

Sanierung Schöpfwerk Straubing a. d. Donau

Henry Hille
Bernd Englmeier

Das Schöpfwerk Straubing a. d. Donau wurde im Jahr 1940 errichtet. Es liegt am nördlichen Rand der Innenstadt von Straubing im Freistaat Bayern und dient neben der Hinterlandentwässerung bei einem Hochwasser der Donau auch der Entwässerung eines Polders mit einer Fläche von rund 10 km². Zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit sollen die vorhandenen Pumpen ausgebaut und durch drei neue Pumpen mit höherer Förderleistung ersetzt werden. Gleichzeitig wird die Wasserführung im Pumpbetrieb optimiert. Vor dem Hintergrund der zum Teil stark sanierungsbedürftigen Bausubstanz wurde weiterhin ein Sanierungs- und Instandsetzungskonzept für die Betonbauteile erarbeitet. In diesem Konzept ist sowohl der Abbruch und Ersatzneubau von zu stark geschädigten Betonbauteilen als auch die teilweise Instandsetzung im Bestand vorgesehen. Der Hochbau des Schöpfwerkes selbst sowie die Silhouette des gesamten Ensembles bis zum Herzogschloss stehen unter Denkmalschutz. Die Planung der Maßnahmen erfolgt daher mit einem geringstmöglichen Eingriff in das äußere Erscheinungsbild der Anlage. Eine besondere Bedeutung kommt weiterhin der Wasserabführung während der Bauzeit zu. Da die derzeit vorhandene Pumpenleistung von 4 m³/s kontinuierlich vorgehalten werden muss, soll die baubedingt eingeschränkte Leistung des Schöpfwerkes durch mobile Pumpen kompensiert werden.

Stichworte: Betoninstandsetzung, Hochwasserschutz, Polderentwässerung, Pumpwerk, Schöpfwerk

1 Einleitung

Das Schöpfwerk liegt am nördlichen Rand der Innenstadt von Straubing im Freistaat Bayern. Es dient neben der Hinterlandentwässerung in Straubing bei einem Hochwasser der Donau auch der Entwässerung eines Polders mit einer Fläche von rund 10 km².

Das Schöpfwerk Straubing wurde im Jahr 1940 errichtet. Da die Pumpen nach 40 Jahren im Betrieb einer Erneuerung bedurften, erfolgte im Jahre 1980 aus Kostengründen zunächst ein Zwischenausbau mit drei neuen, leistungstärkeren

Maschinensätzen. Die Leistungsfähigkeit der damals nachgerüsteten Maschinensätze reicht jedoch nicht aus, den Schutz vor einem hundertjährlichen Hochwasser im Gebiet des Polders Straubing nach dem aktuellen Stand der Technik zu gewährleisten. Der Grund dafür liegt sowohl in der zu geringen Pumpenleistung als auch in einer hydraulisch ungünstigen Leitungsführung.

Zur Verbesserung dieser Situation entschloss sich das Wasserwirtschaftsamt Deggendorf, das Schöpfwerk Straubing zu sanieren und es den Anforderungen der DIN 1184-1 und den Zielen des Bayrischen Landesentwicklungsprogramms anzupassen. Das Schöpfwerk soll künftig in der Lage sein, ein hundertjährliches Niederschlagsereignis im Polder bei gleichzeitigem HW_1 in der Donau sicher abzuführen (Bemessungslastfall). Zugleich soll auch das beim Lastfall HW_{100} der Donau im Polder entstehende Drängewasser bewältigt werden können.



Abbildung 1: Schöpfwerk Straubing mit Ansicht von der Binnenseite, Pumpeneinläufe direkt unter dem Betriebsgebäude, rechts im Bild die Einläufe der freien Vorflut

Mit der vorliegenden Planung wird ein Konzept zur baulichen Anpassung des bestehenden Schöpfwerkes an die geforderte Leistungsfähigkeit ausgearbeitet. Dies betrifft zum Einen die Maschinen- und Elektrotechnische Ausrüstung, insbesondere die Pumpentechnik. Zum Anderen müssen die vorhandenen Bauwerke des Schöpfwerkes an die neuen Anforderungen angepasst werden. Der zum Teil sehr schlechte Zustand der vorhandenen Bausubstanz wird ebenfalls berücksichtigt.

