

Jessica Schmidt, Jörg Wieland, Jürgen Jensen, Bernd Findeisen und Holger Haufe

Hydraulischer Modellversuch zur Wiederherstellung der Überflutungssicherheit der Talsperre Malter

Der Betrieb Oberes Elbtal der Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen (LTV) plant die Wiederherstellung der Überflutungssicherheit (Hochwassersicherheit nach DIN 19 700-10) der Talsperre Malter durch die Erweiterung der Hochwasserentlastungsanlage und die Erhöhung der hydraulischen Leistungsfähigkeit der Armaturen im Umleitungsstollen. Aufgrund der besonderen Bauwerksgeometrien war zur Überprüfung und Optimierung der hydraulischen Leistungsfähigkeit des Vorentwurfs ein wasserbaulicher Modellversuch im Maßstab 1:25 notwendig. Durch Untersuchungen mehrerer Bauteilgeometrien sowie durch angepasste Betriebsempfehlungen wurde der Vorentwurf optimiert und der Nachweis für eine leistungsfähige, sichere Abführung des Hochwasserabflusses erbracht.

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Erweiterung der Hochwasserentlastungsanlage der Talsperre Malter ist erforderlich, um die Überflutungssicherheit der Talsperre, die derzeit infolge einer Erhöhung der Hochwasserbemessungszuflüsse nach dem Hochwasserereignis von 2002 nicht gegeben ist, wiederherzustellen. Das Forschungsinstitut Wasser und Umwelt (fwu) der Universität Siegen wurde im Rahmen dieses Projektes vom Betrieb Oberes Elbtal der Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen (LTV) beauftragt, einen hydraulischen Modellversuch zur Überprüfung und ggf. Optimierung der hydraulischen Funktionstüchtigkeit durchzuführen.

Die Talsperre Malter wurde 1908 bis 1913 im Tal der Roten Weißeritz erbaut und besitzt einen Stauraum von 8,78 Mio. m³. Die gekrümmte Gewichtstaumauer besteht aus Bruchsteinmauerwerk. Hauptsächlich dient die Talsperre dem Hochwasserschutz, der Naherholung und der Brauchwasserbereitstellung. Des Weiteren werden an der Talsperre Malter im Durchschnitt jährlich 1,7 Mio. kWh Strom aus Wasserkraft gewonnen. Im Normalbetrieb wird das Wasser der Talsperre über den Grundablass (zwei Rohr-

leitungen mit jeweils DN 1 000) ins Unterwasser in das Flussbett der Roten Weißeritz abgegeben. Ist ein Hochwasser zu erwarten, kann zur Vorentlastung der ca. 200 m lange Umleitungsstollen durch die rechte Hangseite genutzt werden. Im Hochwasserfall selbst wird der Hochwasserabfluss über die an der linken Hangseite liegende Hochwasserentlastung in Form einer Fischbauchklappe und einem seitlich dazu angeordneten festen Wehrbauwerk mit Überlaufschwelle in der Sammelrinne durch den Mauerdurchlass abgeführt und fließt über die Schussrinne in das unterhalb der Staumauer gelegene Tosbecken (**Bild 1**).

Im Rahmen der Vorplanung hat sich als Vorzugsvariante für eine wirtschaftlich realisierbare Leistungserhöhung der Hochwasserentlastungsanlage die Erweiterung der vorhandenen Hochwasserentlastung um eine zusätzliche neue Schussrinne mit neuem Tosbecken herausgestellt. Diese Vorzugsvariante wurde in der weiteren Planung durch die Arbeitsgemeinschaft Lahmeyer Hydroprojekt GmbH und Spiekermann GmbH im Rahmen des Vorentwurfs angepasst und optimiert. Im Ergebnis der Optimierung wurden eine Vergleichmäßigung des Sohlengefälles in der Sammelrinne durch die Entfernung der Sohlenabstürze und eine Absenkung der Sohle des Mauer-

durchlasses um ca. 1,5 m mit einem Sohlengefälle von 3,5 %, um einen Aufstau zu verhindern (**Bild 2**), vorgenommen. Die Beaufschlagung der alten sowie der neuen Schussrinne erfolgt hinter dem Mauerdurchlass durch ein neuartiges Teilungsbauwerk mit einer vertikalen Strömungstrennung (**Bild 3**). Weiterhin soll die hydraulische Leistungsfähigkeit des Umleitungsstollens durch den Ersatz der Absperrklappen im Schieberschacht durch neue Armaturen (3 x 2 Talsperrenschieber in zwei Ebenen in geschlossener Bauart b/h = 1 000/1 000 mm) erhöht werden. Aufgrund der gegenseitigen Strömungsbeeinflussung der einzelnen Bauteile und der komplexen Geometrien, für die keine hydraulischen Randbedingungen oder Kalibrierungsmessungen vorhanden sind, war für die Untersuchungen ein wasserbaulicher Modellversuch erforderlich [1], [2], [4].

In Abschnitt 2 dieses Beitrags werden der Modellaufbau und die eingesetzte Messtechnik sowie die Optimierungs- und Untersuchungsaspekte im hydraulischen Modellversuch beschrieben. Ausgewählte Ergebnisse des Modellversuchs werden in Abschnitt 3 anhand von Nachweisen, Optimierungen und Betriebsempfehlungen dargestellt. Der Beitrag schließt mit einer Zusammenfassung in Abschnitt 4.

2 Hydraulischer Modellversuch Talsperre Malter

2.1 Modellaufbau und Messtechnik

Das hydraulische Modell (M 1:25) der Talsperre Malter wurde aufgrund der dominierenden Schwer- und Trägheitskraftwirkungen als Froudesches Modell [4] erbaut und umfasst, wie auf **Bild 4** schematisch dargestellt, einen Teil der Staufläche, die Stauwand, die bestehende Hochwasserentlastung, die geplante Erweiterung (Teilungsbauwerk, neue Schusssrinne, neues Tosbecken), den Grundablass, den Umleitungsstollen, das alte Tosbecken sowie einen Teil des Unterwassers. Das Modell erstreckt sich über eine Länge von 19,60 m bei einer maximalen Breite von 7,20 m und eine daraus resultierende Fläche von 85 m². Die Wasserfläche des Stauraumes umfasst im Modell etwa 22 m², das Stauvolumen im Hochwasserfall liegt bei etwa 14 m³. Der größte hydraulische Höhenunterschied liegt bei etwa 1,58 m. Das hydraulische Modell wurde als Modell mit fester Sohle in Form einer Beton-Estrichoberfläche ausgeführt.

