb einer Schleusenammer eingesetzt wurde.

2.5.1.2 Hochdruckwasser- und Sandstrahlen

Hochdruckwasserstrahlen (HDW) ist wie das Fräsen eine Methode, um Beton flächig abzutragen. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie zur Instandsetzung von Schleusenbauwerken am Beispiel der Schleuse Eckersmühlen hat sich die W+S BAU-INSTANDSETZUNG GMBH (2009, S. 12 ff.) bei der Abbruchmethode für das Hochdruckwasserstrahlen entschieden. Laut ihrer Beschreibung handelt es sich bei dieser Methode um einen Wasserstrahl, der mit einem Druck zwischen 900 bar und 1500 bar auf die abzubrechende Oberfläche geschossen wird. Dies geschieht unter einem Förderstrom von 100 l/min bis 240 l/min. Das Wasser dringt aufgrund des hohen Drucks in Poren, Risse und Klüfte ein und erzeugt dadurch einen Porenwasserdruck, der die Querkraftkräfte im randnahen Bereich übersteigt. Sobald die Querkraftkräfte der Oberfläche überschritten werden, kommt es zu Abplatzungen der Betonoberfläche. Die Hochdruckwasserstrahltechnik hat einige Vorteile, die in der Machbarkeitsstudie der W+S BAU-INSTANDSETZUNG GMBH (2009, S. 12) wie folgt aufgelistet sind:

- Die mechanischen Eigenschaften des Altbetons werden im bearbeiteten Bereich nur geringfügig beeinflusst
- Das Verfahren ist erschütterungs- und schwingungsarm
- Keine mechanische Beschädigung von metallischen Einbauteilen oder der Bewehrung bei direkter Beaufschlagung
- Gut steuerbarer Betonabtrag

Weiter wird ausgeführt, dass bei einem Einsatz einer HDW-Robotereinheit eine Abbruchleistung zwischen 0,5 und 3,6 m³/h erreicht werden kann. Zur Anwendung einer solchen Einheit sind ein tragfähiger Untergrund und die Montage von Führungsschienen notwendig. Der tragfähige Untergrund kann entweder durch einen Ponton oder durch die Kammersohle bereitgestellt werden. Die Arbeitsbreite des betrachteten Roboters beträgt laut W+S BAU-INSTANDSETZUNG GMBH (2009, S. 12) ca. 1,5 m. Ein solcher Roboter ist in Abbildung 22 dargestellt. BÜRKELBACH (2001, S. 34 f.) hat sich in seiner Arbeit mit der Instandsetzung der Schleuse Obernau beschäftigt. Hier wird eine maximal benötigte Arbeitsbreite von 2,5 m für die HDW-Robotereinheit angegeben. Das dadurch entstehende Abbruchgut hat eine Korngröße von bis zu 100 mm, wobei die Abbruchleistung zwischen den Anwendungen im Trockenen und im Nassen stark variiert. Die Abbruchleistung wird hier, bei Arbeiten über Wasser, mit 0,7 m³/h angenommen. Bei Arbeiten unter Wasser reduziert sich die Abbruchleistung auf 0,35 m³/h. Unter Wasser sind die Poren des Betons bereits vollständig gefüllt. Deshalb geht bei der Energieumwandlung mehr Energie ungenutzt verloren. Anhand dieser Zahlen wird deutlich, dass das Hochdruckwasserstrahlen eine geringere Leistungsfähigkeit als das bereits bekannte Fräsen hat. Dennoch hat man sich bei der Schleuse Eckersmühlen für ein

Hochdruckwasserstrahlverfahren entschieden, da die verbaute Bewehrung im Altbeton und die vorhandene Schleusenausrüstung während der Instandsetzung nicht beschädigt werden sollen (vgl. W+S BAU-INSTANDSETZUNG GMBH 2009, S. 12). Neben der HDW-Robotereinheit müssen HDW-Handlanzen für Detailarbeiten vorgehalten werden.



Abb. 22: HDW-Robotereinheit im Einsatz

Quelle: W+S BAU-INSTANDSETZUNG GMBH (2009, S. 13)

Auch bei der Probemaßnahme in Feudenheim wird von der BAW (2009, S. 41 f.) der Einsatz eines HDW-Roboters beschrieben, der in der Planung ursprünglich nicht berücksichtigt war. Eine Betonlage wurde bei einer Temperatur um die -5 °C eingebaut. Durch die bei der Erhärtung entstehende Hydratationswärme und der späteren Abkühlung entstanden Risse in der neu erstellten Oberfläche. Da dieser Zustand nicht hingenommen werden sollte, wurde entschieden, die übermäßig gerissene Lage Spritzbeton mit einem HDW-Roboter abzutragen. Dadurch sollte die Beschädigung der bereits eingebauten Bewehrung vermieden werden, was hier ein wesentlicher Vorteil war. Die Randbereiche wurden mit HDW-Handlanzen nachbearbeitet und nach der Vorbehandlung der Betonoberfläche konnte die neue Lage aufgebracht werden.

