

Planungen zur Schleuse Lüneburg

Dipl.-Ing Günter Schulz, Neubauamt für den Ausbau des Mittellandkanals in Hannover

Dipl.-Ing Roland Rother, Neubauamt für den Ausbau des Mittellandkanals in Hannover

Einleitung

Der Elbeseitenkanal verbindet den Hamburger Hafen mit dem Hinterland und über den Mittellandkanal mit dem gesamten deutschen Wasserstraßennetz. Die Höhendifferenz von 61,0 m zwischen Elbe und Mittellandkanal überwindet der Elbeseitenkanal mit nur zwei Abstiegsbauwerken, der Schleuse Uelzen (Fallhöhe 23,0 m) und dem Schiffshebewerk Lüneburg (Fallhöhe 38,0 m). Der Durchgang am Schiffshebewerk Lüneburg betrug im Jahr 2014 knapp 11 Mio. Gütertonnen und mehr als 80.000 Containereinheiten.

Das Schiffshebewerk wird zunehmend zu einem Engpass, weil die Tröge nur 100 m lang sind und damit bereits Großmotorschiffe mit 110 m Länge das Hebewerk nicht passieren können. Der Engpass in Lüneburg ist deshalb so fatal, weil ansonsten der Weg über den Mittellandkanal zum Rhein und zur Elbe für die großen Schiffe frei ist. Im Rahmen einer Studie wurde nachgewiesen, dass der Bau einer 190 m langen Schleuse in Lüneburg technisch machbar ist und dabei deutlich wirtschaftlicher ist als der Bau eines Hebewerkes mit 140 m langen Trögen für übergroße Großmotorschiffe.



Bild 1: Elbeseitenkanal mit Schiffshebewerk Lüneburg

Tragwerk und Hydraulik

Die Schleuse Lüneburg benötigt bei einer Fallhöhe von 38 m, einer Nutzlänge von 190 m und einer Breite von 12,5 m für eine Kreuzungsschleusung ca. 95.000 m³ Schleusungswasser. Anders als bei Schleusen an großen Fließgewässern, wo durch den Abfluss immer ausreichend Schleu-

sungswasser zur Verfügung steht, müsste am Elbeseitenkanal in Lüneburg das gesamte Schleusungswasser wieder hochgepumpt werden. Damit würden für eine Kreuzungsschleuse allein mehr als 2.000,- € Pumpkosten anfallen. Um in Lüneburg eine Schleuse wirtschaftlich zu betreiben, ist es deshalb zwingend erforderlich, den größten Teil des Schleusungswassers in Sparbecken zurückzuhalten und für die nächste Bergschleuse zu nutzen. Neben den wirtschaftlichen Gründen ist auch aus hydraulischer Sicht wegen der Sunk- und Schwallproblematik eine möglichst geringe Entnahme aus dem Oberwasser bzw. Abgabe an das Unterwasser anzustreben.

Das Tragwerk der Schleuse muss bei 38 m Fallhöhe sehr große Kräfte und gewaltige Lastwechsel aufnehmen. Die erforderlichen Abmessungen der Kammerwände sind, egal welches Tragwerk man wählt, so groß, dass es in jedem Fall wirtschaftlich ist, die Sparbecken in die Kammerwände zu integrieren. Lösungen mit terrassenförmig angeordneten Sparbecken kommen wegen des erheblich höheren Aufwandes deshalb nicht in Betracht.

Ein Rahmentragwerk bietet gegenüber den anderen Tragwerkstypen erheblich Vorteile und wird deshalb eindeutig favorisiert.