Die Mengensteuerung der Abflüsse, die Schieberstellungen (2 x Grundablass, 3 x

Umleitungsstollen, 1 x Fischbauchklappe) sowie die Einstellung des Unterwasserstandes am Modellende erfolgen vollautomatisch und computergesteuert mittels Stellmotoren, die eine Stellgenauigkeit im Bereich von 0,1 mm erzielen [1], [2]. Der Zufluss in das Modell wird mit einem induktiven Durchflussmesser (IDM) in der Zuleitung gemessen, wodurch eine Genauigkeit der Abflussmessung von 0,1 % vom Skalenendwert erzielt wird. Für die Untersuchungen wird der Wasserstand an sechs Positionen über Ultraschallmesssonden in Echtzeit aufgezeichnet. Die Ultraschallmesssonden ermöglichen eine Genauigkeit der Wasserstandmessungen im Bereich von 0,3 mm im Modell bzw. 7,5 mm bezogen auf die Natur. Mit der eingesetzten Messtechnik wurden somit sehr präzise Messungen sowie eine optimale Reproduzierbarkeit der Messergebnisse gewährleistet. Die Wasserstandsmessungen über die Ultraschallmesssonden wurden zudem durch weitere nivellierte Wasserstände sowie Geschwindigkeitsprofile ergänzt und verdichtet. Weiterhin wurden Differenzdruckmessungen für qualitative Aussagen durchgeführt sowie Video- und Bildmaterial aufgezeichnet.

2.2 Optimierungs- und Untersuchungsaspekte

Besondere Optimierungs- und Untersuchungsaspekte im Modellversuch waren die Abflussaufteilung im Teilungsbauwerk, die hydraulische Leistungsfähigkeit der neuen Schusssrinne, die erforderlichen Abmessungen des neuen Tosbeckens sowie die Auswirkungen der geplanten Erhöhung der Hochwasserentlastung. Im Modellversuch wurden sieben Lastfälle von HQ_{80} bis HQ_{max} (= probable maximum flood (PMF)) mit den jeweiligen Einstellungen der Betriebseinrichtungen untersucht (**Tabelle 1**). Entsprechend des Untersuchungskonzeptes wurden zunächst alle Untersuchungsgegenstände aus der Aufgabenstellung für den Planzustand untersucht [3]. Da einzelne Umbaumaßnahmen wiederum Einflüsse auf das gesamte Abflussverhalten des Modells haben, wurde das hydraulische Modell anhand der empfohlenen Umbaumaßnahmen aus dem Planzustand zum Optimierungszustand (optimierter Endzustand) umgebaut und anschließend noch einmal alle Untersuchungsgegenstände aus der Aufgabenstellung untersucht.

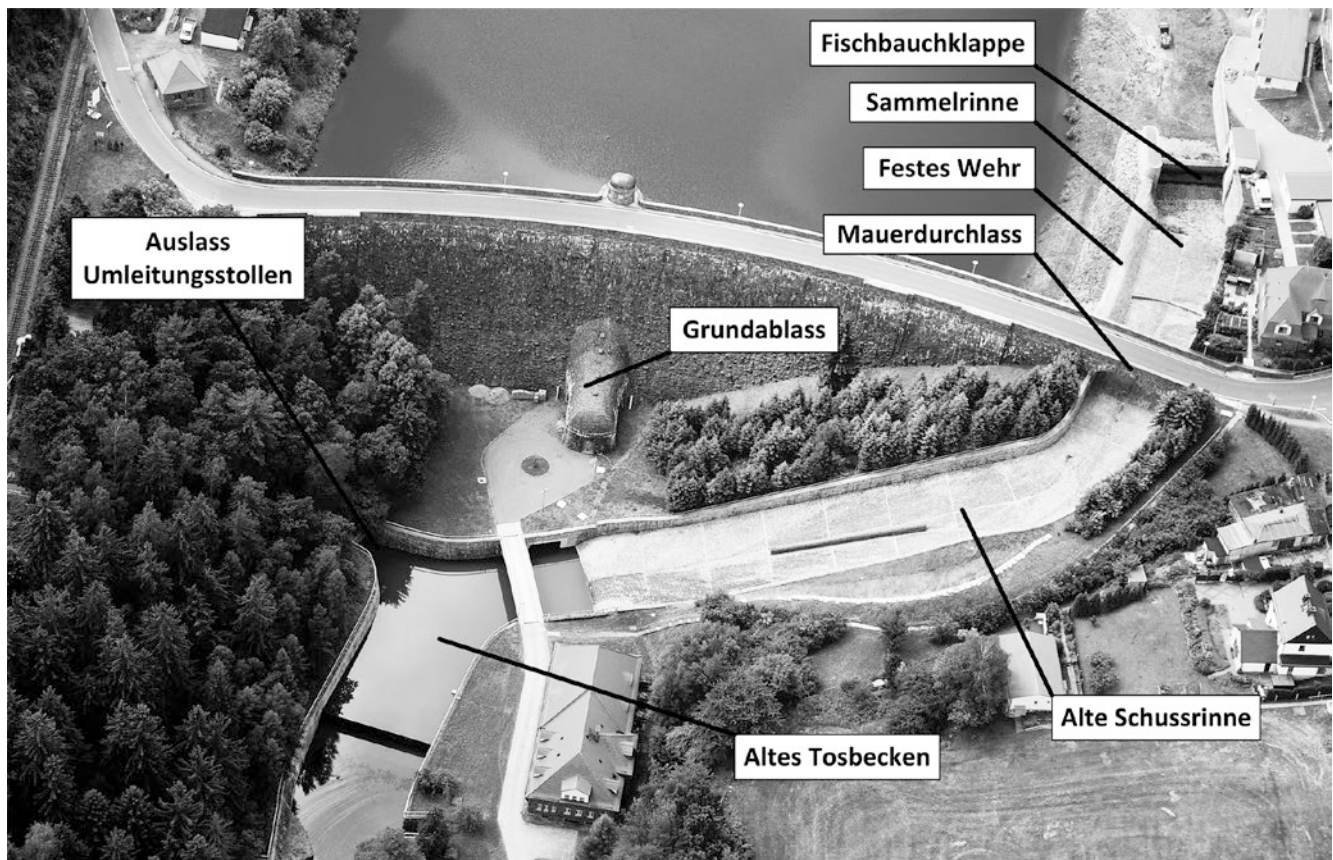


Bild 1: Luftaufnahme der Talsperre Malter von 2008 (Quelle: LTV)

