

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Maerker, Christian; al Diban, Imad; Haas, Holger; Burisch, Ingolf
Die Ertüchtigung komplexer Wehrbauwerke im Spreewald
als interdisziplinäre Planungsaufgabe

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:
Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/103282>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Maerker, Christian; al Diban, Imad; Haas, Holger; Burisch, Ingolf (2017): Die Ertüchtigung komplexer Wehrbauwerke im Spreewald als interdisziplinäre Planungsaufgabe. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Bemessung im Wasserbau - Klimaanpassung, Untersuchungen, Regeln, Planung, Ausführung. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 58. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 271-280.

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.



Die Ertüchtigung komplexer Wehrbauwerke im Spreewald als interdisziplinäre Planungsaufgabe

Christian Maerker, Imad al Diban, Holger Haas
Ingolf Burisch

In diesem Beitrag werden die Herausforderungen und Umsetzung der Planung des Ersatzneubaus von spreewaldtypischen Komplexbauwerken bestehend aus Wehr, Kahnschleuse und Fischaufstiegsanlage dargestellt. Aufgrund der vielfältigen Entwicklungsziele, die bei der Ertüchtigung dieser Bauwerke beachtet werden müssen, ergibt sich eine interdisziplinäre Planungsaufgabe, die hydraulische, verkehrswasserbauliche, fischökologische und landschaftsplanerische Fragestellungen sowie klassische massivbauliche Berechnungen zur Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit beinhaltet.

1 Einführung

Die Kulturlandschaft Spreewald ist aus der natürlichen Verzweigung der Spree zu einem Binnendelta entstanden. Der Spreewald wurde im Zuge seiner Nutzbarmachung durch zahlreiche Kanäle erweitert. Die Gewässer sind zum Teil mit Stauanlagen ausgestattet mit denen die hiesigen Wasserstände reguliert werden. Ein Teil dieser Querbauwerke ist bereits mit Schleusen versehen, um die daran anschließenden Gewässerabschnitte schiffbar zu halten.

Die Stauanlagen sind in der Regel nicht redundant und müssen zur Steuerung des Wasserhaushalts erhalten bleiben. Zahlreiche Bauwerke sind jedoch baufällig und müssen saniert oder durch Neubauten ersetzt werden. Im Zuge dessen sind die aktuellen ökologischen Anforderungen gemäß Wasserrahmenrichtlinie aufzugreifen und die Querbauwerke für die in den Spreewaldgewässern beheimateten Fischarten durchgängig zu gestalten.

Aus planerischer Sicht ergibt sich dadurch eine anspruchsvolle interdisziplinäre Fachaufgabe, bei der verschiedene Bereiche des Ingenieurwesens wie z.B. die hydraulische Bemessung der Anlage bestehend aus Fischaufstiegsanlage, Wehrkörper und Schleuse, Berechnungen zur Gründung, Massiv- und Stahlwasserbau sowie Betrachtungen zum Grundwasserregime und landschaftsplanerische Aspekte abgedeckt werden müssen. Hinzu kommen über den üblichen Normenkatalog hinausgehende Anforderungen, die hinsichtlich der Herstellung der ökolo-

gischen Durchgängigkeit und der Befahrbarkeit des Gewässerabschnitts durch die ortsüblichen Spreewaldkähne Berücksichtigung finden.

Das Wehr 65 befindet sich westlich der Ortschaft Burg in der Hauptspreewald. Die Anlage bestehend aus einem Zweifeldwehr und einer Kahnschleuse befindet sich in einem baulichen schlechten Zustand, so dass es durch ein Komplexbauwerk bestehend aus Wehrkörper, Schleusenbauwerk und Fischaufstiegsanlage ersetzt werden soll. Eine Planungsgemeinschaft bestehend aus IPROconsult und PTW Planungsgemeinschaft Tief- und Wasserbau GmbH wurde durch den Wasser- und Bodenverband „Oberland Calau“ mit der Erstellung der Planungsunterlagen beauftragt. Einige wesentliche Ergebnisse dieser Planung werden im Rahmen dieser Veröffentlichung vorgestellt.

