

Talsperre Malter - Erweiterung der Hochwasserentlastungsanlage - bautechnische Umsetzung

Die Talsperre Malter an der Roten Weißeritz in Sachsen hat große Bedeutung für den Hochwasserschutz, insbesondere der Landeshauptstadt Dresden. Beim Extremhochwasser 2002 kam es infolge der Überschreitung des damals gültigen BHQ2 zu einer signifikanten hydraulischen Überlastung der Betriebseinrichtungen. Zur Wiederherstellung der Überflutungssicherheit wurde die Hochwasserentlastungsanlage zwischen 2019 und 2023 erweitert.

Holger Haufe, Dominik Fiedler, Matthias Krug und Bernd Findeisen

1 Einleitung

Zwischen 1908 und 1913 wurde an der Roten Weißeritz in Sachsen das Absperrbauwerk der Talsperre (TS) Malter als Gewichtsstaumauer aus Bruchsteinen (Höhe 36 m) des Intze-Typs mit gekrümmter Achse errichtet. Die unter Denkmalschutz stehende Talsperre (Gesamtstauraum 8,78 Mio. m³) dient hauptsächlich dem Hochwasserschutz für die Stadt Freital und die Landeshauptstadt Dresden. Sie wird außerdem zur Brauchwasserbereitstellung, Elektroenergieerzeugung und Naherholung genutzt.

Die TS Malter besitzt als Hochwasserentlastungsanlage (HWE) eine Hangseitenentlastung am linken Hang. Nach Umbauten und Instandsetzungen in den Jahren 1967/69 und 1977 bestand die HWE zum Zeitpunkt des Extremhochwassers 2002 aus einer Sammelrinne mit Fischbauchklappe, einem festen Überfallwehr zur Sammelrinne, der Schussrinne und einem Tosbecken mit Endschwelle.

Beim Extremhochwasser 2002 kam es infolge der Überschreitung des damals gültigen BHQ₂ (HQ_{10.000} = 166 m³/s) zu einer signifikanten hydraulischen Überlastung der Betriebseinrichtungen. Die HWE (Kapazität Q = 156 m³/s) wurde mit 228 m³/s beaufschlagt. Dadurch kam es zu massiven Wasseraustritten aus der Schussrinne mit Erosion des luftseitigen Hanges links und aus dem Tosbecken mit Überflutung des luftseitigen Mauerfuß-

bereichs und des Grundablassstollens. Die Scheitelwerte und Abflussfüllen der mit dem anschließend aktualisierten Niederschlag-Abfluss-Modell neu ermittelten BHQ₁ (289 m³/s) und BHQ₂ (393 m³/s) waren so stark angestiegen, dass die Überflutungssicherheit des Absperrbauwerks nicht mehr nachgewiesen werden konnte.

2 Planung

Für die Wiederherstellung der Überflutungssicherheit wurden durch den Betreiber, die Landestalsperrenverwaltung (LTV) des Freistaates Sachsen, umfangreiche Planungen veranlasst. Im Ergebnis wurde festgestellt, dass der Umbau der HWE notwendig ist und als Vorzugsvariante eine zusätzliche neue Schussrinne mit einem neuen Tosbecken gewählt [1], [4]. Der Forderung der Denkmalschutzbehörde nach einer weiteren Nutzung der vorhandenen Schussrinne und des zugehörigen Tosbeckens folgend, wurde ein neuartiges Teilungsbauwerk mit einer vertikalen Strömungstrennung konzipiert, mit dem die Wasserströme zwischen beiden Schussrinnen aufgeteilt werden. Konkret wird Wasser über eine Öffnung in der Sohle des Teilungsbauwerks in die vorhandene Schussrinne abgeführt. Durch die optimale Bemessung dieser Öffnung entspricht deren hydraulische Leistungsfähigkeit der Leistungsfähigkeit des vorhandenen Tosbeckens unter Berücksichtigung der Zuflüsse aus Grundablass und Umleitungsstollen und schließt damit eine Überlastung aus. Übersteigt der Hochwasserabfluss die Leistungsfähigkeit der Öffnung, wird diese überströmt. Der die Leistungsfähigkeit des bestehenden Tosbeckens übersteigende Hochwasserabfluss wird über das Teilungsbauwerk in die neue Schussrinne abgeführt.

