

Standard-Lösungen für Schleusen bis ca. 10 m Fallhöhe – Konstruktionsvergleich

Albert Jander, WNA Datteln

Allgemeines:

Mit der Vorgabe, Schleusen bis 10 m Fallhöhe zu standardisieren, wurden in einem Vergleich bereits ausgeführter Lösungen für Unter- und Oberhäupter Konstruktionsvarianten und deren Kosten betrachtet und analysiert. Es haben bislang 8 Sitzungen stattgefunden. Im Rahmen dieser Sitzungen haben sich bis heute folgende Ergebnisse herauskristallisiert.

Grundlagen:

Nach Rücksprache mit der BAW können Endsysteme i.M. bis zu 20 m³/s beaufschlagt werden, ohne dass die Belastung auf die in der Kammer liegenden Schiffe (Trossenzugkräfte) übergroß und für diese nicht mehr verträglich werden. Damit lassen sich die Füll und Entleerungszeiten für verschiedene Schleusenlängen und Hubhöhen hinreichend genau ermitteln. Selbst durchgeführte überschlägige Leistungsfähigkeitsnachweise zeigen, dass Schleusen mit Endsystemen über die gesamte Bandbreite der aufkommenden Verkehrsbelastungen ausreichend sind.

Kostenvergleich:

Für Endsysteme im Oberhaupt kommen nachfolgende „best-practice“-Lösungen in Frage:

- Stemmtor mit Füllschützen
- Stemmtor mit kurzen Torumläufen
- Klapptor mit kurzen Torumläufen
- Zugsegmenttor mit kurzen Torumläufen
- Drucksegmenttor

Auf Basis bekannter Baukonstruktionen und aktueller Baukosten ist eine sehr umfangreiche Analyse der Investitionskosten aller Kostenanteile durchgeführt und für die Unterhaltungs- / Betriebskosten Schätzungen bzw. Erfahrungen aus dem Bereich Wanne-Eickel, Dörverden und Bolzum zugrunde gelegt worden.

Die Alternativen wurden baulich und hinsichtlich ihrer Gesamtkosten auf der Grundlage aktueller Ausschreibungsergebnisse untersucht, und zwar zu

- Allgemeine Leistungen: Technische Bearbeitung, Baustelleneinrichtung
- Erdarbeiten einschl. Wasserhaltung

- Spundwandarbeiten
- Beton- und Stahlbetonarbeiten
- Stahlwasserbau
- Bauausgaben für maschinen- und elektrotechnische Komponenten am Oberhaupt
- Sonstige Bauausgaben : Oberhaupt

Wir machen Schifffahrt möglich.

BAWKolloquium

Standardisierung im Verkehrswasserbau

Gesamtkosten für ein Oberhaupt:

Investitions- und Unterhaltungskosten bei 35 Betriebsjahren



	Fallhöhe = 8,00 m	Fallhöhe = 3,50 m
Klapptor mit kurzen Umläufen	12.587.800,00 €	11.087.800,00 €
Stemmtor mit kurzen Umläufen	13.169.900,00 €	11.559.900,00 €
Stemmtor mit integrierten Füllschützen	9.002.800,00 €	8.353.000,00 €
Zugsegmentor mit Umläufen	13.319.300,00 €	11.719.300,00 €
Drucksegmentor mit Füllmuschel	8.957.500,00 €	8.557.500,00 €

25.05.2011 524 Albert Jander

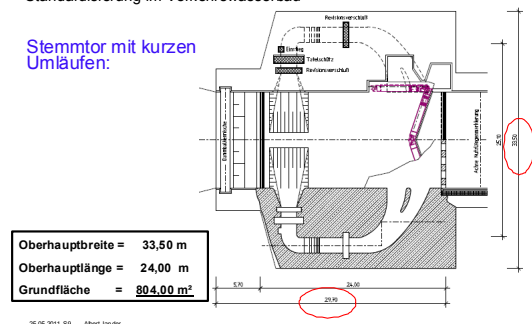
Wir machen Schifffahrt möglich.