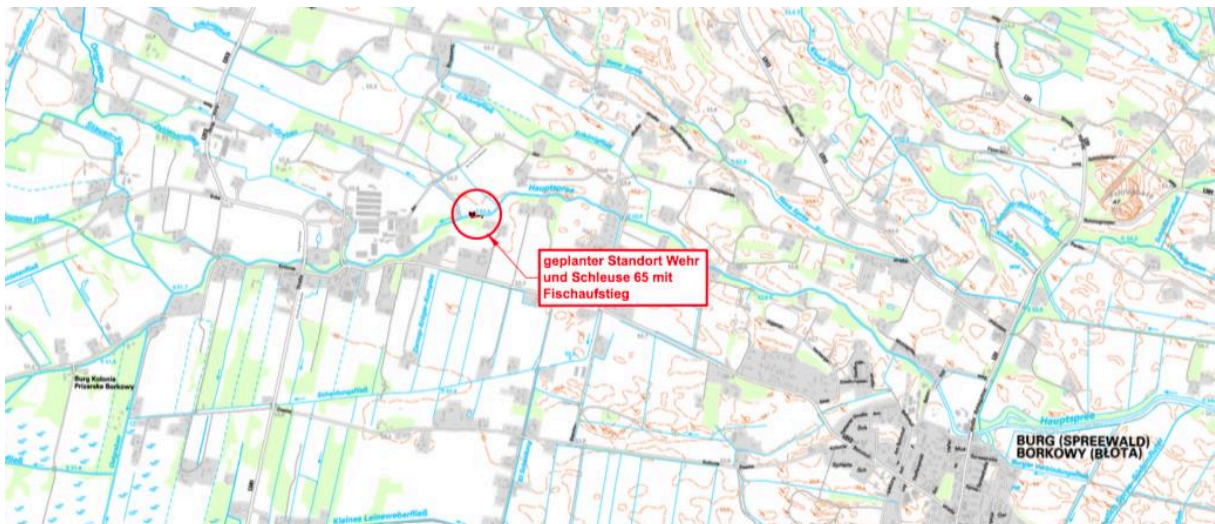


Abbildung 1: Standortkarte Wehr 65 in der Hauptspreewald bei Burg

2 Anforderungen und Zielstellung an die Planung zu Wehr 65

2.1 Aktueller Bau- und Gebrauchszustand

Die im Jahr 1955 erbaute Anlage (Wehr 65) ist Bestandteil des Staugürtels VIII. Der Bauwerksstandort befindet sich in der Schutzzone III des Biosphärenreservates Spreewald, im FFH-Gebiet „Spree“ (EU-Nr. DE 3651-303), im europäischen Vogelschutzgebiet (SPA) „Spreewald und Lieberoser Endmoräne“ (EU-Nr. DE 4151-421) und im Landschaftsschutzgebiet (LSG) „Biosphärenreservat Spreewald“ (4150- 601). Die Anlage dient der Stützung der Wasserstände zur Sicherung des Landschaftswasserhaushaltes, des Hochwasserschutzes und der Schiffbarkeit.

Im Rahmen einer Bauzustandseinschätzung wurde das Bauwerk aufgrund der starken Schäden an den Betonbauteilen und den bedienungsrelevanten Mängeln im Stahlwasserbau, insbesondere der sehr großen Undichtigkeiten in die Bauzustandsklasse 4 bis 5 eingeordnet. Zudem entspricht das Bauwerk nicht mehr dem heutigen Stand der Technik und genügt nicht den gewässerökologischen Anforderungen einer Passierbarkeit für Fische und Kleinlebewesen.

Aufgrund dieser Defizite wurde entschieden, das bestehende Bauwerk durch einen ökologisch durchgängigen Ersatzneubau zu ersetzen.

2.2 Anforderungen an den Ersatzneubau

Für den Ersatzneubau sind aufgrund der vielfältigen Nutzungsansprüche verschiedene Anforderungen zu berücksichtigen.

