

## Verfahrenssteckbrief

### 3.2 Fertigteile mit anteiliger Lastübernahme für die Vorsatzschale

<b>Allgemeines</b>	
<b>Kurzbeschreibung</b>  <b>Verfahren</b>	<p>Vertikale Flächen können mithilfe von Halbfertigteilen (z. B. Pi-Platten) reprofiliert werden. Die einlagig bewehrten Fertigteile werden als eine Art verlorene Schalung ausgebildet. Die Fertigteile sind in der Regel dünner als die Fertigteile, welche im Verfahrenssteckbrief 3.3 beschrieben werden. Der Hinterfüllbeton ist zusätzlich bewehrt und besitzt demnach eine deutlich größere Schichtdicke. Eine Bewehrung im Hinterfüllbeton wird angesetzt, da die abdichtende Wirkung der Vorsatzschale bei den bisher erarbeiteten Lösungen über diese Schicht gewährleistet werden soll. Mithilfe des Hinterfüllbetons und den darin einbindenden Rückverankerungen sind die Fertigteile mit dem Bestand verbunden. Je nach Ausführung sind demnach keine zusätzlichen komplett von den Fertigteilen bis in den Bestand durchgeführten Anker erforderlich.</p>
<b>Anwendungsmöglichkeiten (IuB)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ eine Massivbauoberfläche kann grundsätzlich unter trockenen Randbedingungen reprofiliert werden</li> <li>▪ eine Massivbauoberfläche kann unter gewissen Voraussetzungen auch unter Wasser reprofiliert werden</li> </ul>
<b>Grundlegende Voraussetzungen (IuB)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ eine Rückverankerung der Fertigteile in den Bestand muss gewährleistet werden können</li> <li>▪ falls nicht die komplette Bauwerksoberfläche, sondern nur ein Teilbereich der Wand instand gesetzt oder auf eine bestehende Massivbausohle aufgebaut wird, muss eine statische Einbindung der neuen Vorsatzschale an der horizontalen Kante zum verbleibenden Querschnitt zur Sicherung der Standfestigkeit sichergestellt werden</li> <li>▪ sowohl für die Fertigteile als auch für die Hinterfüllung gelten die Angaben der ZTV-W LB 219. Eine Abweichung hiervon muss in der Leistungsbeschreibung geregelt werden</li> <li>▪ falls eine Trockenlegung durchgeführt werden soll, müssen die Wände und die Sohle so ausgebildet sein, dass keine Grundbruchgefahr besteht</li> <li>▪ Wasserzutritt darf nur in einem Maße erfolgen, welches die Trockenlegbarkeit des Bauabschnitts nicht gefährdet</li> <li>▪ Während des Einbaus und der Erhärtung des Instandsetzungsbetons darf kein Wasserzutritt aus dem Bauteil</li> </ul>

	<p>erfolgen, welcher die Erhärtung des Instandsetzungsbetons beeinträchtigen könnte</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ggf. wird das Lichtraumprofil der Schleusenammer durch Halte- und Lastableitungskonstruktionen temporär eingeschränkt</li> </ul>
<p><b>Verfahrensbeschreibung</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ im Vorlauf müssen der notwendige Abbruch erfolgen und geeignete Fenderungen zur Sicherung der zu bearbeitenden Kammerwandbereiche vor Schiffsanprall angebracht werden</li> </ul> <p><b>Einbau mit Fußwiderlager und Kopffixierung Schwabenheim:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einbau der Rückverankerung zwischen neuer Vorsatzschale (filigrane Fertigteile &amp; Hinterfüllbeton) und Bestand</li> <li>▪ Ggf. Montage von aufgesetzten Dehnfugenbändern für die Kammerblockfugen</li> <li>▪ Einbau der Wandbewehrung welche im Füllbetonbereich liegt</li> <li>▪ Einheben und einbauen der bauzeitlichen Fußfixierungen</li> <li>▪ Einheben der Fertigteile (inklusive Abstandshalter) und Fixierung an den eigens dafür eingebauten Fußwiderlagern</li> <li>▪ Anbringung temporärer Fixierung im Kopfbereich des eingehobenen Fertigteils.</li> <li>▪ die Arbeitsschritte wiederholen sich, bis die gewünschte Kammerblockbreite mit Fertigteilen ausgekleidet ist</li> <li>▪ Einbau von seitlichen Abschalungen sowie von Fugenfüllplatten zwischen den einzelnen Fertigteilen</li> <li>▪ Hinterfüllen der Fertigteile mit einem Spezialmörtel/-beton</li> <li>▪ Vorkehrung zur Abdichtung der Arbeitsfuge treffen</li> <li>▪ nachdem der Hinterfüllbeton soweit erhärtet ist, dass die jeweiligen bauzeitlichen und betriebsbedingten Lastsituationen aufgenommen werden können, können die Kopf- und Fußfixierungen ausgebaut, die seitlichen Abschalungen entfernt und die Planie betoniert werden</li> <li>▪ Fenderungen entfernen</li> </ul>

