

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Conference Paper, Published Version

**Westendarp, Andreas**

**BAW/WSV – Projekt „Instandsetzung unter Betrieb“**

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/104359>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Westendarp, Andreas (2017): BAW/WSV – Projekt „Instandsetzung unter Betrieb“. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Instandsetzung von Schleusen unter Betrieb. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 3-10.

## **Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:**

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



## BAW/WSV – Projekt „Instandsetzung unter Betrieb“

Dipl.-Ing. Andreas Westendarp (BAW)

### 1. Veranlassung

Schleusenanlagen zählen zu den wichtigsten Wasserbauwerken an staugeregelten Wasserstraßen und Kanälen. Die klassischen Bauweisen aus Beton bzw. Stahlbeton sind robust und mit vergleichsweise geringem Unterhaltungsaufwand verbunden. Für den Stahlwasserbau sind Nutzungsdauern von etwa 60 Jahren, für den Massivbau von etwa 80 bis 100 Jahren üblich; fallweise werden diese Nutzungsdauern auch deutlich überschritten. Bild 1 zeigt die Altersstruktur der Einkammerschleusenanlagen der WSV.

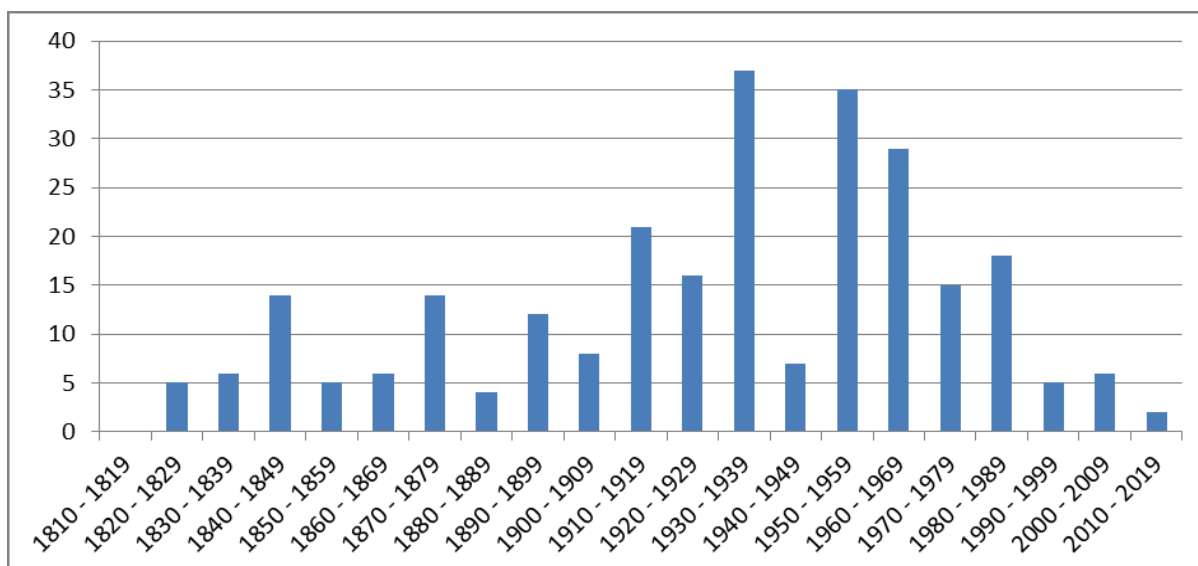


Bild 1: Altersstruktur der Einkammerschleusenanlagen der WSV (Quelle: BAW)