Wasserwirtschaftliche Anforderungen

Zur Einhaltung wasserwirtschaftlich Anforderungen werden an den Staugürteln des Spreewalds Stauziele definiert, die einen Einfluss auf die Wasserstände der miteinander verflochtenen Gewässer haben. Im Rahmen der Grundlagenermittlung ist zu prüfen, inwieweit stromab gelegene Staubauwerke die Wasserspiegellagen im betrachteten Gewässerabschnitt beeinflussen. Weiterhin ist der Einfluss des neu zu errichtenden Bauwerks auf die oberstrom gelegenen Abschnitte durch eine Stauwurzelermittlung oder hydraulische Berechnungen zu bestimmen.

Hydrologische Anforderungen

Zur Einhaltung des Hochwasserschutzes ist der Abfluss durch die Wehranlage unter Umständen unter Einhaltung der $(n-1)$ -Bedingung zu prüfen. Weiterhin sind Rückstaueffekte durch strömungsbeeinflussende Faktoren durch Einbauten wie Fischaufstiegsanlage und Schleusenbauteile zu untersuchen.

Verkehrswasserbauliche Anforderungen

Die verkehrswasserbaulichen Anforderungen werden im Wesentlichen durch die per Verordnung definierten Abmessungen der Spreewaldkähne bestimmt (Länge = 9,50 m, Breite = 1,90 m). Schleusengröße und -form werden gemäß dieser Kahngröße festgelegt. Die Bemessung der Dalben, Leitwerke und Bootsstege im oberen und unteren Schleusenvorhafen erfolgt für entsprechende Belastungen. Der Betrieb der Schleusentore erfolgt traditionell in Selbstbedienung durch den Bootsführer.

Ökologische Anforderungen

Gemäß Wasserrahmenrichtlinie ist für Fließgewässer ein guter Zustand herzustellen. Wanderhindernisse sind zu beseitigen oder durchgängig zu gestalten. Daher sind an Wehren Möglichkeiten für ihre Passierbarkeit durch die beheimateten Zielarten vorzusehen. Beim Biosphärenreservat Spreewald handelt es sich zudem um einen sensiblen Naturraum. Daher sind hier erhöhte Anforderungen in der Landschaftsplanung zu berücksichtigen.

Konstruktive Anforderungen

Auf der konstruktiven Seite sind alle notwendigen statischen Nachweise für das Bauwerk selbst, assoziierte Bauteile und die vorgesehenen Ausrüstungsteile zu erbringen. Das Bauwerk selbst ist vor allem hinsichtlich der Gesamtstandsicherheit des Komplexbauwerks und der inneren Spannungen sowie der Gebrauchstauglichkeit der Massivbauteile zu beurteilen.

3 Planungsergebnisse Ersatzneubau Wehr 65

Um den oben aufgeführten Anforderungen gerecht zu werden, wurde im Ergebnis der Planung ein Komplexbauwerk bestehend aus einem Einfeldwehr mit seitlich angeordneter Schleuse und Schlitzpass vorgesehen. Einige wesentliche Aspekte der Planung werden nachfolgend dargestellt.