BAWKolloquium

Standardisierung im Verkehrswasserbau



Stemmtor mit kurzen Umläufen:



25.05.2011 59 Albert Jander

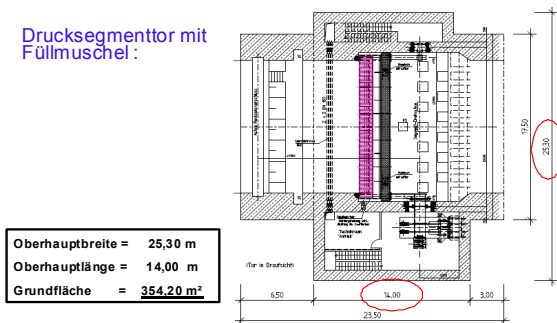
Wir machen Schifffahrt möglich.

BAWKolloquium

Standardisierung im Verkehrswasserbau



Drucksegmentor mit Füllmuschel:



25.05.2011 518 Albert Jander

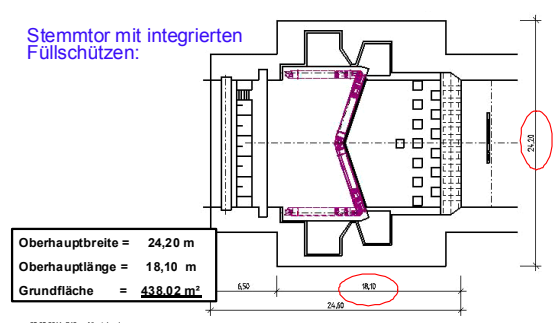
Wir machen Schifffahrt möglich.

BAWKolloquium

Standardisierung im Verkehrswasserbau



Stemmtor mit integrierten Füllschützen:



25.05.2011 512 Albert Jander

Es zeichnen sich über die Gesamtkosten betrachtet 2 Bereiche ab:

- für Systeme mit einer Befüllung durch das Tor => 8,3 bis 9 Mio. € sowie
- für Systeme mit kurzen Umläufen => 11 bis 13,3 Mio. €.

Als „best-practice“ Lösung stehen somit das Drucksegmentor und das Stemmtor mit Füllschützen für Schleusen bis 10m Fallhöhe zur Verfügung.

Es bleibt festzuhalten, dass die Segmentschütze in Stemmtoren zum Füllen der Schleusenammer ganz offensichtlich kein Problem für die Zuverlässigkeit der Gesamtanlage darstellen. Noch weniger problematisch hinsichtlich der Zuverlässigkeit erweist sich die Füllmuschel in einem Drucksegmenttor zu sein. Es ist bis heute kein Fall bekannt in dem die Füllmuschel ursächlich für den Ausfall eines Drucksegmentes war. Insgesamt lässt sich feststellen, dass das Füllen der Schleu-

senkammer durch die Tore, egal ob Stemmtor oder Drucksegmenttor, für die Gesamtanlage kein signifikant erhöhtes Risiko darstellt.

Auf Basis der bekannten Drucksegment-Lösungen mit seitlichen Antriebsräumen wurde jetzt eine Lösung für ein Drucksegment entwickelt, die auf eine Anordnung von Kavernen für den Antrieb und die Lagerung im Massivbaukörper verzichtet. Die Lagerung erfolgt beidseitig über äußere Stehlager. Der Antrieb des Tores erfolgt dann nicht mehr über das seitliche Torsionsrohr, sondern setzt einseitig außen am Torarm bzw. an der Torkonstruktion an. Die Anordnung muss noch optimiert werden. Diese Bauweise bringt enorme Vorteile bei den Investitionen. Mit weiteren Einsparungen in Höhe von rd. 1,5 Mio. € (bei 8,00 m Hub) bzw. rd. 1,4 Mio. € (bei 3,50 m Hub) ist zu rechnen.

Wir machen Schifffahrt möglich.
BAWKolloquium
Standardisierung im Verkehrswasserbau
Gesamtkosten für ein Oberhaupt:
Investitions- und Unterhaltungskosten bei 35 Betriebsjahren



	Fallhöhe = 8,00 m	Fallhöhe = 3,50 m
Klapptor mit kurzen Umläufen	12.587.800,00 €	11.087.800,00 €
Stemmtor mit kurzen Umläufen	13.169.900,00 €	11.559.900,00 €
Stemmtor mit integrierten Füllschützen	9.002.800,00 €	8.353.000,00 €
Zugsegmenttor mit Umläufen	13.319.300,00 €	11.719.300,00 €
Drucksegmenttor ohne Kavernen	7.450.000,00 €	7.150.000,00 €