Für den Austausch der Schleusentore und der Antriebstechnik, die im Regelfall mit Anpassungen am Massivbau einhergehen, sind mehrmonatige Bauzeiten der Regelfall. Grundlegende Instandsetzungsmaßnahmen am Massivbau werden insbesondere dann erforderlich, wenn eine Schleusenanlage über die genannte Nutzungsdauer hinaus für weitere Jahrzehnte genutzt werden soll. Die Grundinstandsetzung einer Schleusenkammer, in der Regel also der Abtrag und die Reprofilierung des Betons an den wasserseitigen Wand- und Sohlenflächen sowie der Schleusenplanie, nimmt je nach Gegebenheiten zwischen ein und drei Jahre in Anspruch. Derartige Bauzeiten sind insbesondere für die ca. 260 Einkammerschleusen im bundesweiten Wasserstraßennetz nicht akzeptabel, weil hiermit immer eine entsprechend lange Unterbrechung der Schifffahrt auf der betroffenen Wasserstraße verbunden wäre. Umfahrungsmöglichkeiten, wie im Bereich des Straßen- oder Eisenbahnverkehrs, existieren bei den Wasserstraßen zumeist nicht oder würden zu wirtschaftlich nicht vertretbaren Umwegen führen. Lange Sperrzeiten oder Umwege hätten zwangsläufig Verkehrsverlagerungen von der Wasserstraße auf andere Verkehrsträger zur Folge.

Ein Blick auf die Altersstruktur für Einkammerschleusen zeigt, dass etwa 45 % der Anlagen älter als 80 Jahre ist. Die zugehörigen Zustandsnoten (im vierstufigen Notensystem), die auf Grundlage der regelmäßig durchzuführenden Bauwerksinspektion ermittelt werden, liegen bei 42 % der Anlagen zwischen 3,0 und 3,5 und bei 30 % der Anlagen zwischen 3,5 und 4,0. Diese Zahlen lassen erkennen, dass an den Anlagen kurz- und mittelfristig ein enormer Handlungsdruck zu erwarten ist.

Unter der Prämisse, dass längere Schifffahrtssperren unbedingt zu vermeiden sind und dass ein Ersatzneubau in unmittelbarer Nachbarschaft der bestehenden Anlage oftmals unwirtschaftlich und/oder von den Platzverhältnissen her nicht möglich ist, sind Alternativen zu den herkömmlichen Bauweisen zu entwickeln, die gestatten, dass während täglicher Sperrpausen von beispielsweise 12 Stunden instandgesetzt wird, während die übrige Zeit für den Schleusenbetrieb zur Verfügung steht. Darüber hinausgehende, ein- oder mehrwöchige Sperrungen sollen nur in Ausnahmefällen eingerichtet werden. Dieser nachfolgend als „Instandsetzung unter Betrieb“ bezeichnete Ansatz wird gegenwärtig im Rahmen eines gemeinsamen BAW/WSV-Vorhabens intensiv verfolgt.

## 2. Definition

Unter „Instandsetzung unter Betrieb“ werden im Rahmen des vorliegenden Projektes Instandsetzungs- bzw. Ersatzmaßnahmen am Massivbau und am Stahlwasserbau von Schleusenanlagen verstanden, welche

- innerhalb eng bemessener Zeitfenster,
- bei grundsätzlicher Aufrechterhaltung der Funktion der Anlage/des Schifffahrtbetriebs,
- mit dem Ziel einer langfristigen Weiternutzung der Anlage

durchgeführt werden. Die für die Instandsetzung akzeptablen und damit verfügbaren Zeitfenster variieren projekt- bzw. wasserstraßenspezifisch erheblich. Bei bislang geplanten bzw. ausgeführten Maßnahmen reichen die Zeitfenster von 4 Stunden täglich bis hin zu mehrwöchigen Sperrzeiten für die Schifffahrt. Für besonders umfassende Instandsetzungsmaßnahmen unter Betrieb dürften Zeitvorgaben erforderlich sein, wie sie momentan für die Instandsetzung und Verlängerung der Schleuse Schwabenheim vorgesehen sind (siehe auch entsprechenden Kolloquiumsbeitrag):

- Täglich: 12 h
- 1 x jährlich: 4 bis 6 Wochen
- 12 x insgesamt: 60 h
- Gesamtbauzeit: maximal 3 Jahre

Außerhalb der Sperrzeiten muss die Schleusenanlage für die Schifffahrt ohne signifikante Einschränkungen nutzbar sein.