Der Hochbau des Schöpfwerkes selbst, sowie die Silhouette des gesamten Ensembles bis zum Herzogschloss stehen unter Denkmalschutz. Die Planung der Maßnahmen erfolgt daher mit dem geringstmöglichen Eingriff in das äußere Erscheinungsbild der Anlage.

2 Vorhandene Bauwerke

Der denkmalgeschützte Hochbau des Schöpfwerkes besteht aus einer Betriebsebene auf Erdgeschossniveau mit den drei Pumpmotoren in Trockenaufstellung und den Schaltschränken. Im Osten schließen sich die Mittelspannungsschaltstation und die drei Kammern für die Transformatoren an. Im westlichen Drittel des Gebäudes ist die Wohnung des Betriebswirts untergebracht.

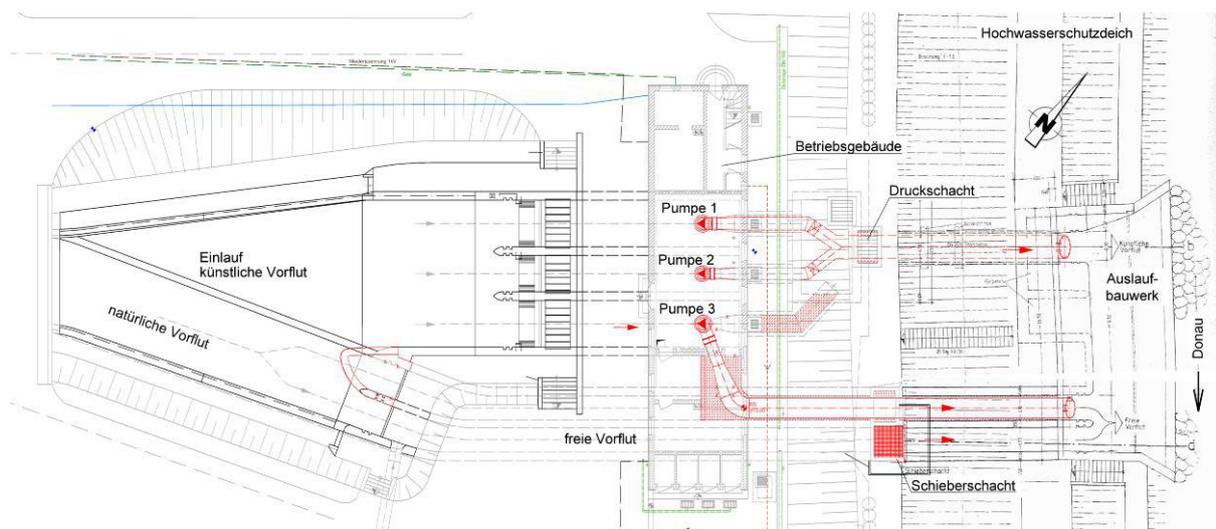


Abbildung 2: Lageplanausschnitt mit vorhandenen Bauwerken und den geplanten Neu- bzw. Umbauten (rot)

Der unmittelbar hinter dem Schöpfwerk gelegene Deich wurde 1978 auf ca. 4 m erhöht und im Bereich des Schöpfwerkes mit einer überschnittenen Bohrpfahlwand gedichtet. In diesem Zusammenhang wurden auch die Druckleitungen der drei Pumpen in einem neu erstellten 6,5 m x 3,5 m großen Druckschacht zusammengefasst. Die alten Ausläufe wurden mit Beton verfüllt.

Im Bereich des Mahlbusens teilt sich der Zulauf des Moosgrabens in die natürliche Vorflut (freie Vorflut durch den Deich) und die künstliche Vorflut (Einlauf zu den Pumpen) Vorflut. Die Sohle ist mit einer Betonbodenplatte befestigt. Seitlich ist der Mahlbusen mit Ufermauern aus Beton begrenzt. Bodenplatte und Ufermauern sind durch mehrere Bauwerksfugen unterteilt.

An die Pumpenkammer P3 gliedert sich in Fließrichtung rechts ein Vorflutgrinne, welches das Schöpfwerk in Form von zwei rechteckigen Betonkanälen mit den Abmessungen von je 1,70 x 1,70 m unterquert. Es ermöglicht die Entwässerung des Moosgrabens in freiem Gefälle in die Donau, sofern der Donauwasserstand unter dem Niveau des Wasserstandes im Mahlbusen liegt.

