

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Conference Paper, Published Version

**Weisner, André; Tue, Nguyen Viet**

**Neubau der 2. Schleuse Wusterwitz**

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/105459>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Weisner, André; Tue, Nguyen Viet (2008): Neubau der 2. Schleuse Wusterwitz. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Neubau von Verkehrswasserbauwerken. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 5-10.

## **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.



Dipl.-Ing. A. Weisner, Wasserstraßen-Neubauamt Magdeburg

Prof. Dr.-Ing. V. Tue, Universität Leipzig, Institut für Massivbau und Baustofftechnologie

## Neubau der 2. Schleuse Wusterwitz

### Ausbaugrundsätze / Allgemeines

Der Neubau der 2. Schleuse Wusterwitz ist Bestandteil des Verkehrsprojektes Deutsche Einheit Nr. 17. Die geplante Schleuse am Ende des Elbe-Havel-Kanals wird 45 m achsparallel zur vorhandenen alten Schleusenkammer gebaut. Die von 1927-1930 gebaute Altanlage hat zwar eine Kammerlänge von 225 m, jedoch liegt die Drempeltiefe nur 3,15 m unter dem unteren Betriebswasserstand. Ferner läuft die gutachterlich ausgewiesene Restnutzungsdauer im nächsten Jahrzehnt aus.

Der Neubau wird für die Wasserstraßenklasse Vb ausgelegt. Grundlage für die Bemessung und die Konstruktion sind das Großmotorgüterschiff und ein Schubverband mit 185 m Länge, 11,40 m Breite und einer Abladetiefe von 2,80 m.

### Besonderheiten der Schleusenkonstruktion

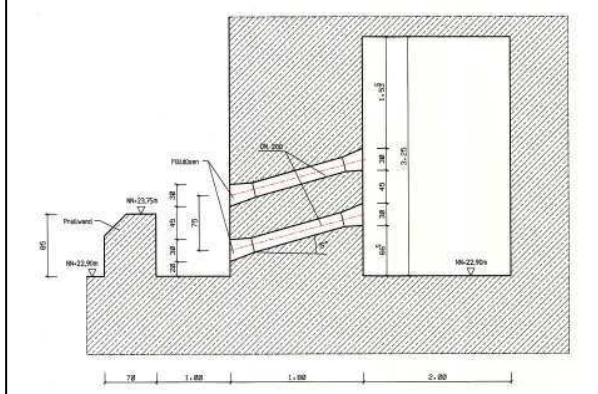
Bereits im Jahre 2003 begannen die Vorplanungen zum Neubau der zweiten Kammer. Bei der grundsätzlichen Festlegung der Konstruktionen wurden, wie bei größeren Ingenieurbauwerken üblich und sinnvoll, mehrere Varianten in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht untersucht. Hierzu zählten i.W. die Wahl der Baugru-

#### Wesentliche Konstruktionsdaten

Nutzbare Kammerlänge:	190 m
Lichte Kammerbreite:	12,50 m
Max. Hubhöhe:	4,75 m
Länge Betonkonstruktion:	261,03 m
Breite der Betonkonstruktion:	22,50 m – 34,30 m
Sohlhöhe:	1,80 m
Wanddicken im Kammerbereich:	1,80 m
Maximale Wanddicke:	13,20 m
Menge Beton / Stahlbeton:	rd. 40.000 m <sup>3</sup>
Unterhauptbrücke:	Integrale Stahlbetonkonstr.
Ober- und Untertor:	Stemmtor als Falwerk
Längskanalverschlüsse:	Gleitverschlüsse
Antriebe:	Elektrohubzylinder

### Hydraulisches System

Multiportsystem mit Längskanal, 276 Fülldüsen und Prallballen



benumschließung, die Wahl der Stahlwasserbauverschlüsse und deren Antriebe, die Wahl des hydraulischen Systems (Bild links) und in diesem Zuge auch die Wahl des statischen Systems des Bauwerkes.

Die vorgenannten Untersuchungen, die enge Abstimmung mit den Gutachtern und dem späteren Betreiber (WSA Brandenburg) führten zu vielen konstruktiven Optimierungen, die nicht nur zu technischen sondern vor allem zu wirtschaftlichen Vorteilen beim Bau und in der Unterhaltung bringen werden.

Allein im Zuge der Optimierungen des hydraulischen Systems, im Bereich der Ein- und Auslaufbauwerke, konnte die Bauwerkslänge um rd. 25 m verkürzt werden. Grundlage hierfür waren hydraulische Versuche und Gutachten der BAW und dem Leichtweißinstitut der TU Braunschweig.