Die unter Betrieb durchzuführenden Instandsetzungsmaßnahmen müssen in ihrer Qualität derart beschaffen sein, dass eine langfristige Weiternutzung der entsprechenden Bauwerke über viele Jahrzehnte hinweg möglich ist.

### 3. Historie, aktuelle Baumaßnahmen

Die Instandsetzung von Schleusen unter Betrieb ist nicht erst mit Aufnahme der Aktivitäten im hier vorgestellten Projekt ab etwa 2014 ein Thema. Bereits in 2001 wurden beispielsweise seitens der BAW in Zusammenarbeit mit Universitäten und Baufirmen erste Überlegungen angestellt, die Kammerwände der Schleuse Obernau am Main unter Betrieb instand zu setzen. Dieser Ansatz wurde damals allerdings u. a. wegen der fehlenden Erfahrung mit derartigen Maßnahmen, aber auch mit Verweis auf fehlende Komplettlösungen für eine Instandsetzung unter Betrieb nicht realisiert.

Etwa zeitgleich wurde für die Schleuse Eckersmühlen am Main-Donau-Kanal vorbeugend ein Konzept für eine Instandsetzung unter Betrieb bis zur Ausführungsreife entwickelt für den Fall, dass der frostbedingte Betonabtrag an den Kammerwänden ein kritisches Stadium erreichen würde. Umgesetzt werden musste dieses Konzept bislang noch nicht, weil der geringe Schadensfortschritt dies nicht erforderlich macht. Der in diesem Zuge entwickelte schnell erhärtende Spritzmörtel wurde in 2003 im Rahmen einer Probemaßnahme an einem Kammerwandblock der mittleren Kammer der Schleuse Feudenheim am Neckar eingesetzt. Bei dieser Maßnahme, welche in Reschke (2011) umfassend dokumentiert ist, wurde der abgängige Stampfbeton im Randbereich der Kammerwand zwischen Planie und Unterwasserstand durch Fräsen abgetragen und durch eine zweilagig bewehrte und verankerte Spritzbetonschicht mit einer Stärke von etwa 25 cm ersetzt. Zudem wurden in diesem Block Poller mit aufwendigen Verankerungen im geringfesten Altbeton eingebaut. Alle genannten Arbeiten wurden von Pontons aus innerhalb von Schifffahrtssperren von 4 bzw. 8 Stunden ausgeführt.

Eine weitere Instandsetzungsmaßnahme unter Betrieb wurde an der Schleuse Wedtlenstedt realisiert (siehe Bild 2). Hier wurde in den Jahren 2010/2011 der obere Kammerwandbereich auf einer Höhe von etwa 3 m nach vorherigem Betonabtrag mittels Fertigteilen reprofiliert (siehe u. a. Bartel (2011)).



*Bild 2: Instandsetzung der Kammerwände der Schleuse Wedtlenstedt mit Fertigteilen unter Betrieb (Quelle: BAW)*

In 2012 wurden die Alternativen „Instandsetzung unter Betrieb“ und „Neubau der Schleusenanlage“ für die Schleuse Oberrhein nochmals kritisch abgewogen. Die Instandsetzung unter Betrieb wurde als technisch realisierbar, mangels Erfahrungen im Hinblick auf Ausführungsrisiken und damit einhergehende unplanmäßige Sperrzeiten aber als noch zu riskant eingestuft. Gleichzeitig wurde aber der Beschluss gefasst, eine Schleusenkammer einer Mehrkammeranlage nicht konventionell, sondern unter Betrieb instand zu setzen. Ausgewählt wurde hierfür die Schleusenanlage Schwabenheim am Neckar, welche über zwei baulich voneinander getrennte Schleusenkammern verfügt (siehe eigenen Kolloquiumsbeitrag).