Bei erhöhten Wasserständen in der Donau werden die Schieber, welche in einem Schacht in Deichmitte angeordnet sind, geschlossen. Damit wird ein Rückströmen aus der Donau in den Mahlbusen verhindert. Das im Moosgraben ankommende Wasser wird über die Pumpen des Schöpfwerkes in die Donau gefördert.

Das Kernstück des Schöpfwerkes sind die drei Pumpenkammern im Untergeschoss des Gebäudes. Die Kammern sind gegeneinander durch Trennwände abgegrenzt, wobei die Wände bis in den Mahlbusen ins Oberwasser geführt und dort als Trennpfeiler sichtbar sind. Dieses Konzept hat den Vorteil, dass jede Pumpenkammer separat durch Dammbalken abgesperrt werden kann. Auf diese Weise sind Revisionen unter eingeschränktem Pumpenbetrieb möglich.

Das Schöpfwerk ist mit drei Propellerpumpen mit trocken aufgestelltem Motor ausgerüstet. Die Motoren sind im Parterre des Schöpfwerkes gut zugänglich untergebracht. Sie fördern das Wasser über Stahlrohre in den am Deichfuß gelegenen Druckschacht. Nach dem Druckschacht fließt das Wasser in ein Betondruckrohr DN2000 und mündet über ein Auslaufbauwerk in die Donau.

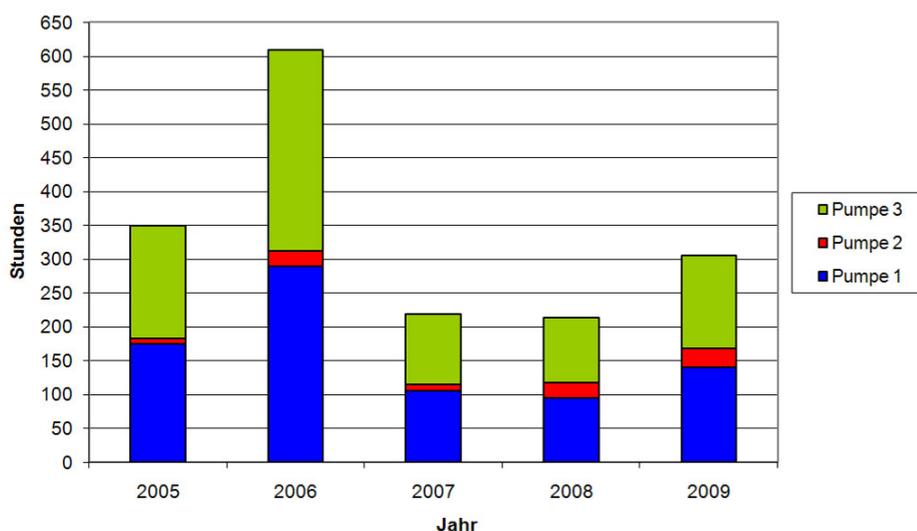


Abbildung 3: Jährliche Pumpenstunden

Die Pumpen verfügen über eine halbautomatische Steuerung und werden vom Betriebspersonal per Hand in Betrieb genommen sobald die Gefahr besteht, dass

der zulässige Binnenwasserspiegel überschritten wird. Dazu muss der Donauwasserstand täglich überwacht werden. Der intervallartige Betrieb läuft nach der Inbetriebnahme wasserstandabhängig (über Drucksonden in den Pumpenkammern) automatisch weiter.

Die Pumpen schalten sich dazu gestaffelt knapp unterhalb des zulässigen Binnenwasserspiegels von 315 m ü NN (entspricht einem Wasserstand von 3,60 m am Straubinger Donaupegel) ein und pumpen solange bis das Absenkziel bei 315 m ü NN erreicht ist. Beim erneuten Ansteigen des Wasserstandes im Mahlbussen wiederholt sich dieser Vorgang solange, bis die Hochwasserwelle abgeklungen ist. Das Schöpfwerk kann dann wieder nach einer Kontrolle durch den Schöpfwerkswärter außer Betrieb genommen werden.

Aufgrund der ungünstigen hydraulischen Bedingungen im Druckschacht werden derzeit nur die Pumpen 1 und 3 betrieben. Nur bei extremen Regenereignissen wird die Pumpe 2 zugeschaltet. Diese Betriebsweise lässt sich aus Abbildung 3 ableiten.