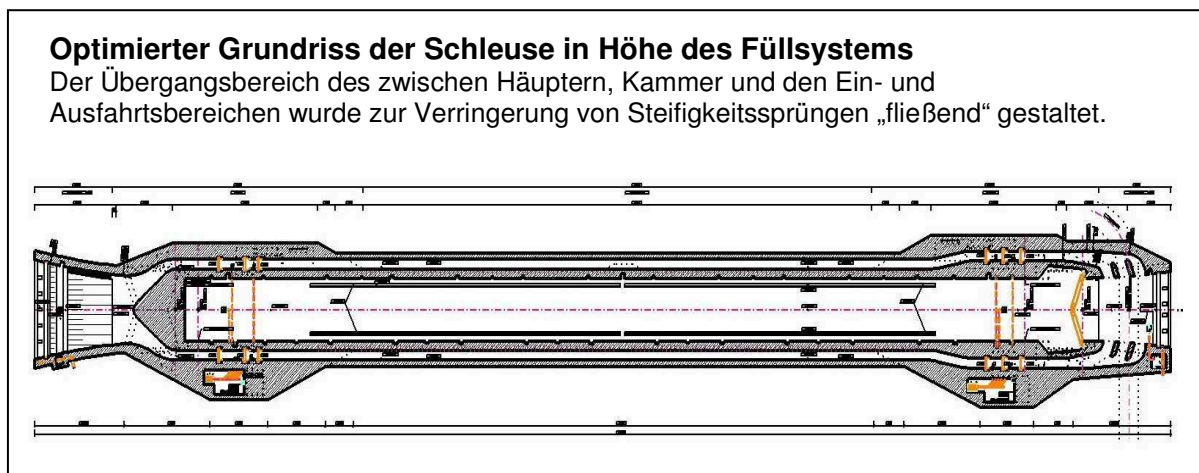
Aber auch die von der Dorsch Consult Wasser- und Umwelt GmbH vorgeschlagene statt auf Druck nun zugbelasteten Hauptrevisionsverschlüsse führten zu einer geringeren Konstruktionslänge.

### **Der Weg zur vollmonolithischen Bauweise**

Das WNA Magdeburg hat in Zusammenarbeit mit der BAW bereits 1998 im technischen Entwurf der Doppelschleuse Hohenwarthe auf einer Länge von 246,60 m und bei einer Sohlstärke 5,50 m dehnfugenfrei geplant. Im Rahmen der Beauftragung kam dann durch ein Nebenangebot noch eine fugenlose Sparbeckenanlage hinzu. Die monolithische Bauweise in Hohenwarthe ist entstanden durch schlechte Baugrundverhältnisse in Kombination mit hohen Bauwerklasten und daraus resultierenden hohen Setzungsdifferenzen, die Fugenbänder nicht aufnehmen konnten [1].

Hieraus entwickelte sich in der WSV die monolithische Sohle zum Stand der Technik. Dabei wurde bei späteren Schleusenbauten der erste Wandabschnitt im Bereich der Längskanäle integriert.

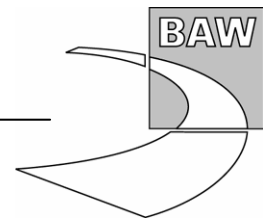
Im Zuge der Entwurfsbearbeitung zum Neubau der Schleuse Wusterwitz, 10 Jahre nach den ersten Planungen zur Schleuse Hohenwarthe, gab eine Machbarkeitsstudie der BAW [2] für eine gesamtmonolithische Schleuse Wusterwitz den entscheidenden Anstoß.



Neben den guten Erfahrungen bei den bislang errichteten teilmonolithischen Schleusen, guten Baugrundbedingungen in Wusterwitz aber auch die zunehmenden Probleme mit Fugenbandkonstruktionen in der WSV, führten zur gemeinsamen Entscheidung am 12.08.04 im BMVBS; Zur Planung der ersten gesamtmonolithischen Schleuse Deutschlands.

### **Betontechnologische Berücksichtigung im Bauvertrag**

Im Zuge der Vertragsgestaltung wurde die Anwendung einer aktiven Begrenzung der Frischbetontemperatur auf Basis von Klimadaten im Rahmen eines Pilotprojektes in der WSV vereinbart [3]. Denn neben den Randbedingungen bei der Bemessung ist die Beherrschung der Hydratationswärme im jungen Beton maßgeblich bei der sicheren Herstellung eines wasserundurchlässigen Bauwerkes.