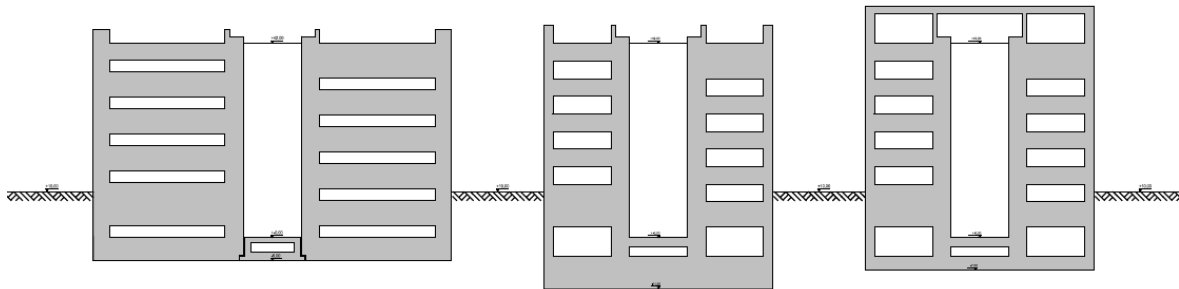


Bild 2: Tragwerkskonstruktionen

Sowohl bei der Tragwerksplanung als auch bei der Planung des hydraulischen Systems konnte auf umfangreiche Untersuchungen und Studien aus der Zeit des Baus des Elbeseitenkanals zurückgegriffen werden. Im Rahmen eines Ideenwettbewerbes für ein Abstiegsbauwerk in Lüneburg wurden 1968 insgesamt 9 Entwürfe für Schleusenbauwerke vorgelegt. Realisiert wurde - wie in Lüneburg zu sehen ist - der einzige Entwurf für ein Senkrechthebwerk.

In den verschiedenen Entwürfen für die Schleusenbauwerke sind die Idee eines Rahmentragwerks ebenso wie die Idee zusätzlicher Ober- und Unterbecken bereits vorhanden und planerisch bearbeitet.

In einem Bericht von 1967, der allen Teilnehmern am Ideenwettbewerb für ein Abstiegsbauwerk in Lüneburg als Grundlage zur Verfügung gestellt wurde, hat die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) nachgewiesen, dass eine Schleuse mit 38 m Fallhöhe hydraulisch ohne Probleme funktio-

niert. Querschnitte und Abmessungen aus dieser Arbeit konnten im ersten Planungsschritt übernommen werden.

Mit Hilfe der BAW wurden die Planungen in den vergangenen Jahren vertieft. Hinsichtlich der Anzahl und Anordnung der Sparbecken wurden umfangreiche Untersuchungen durchgeführt. Konzepte wurden sowohl für Notfallsituationen als auch für die planmäßige Unterhaltung und die Bauwerksinspektion entwickelt und mehrfach optimiert. Verschiedene Ansätze und Ideen bezüglich Tragwerk und Hydraulik wurden mit Hilfe von FEM-Modellen verifiziert.

Mittlerweile liegt ein sehr belastbarer Entwurf für eine Schleuse in Lüneburg vor.