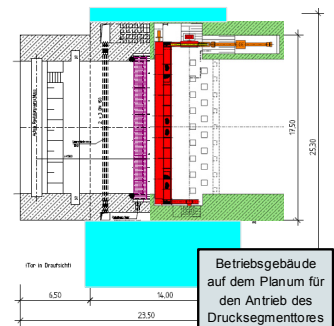
25.05.2011 536 Albert Jander

Wir machen Schifffahrt möglich.
BAWKolloquium
Standardisierung im Verkehrswasserbau



Oberhauptbreite = 19,00 m
Oberhauptlänge = 14,00 m
Grundfläche = 266,00 m²

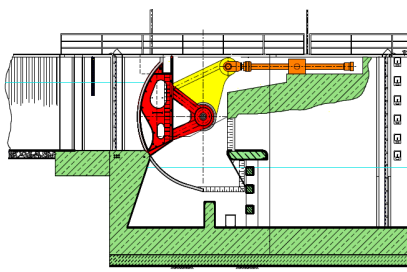
25.05.2011 532 Albert Jander



Wir machen Schifffahrt möglich.
BAWKolloquium
Standardisierung im Verkehrswasserbau

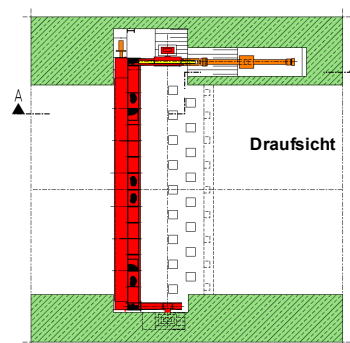


Tor geschlossen



25.05.2011 529 Albert Jander

Wir machen Schifffahrt möglich.
BAWKolloquium
Standardisierung im Verkehrswasserbau



25.05.2011 531 Albert Jander

Ein Drucksegment mit Außenantrieb ist eine noch nicht realisierte Lösung. Insofern erfüllt diese Variante nicht den Grundsatz „best-practice“, sie besteht jedoch vollständig aus Komponenten, die einzeln bekannt und erprobt sind (Klapp- bzw. Stemmtorantrieb). Betrachtet man zunächst die beiden Drucksegmentlösungen im direkten Vergleich, so favorisieren vor allem die geringeren Investi-

tionen den Einsatz eines Drucksegmenttores mit Außenantrieb. Die Frage nach dem Vorteil dieser Lösung gegenüber der eines Stemmtors mit Füllschützen ist differenzierter zu betrachten, denn das betrachtete Torsystem ist ggf. für einen Einsatz bei beschränkten Zufahrten und Platzverhältnissen mit schmalen Mittelmauern, Kammerwänden und Leitmolen aus Gewichtsgründen nur bedingt einsatzfähig.

Festlegungen:

Als Standard für Schleusen-Oberhäupter (bis 10 m Fallhöhe) ergeben sich somit folgende Lösungen:

-Bei Neubau oder Grundinstandsetzung mit Neubau des OH:

- Regelfall ohne Restriktionen: ⇒ **Drucksegmenttor neuer Antriebsart**
- bei HW-Entlastung über Schleuse: ⇒ **Drucksegmenttor neuer Antriebsart**
- bei Restriktionen*: ⇒ **Stemmtor (Riegelbauweise) mit integrierten Füllschützen**

* Restriktionen, die z. B. den Ein- u. Ausbau von
Drucksegmenttoren erschweren (wegen Zugänglichkeit, Gewichte)

Als Standard für Schleusen-Unterhäupter (bis 10 m Fallhöhe) ergeben sich somit folgende Lösungen:

-Bei Neubau oder Grundinstandsetzung mit Neubau des UH:

- Regelfall : ⇒ **Stemmtor (Riegelbauweise) mit integrierten Füllschützen**
- Bei Grundinstandsetzung des UH, dort wo der Umbau eines UH auf die vorgenannten Standard-Lösungen wegen erhöhter Aufwendungen nicht realisierbar oder nicht zweckmäßig ist (z. B. wegen Geometrie, Kosten, Bauwerkszustand), werden die zu erneuernden Bauteile in der jeweils vorhandenen Bauweise ersetzt; hierbei ist für die einzelnen Bauelemente eine Anlehnung an die Standards anzustreben.