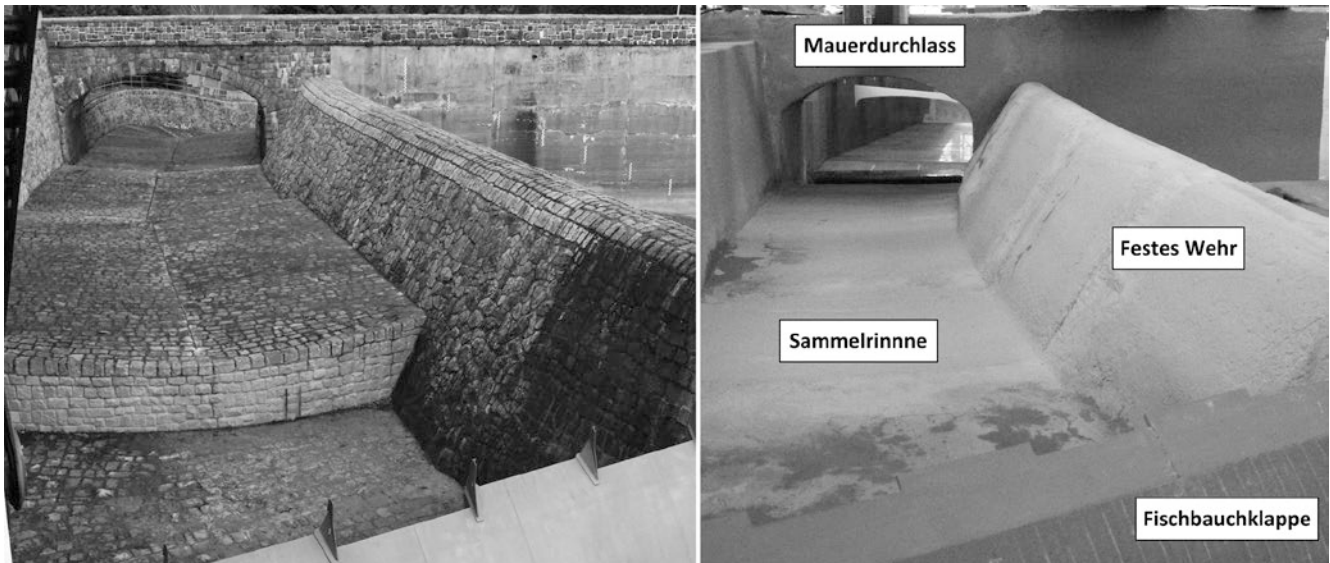


Bild 2: Hochwasserentlastung der Talsperre Malter 2014 (links) (Quelle: LTV); Vergleichmäßigtges Sohlengefälle in der Sammelrinne im Modell (rechts) (Quelle: fwu)

Das Untersuchungskonzept beinhaltete unter anderem Untersuchungen zum Mindestfreibord im Mauerdurchlass, die Erstellung der Überfall- bzw. Abflusscharakteristiken der festen Wehrschwelle und der Fischbauchklappe (sechs Klappenstellungen) sowie die Bestimmung der hydraulischen Leistungsfähigkeit aller Anlagenteile. Um den baulichen Bestand optimal zu nutzen und eine Überlastung der vorhandenen Hochwasserentlastung zu verhindern, wurde das Strömungsverhalten im Teilungsbauwerk analysiert und die Beaufschlagung der beiden Schussrinnen optimiert. Für die Bemessung der Höhe der Schussrinnenwandungen wurden die Abflusstiefen für Fließquerschnitte im Ab-

stand von 5 bis 10 m (auf die Natur bezogen) auf den beiden Schussrinnen gemessen. Zur Gewährleistung einer leistungsfähigen Energieumwandlung wurden zudem die Fließgeschwindigkeiten ermittelt und die Froude-Zahlen für die beiden Tosbecken bestimmt, um die in Bezug auf die Funktionsfähigkeit sowie die Wirtschaftlichkeit optimalen Abmessungen des neuen Tosbeckens zu ermitteln. Da der Umleitungsstollen, der sich in der Natur unter Tage befindet, im Modell aus Plexiglas hergestellt wurde, konnte das optimale Betriebsregime der drei Rohrleitungsstränge im Schieberschacht hinsichtlich der Beaufschlagung und Energieumwandlung im luftseitigen Umleitungsstollen untersucht

werden. Um die Wechselwirkungen zwischen den Anlagenteilen beurteilen zu können, wurden zudem Untersuchungen zum gleichzeitigen Betrieb von Umleitungsstollen, Grundablass und Hochwasserentlastung durchgeführt.

Eine besondere Herausforderung stellen die Überprüfung der hydraulischen Leistungsfähigkeit sowie die Optimierung des Abflussvorgangs in den beiden geschlossenen sowie gekrümmten Bauteilen Umleitungsstollen und Teilungsbauwerk dar. Der Abfluss erfolgt in beiden Bauteilen schießend und es stellen sich komplexe Übergänge vom Freispiegel- zum Druckabfluss in Verbindung mit Lufteintrag ein [5]. Zudem ist der Abflussvorgang im Um-