3 Sanierung der Bausubstanz

3.1 Sanierungskonzept für den Betonbau

Vor dem Hintergrund der zum Teil stark sanierungsbedürftigen Bausubstanz wurde ein Sanierungs- und Instandsetzungskonzept für die Betonbauteile erarbeitet. In diesem Konzept ist sowohl der Abbruch und Ersatzneubau von zu stark geschädigten Betonbauteilen als auch die teilweise Instandsetzung im Bestand vorgesehen.

Die Sanierung der Betonbauwerke soll nach dem Instandsetzungsprinzip R der DAfStb Instandsetzungsrichtlinie durchgeführt werden. Dabei wird der Korrosionsschutz der vorhandenen Bewehrung durch Wiederherstellung des alkalischen Milieus erreicht. Durch das Auftragen zementgebundener Instandsetzungsstoffe wird die erneute Bildung einer Passivschicht auf der Stahloberfläche (Repassivierung) hervorgerufen.

Für die Oberflächenvorbereitung sollen Hochdruck-Wasserstrahlen (HDW) eingesetzt werden. Mit dem Einsatz der HDW werden die schadhafte Betonteile abgetragen und die Bewehrung in Bereichen der Fehlstellen freigelegt und Entrostet. Die Durchfeuchtung der Oberfläche durch die HDW ersetzt zugleich das

Vornässen der Bauteile, wenn nach dem Wasserstrahlen mit dem Auftragen der Haftbrücke begonnen wird.

Ein weiterer Vorteil des Verfahrens ist die erschütterungsfreie Behandlung der Bauteile. Im Gegensatz zu mechanischen Verfahren erfolgt hier keine Beanspruchung der „stehenbleibenden“ Betonteile. Die Bildung von tiefergehenden Rissen und Schädigungen der Bewehrung wird wirksam vermieden. Es kommt zudem zu keiner Schädigung des Zuschlagkornes. Dieses wird lediglich freigelegt und von feinen Bestandteilen befreit, ein optimaler Zustand für das spätere Aufbringen der Haftbrücke.

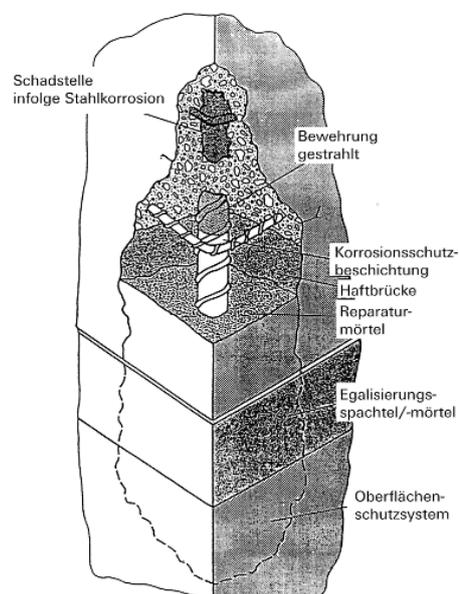


Abbildung 4: Schadstelle im Bereich des Deckendurchbruchs der Pumpenkammer und Schema zur Instandsetzung aus *Schröder (2009)*

Als Betonersatz zur Reprofilierung soll ein Kunststoffmodifizierter Zementmörtel (PCC) eingesetzt werden. Es ist ein PCC II für die Beanspruchbarkeitsklasse M 2 vorgesehen. Diese PCC können in beliebiger Lage (Wand, Decke, Boden) aufgetragen werden. Zusätzlich sind sie für dynamische Beanspruchung bei und nach dem Auftrag geeignet. Die maximale Größe der Auftragsfläche ist dabei beliebig.

Der PCC wird in der Regel von Hand aufgetragen. Im vorliegenden Fall ist ein maschineller Auftrag aufgrund der kleinen Einzelflächen ohnehin nicht sinnvoll.

Mit dem vorgesehenen Instandsetzungsprinzip soll eine ausreichend dicke und dichte Betondeckung geschaffen werden. Dies geschieht mittels Reprofilierung der geschädigten Bauteile und Realkalisierung durch flächigen Auftrag eines

geeigneten Reparaturmörtels. In den Pumpenkammern soll zusätzlich im Anschluss ein Oberflächenschutzsystem zur Erhöhung der Dauerhaftigkeit aufgebracht werden.

3.2 Sanierungskonzept für den Hochbau

Am Hochbau sind ebenfalls Sanierungsarbeiten geplant. In der Fassade wurden Risse festgestellt, die vor allem den nordwestlichen Gebäudeteil betreffen. Die zu beobachtende Rissbildung lässt sich vermutlich auf unterschiedliche Gründungsverhältnisse zurückführen.