Es wurden keine neuen Berechnungen durchgeführt da, die Abmessungen / Mengen in etwa vergleichbar wie beim Oberhaupt und die Baukosten deshalb in etwa derselben Größenordnung sind: Ein Vergleich der Kosten mit kurzen Umläufen mit integrierten Füllschützen ergibt, dass ein Stemmtor mit integrierten Füllschützen rd. 1/3 günstiger ist (siehe erste Tabelle „Gesamtkosten für ein Oberhaupt“).

Standard-Lösungen für Schleusen bis ca. 10 m Fallhöhe – Ober- und Unterhaupt

Albert Jander, WNA Datteln

Allgemeines:

Aus dem Ergebnis der vergleichenden Betrachtungen für Konstruktionen werden für das Ober- und Unterhaupt einschließlich ihrer stahlwasserbaulichen Verschlüsse Standardlösungen für Schleusen bis zu einer Fallhöhe 10 m vorgestellt und Neuerungen diskutiert.

Grundlage:

Als Regelfall für Schleusen-**Oberhäupter** (bis 10 m Fallhöhe), ist bei einem Neubau oder einer Grundinstandsetzung mit Neubau und für den Fall der Hochwasserabfuhr über die Schleuse ein Drucksegmenttor neuer Bauart mit Endsystem vorzusehen. Nur bei begründetem Ausnahmefall (keine Kranaufstellfläche möglich, zu enge Zufahrt, enge Platzverhältnissen, einer zu schmalen Mittelmauern und/ oder Kammerwand) kann ein Stemmtor (Riegelbauweise) mit integrierten Füllschützen mit Endsystem vorgesehen.

Als Regelfall für Schleusen-**Unterhäupter** (bis 10 m Fallhöhe) ist bei einem Neubau oder einer Grundinstandsetzung mit Neubau des Unterhauptes ein Stemmtor (Riegelbauweise) mit integrierten Füllschützen einschließlich einer Energieumwandlungsanlage vorzusehen. Nur bei Grundinstandsetzung des Unterhauptes, wo der Umbau auf die vorgenannten Regelfall-Lösungen wegen erhöhter Aufwendungen nicht realisierbar oder nicht zweckmäßig ist (z. B. wegen Geometrie, Kosten, Bauwerkszustand), werden die zu erneuernden Bauteile in der jeweils vorhandenen Bauweise ersetzt; auch in diesem Fall ist für die einzelnen Bauelemente eine Anlehnung an die Standards anzustreben.

D.h. bei Schleusenneubauten bis zu einer Fallhöhe von 10 Metern wird auf Seitenfüll- und Grundlaufsysteme verzichtet.

Standardlösungen für das Drucksegmenttor:

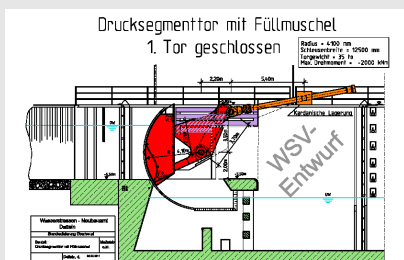
Im Zuge der weiteren Bearbeitung, wurde das Drucksegment neuer Bauart von der WSV technisch weiter entwickelt. Nachfolgend werden die Lösungsbeispiele vorgestellt:

Wir machen Schifffahrt möglich.

BAWKolloquium
Standardisierung im Verkehrswasserbau



Drucksegmenttor mit neuer Antriebsart

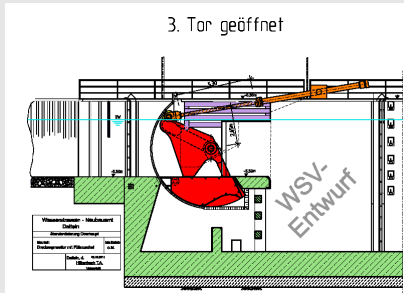


Wir machen Schifffahrt möglich.