Neben diesem wesentlichen Vorteil existieren allerdings auch Nachteile, die in GEHBAUER (2002, S. 12) genauer erläutert werden. Eine Einengung des Lichtraumprofils ist aufgrund der Anbringung der benötigten Führungsschienen nicht zu vermeiden. Zusätzlich dazu sind die langen Rüstungszeiten ein weiterer Nachteil, der das Hochdruckwasserstrahlen unwirtschaftlich machen kann. Außerdem wird die Problematik des herabfallenden Abbruchgutes angesprochen. Dieses muss aufgefangen und vor der Entsorgung von Wasser und eventuellen Zusätzen getrennt werden. Dennoch wird in GEHBAUER (2002, S. 32 ff.) mit dem Abrasivwasserstrahlschneiden ein ähnliches Verfahren vorgestellt.

Das Abrasivwasserstrahlschneiden ist ein Hochdruck-Wasser-Sandstrahl-Verfahren bei dem dem Wasser Feststoffpartikel zugegeben werden. Diese Feststoffpartikel werden Abrasive genannt und sollen die schneidende Wirkung des Verfahrens verstärken. Das Gemisch wird über eine Düse mit einem Durchmesser von 8 mm mit einer Geschwindigkeit von 100 m/s auf das zu schneidende Objekt geleitet, wobei das Gemisch beim Auftreffen einen 1 cm bis 1,5 cm breiten Spalt erzeugt. Das Verfahren wird grundsätzlich als Schneidewerkzeug eingesetzt und benötigt ungefähr 3 m^3 Wasser pro

Stunde und um die 80 kg bis 100 kg Sand pro Stunde. Tabelle 4 zeigt Vor- und Nachteile dieser Abbruchmethode.

Tab. 4: Vor- und Nachteile des Abrasivwasserstrahlschneidens

Vorteile	Nachteile
<ul style="list-style-type: none"> • Gerade Schnittführung möglich • Keine Lärm- und Staubentwicklung • Erschütterungsfreies Trennen • Keine besonderen Schutzkleidungen für das Bedienpersonal • Keine Atemschutzgeräte • Keine umfangreichen Sicherheitsmaßnahmen • Möglichkeit der Automatisierung des Trennverfahrens • Auch unter Wasser anwendbar 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoher Bedarf an Wasser (3 m³/h) und Feststoffen (ca. 80 bis 100 kg/h) • Auffangen und Absaugen des Wassers erforderlich und aufwendig • Wegen der abrasiven Wirkung des Wasser – Quarzsandgemisches hoher Verschleiß der Schneidköpfe und Hartmetalldüsen • Gefahr von Wasserschäden in bei Teilabbrüchen weiterhin genutzten Gebäuden • Von der Düsendgestaltung, dem Strahlzusammenhalt und der Geräteführung abhängige sehr unterschiedliche Schneidleistung • Schnitttiefenbegrenzung im Beton ca. 1000 mm • Variable Schnitttiefe bei Stahlbeton, da der Strahl die Armierung wegen ihrer höheren Festigkeit nicht in dem gleichen Maße schneidet wie den Beton

Quelle: GEHBAUER (2002, S. 34)

2.5.1.3 Sägen

Das Sägen wird in GEHBAUER (2002, S. 18 ff.) in 2 Verfahren unterteilt. Zum einen wären da die Wandsägen, welche mit einem rotierenden Sägeblatt arbeiten. Zum anderen existieren sogenannte Seilsägen, die ein mit Diamantsegmenten besetztes Stahlseil für den Sägevorgang verwenden. Zunächst wird in dieser Arbeit die Wandsägetechnik genauer beschrieben, bevor auf die Seilsägetechnik eingegangen wird.

Bei der Wandsägetechnik lassen sich mithilfe eines Führungsschienensystems glatte und zielgerichtete Schnitte ausführen. Diese Technik wird in GEHBAUER (2002, S. 18 ff.) genauer beschrieben und ist Grundlage für die folgenden Ausführungen. An sich besteht die Säge aus einem Sägekörper, der mit einem sowohl hydraulischen als auch elektrischen Sägeblattantrieb ausgerüstet ist. Hinzu kommen der Blattschutz und eine Vorschubeinrichtung. Des Weiteren werden Führungsschienen mit Zahnstangen für den Vorschub und Halteböcken benötigt. Ein schwenkbarer Getriebearm soll die Beweglichkeit der gesamten Konstruktion gewährleisten. Den Abschluss bildet das Sägeblatt, welches in den Sägekörper eingespannt ist. Um eine exakte Führung der Säge zu ermöglichen, sind die Führungsschienen fest an dem zu schneidenden Bauteil zu verankern. Beim Sägevorgang ist darauf zu achten, dass das Sägeblatt nicht verkantet, damit keine Querkräfte auf das Blatt übertragen werden.