## **Besonderheiten bei der Bemessung der fugenlosen Konstruktion**

Im Wesentlichen werden Schleusenbauwerke durch folgende Einwirkungen beansprucht:

- Erd- und Wasserdruck
- Setzungen des Baugrunds
- Temperaturgeschichte während der Betonerhärtungen
- Witterungseinflüsse während der Nutzung.

Bei einem üblichen Abmessungsverhältnis zwischen Längs- und Querrichtung werden Erd- und Wasserdruck im Allgemeinen über die Quertragrichtung abgetragen. Die Raumfugen in den Wänden und der Bodenplatte haben nur einen vernachlässigbaren Einfluss auf den Lastabtrag.

Der Einfluss der Baugrundsetzungen muss im Allgemeinen sowohl für die Quer- als auch für die Längsrichtung rechnerisch untersucht werden. Die Auswirkung in jeweiliger Tragrichtung hängt von der Setzungsmulde ab, die vor allem von der Steifigkeit und Homogenität des Baugrunds sowie den Beanspruchungen bestimmt wird. Bei den bisherigen Fugenabständen von maximal 15 m ist die Auswirkung auf die Stahlbetonbauteile in Längsrichtung als gering einzuschätzen, da die Baugrundsetzungen durch Fugenbewegungen ohne den Aufbau von Zwangkräften ausgeglichen werden können. Bei fugenloser Bauweise muss die Setzungsmulde mit auf der sicheren Seite liegenden Annahmen rechnerisch erfasst werden und anschließend die Empfindlichkeit der Konstruktion gegenüber der zu erwartenden Setzungsmulde analysiert werden. Die Anwendung nicht-linearer Rechenverfahren, bei der die Steifigkeit nach der Rissbildung und vor allem die Rissverteilung wirklichkeitsnah abgebildet werden können, ist zumindest bei großem Setzungsunterschied erforderlich.

Bei der Schleuse Wusterwitz wurde die Setzungsmulde mittels einer 3D-FE-Modell untersucht. Der Setzungsunterschied in Querrichtung beträgt hiernach nur einige Millimeter und in Längsrichtung einige Zentimeter. Das maximal auftretende Biegemoment unter Annahme eines ungerissenen Betonquerschnitts liegt unterhalb dem Rissmoment des Bauteils. Die fugenlose Bauweise kann somit empfohlen werden.

Die Auswirkung der Hydratationswärme auf das Verhalten von dicken Bauteilen ist nach heutigem Stand der Technik beherrschbar. Die tatsächlich zu erwartende Temperaturentwicklung in Betonbauteilen während der Betonerhärtung kann mit der FE-Methode ermittelt werden. Bild 1 zeigt am Beispiel der Schleuse Sülfeld-Süd den Vergleich zwischen der messtechnisch bestimmten und rechnerisch ermittelten Temperaturentwicklung der Bodenplatte.

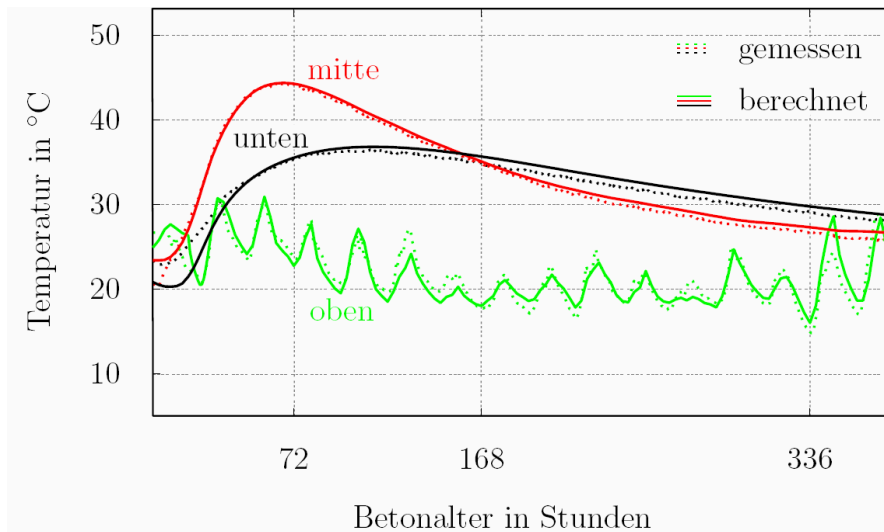


Abbildung 1: Vergleich zwischen gemessenen und gerechneten Temperaturverlauf der Sohlplatte der Schleuse Sülfeld-Süd.