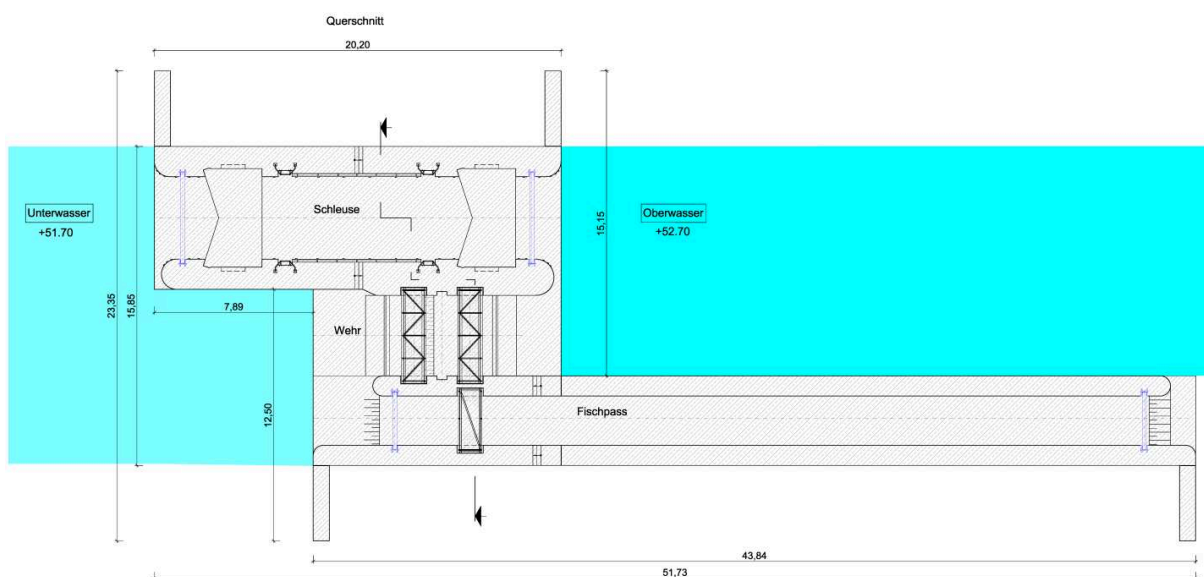


Abbildung 2: Geplantes Bauwerk Ersatzneubau Wehr 65

3.1 Hydraulische Berechnungen

Bei der Festlegung charakteristischer Abflüsse ist die Beeinflussung der verschiedenen Wehrstandorte untereinander zu berücksichtigen, durch die Wasserstände und Wasserverteilung reguliert werden. Die Abflussverhältnisse in der Hauptspreewald werden durch die Wasserverteilung am Wehr VI / VII eingangs des Spreewalds bestimmt. Durch entsprechende Regulierung dieser Stauanlagen wird die Abflussaufteilung in die Spree sowie in den Nord- und Südumfluter gesteuert. Der Nordumfluter dient vorrangig zur Hochwasserabführung unter Umgehung der Ortslage Burg.

In der Hauptspreewald teilt sich die Abflussmenge der Spree annähernd im Verhältnis Südumfluter zu Hauptspreewald von 0,3 bis 0,4 bei Niedrigwasser und von 0,5 bei Mittelwasser bis zu 0,65 bei Hochwasser auf. Darüber hinaus gibt es Abschlagsmengen für die Neue und Kleine Spree oberhalb der Burger Mühle (Wehr 21) von der Spree. Unter Berücksichtigung dieser Aufteilungen konnten für den Wehrstandort folgende Abflussmengen annähernd angesetzt werden:

Mittlerer Niedrigwasserabfluss:	$NQ = 0,80 \text{ m}^3/\text{s}$
Mittelwasserabfluss:	$MQ = 1,50 \text{ m}^3/\text{s}$
Mittlerer Hochwasserabfluss:	$MHQ = 3,0 \text{ m}^3/\text{s}$
Hochwasserabfluss:	$HQ_{100} = 10,00 \text{ m}^3/\text{s}$

Die Gewässerhydraulik in dem betrachteten Planungsgebiet wird vornehmlich durch das neu zu errichtende Einfeldwehr beeinflusst. Dieses besitzt eine lichte Breite von 4,0 m und verfügt über einen Wehrverschluss, der als elektromechanische Doppelschütze ausgebildet wird. In Anbetracht der Nutzung des Nordumfluters als Hochwasserableiter sowie der bestehenden Möglichkeiten zur Wasserverteilung auf andere Fließgewässer kann auf die ansonsten übliche (*n-1*)-Bedingung im Havariefall eines Verschlussorgans verzichtet werden. Die Schleusentore werden konstruktiv und statisch so gestaltet, dass eine Öffnung bei Hochwasser möglich ist.

Bei den hydraulischen Nachweisen für das Wehr waren vornehmlich die sichere Abführung des Bemessungshochwassers durch das Wehr (z.B. analytisch nach *Bollrich, 1992* oder durch programmtechnische Wasserspiegellagenberechnung mit *HEC-RAS, 2010*), die Bemessung des Tosbeckens und der Nachlaufsicherung (z.B. analytisch nach *Bollrich*) sowie die Wehrsteuerung zur Erreichung des Stauziels (z.B. als Darstellung in Schlüsselkurve) nachzuweisen. Zudem wurde im Rahmen einer eindimensionalen Wasserspiegellagenberechnung überprüft, ob der maximal zulässige Wasserstand von 53,00 m+NN bei Hochwasserabfluss in der Hauptspreewald eingehalten wird. Im Ergebnis können für die gewählte Wehrgeometrie alle erforderlichen Nachweise erbracht werden.