	<p><b>Einbau mit innenliegenden Schalungsankern</b> <b>Hollage:</b></p> <p>Variante 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bohrlöcher für Schalungsanker erstellen</li> <li>▪ Bewehrung einlegen</li> <li>▪ Schalungsanker lose einlegen</li> <li>▪ Unteres Fertigteil stellen</li> <li>▪ Schalungsanker in die im Fertigteil integrierten Verbindungsmuffen einschrauben</li> <li>▪ Schalungsanker verpressen</li> <li>▪ Bisherige Arbeiten für oberes Fertigteil wiederholen</li> <li>▪ Hinterfüllbeton auf gesamter Höhe einbauen</li> </ul> <p>Variante 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bohrlöcher für Schalungsanker erstellen</li> <li>▪ Gewindestange im Bestand vermörteln</li> <li>▪ Zugprüfung durchführen</li> <li>▪ Falls statisch notwendig: Bewehrung einlegen</li> <li>▪ Gegenplatten der Anker einbauen und auf Rückseite des Fertigteils ausrichten</li> <li>▪ Fertigteil einheben und mit Stahlteil verschrauben</li> <li>▪ Hinterfüllbeton einbauen</li> </ul>
--	--

<b>Randbedingungen</b>	
<b>Technische Randbedingungen und Kennwerte</b>	
<b>Lastansätze für Bemessung der Fertigteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Eigengewicht Vorsatzschale</li> <li>▪ unter den jeweiligen Bauwerksgegebenheiten maximal mögliche Wasserdruck zwischen Betonuntergrund und Vorsatzschale (Poren- und Spaltwasserdruck)</li> <li>▪ Temperaturdifferenz (Hydratationswärme und Schleusenwasser)</li> <li>▪ Frischbetondruck</li> <li>▪ Schiffsanprall</li> <li>▪ Transportzustände</li> </ul> <p>Es muss darauf geachtet werden, dass der Spaltwasserdruck sowohl zwischen Fertigteil und Hinterfüllbeton als auch zwischen Hinterfüllbeton und Bestand berücksichtigt werden muss.</p>

<p><b>Bauzustände</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Beim Einsatz von Fertigteilen kann es dazu kommen, dass bereits vorhandene Bewehrung im Bestand durchtrennt werden muss. Dies muss bei der Planung des Verfahrens sowie beim Nachweis der Bauzustände berücksichtigt werden.</li> </ul>
<p><b>Technisches Modell für statische Modellierung</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ die Bauzustände und zwischenzeitliche Betriebszustände müssen in der Bemessung gesondert berücksichtigt werden</li> <li>▪ für den Bauzustand müssen die Fertigteile inklusive Fixierungen losgelöst vom Bestand betrachtet werden</li> </ul>
<p><b>Verankerungen Vorsatzschale in Bestand</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Lagesicherung der Fertigteile</li> <li>▪ Sicherstellung der Kraftübertragung zwischen Bestand und neuer Vorsatzschale (Bauzustände und Endzustand) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Füllbeton und Fertigteil</li> <li>○ Bestand und Füllbeton</li> <li>○ Bestand und Fertigteil</li> </ul> </li> <li>▪ falls in der Leistungsbeschreibung nicht anders beschrieben, sind 2 % mind. jedoch 5 Anker eines Bauteils gemäß Anlage 2 der ZTV-W LB 219 zu prüfen</li> <li>▪ Auf eine durchgehende Verankerung vom Fertigteil bis in den Bestand kann je nach Ausführung verzichtet werden. Eine solche Verankerung ist nur erforderlich, wenn der Frischbetondruck nicht über außen liegende Abstützungsstrukturen oder Widerlager aufgenommen werden kann.</li> </ul> <p><b>Dünne Fertigteile mit elastischer Lagerung</b></p> <p><b>Herdecke:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ für die Bemessung auf der sicheren Seite sollte die angestrebte monolithische Verbindung zwischen Fertigteil und Hinterfüllbeton einerseits und Bestand andererseits nicht angesetzt werden</li> <li>▪ um die Anker als elastische Lager annehmen zu können, dürfen diese über eine zu bemessende Strecke (Speicherbecken Herdecke 20 cm) keinen Verbund mit dem Altbeton aufweisen. Dies kann z. B. über Schrumpfschläuche sichergestellt werden</li> <li>▪ Ankerprüfung gemäß ZTV-W LB 219</li> </ul>