BAWKolloquium
Standardisierung im Verkehrswasserbau



Drucksegmenttor mit neuer Antriebsart:



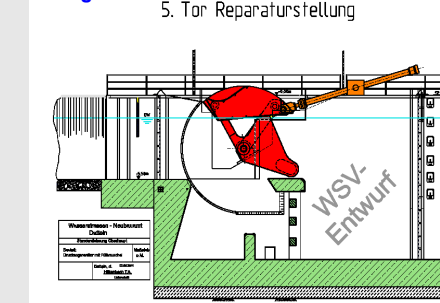
25.05.2011 56 Albert Jander

Wir machen Schifffahrt möglich.

BAWKolloquium
Standardisierung im Verkehrswasserbau



Drucksegmenttor mit neuer Antriebsart



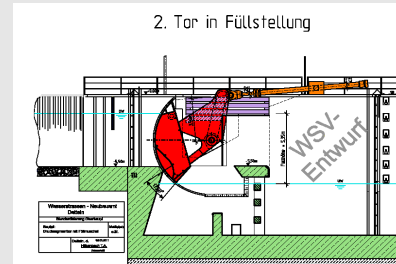
25.05.2011 58 Albert Jander

Wir machen Schifffahrt möglich.

BAWKolloquium
Standardisierung im Verkehrswasserbau



Drucksegmenttor mit neuer Antriebsart:

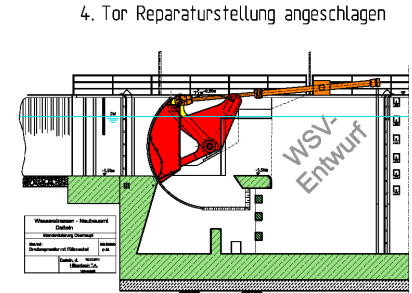


Wir machen Schifffahrt möglich.

BAWKolloquium
Standardisierung im Verkehrswasserbau



Drucksegmenttor mit neuer Antriebsart



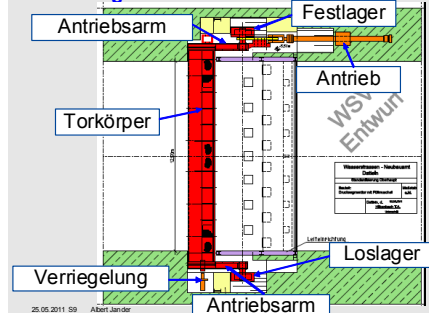
25.05.2011 57 Albert Jander

Wir machen Schifffahrt möglich.

BAWKolloquium
Standardisierung im Verkehrswasserbau



Drucksegmenttor mit neuer Antriebsart:



25.05.2011 59 Albert Jander

Zur besseren Austauschbarkeit ist ein Mindestmaß an Standardisierung notwendig. Unbedingt sind folgende Komponenten bei dem Drucksegmenttor zu standardisieren:

1. Torkörper-Geometrie/Radius $\Rightarrow$ Radius = 4100 mm
2. Ausführung der Antriebsarme
3. Ausführung der Drehlager
4. Sohl- und Seitendichtungsprofile
5. Dichtungsanschlätze
6. Antriebseinheit einschl. der Lagerung
7. Fahrgeschwindigkeiten
8. usw.

Standardlösungen für das Stemmtor mit Entleerungsschützen:

Zur besseren Austauschbarkeit ist ein Mindestmaß an Standardisierung notwendig. Unbedingt sind folgende Komponenten bei dem Stemmtor zu standardisieren:

1. Torkörper-Riegelbauweise/Geometrie
2. Stemmwinkel des Tores
3. Lage und Geometrie der Stemmknaggen
4. Hals- und Spurlager
5. Dichtungsprofile
6. Dichtungsanschlätze
7. Antriebseinheit einschl. der Lagerung
8. Antriebsmomente
9. Fahrgeschwindigkeiten
10. usw.