3.2 Bemessung Fischaufstiegsanlage

Die ökologische Durchgängigkeit am Standort des Wehrs 65 wird durch eine Fischaufstiegsanlage in Form eines Schlitzpasses hergestellt. Dieser kann in kompakter Bauweise hergestellt werden und lässt sich gut in das Komplexbauwerk integrieren.

Bei der Festlegung der Bemessungsarten ist das Landeskonzept zur ökologischen Durchgängigkeit der Fließgewässer Brandenburgs (*Land Brandenburg, 2010*) zu berücksichtigen. Die Fischaufstiegsanlage wurde für die Zielarten Hecht und Blei / Karpfen bemessen. Die daraus folgenden geometrischen und hydraulischen Anforderungen wurden dem *DWA-Merkblatt M 509 (2014)* entnommen. Für die Bemessung des Fischpasses wurden folgende Abflussbereiche vorgegeben:

$$\begin{aligned} Q_{30} &= 0,60 \text{ m}^3/\text{s} \\ Q_{330} &= 2,00 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned}$$

Für den ökologischen Mindestabfluss sind am Wehrstandort 500 l/s zu sichern. Die Differenz zwischen den Wasserständen ober- und unterhalb einer Trennwand soll $\Delta h = 0,10$ m nicht unterschreiten. Aus einer maximalen Differenz zwischen OW und UW von $h_{OW-UW} = 1,10$ m ergibt sich das Erfordernis von 11 Trennwänden. Daraus ergibt sich unmittelbar eine Anzahl von 10 Becken.

Für die geometrischen Bemessungswerte der Schlitzweite sowie der Beckenlänge und -breite wurden in Abhängigkeit der Zielarten die in *DWA-M 509 (2014)* angegebenen Werte gewählt.

Die Wasserspiegellagen an dem Standort werden durch die Stauwerte des neu zu errichtenden Wehrs beeinflusst. Um ein möglichst repräsentatives Spektrum an möglichen Wasserständen für die Prüfung der Funktionsweise der Fischaufstiegsanlage zu betrachten, wurde für verschiedene Szenarien im Ober- und Unterwasser der hydraulische Nachweis geführt. Dabei wurde die Einhaltung der erforderlichen Grenz- und Bemessungswerte folgender Größen für die gewählte Geometrie der Fischaufstiegsanlage überprüft:

- Wassertiefe h_U hinter dem Schlitz
- Maximale Fließgeschwindigkeit v_{max} im Schlitz
- Leistungsdichte p_D in den einzelnen Becken

Mittels eines iterativen Verfahrens wurde zunächst die Wassertiefe in allen Becken ermittelt. Ausgehend von diesem Ergebnis wurden sodann die davon abhängigen Werte für die Fließgeschwindigkeit und die Leistungsdichte ermittelt.

Im Ergebnis ist die Dimensionierung der Fischaufstiegsanlage ausreichend und alle Grenzwerte werden eingehalten.