	<p><b>Einbau mit innenliegenden Schalungsankern</b></p> <p><b>Hollage:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ eine luftseitige Gurtung der Fertigteile ist nicht zielführend (Lichttraumprofil)</li> <li>▪ die Verbindung zwischen Hinterfüllbeton und Bestand erfolgt in beiden Varianten über Verbundanker</li> </ul> <p>Variante 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Herstellung von Bohrlöchern mit 90 mm Durchmesser und 800 mm Bohrlänge</li> <li>▪ Einsetzen von Schalungsankern aus Ankerstabstahl St 900/1100 mit Gewinderippen und Nenndurchmesser 20 mm</li> <li>▪ Schalungsanker werden lose eingelegt → Toleranzen bis zu <math>\pm 35</math> mm können in allen Richtungen ausgeglichen werden</li> <li>▪ nach Einbau Bewehrung und Fertigteile können die Anker mit den Fertigteilen über Montageanker und Verbindungsmuffen verbunden werden</li> <li>▪ Bohrloch wird verpresst (z. B. Pagel-Blitzverguss VB40)</li> </ul> <p>Variante 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ um Zugprüfung zu ermöglichen werden Gewindestäbe (z. B. M27 der Güte 5.8) vor Einbau der Halbfertigteile vermörtelt</li> <li>▪ Zugprüfungen werden durchgeführt</li> <li>▪ An Gewindestangen wird mithilfe von Ankerplatten und Muttern eine Aussteifung angeschraubt.</li> <li>▪ Aussteifung kann über Hülsenanker mit Halbfertigteil verbunden werden</li> <li>▪ Ausrichtung über Langlöcher an Verbindungsstellen</li> </ul>
<p><b>Randbedingung Beton</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fertigteil-, Hinterfüll- und Planiebetone sollten möglichst ähnliche Festigkeits- und Verformungseigenschaften besitzen, um Spannungen im Verbundbereich zu minimieren (z. B. infolge unterschiedlicher Temperaturverformungen)</li> <li>▪ Die neu verbauten Betone müssen konzeptionell an die Eigenschaften des Bestandbetons (Altbetonklassen) angepasst werden.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ je nach Konzeption des Hinterfüllbetons muss gewährleistet sein, dass kein Wasserandrang aus dem Bestand erfolgt.</li> <li>▪ der Hinterfüllbeton ist in der Regel einlagig bewehrt, da dieser die abdichtende Wirkung der Vorsatzschale gewährleisten soll</li> </ul> <p><b>Hollage:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Halbfertigteile in C35/45 XC2, XF3, XM1, WF und Ortbetonergänzung in C35/45 XC2, XF3, XM1, WF mit Größtkorn 16 mm</li> </ul>
<p><b>Baubetriebliche Randbedingungen und Kennwerte</b></p>	
<p><b>Vorarbeiten</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Abtragen der zu ersetzenden Bauteilbereiche. Die neu entstandene Oberfläche muss so beschaffen sein, dass ohne weitere Vorarbeiten (Reinigen, Anrauen) die Arbeiten fortgesetzt werden können. Die erforderliche Abtragstiefe ist zusätzlich zu den Schadensabmessungen von den Bemessungen der Fertigteile sowie der gesamten Vorsatzschale abhängig</li> <li>▪ falls unter trockenen Randbedingungen in Bereichen unterhalb Unterwasserstand gearbeitet werden soll, muss eine partielle Trockenlegung oder eine Wasserspiegelabsenkung durchgeführt werden</li> <li>▪ falls die Arbeiten nicht von einem Ponton aus durchgeführt werden, müssen Arbeiter und Geräte in die trockengelegte Schleusenkammer eingehoben werden</li> <li>▪ Fertigteile müssen über Binnenschiff oder LKW angeliefert und ggf. zwischengelagert werden</li> </ul>
<p><b>Hilfsgeräte</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bohrgerät für Rückverankerungen</li> <li>▪ Hebezeug</li> <li>▪ Betonpumpe</li> </ul>
<p><b>Hinterfüllen Zwischenraum</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Konsistenzklasse und Betoniergeschwindigkeit müssen bei der Ablaufplanung an die Bemessung der Fertigteile angepasst sein.</li> <li>▪ Entmischungstabilität des Hinterfüllbetons sicherstellen</li> </ul> <p><b>Hollage:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ um einen qualifizierten Betoneinbau und eine zuverlässige Verdichtung zu gewährleisten, wurde in Hollage auf halber</li> </ul>

