

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Stoebenau, Sophia; Aigner, Detlef; Stamm, Jürgen

Physikalische Modellierung des Hochwasserrückhaltebeckens Neuwürschnitz

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/20.500.11970/103548>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Stoebenau, Sophia; Aigner, Detlef; Stamm, Jürgen (2012): Physikalische Modellierung des Hochwasserrückhaltebeckens Neuwürschnitz. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Staubauwerke - Planen, Bauen, Betreiben. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 47. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 187-194.

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.



Physikalische Modellierung des Hochwasserrückhaltebeckens Neuwürschnitz

Sophia Stobenau
Detlef Aigner
Jürgen Stamm

Im Auftrag der Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen (LTV) hat das Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik (IWD) der Technischen Universität Dresden im Zeitraum September 2010 bis April 2011 Untersuchungen am physikalischen Modell des Hochwasserrückhaltebeckens (HRB) Neuwürschnitz durchgeführt. Das geplante ökologisch durchgängige Staubauwerk besitzt einen Durchlass nach dem Prinzip der „Öko-Schlucht“ und eine Tosmulde zur Energiedissipation. Neben der Ermittlung der hydraulischen Leistungsfähigkeit der Betriebseinrichtungen bildeten die Sicherstellung der Funktionsfähigkeit und gegebenenfalls die Optimierung der Tosmulde die Kernpunkte der Untersuchungen. Der Beitrag legt wesentliche Ergebnisse der Versuche vor.

Stichworte: Hochwasserrückhaltebecken, ökologische Durchgängigkeit, Tosmulde

1 Einleitung

Oberhalb der Stadt Oelsnitz/Erzgebirge, etwa 30 km südwestlich von Chemnitz gelegen, beabsichtigt die LTV den Bau eines gesteuerten HRB. Das 14 m hohe Absperrbauwerk soll als Steinschüttdamm mit Asphaltbetonkerndichtung mit einer Kronenlänge von etwa 500 m ausgebildet werden und einen gewöhnlichen Hochwasserrückhalteraum von ca. 923.000 m³ vorhalten.

Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) fordert die ungestörte Migration aquatischer Organismen. Die Planung sah deshalb im Bereich der Dammmitte ein Massivbauwerk aus Stahlbeton vor (Abbildung 1), in dem zwei quadratische Betriebsauslässe mit der Seitenlänge 1,40 m integriert sind, durch die im Einstaufall die Regelung und Entleerung des Beckens erfolgt (Abbildung 2). Der untere Betriebsauslass liegt im Hauptgerinne auf Höhe der Gerinnesohle und stellt außerhalb der Hochwasserzeit (permanent geöffnet) die

ökologische Durchgängigkeit sicher. Den oberen Abschluss der Stauwand bildet ein rundkroniger Überfall mit einer Breite von 6,60 m, der zur sicheren Ableitung extremer Hochwasser dient. Aus Gründen der Landschaftsästhetik und um den besonderen Randbedingungen gerecht zu werden, welche sich für die Gewährleistung der ökologischen Durchgängigkeit ergeben, wurde für die Energieumwandlungsanlage die Sonderkonstruktion einer Tosmulde gewählt. Diese weist eine Gesamtlänge von etwa 35 m und eine Breite von 21 m auf, bildet eine Mulde von maximal 0,80 m Tiefe und schließt sich dem Durchlass an. Während das Sohlgefälle im Durchlass 1 % beträgt, unterteilt sich die Tosmulde in die drei Abschnitte mit den Längsneigungen 5 %, 0 % und -5 % beginnend an der Aufweitung nach dem Durchlass. Für die Bildung eines alternierenden Niedrigwassergerinnes sah die ursprüngliche Planung wechselseitig angeordnete Steine im Hauptgerinne vor. Unterstrom der Tosmulde gelegen befindet sich eine Pegelmessstrecke, für die ein beruhigter Abfluss anzustreben war. Die Pegelmessung soll der Steuerung der Betriebsauslässe dienen. Der Zugang zu diesem Gebäude befindet sich auf dem linken Plateau neben der Tosmulde, sodass die Überströmung der Böschung in diesem Bereich möglichst eingeschränkt werden sollte.