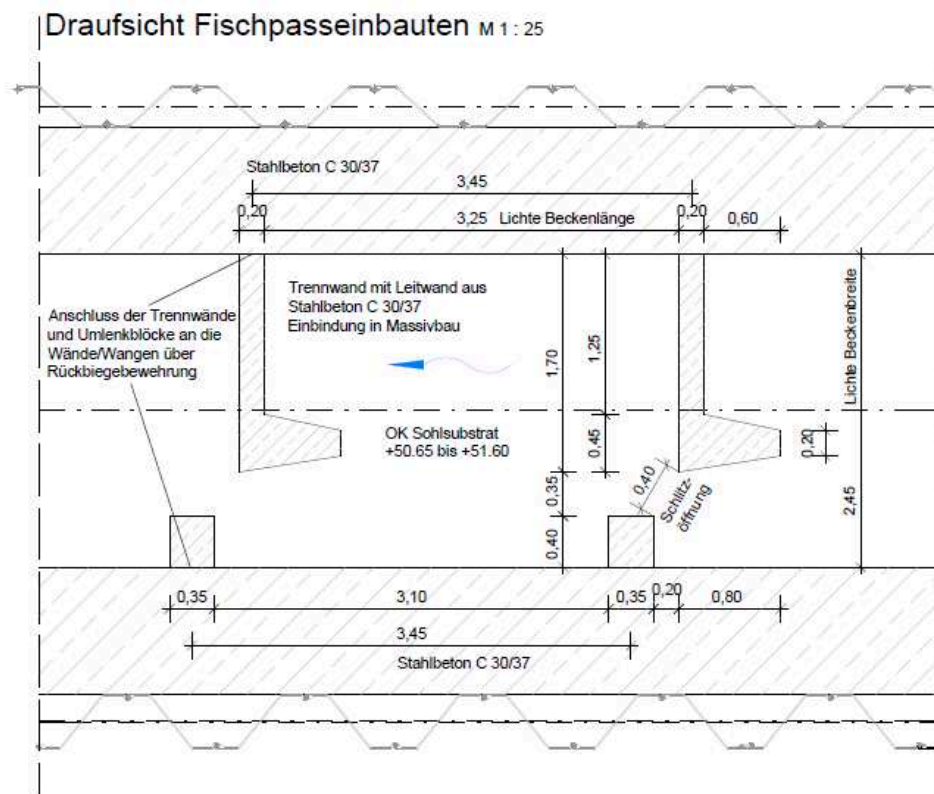


Abbildung 3: Gewählte Abmessungen Schlitzpass (Planausschnitt)

3.3 Gestaltung des Schleusenbereichs

Da es sich bei der Spree um ein schiffbares Landesgewässer handelt, wird zur Gewährleistung der Schiffbarkeit die Anlage mit einer üblichen Stemmtorschleuse (4 x 10 m) ausgestattet. Weiterhin ist die Schaffung zusätzlicher Möglichkeiten für das Ein- und Aussetzen von Paddelbooten zweckmäßig (Bootsrollen). Die Schleusentore werden als 2-flügelige Stemmtore mit Füllschützen und integrierten Bedienstegen über handmechanische Kurbelantriebe bedient.

In Verlängerung der wasserseitigen Kammerwand sind ober- und unterwasserseitig jeweils Leitdalben mit horizontalen Leithölzern aus Eichenholz zur Begrenzung des Ein- und Ausfahrtsbereiches vorgesehen. Im Ober- und Unterwasser der Schleuse wurden zudem jeweils 10 m lange Anlegestege geplant. Die Gründung und die Tragkonstruktion der Stege werden in Stahlbauweise ausgebildet. Die Dalben und Stege wurden auf Schiffsstoß, Trossenzug und Eisgang bemessen.



Abbildung 4: Bauähnliches Komplexbauwerk Wehr 100, bestehend aus Kahnschleuse (rechts), Zweifeldwehr (Mitte) und Fischpass (links) zur Trockenabnahme

3.4 Statische Berechnungen

Für die Dimensionierung der einzelnen Bauteile und die erforderlichen Standsicherheitsnachweise wurden die nachfolgend beschriebenen Berechnungen durchgeführt.

Baugrube und Spundwände

Hier wurden für die maßgebenden Bemessungssituationen die Wasserhaltungsspundwände, die seitlichen Kastenspundwände, die Sickerschürzen sowie die Flügel- und Leitwände für Bau- und Endzustände berechnet.

Massivbau

Für den Massivbau erfolgten für das Komplexbauwerk die Nachweise bzgl. Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit. Dazu wurden die Schleuse, das Wehrfeld und der Fischaufstieg im Bereich des Wehres als ein zusammenhängendes Bauwerk betrachtet. Der oberwasserseitige Bereich des Fischaufstieges, welcher mit einer Dehnungsfuge anschließt, wurde als weiteres separates Bauwerk betrachtet. Beide Bauwerke wurden in einem FEM- Programm modelliert und be-

messen. Die Rissbreiten wurden analog des BAW- Merkblattes MFZ 2011 auf 0,25 mm beschränkt. Für die äußere Standsicherheit wurden die Nachweise für die Auftriebssicherheit, Gleitsicherheit und der Sohlpressung geführt.