Da die Baugrube der Pumpenkammer sehr wahrscheinlich frei geböscht wurde, mussten die äußeren Gebäudeteile auf einer Auffüllung gegründet werden. Mit den im Laufe der Jahrzehnte eintretenden Setzungen der Auffüllung bildeten sich sowohl an der südöstlichen als auch an der nordwestlichen Hausfassade Setzungsrisse aus. Diese haben ihren Ursprung am Übergang der linken Pumpenkammer zur Auffüllung unter der Betriebswohnung.

Der Verlauf der Fassadenrisse lässt sich anhand der Abbildung 5 erklären:

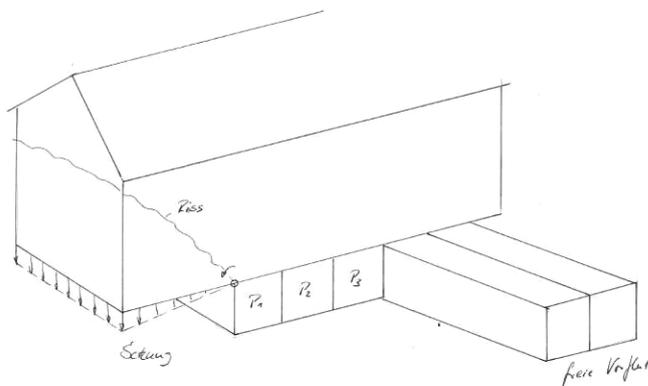


Abbildung 5: Verlauf der Fassadenrisse auf der Nordwestseite

Die in der Fassade zu beobachtende Rissbildung wird aktuell mit Rissmonitoren überwacht. Mit Vorliegen der Ergebnisse wird ein Konzept zur Rissanierung aufgestellt. Es ist mit hoher Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass der Baugrund im Bereich der Wohnung des Schöpfwerkjäters mit geeigneten Maßnahmen verbessert werden muss.

4 Betriebseinrichtungen

Zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit sollen die vorhandenen Pumpen ausgebaut und durch neue Pumpen mit höherer Förderleistung ersetzt werden. Künftig wird das Schöpfwerk in der Lage sein, einen Gesamt-Förderstromstrom von $5,8 \text{ m}^3/\text{s}$ bei voller Beaufschlagung der Pumpen und einer Förderhöhe von $4,72$ zu leisten (Gesamtmotorleistung 520 kW). Die Planung der Maschinen- und Elektrotechnischen Ausrüstung wird vom WWA Deggendorf in Eigenregie durchgeführt.

Ein weiterer Aspekt ist die Anpassung der hydraulischen Verhältnisse. Im aktuellen Zustand münden die drei vorhandenen Pumpen des Schöpfwerkes in einen gemeinsamen Druckschacht. Von diesem aus wird das Wasser in einer Leitung DN2000 durch den Deich in die Donau abgeführt.