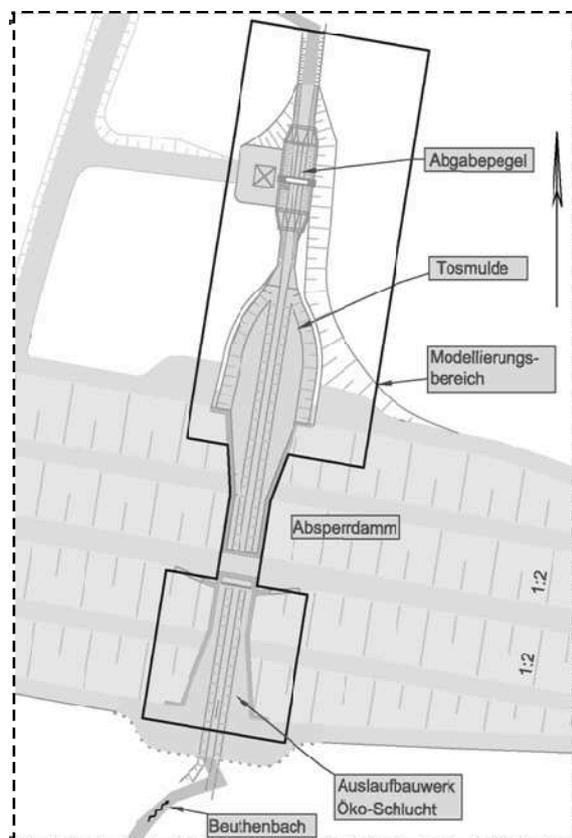


Abbildung 1: Grundriss Modellierungsbereich (links), Versuchsstand (rechts)