Zur Erhöhung der hydraulischen Leistungsfähigkeit der vorhandenen Sammelrinne wurde die Sohle um ca. 1,5 m mit einem Sohlgefälle von 3,5 % vertieft, um einen Aufstau zu verhindern. Auch der Mauerdurchlass, der den Hochwasserabfluss durch die Staumauer ermöglicht, musste vergrößert werden, um ein Zuschlagen bei hohen Abflüssen zu verhindern. Ab Mauermitte beginnt bereits die Ausrundung für die Aufteilung des

Kompakt

- Infolge der BHQ₂-Überschreitung beim Extremhochwasser 2002 mit Überlastung der Betriebseinrichtungen war die Erweiterung der HWE notwendig.
- Die Erweiterung wurde mit der Vertiefung der Sammelrinne, dem Neubau eines neuartigen Teilungsbauwerks und einer Schussrinne mit Tosbecken bautechnisch umgesetzt.
- Bautechnische Besonderheiten des 21 Mio. € Projekts für die Optimierung der Baukosten und Bauzeit sind der Einsatz besonderer Betone.



Bild 1: Luftaufnahme
Baufeld

Abflusses der beiden HWE-Trassen. Der Sohlenabzug, der als Einzelöffnung über die gesamte Breite ausgeführt wurde, teilt die Wasserwege (unten: Beaufschlagung vorhandene Schussrinne; oben: Beaufschlagung neue Schussrinne). Da in diesem Bereich starke hydraulische Belastungen auftreten, wurde der unmittelbare scharfkantige Trennungsbereich mit einer Stahlpanzerung ausgeführt. Um eine Vergleichmäßigung des unteren Abflusses in die vorhandene Schussrinne zu erzielen, wurde dieser in drei Freispiegelkanäle aufgeteilt und die Höhe von 0,9 m im Trennungsbereich auf 2,5 m vergrößert. Damit sind die Belüftung und die Begehbarkeit gewährleistet.

Die obere, 12 m breite Rinne wurde ebenfalls weitergeführt, jedoch nicht maßgebend umgelenkt und mündet in die neue Schussrinne (L/B ca. 110 m/12 m). Die unteren 15 m der neuen Schussrinne werden von einer Brückenplatte überspannt und münden in das neue räumliche Tosbecken (L/B ca. 25 m/ca. 18 m) mit ca. 9 m hohen Wänden. Aufgrund der gegenseitigen Strömungsbeeinflussung der einzelnen Betriebseinrichtungen und der komplexen Geometrien wurde für die weitere Optimierung des Entwurfs ein wasserbaulicher Modellversuch (M 1:25) durchgeführt [2]. Die LTV beantragte anschließend die Erteilung einer wasserrechtlichen Plangenehmigung, die im Juli 2018 erteilt wurde. Nach dem Abschluss der Ausführungsplanung im Januar 2019 erfolgten Ausschreibung und Vergabe der zwei Vergabeeinheiten (VE 1 temporäre Baustraßen und Gebäudeabriss; VE 2 Um-/Neubau HWE und Rückbau temporäre Baustraßen). Im April 2019 begann die bautechnische Umsetzung.

3 Bautechnische Umsetzung

Nach der Errichtung der Baustraßen sowie den Holzungs- und Abrissarbeiten im Baufeld wurde mit den Erd- und Felsaushub-

arbeiten für die Baugruben der einzelnen Bauteile begonnen. Die Hangsicherung erfolgte teilweise mit aufwändigen Spritzbetonarbeiten (**Bild 1**).

Die Seitenwände der Sammelrinne wurden unterfangen und die Vertiefung der Sohle umgesetzt. Die Sohle der Sammelrinne wurde als 1 m starke Stahlbetonplatte ausgebildet. Um das Auftreiben der Sohlenplatte zu verhindern, wurde als Gründung eine mindestens 20 cm starke Dränbetonschicht vorgesehen.

Das Herzstück der HWE-Erweiterung, das neuentwickelte Teilungsbauwerk, ist infolge der geometrischen und statischen Randbedingungen ein sehr massiges und geometrisch anspruchsvolles Bauteil. Schalungsgeometrie und Bewehrungskonstruktion waren bereichsweise äußerst kompliziert (**Bild 2**). In der bis zu 3,30 m dicken Bodenplatte des monolithischen Teilungsbauwerkes (L x B x H ca. 34 m x 35 m x 12 m) wurden 1 700 m³ Beton mit 85 kg/m³ Oberflächenbewehrung eingebaut. Unterteilt wurde in eine lediglich gegen Erdreich exponierte Kernzone und eine gegen die Atmosphäre exponierte Deckzone. Ziel war die Reduktion der Bewehrungsmenge. Zum Einsatz kam ein Kernbeton (Dicke bis zu 2,55 m) mit nur 210 kg/m³ Zement und ein exponierter Beton (Dicke bis zu 0,75 m) mit 280 kg/m³ Zement, beide mit CEM III/A. Weil der Zementgehalt des Kernbetons unter der Normvorgabe lag, wurde eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung erwirkt. Zur Begrenzung der Rissbreite war neben der Begrenzung der Hydratationswärme eine Grundbewehrung \varnothing 32-15 bzw. 53 cm²/m erforderlich. Um Übergreifungslängen (bis zu 3,00 m) zu minimieren und so die Betonierbarkeit insbesondere in Bereichen mit Kreuz- und Zulaufbewehrung zu verbessern, wurden Stöße ab \varnothing 28 mm geschraubt. Für die vertikale Strömungstrennung wurde ein spezielles Stahlwasserbauteil („Panzernase“) gefertigt.