Im nachfolgenden werden die Beispiele vorgestellt:

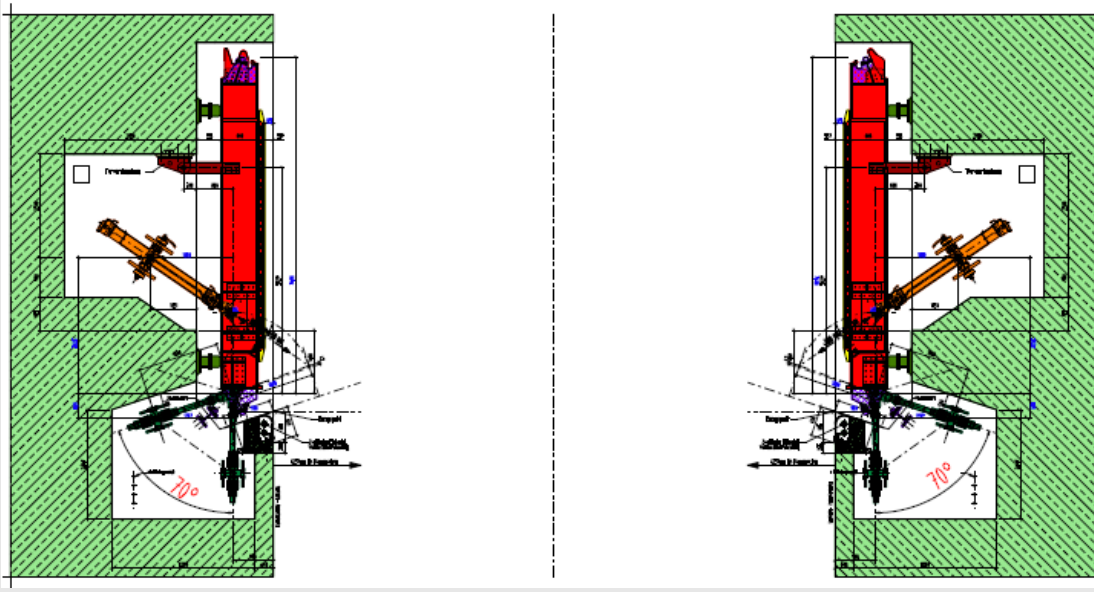
Wir machen Schifffahrt möglich.

BAWKolloquium

Standardisierung im Verkehrswasserbau



Stemmtor geöffnet:



Wir machen Schifffahrt möglich.

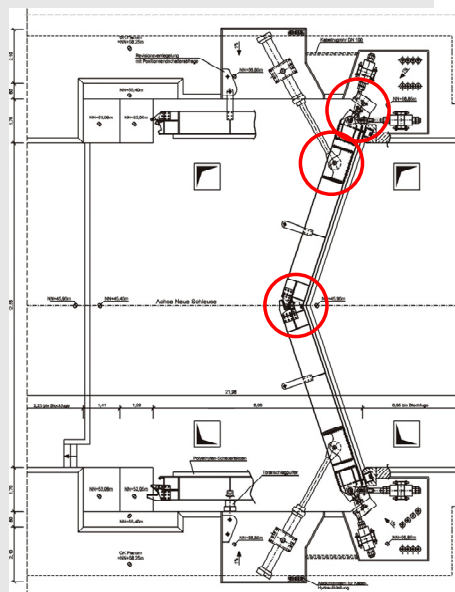
BAWKolloquium

Standardisierung im Verkehrswasserbau



Standards für das Stemmtor:

- Schraubbare Zylinder- und Halslagerkonsolen
- Schraubbare Einfädelkonstruktion
- Federung des Halslagers mit Elastomerfedern
- Öffnungs- bzw. Schließzeit des Tores rd. 60sec
- 2 Stück Pressenpunkte unter jedem Torflügel
- 2 Stück Anschlagösen auf jedem Torflügel
- 6 Stück Anschlagpuffer an jedem Torflügel
- Zum Schutz der Wendesäulendichtung sollte während des Schließvorganges die Luftsprudelanlage betrieben werden



Wir machen Schifffahrt möglich.

BAWKolloquium

Standardisierung im Verkehrswasserbau



Standardlösungen für Entleerungsschützen in einem Stemmter:

Auch bei den Entleerungsschützen sollen, wie v.g. viele Komponenten standardisiert werden:

Im Rahmen einer ersten technischen und wirtschaftlichen Bewertung stellt sich das Segment-schütz als die optimale Lösung dar. Rollschütze werden ohne Eindämmen der Schleuse ausge-baut und repariert werden! Hierdurch können Schleusenstillstandzeiten erheblich verkürzt werden. Bei Einzelschleusen ist dieser Aspekt besonders zu beachten!

Die Expertengruppe wird sich hierzu nochmals beraten und dann der Standardisierungskommissi-on einen Vorschlag unterbreiten.