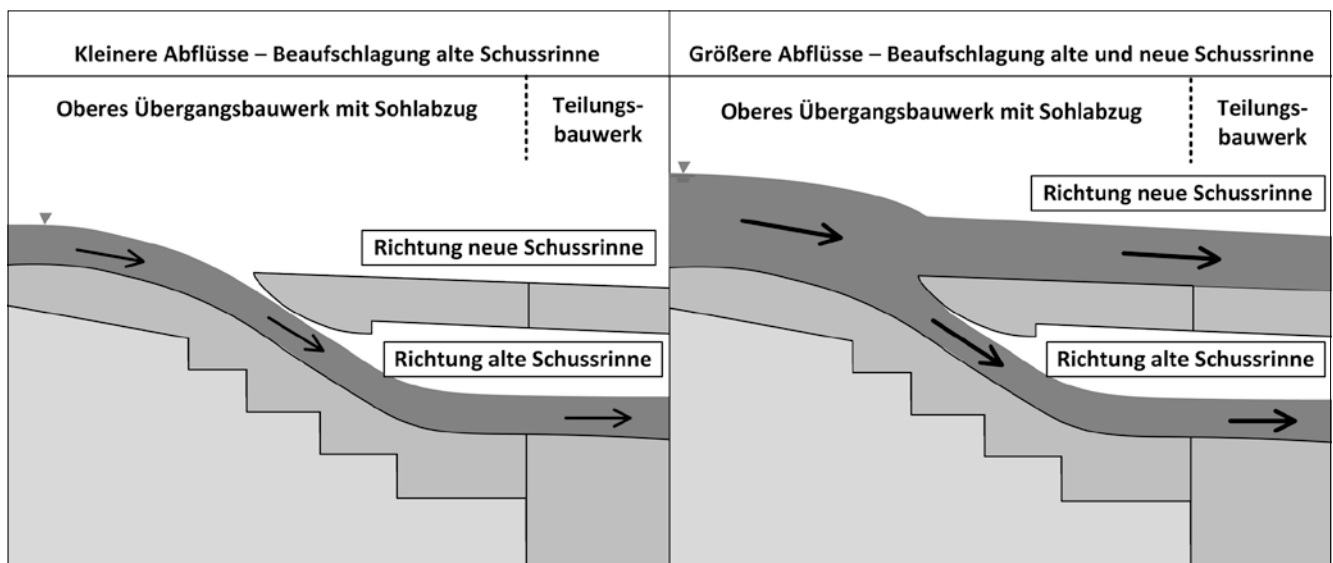


Bild 3: Funktionsprinzip des Teilungsbauwerks bei kleineren und größeren Abflüssen im Längsschnitt (Quelle: fwu)

leitungsstollen sowie im Teilungsbauwerk maßgeblich von den Randbedingungen ober- oder unterhalb abhängig.

3 Ausgewählte Nachweise, Optimierungen und Betriebsempfehlungen

3.1 Funktionsprinzip und Optimierung des Teilungsbauwerks

Hinter dem Mauerdurchlass ist der Bau eines Übergangogerinnes geplant, welches in das Teilungsbauwerk führt. Daran schließen sich auf der oberen Ebene die neue Schussrinne sowie das neue Tosbecken an. Im Hochwasserfall wird der Abfluss zunächst im Überganggerinne über eine Öffnung in der Sohle des Teilungsbauwerks in die alte Schussrinne abgeführt (Bild 3, links). Durch die optimale Bemessung dieser Öffnung entspricht deren hydraulische Leistungsfähigkeit der Leistungsfähigkeit des alten Tosbeckens unter Berücksichtigung der Zuflüsse aus Grundablass und Umleitungsstollen und schließt damit eine Überlastung des alten Tosbeckens aus. Übersteigt der Hochwasserabfluss die Leistungsfähigkeit der Öffnung, erfolgt eine Überströmung der Öffnung und der restliche Hochwasserabfluss wird über das Teilungsbauwerk in die neue Schussrinne abgeführt (Bild 3, rechts).

Die Funktionsfähigkeit des geplanten Teilungsbauwerks konnte in einer ersten Versuchsreihe nachgewiesen werden. Allerdings kam es zu einer Spritzwassererscheinung durch die Sohlenabzugsöffnung in die neue Schussrinne (Bild 5), wodurch eine ungleichmäßige Beaufschlagung der neuen Schussrinne sowie eine verstärkte Kreuzwellenbildung festgestellt werden konnten. Auch auf der alten Schussrinne konnte eine Kreuzwellenbildung beobachtet werden. Diese resultiert aus dem schließenden Abflussvorgang und dem Richtungswechsel in den drei gekrümmten Kanälen im Teilungsbauwerk unterhalb des Sohlenabzuges. Die Verhinderung der Kreuzwellen ist somit nicht möglich und wurde dem übergeordneten Ziel der sicheren Abführung des Hochwasserabflusses untergeordnet [5].

Die Spritzwassererscheinung konnte nach weitreichenden Untersuchungen anhand mehrerer Sohlenabzugsgeometrien folgendermaßen erläutert werden: Aufgrund der im Vergleich zum unterhalb gelegenen Kontrollquerschnitt größeren Öffnung des Einlaufspaltes des Sohlenab-

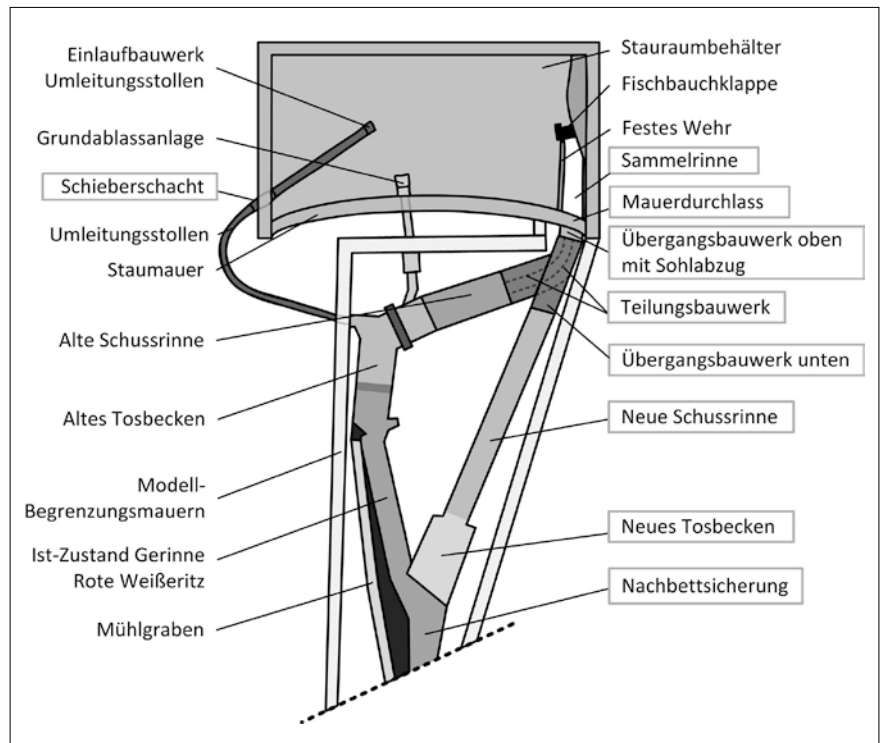


Bild 4: Draufsicht auf das hydraulische Modell der Talsperre Malter; umrahmt sind die laut Planung neu gebauten bzw. umgebauten Bauteile (Quelle: fwu)