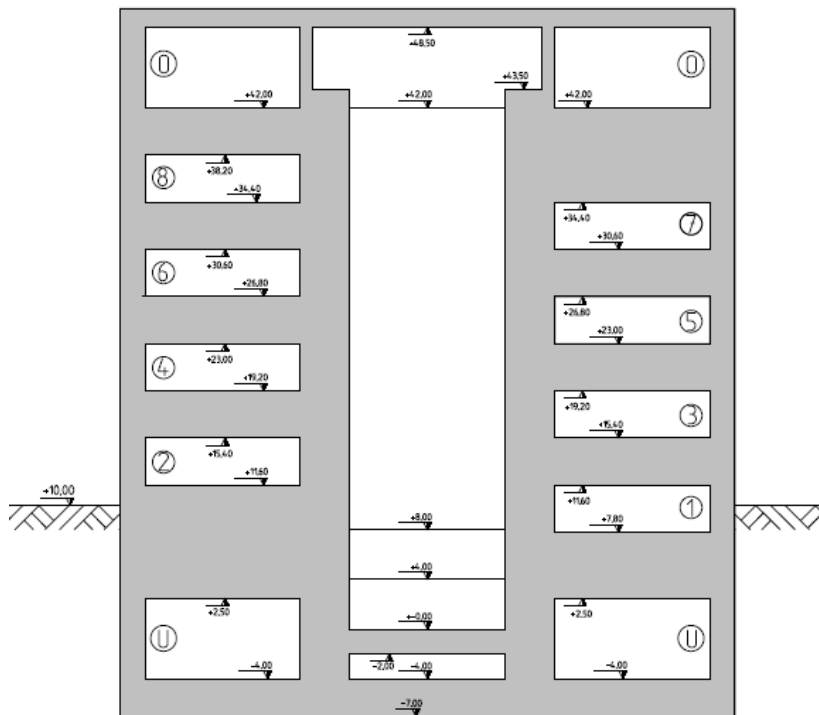


Bild 3: Querschnitt der Schleuse Lüneburg

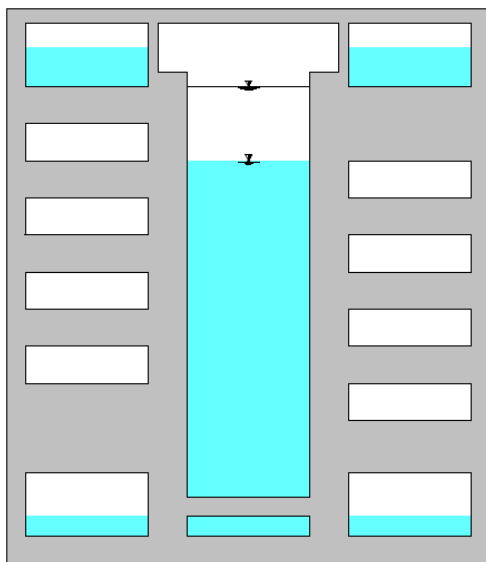
Die sogenannten Ober- und Unterbecken sind eine Besonderheit der Schleuse Lüneburg, die hydraulisch und wirtschaftlich erhebliche Vorteile bietet.

Aus den Oberbecken erfolgt die komplette Restfüllung der Kammer. Die Restentleerung erfolgt komplett in die beiden Unterbecken. Es gibt in den Vorhäfen also weder Sunk- noch Schwallerscheinungen. Für den uneingeschränkten Weiterbetrieb des Schiffshebwerkes ist dies von sehr großem Vorteil. Gleichzeitig bedeutet dies, dass auf teure und aufwendige Einlauf- und Auslaufbauwerke verzichtet werden kann.

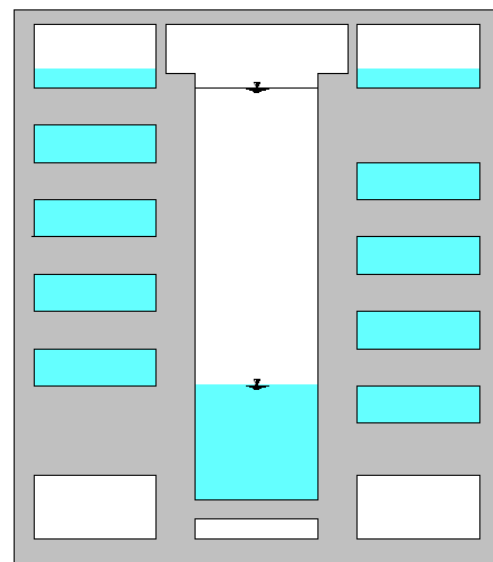
Der Blick auf den Schleusenquerschnitt (siehe Bild 3 und 4) zeigt andererseits, dass kein großer zusätzlicher baulicher Aufwand nötig ist, um die Ober- und Unterbecken einzurichten.

Das Prinzip der Schleuse beruht darauf, dass das Verlustwasser aus den Unterbecken kontinuierlich in die Oberbecken gepumpt wird. Bei einem Einspargrad von 80 % müssen während einer Kreuzungsschleusung ca. 19.000 m³ Wasser hochgepumpt werden. Bei einer Dauer von ca. 75 Minuten für eine Kreuzungsschleusung ist eine Pumpleistung von 4,2 m³/sec erforderlich. Diese Pumpleistung liegt deutlich unter den Leistungen, die in den Pumpwerken an Schleusen installiert sind, mit denen in der Regel nachts das Verlustwasser wieder hochgepumpt wird.

Ein kleiner Nachteil des beschriebenen Konzeptes liegt darin, dass die geodätische Förderhöhe zwischen Unter- und Oberbecken etwas größer ist als zwischen Unter- und Oberwasser.