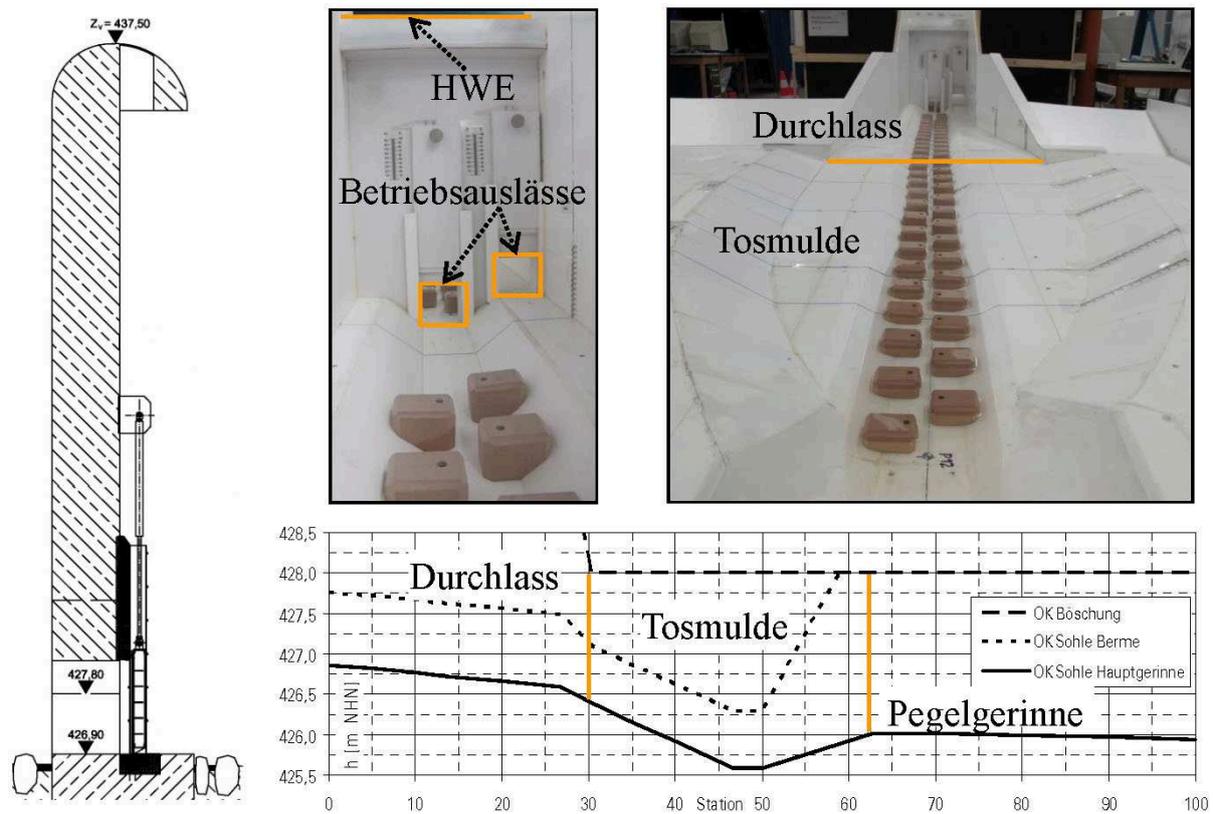


Abbildung 2: Ursprüngliche Planung: Querschnitt Stauwand (links), Modell Ansicht Stauwand von OW (mittig oben), Modell Unterwasserbereich, Blick nach OW (mittig rechts), Höhenprofil (unten)

Die EG-WRRL regt mit ihrer Forderung nach ökologischer Durchgängigkeit seit einigen Jahren die Entwicklung konstruktiver Lösungen an, mit denen ökologische und wasserbauliche Anforderungen in Einklang gebracht werden können. Bisher liegen insbesondere zu HRB mit einer Dammhöhe wie beim HRB Neuwürschnitz und höher wenige Erfahrungswerte vor.

2 Methode

Die physikalische Modellierung des HRB Neuwürschnitz erfolgte von September 2010 bis April 2011 im Hubert-Engels-Labor des IWD. Der Versuchsstand wurde nach dem Froudeschen Modellgesetz im Maßstab 1:15 errichtet. Grundlage für die Modellerstellung waren die Planungsunterlagen der Arbeitsgemeinschaft bestehend aus zwei ortsansässigen Ingenieurbüros.

Die Überprüfung der hydraulischen Leistungsfähigkeit aller Anlagenteile erfolgte im Einzelbetrieb sowie in verschiedenen Kombinationen. Dabei wurde eben-

falls das Strömungsbild in der Tosmulde untersucht, um die Frage zu beantworten, welcher Betriebsauslass sich für die Steuerung besser eignet.

Weiterhin wurden die drei Abflusszustände BHQ_1 , BHQ_2 und HQ_{max} untersucht, deren Hauptdaten in Tabelle 1 aufgelistet sind. Für diese Lastfälle wurden jeweils die Strömungseffekte (Foto- und Videodokumentation), Fließgeschwindigkeiten (Flügelmessung) und Wasserstände (Ultraschallsonden, Messpegel) aufgenommen. Diese Ergebnisse erlaubten eine Bewertung der Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit der Stauanlage und gaben Hinweise auf die Belastungsgrößen einzelner Anlagenteile und damit auf deren notwendige konstruktive Ausbildung.

