

Verfahrenssteckbrief 9.2 Einschwimmen

Allgemeines	
Kurzbeschreibung Verfahren	Das Einschwimmen kann für den Ersatzneubau von Häuptionen oder für die Verlängerung von Schleusenkammern eingesetzt werden. Hierzu können ganze Bauwerke oder einzelne Elemente von einem Trockendock oder einer (benachbarten) Baugrube aus eingeschwommen und abgesenkt werden.
Anwendungsmöglichkeiten (IuB)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sofern eine Schleusenkammer verlängert wird, können Kammerelemente oder neue Häuptionen eingeschwommen werden. ▪ Alle Arten von Ersatzneubauten können auf diese Weise realisiert werden.
Grundlegende Voraussetzungen (IuB)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Ausführungsform beeinflusst die Bemessung der Ersatzneubauteile: <ul style="list-style-type: none"> ○ Schleusenart, Schleusenbauart und Schleusentore ○ Oberhaupt oder Unterhaupt ▪ Maßgebende Einflussgrößen des Fließquerschnitts müssen berücksichtigt werden: <ul style="list-style-type: none"> ○ Sohlbeschaffenheit ○ Fließgeschwindigkeit ○ Fließrichtung ○ Unter- oder Oberwasserbereich ○ Fahrrinnenbreite ○ Fahrrinntiefe ▪ Folgende Kräfte müssen bei der Bemessung der Bauteile berücksichtigt werden: <ul style="list-style-type: none"> ○ Regen ○ Wellen und Wellenaufstau ○ Wind ○ Schrägstellung Bauteil ○ Gewichts- und Auftriebskraft
Verfahrensbeschreibung	<p>Ersatzneubau Haupt über Einschwimmen eines Basisfloß Greenup Lock:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ das Basisfloß aus Stahlbetonschalen wird in einem Trockendock (z. B. stillgelegte Schleusenkammer) hergestellt ▪ Fluten des Trockendocks, wodurch das Basisfloß aufschwimmt

	<ul style="list-style-type: none">▪ Abschleppen des Basisfloßes zu einer Konstruktionsstelle nahe der Schleuse▪ an Konstruktionsstelle wird auf dem Basisfloß mit Fertigteilen und Ortbeton ein Wandaufbau ergänzt▪ die Konstruktion wird an die vorgesehene Stelle gezogen bzw. eingeschwommen und am Bestimmungsort abgesenkt▪ Verfüllen des Betonkastenaufbaus mit Unterwasserbeton▪ falls notwendig, Verankerung mit Baugrund und ggf. Bestandsbauten herstellen▪ Anprallschutz installieren▪ Entwässern des Hauptes und Verpressen der Fugen in den Kammern▪ Ausbildung des Drepfels▪ Installation mechanischer und elektrischer Ausrüstungen sowie der Stemmtore <p>➔ Ein ähnliches bzw. abgewandeltes Vorgehen kann auch für anders konstruierte schwimmbare Häupter angewendet werden. Voraussetzung ist jedoch, dass das Bauteil selbstschwimmend ausgeführt ist. Die Zwischenstation „Konstruktionsstelle“ kann je nach Aufbau entfallen.</p> <p>Södertälje:</p> <p>Einschwimmen von benachbarter Baugrube</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Haupt wird in trockener Baugrube neben dem Kanal- oder Flussquerschnitt errichtet▪ Baugrube wird über einen vertikalen Abschluss (z. B. Kombiwände) gesichert. Dieser muss im anstehenden Boden verankert oder im Kopfbereich durch Baugrubenaussteifungen gesichert werden▪ nachdem die Baugrube ausgehoben ist, wird diese durch eine Unterwasserbetonsohle, je nach gewähltem Wandaufbau, abgedichtet▪ neben den Massivbauarbeiten der Häupter kann je nach Aufbau z. B. Tor- und Antriebstechnik vorinstalliert werden▪ gegebenenfalls können erste Inbetriebsetzungsmaßnahmen erfolgen
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einbau temporäre Schottwände auf beiden Stirnseiten der Häupter ▪ um das Bauteil aufschwimmen zu können, muss die Baugrube geflutet werden ▪ durch kontrollierte Ballastierung wird die Feinjustierung des Freibords vorgenommen ▪ das Haupt wird an die vorherbestimmte Position geschoben bzw. gezogen ▪ das Haupt wird kontrolliert abgesenkt (z. B. durch Verfüllen Kastenaufbau oder Hydraulikvorrichtung) ▪ Kraftschlüssiges verfüllen unterhalb der Sohle (z. B. Unterwasserbeton oder Injektionskissen) ▪ Einbau Schleusentore und abschließende Inbetriebnahme der Antriebs- und Steuerungstechnik.
--	--