zuges wird hier mehr Wasser abgeführt als der Kontrollquerschnitt des Sohlenabzuges unter den gegebenen Druckverhältnissen aufnehmen kann. Durch die Aufweitung hinter dem Kontrollquerschnitt entsteht im Bereich des Kontrollquerschnitts zeitweise ein Unterdruck, so dass durch den atmosphärischen Luftdruck zusätzlich Abfluss in das Teilungsbauwerk gedrückt wird. Es erhöht sich die Leistungsfähigkeit des Teilungsbauwerks, jedoch steigt die Kavitationsgefahr in der Engstelle. Die geplante Ausrundung der Sohlenabzugszunge ist somit nicht notwendig bzw. sogar hinderlich, da der Strahl an der Aus-

rundung der Sohlenabzugszunge anliegt und den Querschnitt, in dem sich Druckabfluss einstellt, vergrößert.

Um die negativen Auswirkungen der ausgerundeten Sohlenabzugszunge zu vermeiden, wurde eine Optimierungsgeometrie in Keilform konstruiert und untersucht [6]. Der Kontrollquerschnitt wurde hierbei ohne Ausrundung direkt in den Einlaufspalt des Sohlabzuges gelegt (Bild 6). Die Strömung reißt nun direkt an der Kontrollquerschnittskante ab, so dass der Abfluss nicht mehr an der Sohlenabzugszunge anliegt und kein Druckabfluss in diesem Bereich entstehen kann. Der

Tab. 1: HW-Bemessung der Talsperre Malter, Anzahl Strangöffnungen im Grundablass und Umleitungsstollen, Stellung Oberkante Fischbauchklappe (Quelle: LTV)

	HQ ₈₀	HQ ₁₀₀	HQ ₂₀₀	HQ ₅₀₀	BHQ ₁ / HQ _{1.000}	BHQ ₂ / HQ _{10.000}	PMF/ HQ _{max}
Abgabe in m ³ /s	36,8	70,1	130	221	280	378	461
geöffnete Stränge Grundablass	1	2	2	2	2	2	2
geöffnete Stränge Umleitungsstollen	2	2	2	2	2	3	3
Oberkante Fischbauchklappe in m NN _{WN}	333,00	333,00	332,20	331,40	330,80	330,50	330,50

Legende: in NN_{WN}; Meter über Normalnull Werksnetz



Bild 5: Spritzwassererscheinung an der Sohlenabzugszunge des Teilungsbauwerks im Planzustand (links) und gleichmäßige Überströmung der optimierten Geometrie der Sohlenabzugszunge (rechts) im Modell, $Q = 100 \text{ m}^3/\text{s}$, Blick in Fließrichtung (Quelle: fwu)

Abfluss wird nun unterhalb des Sohlenabzuges vollkommen im Freispiegelabfluss abgeführt und es entsteht, wie auf Bild 5 rechts im Vergleich zu erkennen ist, kein Spritzwasser. Aufgrund des Freispiegelabflusses ist die Strömungsgeschwindigkeit in den drei gekrümmten Kanälen geringer als im Planzustand. Dadurch ist auch die Wasserspiegelauslenkung geringer, die alte Schussrinne wird gleichmäßiger angeströmt und die Ausprägung der Kreuzwellen dadurch vermindert. Eine gänzliche Vermeidung der Kreuzwellenbildung ist aufgrund der Geometrie des Teilungsbauwerks bzw. der alten Schussrinne nicht möglich [5]. Dennoch sorgt die neue Sohlenabzugsgeometrie für eine gleichmäßigere Teilung der Strömung. Durch die schmale Gestaltung des Sohlenabzuges wird zudem eine großzügige Unterwasserbelüftung gewährleistet und der bauliche Aufwand reduziert. Die Kavitationsgefahr im Bereich des Abzuges ist somit minimal.

Nach mehreren Versuchen ergab sich ein Einlaufspalt von 95 cm (auf die Natur bezogen) als optimale Wahl, da hierdurch der Abfluss im alten Tosbecken hinreichend begrenzt wird und somit nicht mehr ausferrt (**Bild 7**). Die volle Leis-

tungsfähigkeit der Regelorgane kann so besser ausgenutzt werden.

Bild 8 zeigt die gemessenen Teilabflüsse über den Umleitungsstollen, den Grundablass sowie die alte und die neue Schussrinne im Optimierungszustand für die untersuchten Lastfälle HQ_{80} bis HQ_{\max} . Im Gegensatz zur neuen Schussrinne ist bei den Teilabflüssen über die alte Schussrinne deutlich erkennbar, dass der maximale Abfluss aufgrund der Abflussaufteilung durch das Teilungsbauwerk begrenzt wird.

3.2 Betriebsempfehlungen zum Umleitungsstollen

Aus den Untersuchungen zur Erhöhung der hydraulischen Leistungsfähigkeit des Umleitungsstollens wurde festgestellt, dass dieser zum einen aufgrund der Planungen zum Armaturentausch schon eine erhöhte hydraulische Leistungsfähigkeit besitzt und zum anderen mehr Wasser im Umleitungsstollen abgeführt werden kann, wenn Druckabfluss statt Freispiegelabfluss herrscht. Durch die erhöhte Leistungsfähigkeit folgte im Planzustand eine Überlastung des alten Tosbeckens. Für eine Verringerung der Beaufschlagung wurde, wie bereits in Abschnitt 3.1 erläutert, die Verkleinerung der Öffnungs-

weite des Sohlenabzuges des Teilungsbauwerks im Optimierungszustand vorgenommen, um die Leistungsfähigkeit der tief liegenden Betriebseinrichtungen voll auszunutzen [6].