Tabelle 1 Hauptdaten der Lastfälle BHQ_1 , BHQ_2 und HQ_{max}

	BHQ_1	BHQ_2	HQ_{max}
Gesamtabfluss [m^3/s]	14,4	29,8	44,3
Überfallhöhe HWE [m]	0,30	0,40	1,20

3 Ergebnisse

3.1 Ursprünglicher Entwurf

Die Untersuchungen des ursprünglichen Planzustands ergaben, dass die hydraulische Leistungsfähigkeit der Betriebsauslässe und der Hochwasserentlastung (HWE) über den der Planung zugrunde gelegten Werten lag. Die vorgegebenen Stauziele wurden bei einer Öffnung der Betriebsauslässe von 65% erreicht. Die vollständige Öffnung kann deshalb als hydraulische Leistungsreserve für eine Überschreitung des HQ_{max} oder bei Verschlussausfall betrachtet werden.

Die nachfolgenden Beschreibungen des hydraulischen Verhaltens werden in Abbildung 3 mit ausgewählten Fotos veranschaulicht.

Der Wechselsprung bildete sich je nach Lastfall erst 5-7 m nach Beginn der Tosmulde aus. Damit blieben 14 - 22 % der gesamten Tosmuldenlänge für die Energieumwandlung ungenutzt. Dementsprechend wurde diese als noch nicht zufriedenstellend bewertet. Ein Resultat dessen war die starke Strömung im unteren Bereich der Tosmulde mit zwei zu vermeidenden Auswirkungen. Zum einen konnte eine zuverlässige Abflussmessung im Pegelgerinne unterstrom der Tosmulde auf Grund des stark unruhigen Abflusses nicht zugesagt werden. Zum anderen sorgte die starke Anströmung der Tosmuldenböschungen für deren

Überströmung. Diese trat bei Lastfall BHQ_1 periodisch schwallweise, bei BHQ_2 bereits dauerhaft und bei HQ_{max} sehr stark auf. Insbesondere auf der durch den erforderlichen Zugang zum Pegelhaus geprägten linken Böschung war dies nicht akzeptabel.

Die Einbauten zur Ausbildung des alternierenden Niedrigwassergerinnes wiesen ebenfalls noch Optimierungsbedarf auf. Insbesondere direkt hinter den Betriebsauslässe sorgten die Steine für einen hohen Strahlaufwurf.

Die Ausrundung des HWE-Überfallprofils von 180° führte infolge der fehlenden Strahlablösung zu einer Beeinflussung der Betriebsauslässe, die es zu vermeiden galt.



Abbildung 3: Ursprünglicher Entwurf: Lage des Wechselsprungs und Wasserübertritt an den Böschungen der Tosmulde, BHQ_2 (links), Strahlaufwurf an den Steinen im Hauptgerinne (mittig), Beeinflussung der Betriebsauslässe (rechts)

3.2 Umbau

Verbesserungsvorschläge wurden mit dem Planer gemeinsam diskutiert. Dieser legte daraufhin einen modifizierten Entwurf vor, der im Modell umgesetzt und in einer zweiten Versuchsreihe untersucht wurde, Abbildung 4.

Als alternative Lösung zur Bildung eines Niedrigwassergerinnes wurde an Stelle der Steine im Hauptgerinne auf eine Raugerinnebeckenpass-Struktur gewählt, die durch geschlitzte Querriegel umgesetzt werden sollte und eine maximale Sohlneigung von 3 % aufwies. Um letztlich die gleiche Eintiefung zu formen, ergab sich der Gefällewechsel direkt an dem ersten Querriegel hinter den Betriebsauslässen.

Die Strahlablösung des geschlossenen Wurfstrahls an der HWE sollte durch die Einkürzung des Profils um 30° erreicht werden.