Die Ermittlung der erforderlichen Bewehrung zur Begrenzung der Rissbreite kann nach dem BAW-Merkblatt „Früher Zwang“ [4] erfolgen. Eine genauere Untersuchung unter Berücksichtigung des Bauablaufs und der Eigenschaften des verwendeten Betons mit Hilfe eines 3D-FE-Modells ist ebenfalls möglich. Im Rahmen der Ausführungsplanung der Schleuse Sülfeld-Süd und Zeltgen wurde das BAW-Merkblatt erfolgreich verwendet.

Weitere Messungen am Bauwerk [5] und theoretische Untersuchungen zu Rissmechanik und Materialeigenschaften [6] sollen Grundlagen zur Verbesserung der Empfehlungen geben. Witterungseinflüsse während der Nutzung verursachen zusätzliche Beanspruchungen, hauptsächlich in Längsrichtung. Die saisonale Temperaturänderung erzeugt vor allem eine Längenänderung in Längsrichtung und eine Verkrümmung des Querschnitts. Abgesehen von Problemen in den Oberflächenbereichen durch außergewöhnliche Einwirkung, wie beispielsweise im Falle eines Sommergewitters, tritt hier der Einfluss der Eigenspannungen in den Hintergrund. Zur Verdeutlichung sind in Bild 2 und 3 die Temperaturanteile für die Längenänderung in Längsrichtung (konstanter Anteil) und Verkrümmung des Querschnitts (linearer Anteil) für unterschiedliche Schleusenwanddicken dargestellt. Die Ausgangstemperatur von Boden und Beton wurde mit 10°C angenommen. Die jahreszeitlich bedingte Schwankung der Lufttemperatur wurde auf der sicheren Seite liegend mit 30 K ( $\pm 15^\circ\text{C}$ ) angenommen. Im Bereich des Niedrigwasserstandes reduziert sich die Temperaturschwankung auf 5 K. Weiterhin wirkt an der freien Oberfläche der Energieeintrag durch die Sonnenstrahlung in Abhängigkeit vom Einfallswinkel der Sonnenstrahlen. Aufgrund einer tagweisen Berechnung tritt dieser Effekt jedoch in den Hintergrund. Wie erwartet verschiebt sich der Zeitpunkt zum Erreichen des Extremwerts der Kerntemperatur mit der Bauteildicke. Darüber hinaus verringert sich der konstante Temperaturanteil mit zunehmender Bauteildicke, hingegen nimmt der lineare Temperaturanteil zu.

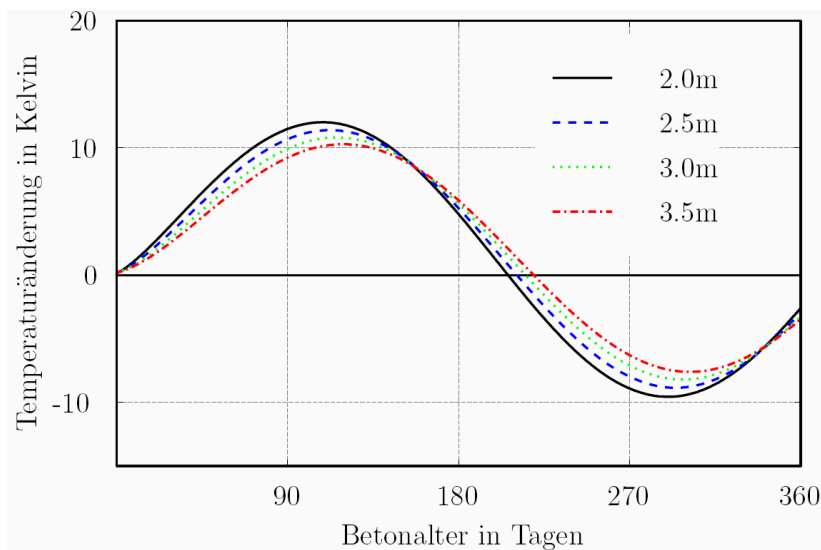
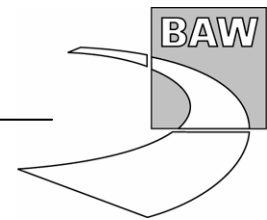