Der sichtbare Teil der Randmauern der neuen Schussrinne ist auf der linken Seite im oberen Bereich 5 m hoch und steigt nach



Bild 2: Bewehrungs- und Betonierarbeiten am Teilungsbauwerk

unten auf ca. 9 m an. Auf der rechten Seite wurden sie im oberen Bereich auf Grund des Geländeverlaufes nur ca. 3 m hoch ausgeführt. Die neue Schussrinne wurde mit einer fugenlosen Stahlbetonsohle ausgebildet, die dreiseitig gleitend gelagert ist und in einen Sporn am Tosbecken mündet. Die Wände der Schussrinne und des Ablaufgerinnes sind abschnittsweise Futtermauern bzw. Schwergewichtsmauern (**Bild 3**). Sie besitzen ein Gesamtvolumen von ca. 3 500 m³ und wurden unbewehrt ausgeführt. Damit konnten ca. 350 t bis 400 t Bewehrungsstahl eingespart und die



Bild 3: Unbewehrte Wände der Schussrinne

Bauzeit deutlich verkürzt werden. Die für die Rissbildung entscheidende Hydratationswärme wurde durch Verwendung von Zement CEM III A 32,5 N-LH minimiert. Dadurch und durch die Wahl der Geometrie (H/L) gelang es, Risse vollständig zu vermeiden. Die Wahl von Zementart und -menge sowie der Verzicht auf Bewehrung an den Wänden der Schussrinne wirkten sich neben den Kosten auch positiv auf den Energiebedarf und die CO₂-Bilanz zur Herstellung der Rohstoffe aus.

Mit dem Ziel, die Stütz- und Futtermauern möglichst schlank zu gestalten, wurden diese abschnittsweise mit Dränbeton hinterfüllt. Dadurch wurde der Erddruck reduziert sowie Grund- und Kluftwasserdruck eliminiert. Als Dränbeton wurde Einkornbeton (**Bild 4**) mit einer Druckfestigkeit von $f_c = 8 \text{ N/mm}^2$, einem Porenraum von $\Phi = 30\% \text{ bis } 40\%$ (je nach Verdichtung) und einer Durchlässigkeit von $k_f > 2,5 \text{ cm/s}$ verwendet. Neben den mechanischen wurden auch die hydraulischen Eigenschaften (k_f und Φ) im Rahmen der Eignungsprüfung überprüft und später an In-situ-Feldversuchen am Bauwerk bestätigt. Der gleiche Dränbeton wurde zum Ausschalten des Auftriebes auch unter den Sohlen von Sammelrinne und Schussrinne verwendet und diente gleichzeitig als Sauberkeitsschicht. Auf die Verankerung dieser Bauteile oder die Anordnung von Entlastungsöffnungen zum Entspannen des Sohlenwasserdrucks konnte dadurch verzichtet werden. Üblich ist Letzteres. An der Sammelrinne, im Teilungsbauwerk und der alten Schussrinne hätte dies aber zu erheblichem Bewuchs und damit erhöhtem Unterhaltungsaufwand geführt. Grund ist, dass die Sohle der Sammelrinne unterhalb des Stauzieles liegt und dadurch permanent Sickerwasser in größerem Umfang anfällt.