Schleuse vor Restfüllung aus Oberbecken



Schleuse vor Restentleerung in Unterbecken

Bild 4: Funktionsprinzip der Schleuse mit Ober- und Unterbecken

Lage der Schleuse

Aufgrund der Randbedingungen (Bebauung, Infrastruktur, Gelände) kann die neue Schleuse nur westlich des bestehenden Schiffshebewerkes errichtet werden. Die Oberhäupter liegen dabei wegen der kreuzenden Kreisstraße auf einer Höhe.

Die Kosten für die Schleuse steigen mit dem Abstand Schiffshebewerk, weil der Aufwand für den Ausbau der Vorhäfen mit jedem Meter Abstand steigt. Auf der anderen Seite nimmt der Einfluss des Schleusenbaus auf das Schiffshebewerk mit jedem Meter Abstand ab, was sehr wünschenswert ist, weil das Schiffshebewerk während der Bauzeit nicht ausfallen darf.

Um einen sicheren und wirtschaftlichen Kompromiss zu finden, wurde ein umfassendes FEM-Modell aufgestellt (Modellgröße: 400 m x 500 m, Modelltiefe: 170 m). Mit Hilfe dieses Modells ist es möglich, die zu erwartenden Verformungen des Hebewerkes durch die Baugrube und später durch die Schleuse zuverlässig zu ermitteln. Aufgrund der Ergebnisse dieser Untersuchungen wurde der lichte Abstand zwischen Schiffshebewerk und neuer Schleuse auf 60 m festgelegt. Zunächst, ohne detaillierte Untersuchungen, war ein Abstand von 40 m angesetzt worden.

Die Kosten für den Ausbau der Vorhäfen werden dadurch reduziert, dass die westliche Mole in Verlängerung der westlichen Kammerwand gerade durchgezogen wird (Schubmole) und der Auslaufbereich nicht - wie bisher meist - zunächst unter 1:4 aufgeweitet wird. Bei einem lichten Abstand von 60 m bleibt zwischen Schiffshebewerk und neuer Schleuse genügend Platz, um die erforderlichen Startplätze an einer Mittelmole unterzubringen.