Der Betrieb im Druckabfluss, also ohne Schieberbelüftung nach der Rohrstrangöffnung, ist zudem zu empfehlen, da der Eintritt des Wasserstrahls aus den Armaturen und Rohrsträngen in den luftseitigen Umleitungsstollen durch ein Wasserpolster abgebremst wird und z. B. Ab- rasion sowie Sandschliff vermindert werden [5]. Weiterhin wurde durch die Messung des Differenzdruckes ersichtlich, dass im belüfteten Betriebszustand höhere Druckschwankungen auftreten, als ohne Belüftung. Beim Stellvorgang der Schieber des Umleitungsstollens sollte aufgrund der Kavitationsneigung jedoch nicht auf eine Belüftung verzichtet werden. Ist der Stellvorgang beendet und die Belüftung wird eingestellt, geht der sich während der Rohrstrangöffnung einstellende Freispiegelabfluss für jede Rohrstrangkombination in Druckabfluss über. Zusätzlich wurde empfohlen, die drei Rohrstränge des Umleitungsstollens immer nacheinander zu öffnen. Aufgrund der kürzeren Laufstrecke des Wassers und des besseren Freispiegelabfluss-Bildes während des Stellvorgangs soll zuerst der in Fließrichtung linke Rohrstrang geöffnet werden. Danach der mittige Rohrstrang und erst für die Lastfälle BHQ_2 und HQ_{\max} der rechte Rohrstrang.

3.3 Optimierung der Energieumwandlung im neuen Tosbecken

Die Energieumwandlung im geplanten neuen Tosbecken erfolgt im Planzustand mit einer gut ausgebildeten Deckwalze, jedoch beginnt der Wechselsprung schon

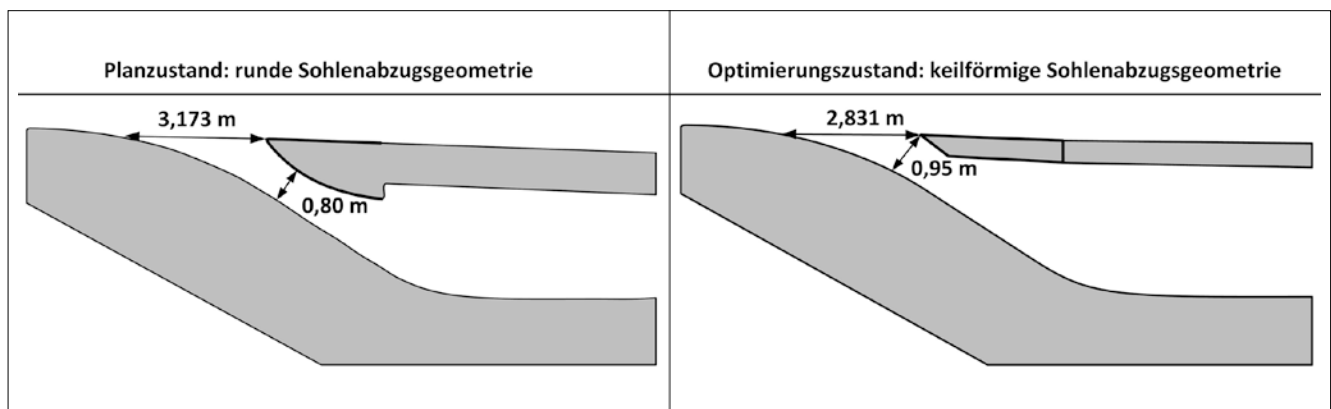


Bild 6: Schematische Darstellung der Geometrie der Sohlenabzugszunge des Teilungsbauwerks im Planzustand (links) und im Optimierungszustand (rechts), Längsschnitt (Quelle: fwu)



Bild 7: Hydraulisches Modell mit Blick auf das Tosbecken (alt), die Schussrinne (alt) und das geplante Teilungsbauwerk im Lastfall BHQ, im Planzustand (links) und im Optimierungszustand (rechts) (Quelle: fwu)

in der neuen Schussrinne und liegt teilweise ungünstig unter der Brücke über das neue Tosbecken. Für eine Verlegung des Wechselsprunges wurden Untersuchungen zu einer Breitenreduzierung des neuen Tosbeckens durchgeführt, die zu einer Empfehlung der selbigen führten. Nach der Abschätzung der erforderlichen Länge des Tosbeckens, der Berechnung der Eintiefung sowie der Planung der Verringerung der Neigung der neuen

Schussrinne durch den Planer wurde das hydraulische Modell umgebaut und der Funktionsnachweis des Optimierungszustandes erbracht. Durch diese gemeinsame Vorgehensweise konnte eine Verkleinerung des geplanten Tosbeckens um ein Volumen von ca. 90 m³ empfohlen und somit eine wirtschaftlichere Bemessung erreicht werden. Im verkleinerten Tosbecken zeigt sich im Optimierungszustand ein guter bis sehr guter Energie-

umsatz mit stetiger Deckwalze (**Bild 9**). Erst der Lastfall HQ_{max} überlastet das Tosbecken erkennbar. Die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des durch eine Breiten- und Längenreduzierung optimierten Tosbeckens konnte somit nachgewiesen werden.

3.4 Betriebsempfehlungen zum gleichzeitigen Betrieb Umleitungsstollen, Grundablass und Hochwasserentlastung

Die Nachbildung des sich in der Natur im Hang befindlichen Umleitungsstollen aus Plexiglas im Modellversuch ermöglichte eine Untersuchung der Strömungsvorgänge im Umleitungsstollen bei unterschiedlichen Schieberstellungen, erhöhten Wasserständen im alten Tosbecken sowie mit und ohne Belüftung. Für jeden dieser Betriebszustände wurden für den Umleitungsstollen acht sowie für den Grundablass zwei wasserstandabhängige (Wasserspiegel im Stauraum) oder wasserstands-differenzabhängige Leistungscharakteristiken ($\Delta h = \text{Wasserspiegel Stauraum} - \text{Wasserspiegel Tosbecken (alt)}$) erstellt. Dies ist notwendig, da ein erhöhter Wasserspiegel im alten Tosbecken durch den Betrieb mehrerer Auslässe zu Leistungsverlusten der Armaturen von bis zu ca. 10 % führt. Zur qualitativen Bewertung der Druckschwankungen mit und ohne Belüftung wurden Druckdifferenzmessungen durchgeführt. Eine quantitative Übertragung auf Naturwerte ist aufgrund des Froudeschen Modellgesetzes nicht möglich. Jedoch konnte eine Betriebsempfehlung, den luftseitigen Umlei-