Die Verwendung von Dränbeton ist in diesem Kontext und mit den genannten Eigenschaften nicht gebräuchlich. Vergleich-



Bild 4: Dränbeton - Probekörper

bare Anwendungen konnten nicht recherchiert werden. Der Dauerhaftigkeit der hydraulischen Eigenschaften wurde daher besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Mögliche Leistungsverluste durch Versinterung und Stoffeintrag aus dem Gebirge wurden bei der Planung berücksichtigt. Die durchgeführten Prüfungen wiesen den großen Sicherheitsabstand nach. Als zusätzliche Sicherheit wurde eine Möglichkeit geschaffen, um die ausreichende Dränwirkung nachzuweisen. Dazu wurde am Tiefpunkt des Dränagesystems, dem Übergang der Schussrinne in das Tosbecken, ein Messsystem installiert. In diesem Bereich wurden an der Oberfläche des Dränbetons Lichtwellenleiter (LWL) eingebaut. Durch Temperaturunterschiede entlang des LWL lässt sich messen, ob der Wasserspiegel im Bereich der Schussrinne höher liegt als im Tosbecken. Ist dies der Fall, muss vom Aufstau des Sickerwassers und unzulässiger Beeinträchtigung der Dränagewirkung ausgegangen werden. Die Messung mittels LWL ist besonders kostengünstig. Installiert ist lediglich der LWL mit Heizleitung. Die Heiz- und Messgeräte werden erst im Fall eines begründeten Verdachts beigebracht, angeschlossen und ausgelesen.

Das neue Tosbecken wurde auf gewachsenem Fels gegründet. Die Flügelwände bilden zugleich die oberwasserseitige Tosbeckenwand. Die ca. 9 m hohen Wände wurden als Winkelstützwand mit beidseitigem Mauerfuß ausgeführt. Die Tosbeckensohlenplatte ist unbewehrt.

Holger Haufe, Dominik Fiedler, Matthias Krug
and Bernd Findeisen

Malter Dam - Extension of service-spillway - constructional implementation

The Malter Dam at the Rote Weisseritz River in Saxony (Germany) is of great importance for flood control of the City of Dresden (Capital of Saxony) with more than 500 000 inhabitants. During the extreme flood of 2002 the spillway and outlet works were overloaded due to the exceeding of the design discharge. For the restoration of safety against overtopping the spillway was expanded between 2019 and 2023.

Zur Sicherstellung des bauzeitlichen Hochwasserschutzes wurde das Betriebsstauziel um 3,5 m abgesenkt. Zum Abfangen größerer Hochwasserereignisse, ohne dass die HWE anspricht, konnte mit den neuen Armaturen im Umleitungsstollen eine niederschlagsprognoseabhängige Hochwasservorentlastung unter Beachtung des schadlosen Abflusses von 40 m³/s umgesetzt werden [3]. Zusätzlich dazu wurden Baugrubenböschungen teilweise mit einer bewehrten Spritzbetonschale ausgeführt und in Richtung der neuen Schussrinne eine temporäre Sicherungswand gesetzt.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Zur Wiederherstellung der Überflutungssicherheit wurde ein Umbau der vorhandenen HWE und der Neubau einer zusätzlichen Schussrinne mit Tosbecken umgesetzt. Die Verknüpfung des Bestands mit der neuen HWE erfolgte durch ein neuentwickeltes komplexes Teilungsbauwerk. Für die Optimierung der Baukosten und Bauzeit wurden besondere Betone eingesetzt. Nach der erfolgreichen Umsetzung der Baumaßnahme ist die TS Malter fit für die hydrologischen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts.

Autoren

Dr.-Ing. Holger Haufe

Dipl.-Ing. Dominik Fiedler

Tractebel Hydroprojekt GmbH

Mendelssohnallee 8

01309 Dresden

holger.haufe@tractebel.engie.com

dominik.fiedler@tractebel.engie.com

Dipl.-Ing. Matthias Krug

Spiekermann Ingenieure GmbH

Turnerweg 8

01097 Dresden

matthias.krug@spiekermann.de

Dipl.-Ing. Bernd Findeisen

Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen

Am Viertelacker 14

01259 Dresden

bernd.findeisen@ltv.sachsen.de

Literatur

- [1] ARGE LHP-SI Talsperre Malter (Hrsg.): Talsperre Malter - Erweiterung der HWE. Entwurfsplanung, 2015 (unveröffentlicht).
- [2] Schmidt, J.; Wieland, J.; Jensen, J.; Findeisen, B.; Haufe, H.: Wasserbaulicher Modellversuch zur Herstellung der Überflutungssicherheit der Talsperre Malter in Sachsen. In: WasserWirtschaft 106 (2016), Heft 5.
- [3] Haufe, H.; Stärker, M.; Fiedler, D.; Findeisen, B.: Talsperre Malter - Armaturen-tausch im Umleitungsstollen unter komplexen Randbedingungen. In: Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen (2019), Heft 62.
- [4] Haufe, H.; Heinze, S.; Findeisen, B.: Die Erweiterung der Hochwasservorentlastungsanlage der Talsperre Malter. In: WasserWirtschaft 109 (2019), Heft 5.