Aktuell wird die Instandsetzung der Kammerwände der Ruhrschleuse Raffelberg unter Betrieb geplant, die baupraktische Umsetzung ist ab 2018 vorgesehen.

In 2006 wurde die Schleuse Rahe am nicht zur WSV gehörenden Ems-Jade-Kanal quasi erneuert, indem komplett vorgefertigte Kammerblöcke und Häupter an Stelle des ursprünglichen Bauwerks im Schutz einer Stahlspundwand eingeschoben und abgesenkt wurden. Der Betrieb der Schleuse innerhalb täglicher Zeitfenster wurde hierbei aufrecht erhalten, lediglich während der Einschubvorgänge musste der Betrieb für 36 Stunden ruhen. Die gewählte Instandsetzungsvariante erfolgte auf Basis eines Sondervorschlags des mit der Bauausführung beauftragten Unternehmens.

Aktuell werden im Zuge eines umfangreichen Ausbaus des Södertälje-Kanals in Schweden u. a. die Kammer der bestehenden Schleusenanlage verbreitert sowie deren beiden Häupter erneuert. Die neuen Häupter sollen hierbei in temporären trockenen Baugruben neben dem Kanal hergestellt und anschließend in kurzen Sperrpausen an den endgültigen Bestimmungsort bewegt werden (siehe auch hier gesonderten Kolloquiumsbeitrag).

Im weiteren Sinne ist auch der Austausch von Schleusentoren innerhalb von planmäßigen, ein- bis zweiwöchigen Schifffahrtssperren, wie beispielsweise am Main bereits mehrfach durchgeführt oder für fünf Weserschleusen aktuell in der Planung, als Instandsetzungsmaßnahmen unter Betrieb anzusehen (siehe entsprechende Kolloquiumsbeiträge).

#### **4. Konzeption des BAW/WSV-Projektes „Instandsetzung unter Betrieb“**

Mit dem BAW/WSV-Projekt „Instandsetzung unter Betrieb“ werden folgende Ziele verfolgt:

- Erarbeitung von modularen Lösungen für Instandsetzungsmaßnahmen unter Betrieb
- Erarbeitung eines zugehörigen Informations- und Entscheidungssystems für WSV und Ingenieurbüros

Basis hierfür sind drei Säulen, anhand derer die entsprechenden Informationen generiert werden sollen:

- Begleitung/Nutzung entsprechender WSV-Projekte
- Durchführung eigener Untersuchungen
- Nutzung von Informationen aus entsprechenden Projekten Dritter

Ganz wesentliche Bedeutung kommt hierbei der Instandsetzung der Doppelschleuse Schwabenheim zu, bei der nahezu alle wesentlichen Instandsetzungsmaßnahmen unter Betrieb realisiert werden sollen. Im Einzelnen sind hier folgende Baumaßnahmen unter Betrieb geplant:

Linke Kammer (Grundinstandsetzung):

- Flächige Betoninstandsetzung der Wände
- Instandsetzung der Häupter mit Umbau des Füllsystems einschl. Energieumwandlung
- Erneuerung der Antriebstechnik

Rechte Kammer (Grundinstandsetzung und Schleusenverlängerung):

- Instandsetzung des Oberhauptes mit Umbau des Füllsystems einschl. Energieumwandlung
- Erneuerung der Antriebstechnik
- Unterwasserseitige Schleusenverlängerung

Da bei der Planung derartig komplexer Maßnahmen einerseits umfassendes bauausführungsspezifisches Know-how zwingend erforderlich ist und weil andererseits eine angemessene Risikoverteilung zwischen Auftraggeber und bauausführender Firma angestrebt wird, soll diese Maßnahme ab dem Jahr 2018 im Rahmen eines wettbewerblichen Dialogs geplant, vergeben und ausgeführt werden.