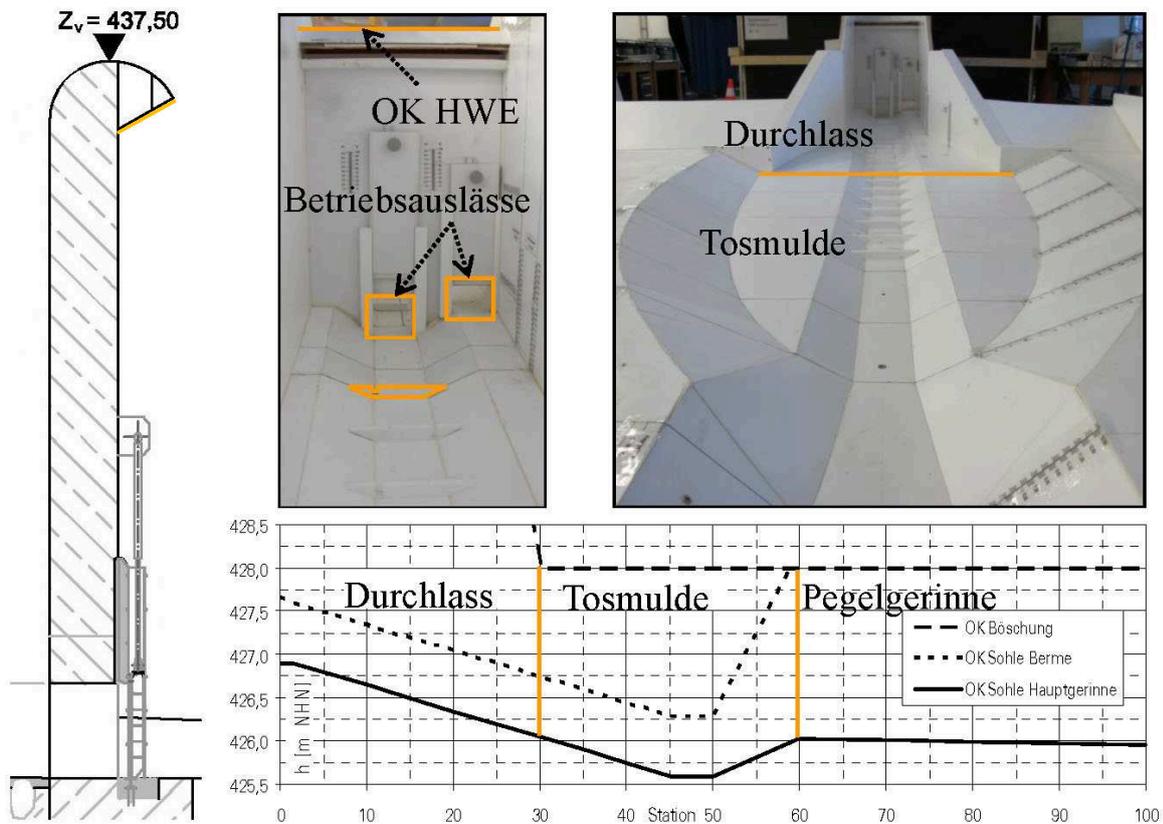


Abbildung 4: Umbau: Querschnitt Stauwand (links), Modell Ansicht Stauwand (mittig oben), Modell Unterwasserbereich (rechts oben), Höhenprofil (unten)

3.3 Modifizierter Entwurf

Durch die Reduzierung des maximalen Längsgefälles auf 3 % wurde der Wechsellängsprofil innerhalb der Tosmulde Richtung Oberwasser verschoben, was eine insgesamt intensivere Energieumwandlung in der Tosmulde bewirkte. Das stärker beruhigte Strömungsverhalten innerhalb der Tosmulde sorgte einerseits während des Lastfalls BHQ_1 nicht mehr für einen Wasserübertritt an der linken Böschung der Tosmulde und andererseits für einen gleichmäßigen Abfluss innerhalb des an die Tosmulde anschließenden Pegelgerinnes. Bei Lastfall BHQ_2 kam es an der linken Böschung nur noch vereinzelt zu Wasserübertritt.

Der Strahlaufwurf wurde durch die Anordnung von Querriegeln anstelle der wechselseitig angeordneten Steine deutlich vermindert.