Randbedingungen	
Technische Randbedingungen und Kennwerte	
<p>Vorgehen Bemessung des Bauteils</p>	<p>Prüfen, ob vorhandene Wassertiefe ausreicht</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bauwerksdimensionen festlegen ▪ Gesamtgewicht berechnen ▪ Auftriebskraft ermitteln ▪ Eintauchtiefe bestimmen ➔ Die ausnutzbare Wassertiefe muss größer als die Eintauchtiefe des Bauteils sein <p>Schwimmstabilitätsanalyse durchführen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Position Auftriebsschwerpunkt bestimmen ▪ ggf. Ballastgröße abschätzen ▪ Position Massenschwerpunkt ermitteln ▪ Abstand Auftriebs- zu Masseschwerpunkt bestimmen ▪ Flächenträgheitsmoment um maßgebende Kippachse berechnen ▪ metazentrische Höhe ermitteln

	<p>➔ falls Kippen nachgewiesen wird, müssen Schwimmhilfen bzw. Ballastsysteme eingesetzt werden.</p> <p>Wenn die metazentrische Höhe größer null ist, ist das Bauteil schwimmstabil.</p>
Zu berücksichtigende Lastfälle	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einschwimmen (Bauzeit) ▪ Einbau (Bauzeit) ▪ Schifffahrt/Schiffsanprall (Betrieb) ▪ 100-jähriges Hochwasser (Betrieb) ▪ Trocken gelegtes Haupt (Wartungsarbeiten)
Beton	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Der Fertigteil-, der Verguss-, der Ort- sowie der Unterwasserbeton sollten möglichst vergleichbare Festigkeits- und Verformungseigenschaften besitzen, damit es nachträglich zu keinen Schäden kommt (z.B. aus unterschiedlichen Temperaturverformungen). ▪ Für den eingesetzten Beton gelten die Angaben aus der ZTV-W LB 219 Eine Abweichung hiervon muss im Einzelfall zwischen AG und AN vereinbart werden und in der Leistungsbeschreibung expliziert geregelt werden.
Mögliche Dimensionen	<p>Södertälje:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ ca. 11.000 t Bauteilgewicht durch Ballastierung der abgeschotteten Tormaske (Bauteildimensionen nicht in Artikel) <p>Schwabenheim:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ ca. 1.200 t als Filigrankonstruktion mit einer Einsinktiefen von 2,29 m und folgenden Abmessungen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Wanddicke: 4,7 m ○ Lichte Breite: 12,00 m ○ Breite: 21,40 m ○ Wandhöhe: 4,00 m ○ Sohlstärke: 2,5 m ○ Gesamthöhe: 6,5 m ○ Länge: 24,21 m

Baubetriebliche Randbedingungen und Kennwerte	
Vorarbeiten	<ul style="list-style-type: none"> ▪ je nach Verfahren und angetroffenen Randbedingungen muss eine Baugrube erstellt, gesichert und abgedichtet werden ▪ auf Schienenkonstruktionen, die zum Einschieben nötig wären, kann verzichtet werden. Dadurch wird der vermehrte Einsatz von Tauchern vermieden und die Massivbauarbeiten können sofort nach der Trockenlegung der Baugrube/des Trockendocks beginnen ▪ um Aufschwimmen zu gewährleisten ist unter der Hauptsohle eine wasserdurchlässige Schicht aus Schotter oder Drainbeton vorzusehen ▪ je nach Tiefgang des dimensionierten Schwimmkörpers muss vom Trockendock oder der benachbarten Baugrube aus einer Fahrrinne ausgehoben werden ▪ Das Gründungsplanum zum Absetzen des neuen Hauptes muss entsprechend der statischen Anforderungen erstellt werden
Einschwimmvorgang	<ul style="list-style-type: none"> ▪ falls Hindernisse, wie z. B. Baugrubenaussteifungen oder Brücken, unterquert werden müssen, muss das Bauteil inklusive Freibord so dimensioniert sein, dass eine Unterquerung möglich ist ▪ sollen Ballastierungstanks für die nötige Schwimmstabilität eingesetzt werden, so sind Pumpen vorzuhalten
Wirtschaftliche Randbedingungen und Kennwerte	
Wirtschaftlichkeits- und Risikoanalyse	<p>Södertälje:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ im Rahmen dieser Analysen wurde festgestellt, dass das Einschwimmverfahren sowohl wirtschaftliche als auch technologische Vorteile gegenüber dem Verfahren Einschieben besitzt.

Bearbeitungstiefen und Unterlagen		
I. Grundsätzliche Machbarkeit / Vorplanung		
<i>Dokument</i>	<i>Erläuterung</i>	<i>Original</i>
A. Kellner, Masterarbeit am TMB (KIT), (2017): „Erarbeitung einer Bemessungsgrundlage für Einschwimmtechniken für den Ersatzneubau von Schleusenhäuptern“	9.2-I.a	9.2-I.A
II. Entwurfsplanung		
<i>Dokument</i>	<i>Erläuterung</i>	<i>Original</i>
BAW Kolloquium; T. Böhme, T. Rolf (2017): „Schleuse Södertälje – Bau- begleitende Planung des Ersatzneubaus von Ober- und Unterhaupt im Einschub- und Einschwimmverfahren“	9.2-II.a	9.2-II.A
M. Keathly, Review (2005): „Greenup Locks and Dam“	9.2-II.b	9.2-II.B