Abbildung 2:  
 konstante Temperaturanteile in  
 Abhängigkeit der Bauteildicke

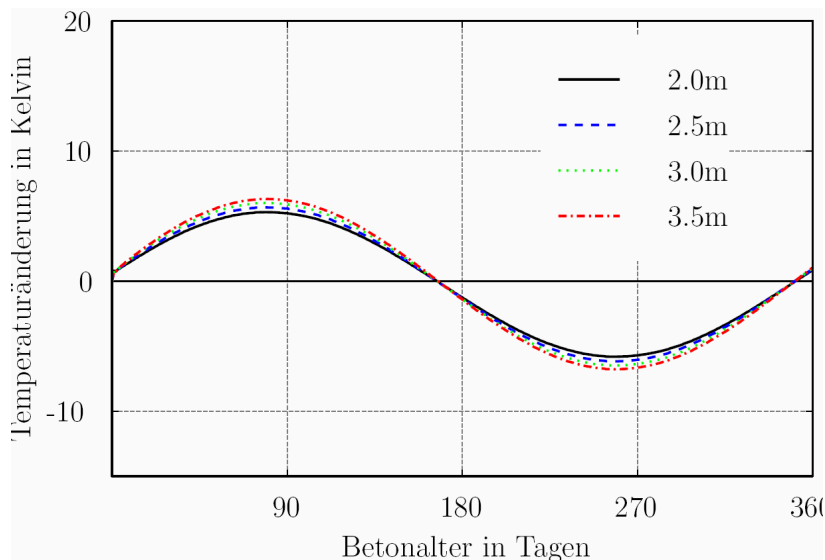
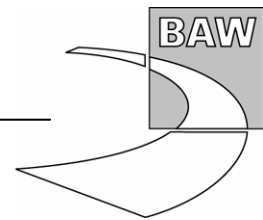


Abbildung 3:  
 lineare Temperaturanteile in  
 Abhängigkeit der Bauteildicke

Wegen der Nachgiebigkeit des Baugrunds und der viskoelastischen Eigenschaft des Betons ist im Allgemeinen keine nennenswerte Normalkraftbeanspruchung infolge späteren Zwang zu erwarten. Die Querschnittsverkrümmung wird durch das Eigengewicht voll behindert. Aus diesem Grund müssen die Biegebeanspruchungen infolge saisonaler Temperaturänderung mit denen aus der Setzungsmulde überlagert werden. Die realistische Abschätzung der Gesamtbeanspruchung erfordert Überlegungen zur Verformungskompatibilität, vor allem bei großem Setzungsunterschied.

### Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreite für Schleuse Wusterwitz

Im Rahmen der Ausschreibung der Schleuse Wusterwitz wurde die Mindestbewehrung zur Aufnahme der Zwangkräfte während der Betonerhärtung nach dem BAW Merkblatt „Früher Zwang“ ermittelt. Diese Bewehrung wurde als Grundbewehrung für alle Seitenflächen gewählt.



Die Beanspruchungen aus der Setzungsmulde und den Witterungseinflüssen wurden getrennt untersucht. Da die Beanspruchung aus der Setzungsmulde das Rissmoment des Querschnitts nicht erreicht, wurde das Rissmoment, ermittelt mit der Betonzugfestigkeit nach 28 Tagen, als Gesamtbeanspruchung für die Ermittlung der Mindestbewehrung im späteren Betonalter zugrunde gelegt. Für eine rechnerische Rissbreite  $w_k = 0,25$  mm wurde die Bewehrung gemäß dem Nachweiskonzept der DIN 1045-1 ermittelt. In Bezug auf die Betonierbarkeit wurde der Stababstand einheitlich mit 15 cm gewählt.



#### **Bau- und Planungsstand**

Baulos A47 - Unterer Vorhafen 2005 - 2007 (Bild)  
AN: Arge Fa. Bunte, Hydro & Wacht  
AG: WNA Magdeburg  
Bausumme: rd. 5,5 Mio. €

Baulos A41 - Schleuse Juni 2008 – 2013  
Fertigstellung der Südschleuse 2012  
AN: Arge Fa. Heitkamp, Bauer, Bunte  
AG: WNA Magdeburg  
Auftragssumme: rd. 62 Mio. €

In Planung: Baulose Wehr und Pumpwerk

#### **Literatur**

- [1] Weisner, A.; Betonanforderungen und Betontechnologie beim Neubau der Doppelschleuse Hohenwarthe am Wasserstraßenkreuz Magdeburg, Beton-Informationen 1-2003
- [2] Ehmann, R.; Bödefeld, J. Machbarkeitsstudie zur monolithischen Ausbildung der 2. Schleuse Wusterwitz, BAW Vom 10.12.03;
- [3] Westendarp A.; Rode U.; Weisner A.; BAW-Brief Nr.2 Frischbetontemperatur bei massigen Bauteilen; Mrz.08
- [4] Merkblatt Rissbreitenbegrenzung für frühen Zwang in massiven Wasserbauwerken, Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe 2004.
- [5] Tue, N. V. ; Schlicke, D. ; Bödefeld, J.: Beanspruchungen in dicken Bodenplatten infolge des Abfließens der Hydratationswärme. In: Bautechnik 84, Oktober 2007.