Mit der Einkürzung des Überfallprofils der HWE wurde eine verbesserte Strahlführung erreicht, sodass der geschlossene Wurfstrahl mit Abstand zu den Betriebsauslässen auftraf. Für die Betriebsauslässe konnte eine erhöhte Leistungsfähigkeit verzeichnet werden. Eine Erklärung hierfür ist die Reduzierung des Rückstaueffekts, der beim Auftreffen des Wurfstrahls direkt auf den Ausströ-

mungsbereich der Betriebsauslässe der Fall war. Die in Abbildung 5 dargestellten Aufnahmen zeigen die Situation im Lastfall BHQ_2 .



Abbildung 5: Modifizierter Entwurf: Lage des Wechselsprungs und Wasserübertritt an den Böschungen der Tosmulde während BHQ_2 (links), reduzierter Strahlaufwurf an den Querriegeln im Hauptgerinne (mittig), Auftrittspunkt des geschlossenen Wurfstrahls während BHQ_2 (rechts)

4 Zusammenfassung

Das geplante ökologisch durchgängige HRB Neuwürschnitz wurde am IWD als physikalisches Modell im Maßstab 1:15 nachgebildet. Untersuchungen an diesem Versuchsstand hatten das Ziel, die Planungen fortzuführen und gegebenenfalls die Betriebseinrichtungen zu verbessern. Neben der Ermittlung der hydraulischen Leistungsfähigkeit der Betriebsauslässe und der HWE sollte die Funktionsfähigkeit der Tosmulde sichergestellt werden. Die Leistungsfähigkeit aller untersuchten Betriebseinrichtungen lag über den im Entwurf theoretisch ermittelten Werten. Die Ausbildung des Niedrigwassergerinnes und die Energieumwandlung in der Tosmulde konnten jedoch nicht als zufriedenstellend bewertet werden. Neben einem schwallartigen periodischen Wasserübertritt an den Böschungen der Tosmulde und einem stark turbulenten Abfluss im anschließenden Pegelgerinne, wurde infolge der Einbauten direkt hinter den Betriebsauslässen ein hoher Strahlaufwurf verzeichnet. Zudem kam es zu einer Beeinflussung der Betriebsauslässe durch den geschlossenen Wurfstrahl der HWE. Die in Zusammenarbeit mit dem Planer entwickelte Modifikation der Konstruktion wurde durch einen Umbau des Modells realisiert und erfolgreich getestet. Die Anwendung eines Raugerinnes mit geschlitzten Querriegeln und die damit einhergehende Abflachung der Sohle erzielten die gewünschten Effekte. Die Einkürzung des Überfallprofils der HWE sorgte zusätzlich für die Vermeidung der Beein-

flussung der Betriebsauslässe und eine Erhöhung ihrer hydraulischen Leistungsfähigkeit.

Die Ergebnisse der hydraulischen Untersuchungen gingen in das Planfeststellungsverfahren der geplanten Anlage ein. Besichtigungstermine des Modellversuchs wurden von der Öffentlichkeit (u.a. Vertretern der Stadt Oelsnitz) mit großem Interesse wahrgenommen. Dadurch führte der hydraulische Modellversuch nicht nur zu einer Verbesserung der geplanten Anlage, sondern erhöhte auch das Verständnis und förderte die Akzeptanz solcher Anlagen.

5 Literatur

Stamm, J., Aigner, D., Stoebenau, S., Haufe, H., Schröter, T., Zimmermann, R. (2011): Forschungsbericht 2011/01 Hydraulischer Modellversuch Hochwasserrückhaltebecken Neuwürschnitz. Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik, Technische Universität Dresden, 2011 (unveröffentlicht)

Autoren:

Dipl.-Ing. Sophia Stoebenau
apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Detlef Aigner
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Stamm

Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik
Technische Universität Dresden
George-Bähr-Straße 1
01062 Dresden

Tel.: +49 351 463 34397
Fax: +49 351 463 37120
E-Mail: Sophia.Stoebenau@tu-dresden.de
Detlef.Aigner@tu-dresden.de
Juergen.Stamm@tu-dresden.de