Allgemeiner Stahlbau

Hier erfolgte die Bemessung der Bedien- und Wartungsstege. Weiterhin wurden Regelquerschnitte für die Absturzsicherungen und die Aluminiumdammbalken als Notverschluss statisch dimensioniert.

Stahlwasser- und Maschinenbau

Auf der Grundlage der als Entwurf vorliegenden Fachnorm DIN 19704 erfolgte die Bemessung der Doppelschützen und der 2-flügeligen Stemmtore. Mit den daraus gewonnenen Ergebnissen wurden Eckwerte für die Antriebsdimensionierung abgeleitet. Der Antrieb der Schützen besteht aus Triebstöcken mit elektromechanischer Wehrwinde. Die Schleusentore werden über einen Kurbelmechanismus mit Kegel- und Schneckenradgetriebe und Koppelstange bewegt.

3.5 Landschaftsplanerische Aspekte

Die besondere Lage des Wasserbauwerkes in einem FFH/SPA-Gebiet bedingt einen erhöhten Aufwand bei den naturschutzfachlichen Planungen, die das Vorhaben über den gesamten Projektierungszeitraum begleiten. Zur Bewertung der Erheblichkeit des Eingriffs wurden eine FFH- und eine SPA-Verträglichkeitsvorprüfung durchgeführt. Mit der Erarbeitung eines Artenschutzrechtlichen Fachbeitrages wurde geprüft, ob durch die Maßnahme Verbotstatbestände nach § 44 (1) BNatSchG berührt werden können.

Da der Ersatzneubau an sich einen Eingriff nach BNatSchG darstellt, wurde im Rahmen der Entwurfs- und Genehmigungsplanung ein landschaftspflegerischer Begleitplan aufgestellt, worin alle Eingriffe in Natur und Landschaft, wie z.B. Baumfällungen im Baufeldbereich, bleibende Versiegelungen im geplanten Endzustand sowie bauzeitliche Beeinträchtigungen bilanziert werden und die möglichen und notwendigen Schutz- und Vermeidungs- sowie Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen festgelegt werden.

4 Zusammenfassung

Durch den Ersatzneubau von sanierungsbedürftigen Komplexbauwerken im Spreewald wird ein wesentlicher Beitrag für die bedarfsgerechte Wasserbewirt-

schaftung, den Hochwasserschutz, die Aufrechterhaltung der Schiffbarkeit und die Verbesserung der ökologischen Rahmenbedingungen geleistet.

Die damit verbundene interdisziplinäre Planungsaufgabe stellt hohe Anforderungen an die Präzision während der einzelnen Planungsschritte, da die Gestaltung der drei miteinander kombinierten Bauwerke einander beeinflusst und der Ersatzneubau in einem ökologisch sensiblen Habitat erfolgt. Zudem ist ein hohes Maß an Abstimmungsbedarf erforderlich, um die verschiedenen Anforderungen einzuhalten und den Planungsprozess optimal zu gestalten.

5 Literatur

- Bollrich, G., Preißler, G. (1992): Technische Hydromechanik Band 1. Verlag Bauwesen, Berlin, 1992.
- Land Brandenburg (2010): Landeskonzept zur ökologischen Durchgängigkeit der Fließgewässer Brandenburgs. www.lugv.brandenburg.de
- DWA (2014): Merkblatt DWA-M 509, Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke - Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung, 2014
- US Army Corps of Engineers (2010): HEC-RAS River Analysis System, User's Manual, Version 4.1, 2010

Autoren:

Dr.-Ing. Christian Maerker
Dr.-Ing. Imad al Diban
Dipl.-Ing. Holger Haas

Dipl.-Ing. Ingolf Burisch

IPROconsult GmbH
Niederlassung Berlin / Brandenburg
Abteilung Wasserbau
Franz-Jacob-Straße 2
10369 Berlin

Wasser- und Bodenverband „Oberland
Calau“

Lindenstraße 2
03226 Vetschau OT Raddusch

Tel.: +49 30 63499310
Fax: +49 30 63499311
E-Mail: christian.maerker@iproconsult.com

Tel.: +49 35433 592616
Fax: +49 35433 592627
E-Mail: i.burisch@wbvoc.de