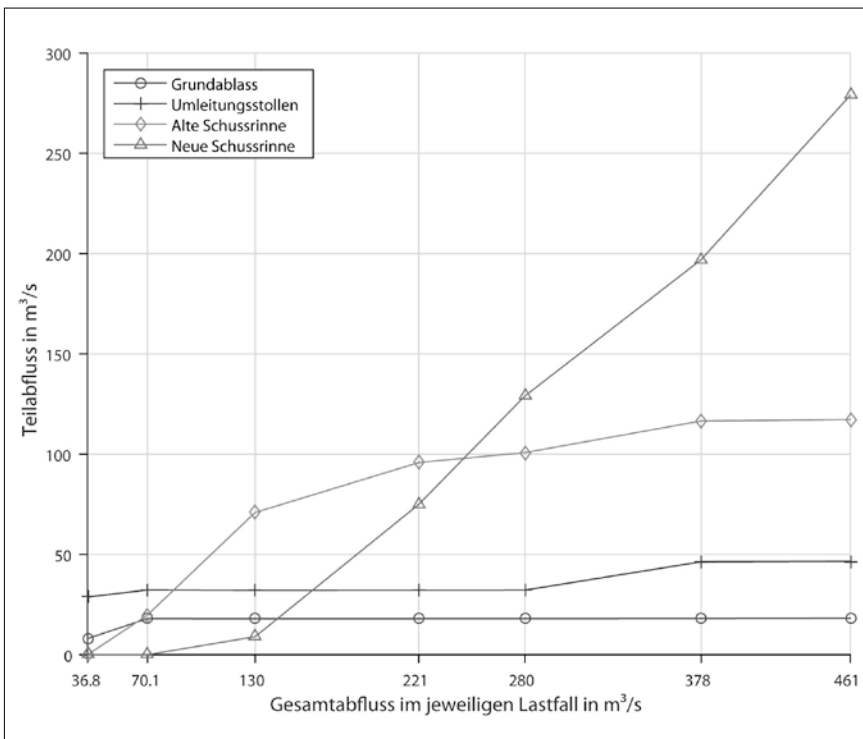


Bild 8: Darstellung der Teilabflüsse über Umleitungsstollen, Grundablass und alte und neue Schussrinne in Optimierungszustand für die Lastfälle HQ_{80} bis PMF (Quelle: fwu)

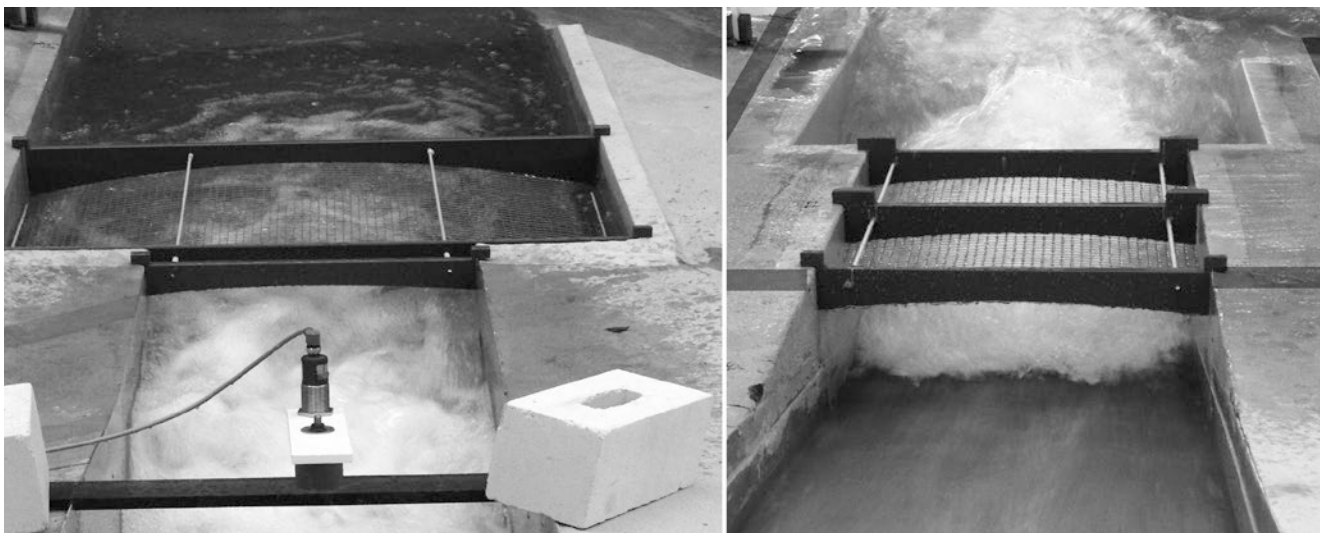


Bild 9: Tosbecken (neu) im Planzustand (links) und im Optimierungszustand mit den eingezeichneten Grenzen des Tosbeckens im Planzustand (rechts) im Modell, Lastfall BHQ, (Quelle: fwu)

tungsstollen ohne Belüftung zu betreiben, abgeleitet werden, um durch den Druckabfluss die Leistungsfähigkeit zu erhöhen und eine erhöhte Betriebssicherheit zu gewährleisten.

4 Zusammenfassung

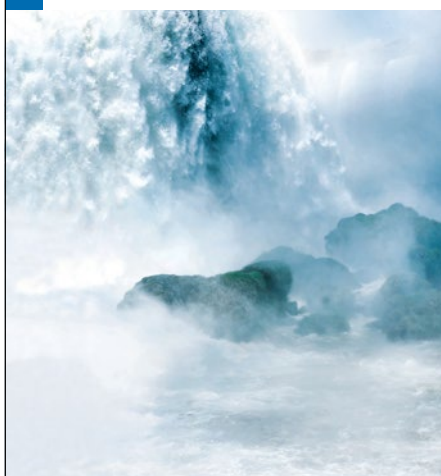
Infolge einer Erhöhung der Hochwasserbemessungszuflüsse ist die Überflutungssicherheit der Talsperre Malter derzeit

nicht mehr gegeben. Daher plant der Betrieb Oberes Elbtal der LTV zurzeit die Erweiterung der Hochwasserentlastungsanlage der Talsperre Malter. Aufgrund der komplexen geometrischen Rahmen-

ANZEIGE

Energie aus Wasser

Unsere logische Alternative

ANDRITZ
Hydro


ANDRITZ HYDRO ist innerhalb der ANDRITZ Gruppe einer der größten Anbieter im Markt für hydraulische Stromerzeugung. Am Standort in **Ravensburg** – mit ca. 500 Mitarbeitern – wickeln kompetente Teams weltweit komplexe Projekte erfolgreich ab. Die tiefen Kenntnisse im Engineering für Francis- und Pump-

turbinentechnologie basieren auf langjährigen Erfahrungen, ständiger Qualifizierung der Mitarbeiter und Innovationskraft. In den eigenen Werkhallen werden Turbinenkomponenten wie Laufräder, Absperrvorrichtungen mit höchster Präzision gefertigt und das inzwischen seit über 150 Jahren.