Der zu erstellende Modulbaukasten für das BAW/WSV-Projekt „Instandsetzung unter Betrieb“ wurde in einem ersten Schritt wie folgt kategorisiert:

- Temporäre Trockenlegung
- Betonabtrag
- Reprofilierung
- Ersatzneubau Häupter
- Austausch Stahlwasserbau
- Fugeninstandsetzung
- Lokale Betoninstandsetzung

Die Instandsetzungsmaßnahmen sollen weitestgehend im Trockenen durchgeführt werden, weil auf diese Weise dem Anspruch nach qualitativ hochwertiger Ausführung zielsicher Rechnung getragen werden kann. Die temporäre Trockenlegung und Wiederbefüllung der Schleusenkammer bzw. von Teile hiervon innerhalb kurzer Zeiträume, welche ja die eigentliche verfügbare Arbeitszeit innerhalb der täglichen Sperrpausen weiter reduzieren, ist deshalb ein zentrales Element innerhalb des Gesamtprojektes.

Innerhalb der einzelnen Kategorien wurden Verfahren identifiziert und hinsichtlich ihrer Bearbeitung im Projekt priorisiert. Für die Reprofilierung sind dies beispielsweise die Verfahren

- Spritzbeton (schnell erhärtend, verankert, bewehrt),

- Spritzbeton (schnell erhärtend, textilbewehrt),
- dünne Fertigteile als verlorene Schalung,
- massive Fertigteile,
- Beton (schnell erhärtend, verankert, bewehrt) ,
- Beton (schnell erhärtend, textilbewehrt).

Zu den einzelnen Verfahren liegen teilweise bereits Wissen und Erfahrungen in unterschiedlicher Bearbeitungstiefe vor. Teilweise sind Verfahren auch schon in vergleichbaren Situationen in der Praxis angewendet worden. Vor diesem Hintergrund wurden fünf Bearbeitungsstufen definiert, denen die vorhandenen Informationen zugeordnet werden:

1. Grundsätzliche Machbarkeit
2. Entwurfsplanung
3. Ausführungsplanung
4. Bauteilversuch/Mockup
5. Ausführung

Ziel des FuE-Vorhabens ist es, die wichtigsten Verfahren möglichst bis auf die Bearbeitungstiefen 4 oder 5 hin zu entwickeln, weil bereits erprobte Verfahren die Akzeptanz auf Seiten der Bauwerksverantwortlichen und deren Planer erfahrungsgemäß und verständlicherweise deutlich erhöhen. Sofern Informationen auf den einzelnen Bearbeitungsstufen fehlen, sollen von BAW und ANH gezielt entsprechende Untersuchungen vorgenommen und/oder zusammen mit der WSV geeignete Pilotprojekte realisiert werden.

## **5. Bearbeitungsstand, nächste Schritte, Ausblick**

Bislang sind im Rahmen des Projektes nachfolgende Aspekte bearbeitet worden:

- Erstellung eines Sachstandsberichtes zu Instandsetzung von Schleusen unter Betrieb unter Berücksichtigung nationaler wie internationaler Aktivitäten
- Analyse der Randbedingungen bei Einkammerschleusenanlagen der WSV (Geometrien, Bauweisen etc.)
- Entwicklung von Verfahren für eine temporäre Trockenlegung (Bearbeitungstiefe Grundsätzliche Machbarkeit/Stufe 1)
- Begleitung der Planungsaktivitäten der beauftragten Ingenieurbüros für die Instandsetzung der Schleuse Schwabenheim unter Betrieb (Stufe 1/2)
- Nutzung des Verfahrens „Wettbewerblicher Dialog“ für die Instandsetzung der Schleuse Schwabenheim unter Betrieb
- Begleitung der Planungsaktivitäten zur Instandsetzung der Schleuse Raffelberg unter Betrieb (Stufe 2/3)
- Informationssammlung zu geplanten bzw. ausgeführten Maßnahmen, Integration in Modulbaukasten (u. a. Schleuse Hollage, Schleuse Rahe)



Bei der weiteren Bearbeitung soll der Fokus nunmehr auf folgenden Aspekten liegen:

- Weitere Vervollständigung des Modulbaukastens
- Initiierung und Begleitung entsprechender Maßnahmen der WSV
- Entwicklung von Verfahren für temporäre Trockenlegung (bis Stufe 4/5)
- Entwicklung von Fertigteillösung für vertikale Flächen (Kammerwände) (bis Stufe 4/5)
- Komplettlösung für die Instandsetzung von Planie und Kammerwänden bis UW-1m sowie Toraustausch (bis Stufe 4/5)
- Instandsetzungsvarianten Toraustausch (bis Stufe 4/5)
- Entwicklung Rahmenlösung für Toraustausch (zusammen mit NBA Hannover für Neubau und Instandsetzung)
- Kontinuierliche Verfügbarmachung der gewonnenen Erkenntnisse, Ergebnisse (Internetplattform)

Bei der bisherigen Bearbeitung ist auch deutlich geworden, dass die angestrebte Realisierung von Bauteilversuchen/Mockups (Stufe 4) vielfach einen nahezu gleich hohen Aufwand bedingt wie die tatsächliche Bauausführung (Stufe 5). Mit den im Projekt verfügbaren Ressourcen allein ist dieser Aufwand kaum zu bewältigen, hier ist das Projekt auf eine Unterstützung durch die WSV zwingend angewiesen. Hinzu kommt, dass Personal mit entsprechend breitem Wissensspektrum (Bemessung, Baustoffe und insbesondere Baubetrieb/Bauausführung) nur bedingt verfügbar ist.

Der Modulbaukasten soll in einer ersten Stufe im Laufe des Jahres 2018 voraussichtlich über eine Internetplattform verfügbar gemacht werden. Vorgesehen ist die weitere Integration von Bausteinen mit vorrangiger Priorität bis etwa 2020. Die Umsetzung der Instandsetzung unter Betrieb an der Schleuse Schwabenheim soll ab 2018 mit der Einleitung des wettbewerblichen Dialogs beginnen.

## **6. Zusammenfassung**

Die wesentlichen Aspekte und Erkenntnisse des BAW/WSV-Projekts „Instandsetzung unter Betrieb“ können wie folgt zusammengefasst werden:

- Um den Anteil der Schifffahrt am Verkehr nicht zu gefährden, ist die Instandsetzung unter Betrieb (IuB) für die WSV neben Ersatzneubau und konventioneller Instandsetzung eine kaum verzichtbare Variante zur Erhaltung der Schleusenanlagen.
- Zur Sicherstellung einer angemessenen Qualität als Voraussetzung für eine langfristige Weiternutzung sollten Instandsetzungsmaßnahmen unter Betrieb möglichst im Trockenen ausgeführt werden.
- Angesichts der projektspezifisch stark differierenden Randbedingungen ist die Verfügbarkeit modularer Lösungsansätze von besonderer Bedeutung.
- Die im Rahmen des Projektes erarbeiteten Lösungsansätze können als Basis für die Planung und Ausführung von Maßnahmen zur Instandsetzung von Schleusen unter Betrieb genutzt werden, machen eine baumaßnahmenspezifische Bearbeitung aber nicht entbehrlich.
- Wesentliche Voraussetzung für die Akzeptanz der Instandsetzung unter Betrieb sind bereits ausgeführte Baumaßnahmen.



- Bei komplexen Instandsetzungsmaßnahmen unter Betrieb ist die frühzeitige Einbindung der bauausführenden Unternehmen über geeignete Verfahren zur Reduzierung von Zeit- und Kostenrisiken angezeigt.

### **Literatur**

Reschke, T. (2011): Instandsetzung unter Betrieb mit einem schnell erhärtenden Spritzbeton - Probe-  
maßnahme Schleuse Feudenheim. Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Wasserbau, Nr. 93

Bartel, A. (2011): Instandsetzung von Schleusenkammerwänden unter eingeschränktem Betrieb. Ta-  
gungsband zum BAW-Kolloquium „Instandhaltung von Verkehrswasserbauwerken“