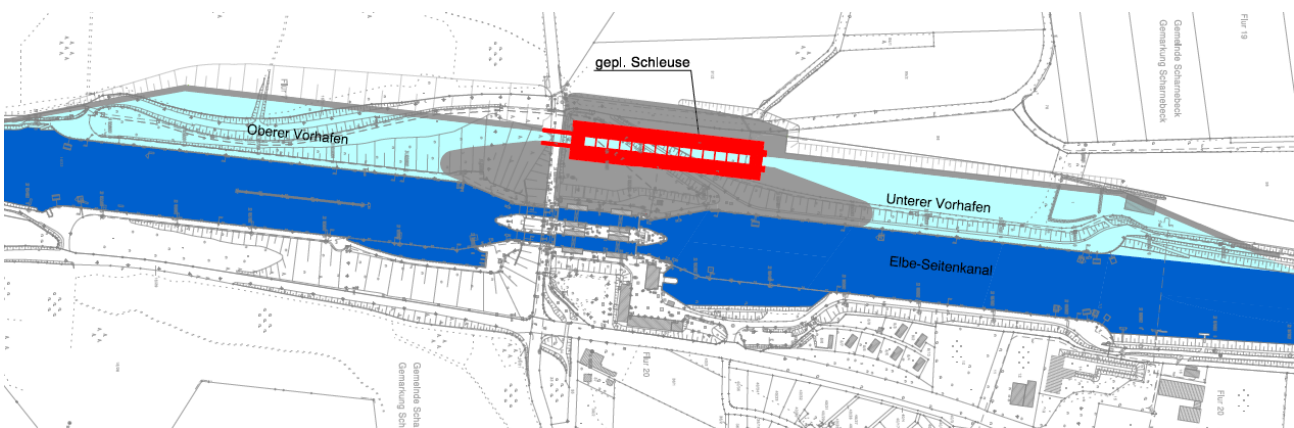


Bild 5: Lageplan der neuen Schleuse

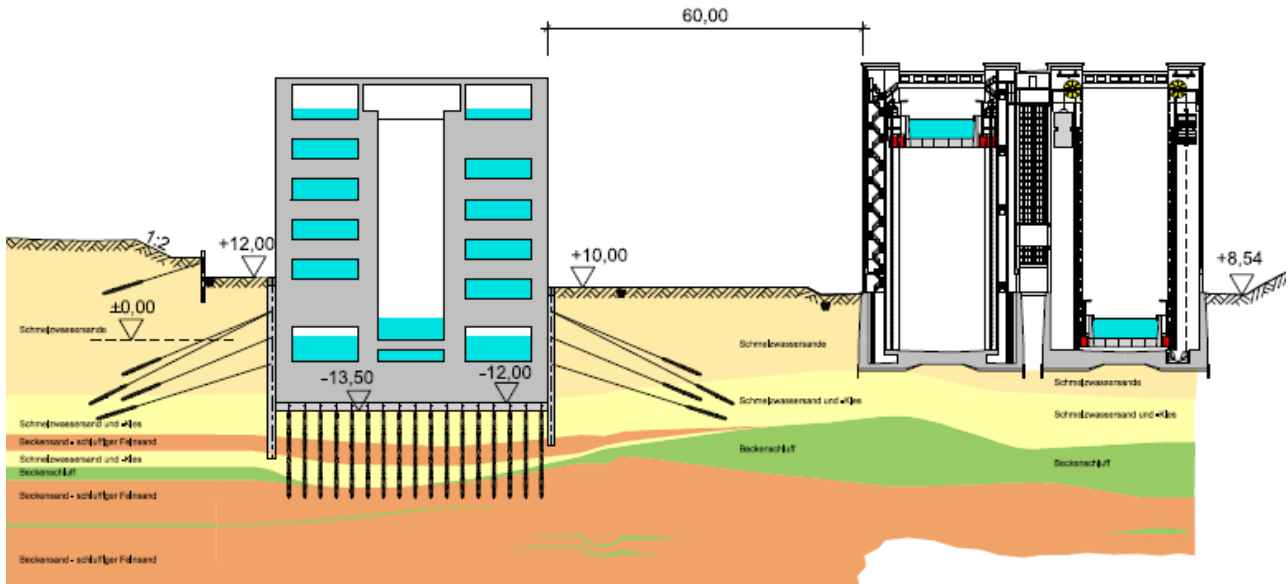


Bild 6: Abstand Schiffshebewerk - Schleuse (Blickrichtung nach Norden)

Weitere Planungen

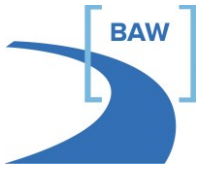
Zurzeit wird die Baugrube detailliert geplant, um später hinsichtlich der Ausführung und der Kosten keine Überraschungen zu erleben.

Weiterhin werden mit einem Grundwassermodell (FE FLOW) die Auswirkungen der Baugrube auf die Grundwasserströme simuliert, um auch hier die Auswirkungen zuverlässig prognostizieren zu können.

Außerdem wird das Schiffshebewerk exakt vermessen, um Vorverformungen festzustellen, die die noch zulässigen Verformungen reduzieren. Sollten Vorverformungen festgestellt werden, müsste zunächst untersucht werden, inwieweit durch Justierungen die Vorverformungen ausgeglichen werden können. Sollte dies nicht möglich sein, müsste eventuell der Abstand der neuen Schleuse vergrößert werden.

Ausblick

Wenn die letzten Untersuchungen in voraussichtlich einem Jahr abgeschlossen sind und durch die Ergebnisse dieser Untersuchungen die bisherige Bewertung nicht in Frage gestellt wird, könnte die konkrete Umsetzung der Maßnahme beginnen. Für die Entwurfsplanung, die Genehmigungen einschließlich Planfeststellungsverfahren sowie für die Ausschreibung und die Vergabe sind ca. fünf Jahre anzusetzen. Für den Bau der Schleuse Lüneburg werden weitere fünf Jahre eingeplant.



Literatur

Schulz, Rother (2014): Überlegungen zum Bau einer Schleuse in Lüneburg; HTG-Kongress, Tagungsband S.74-85

Thorenz C. (2011): A Self-Contained High-Lift Lock, Vortrag PIANC-Kongress 2011

Wachholz, T. (2014): Vortrag PIANC-Kongress 2014