ANDRITZ HYDRO GmbH

Escher-Wyss-Weg 1, 88212 Ravensburg, Tel: +49 (751) 295 11-0,
Fax +49 (751) 295 11-999, Email: contact-hydro.de@andritz.com

www.andritz.com/hydro-de

bedingungen an der Talsperre Malter sowie im Zuge der parallel laufenden Planung liefern numerisch-mathematische Berechnungen keine verlässlichen Aussagen über die Strömungszustände, weshalb die Durchführung eines hydraulischen Modellversuches im Maßstab 1:25 erforderlich wurde [1]. Die Herausforderung bei der Erweiterung der Hochwasserentlastungsanlage der Talsperre Malter bestand vor allem darin, den Anlagenbestand optimal zu nutzen und so zu beaufschlagen, dass eine Überlastung der alten Hochwasserentlastungsanlage ausgeschlossen wird.

Neben der baulichen Optimierung der Planung (Breiten-, Längen- und Tiefenreduzierung des neuen Tosbeckens, Sohlenabzugsgeometrie des Teilungsbauwerks, Neigung der Schussrinne) wurden im hydraulischen Modellversuch zusätzlich wichtige Kenntnisse über mögliche Betriebszustände gewonnen und Betriebsempfehlungen abgeleitet, die mit in die Betriebsanweisung zur Wiederherstellung der Überflutungssicherheit der Talsperre Malter eingehen werden. Somit

konnten die Investitionen in den Modellversuch schon allein aufgrund der zu erwartenden geringeren Baukosten sowie der abgesicherten Funktions- und Leistungsfähigkeit des Optimierungszustandes gerechtfertigt werden. Mithilfe des hydraulischen Modellversuchs konnten weiterhin verlässliche Aussagen über den Abflussvorgang für ein neuartiges Teilungsbauwerk getroffen werden. Hierdurch wurde das Teilungsbauwerk so optimiert, dass die Funktionssicherheit und die hydraulische Leistungsfähigkeit auch im extremen Hochwasserfall HQ_{\max} gewährleistet werden. Zusammenfassend wurde mit dem hydraulischen Modellversuch Talsperre Malter die Funktions- und die Leistungsfähigkeit aller Komponenten der Hochwasserentlastungsanlage nachgewiesen und optimiert [3]. Mit dem Optimierungszustand kann die Überflutungssicherheit der Talsperre Malter für die untersuchten Lastfälle nachgewiesen werden. Somit konnte auch mit diesem Modellversuch eine sichere und wirtschaftliche Bemessung erreicht werden.

Jessica Schmidt, Jörg Wieland, Jürgen Jensen, Bernd Findeisen and Holger Haufe

Hydraulic Model Test to Restore Safety against Overtopping of the Malter Dam

The Operation Upper Elbe Valley of the State Reservoir Administration of Saxony (LTV) is planning the restoration of the safety against overtopping of the Malter dam by expanding the spillway and the increase in the hydraulic capacity of the valves in the diversion tunnel. Due to the special structure geometries a hydraulic model test at a scale of 1:25 was necessary to review and optimize the performance of the preliminary design. Due to investigations of several component variants, as well as adjusted operating recommendations the preliminary design has been optimized and an effective convey of discharge has been proved.

 [Weitere Empfehlungen aus www.springerprofessional.de:](http://www.springerprofessional.de)

Hochwasserentlastungsanlage

Maniak, U.: Bemessung und Betrieb von Talsperren und Hochwasserrückhaltebecken. In: Hydrologie und Wasserwirtschaft. 6. Auflage. Heidelberg Dordrecht London New York: Springer Verlag, 2010.

www.springerprofessional.de/link/3226338

Köngeter, J.: Der Talsperrenbau in Deutschland. In: Talsperren in Deutschland. 1. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg Verlag, 2013.

www.springerprofessional.de/4458284

Autoren

Dipl.-Ing. Jessica Schmidt

Dipl.-Ing. Jörg Wieland

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jürgen Jensen

Forschungsinstitut Wasser und Umwelt (fwu)

Universität Siegen

Paul-Bonatz-Str. 9-11

57076 Siegen

jessica.schmidt@uni-siegen.de

Dipl.-Ing. Bernd Findeisen

Landestalsperrenverwaltung des

Freistaates Sachsen

Am Viertelacker 14

01259 Dresden

bernd.findeisen@ltv.sachsen.de

Dr.-Ing. Holger Haufe

Lahmeyer Hydroprojekt GmbH

Ludwig-Hartmann-Straße 40

01277 Dresden

hh@hydroprojekt.de

Literatur

- [1] Bender, J.; Wieland, J.; Frank, T.; Jensen, J.: Erfassung hydraulischer Wechselwirkungen bei wasserbaulichen Modellversuchen am Beispiel der Sieg im Bereich der Siegener Innenstadt. In: Wasserwirtschaft 103 (2013), Heft 4, S.17-23.
- [2] Felder, S.; Wieland, J.; Jensen, J.: Wasserbauliche Modellversuche zur Sanierung des Hochwasserrückhaltebeckens Mettmanner Bach/Goldberger Teich. In: Wasserwirtschaft 99 (2009), Heft 10, S. 34-39.
- [3] Jensen, J.; Schmidt, J.; Wieland, J.: Endbericht. Hydraulischer Modellversuch zum Projekt „Talsperre Malter – Erweiterung der Hochwasserentlastungsanlage“. Universität Siegen, 06.07.2015 (Unveröffentlichter Projektabschlussbericht).
- [4] Kobus, H. (Hrsg.): Wasserbauliches Versuchswesen. In: Schriftenreihe des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V. (1984), Nr. 39.
- [5] Schmidt, J.; Wieland, J.; Jensen, J.; Findeisen, B.; Haufe, H.: Hydraulischer Modellversuch Talsperre Malter – Herausforderungen infolge von schießendem Abfluss in gekrümmten Bauteilen. In: Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen (2015), Heft 53, S. 109-118.
- [6] Schmidt, J.; Wieland, J.; Jensen, J.: Hydraulischer Modellversuch Talsperre Malter – Optimierung eines Teilungsbauwerkes mit vertikaler Strömungstrennung. In: Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen (2015), Heft 57, S. 25-32.