	Wandhöhe eine horizontale Arbeitsfuge in der Ortbetonger- gänzung eingeplant (Betonierhöhe ca. 4,4 m)
<b>Geplante Sperrpausen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falls auf eine durchgehende Ankerung zwischen Fertig-            teil und Bestand verzichtet werden kann, reduzieren sich            die Zwangspunkte beim Einbau der Fertigteile. Dies kann            eine positive Auswirkung auf die Komplexität des Ein-            baus und damit auf die benötigten Sperrzeiten haben.</li> </ul> <b>Hollage:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Verpressankereinbau, Abbruch, Rissverpressung, Einbau            der Verbundanker sowie Einbau Schalungsanker in lau-            fenden Nacht- und Wochenendsperrungen.</li> <li>▪ Stellung der Halbfertigteile sowie der Betoneinbau ein-            schließlich Nachbehandlung in zusammenhängender            Sperrpause von 4 Tagen im Zweischichtbetrieb.</li> </ul>
<b>Wirtschaftliche Randbedingungen und Kennwerte</b>	
<b>Kennwerte Variantenunter-            suchung</b>	<b>Schwabenheim (2017):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Einbohren der Anker in die Wände 50,00 € / Stück</li> <li>▪ Herstellung Kopfhalterung 50,00 € / m</li> <li>▪ Herstellung Fußabstützung 100 € / Stück</li> <li>▪ Beton Fertigteile 100 € / m<sup>3</sup></li> <li>▪ Beton Wände 200 € / m<sup>3</sup></li> <li>▪ Nachbehandlung und Lieferung Fertigteile 50.000,00 €            Pauschale</li> <li>▪ Einheben der Fertigteile und temporäre Befestigung            1.000,00 €/Stück</li> <li>▪ Bewehrung für Vorsatzschale herstellen; Annahme:            120 kg/m<sup>3</sup> / 1.250,00 €/t = 118.125 €</li> </ul> <p>→ die Kostenschätzungen des Projekts Schwabenheim basie-            ren auf den Werten für herkömmliche Instandsetzungen.            Aufgrund der Anforderungen durch die Instandsetzung un-            ter Betrieb muss auf die angegebenen Werte ein Zuschlag            von 33,75 % berücksichtigt werden.</p> <b>Hollage (2013):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Bohrung Stabanker sowie Anker einbauen 47,00 €/Stück</li> <li>▪ Schalungsanker herstellen 250,00 € / Stück</li> <li>▪ Stahlbeton und Fertigteile herstellen 220,00 €/m<sup>3</sup></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fertigteile liefern und einbauen 25.000,00 € Pauschale</li> <li>▪ Bewehrung für Vorsatzschale herstellen; Annahme: 184 kg/m<sup>3</sup> / 1.400,00 €/t = 13.600 €</li> <li>▪ Fugenband 55 € / m</li> <li>▪ Horizontaler Kantenschutz 165,00 € / m</li> </ul> <p>Kantenschutz Zulage Fuge 180,00 € / Stück</p>
--	--

<b>Bearbeitungstiefen und Unterlagen</b>		
<b>I. Grundsätzliche Machbarkeit / Vorplanung</b>		
<i>Dokument</i>	<i>Erläuterung</i>	<i>Original</i>
ARGE Neckarschleusen Los 1 (2017): „Grundinstandsetzung und Verlängerung der Schleuse Schwabenheim und Bau einer Wendestelle – Variantenuntersuchung Instandsetzung und Verlängerung linke Kammer Schwabenheim unter Betrieb“	3.2-I.a	3.2-I.A
NBA Hannover / Krebs & Kiefer (2013): „Grundinstandsetzung der Schleusenkamerwände unter Betrieb am Beispiel der Schleuse Hollage“	3.2-I.b	3.2-I.B
<b>V. Ausführung</b>		
<i>Dokument</i>	<i>Erläuterung</i>	<i>Original</i>
Kolloquiumsbeitrag BAW Vismann, Kuhlmann (2009): „Baustoffe und Bauausführung im Verkehrswasserbau - Instandsetzung von Wasserbauwerken mit Fertigteilen“	3.2-V.a	3.2-V.A