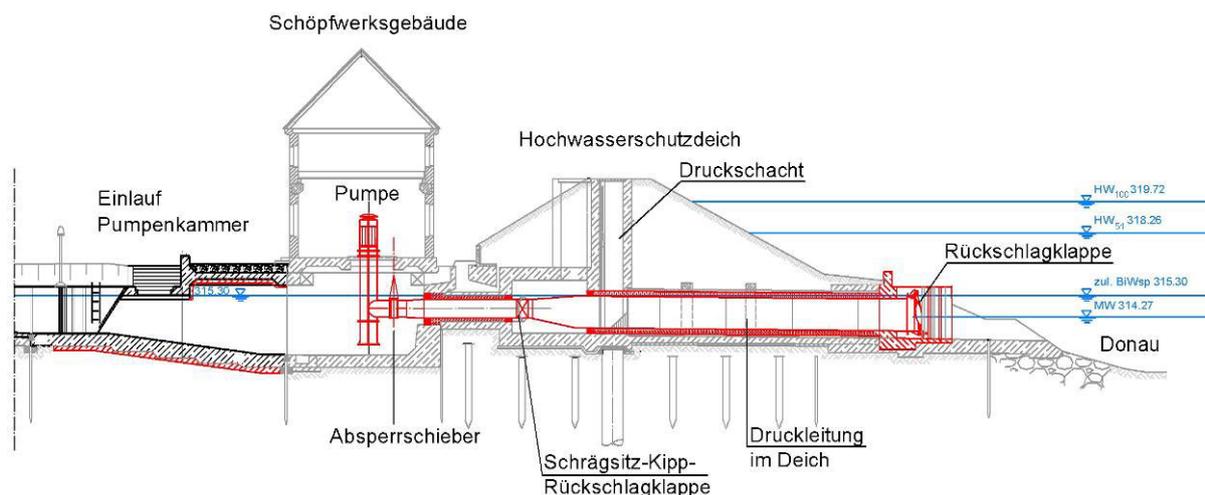


Abbildung 6: Längsschnitt durch das Schöpfwerk mit vorhandenen Bauwerken und den geplanten Neu- bzw. Umbauten (rot)

Die Druckrohre der Pumpenabgänge enden kurz hinter der Einbindung in den Druckschacht. Dadurch kommt es bereits dort zu einer stark turbulenten Energieumwandlung. Dies hat zur Folge, dass bei voller Beaufschlagung der Pumpen die installierte Förderleistung nicht erreicht wird. Die Darstellung des Bestandes in den Abbildungen 2 und 6 verdeutlicht die hydraulisch ungünstige Gestaltung.

Die verlustreiche Strömung erfordert außerdem eine erhöhte Pumpleistung und schließlich höhere Jahreskosten. Eine Optimierung der hydraulischen Situation ist daher geboten und die Ableitung der Pumpen umzugestalten.

Die Pumpe 3 wird aus der gemeinsamen Ableitung völlig herausgelöst und erhält einen separaten Abgang. Dazu wird der linke Kanal der freien Vorflut entsprechend umgestaltet. Die Pumpen 1 und 2 münden nicht mehr wie aktuell frei in den Druckschacht, sondern werden von den Pumpenabgängen über Druckleitungen mittels einer Rohrvereinigung im Druckschacht gefasst und in einer gemeinsamen Sammelleitung durch den Deich in die Donau abgeführt.

Die DIN 19712 schreibt vor, dass Leitungen, die nach dem Bau des Deiches verlegt werden und den Deich unterqueren, in Schutzrohren zu verlegen sind. Weiterhin werden auch doppelte Verschlüsse gefordert. In der Planung ist dies mit dem Einbau von Einschubrohren in die bestehenden Leitungen und einer dementsprechenden Anordnung von Verschlussorganen berücksichtigt.

5 Bauausführung

Die vorhandene Pumpenleistung von 4 m³/s muss während der gesamten Dauer der Sanierung vorgehalten werden. Daher ist nur eine abschnittsweise Umschließung der Einläufe möglich. Die während der Baumaßnahme fehlende Pumpenleistung muss durch die Installation mobiler Pumpen ausgeglichen werden.

Die abschnittswisen Umschließungen werden mit einem Kastenfangedamm vorgenommen. Diese Konstruktion kann auf die Sohle des Mahlbusens gestellt werden ohne einen Sohlenaufbruch vornehmen zu müssen.

Ferner wird angenommen, dass die Baufahrzeuge von Osten auf das Gelände fahren. Für die Abfolge ist zu beachten, dass die Lieferung der neuen Pumpen über die Betriebsbrücke vor dem Pumpwerk erfolgt und die alte Brücke diesen Belastungen nicht mehr ausgesetzt werden sollte. Aus diesem Grund muss mit der Sanierung der rechten Ufermauer begonnen und im Rahmen dieser Phase auch das Brückenfeld über dem Zulauf der Pumpe 3 erneuert werden.

Das Auslaufbauwerk des Schöpfwerkes befindet sich am Deichfuss und dem Ufer der Donau. Über die vorhandene Straßenanbindung ist es schwer bis gar nicht zu erreichen. Für die Bauausführung wird deshalb für die Arbeiten am Auslaufbauwerk der Transport von Material über die Donau vorgesehen. Die Baustelleneinrichtung und Arbeitsebene kann mittels Schwimmponton vorgehalten werden.

6 Literatur

- Bollrich, G. (1996): Technische Hydromechanik, Verlag für Bauwesen GmbH, 4. Auflage
- Schröder, M. (2009): Schutz und Instandsetzung von Stahlbeton, Anleitung zur sachkundigen Planung und Ausführung, expert-Verlag, 5. Auflage
- Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (2005): REWas, Richtlinien für den Entwurf von wasserwirtschaftlichen Vorhaben, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft
- Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen (2001): ZTV-W, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen – Wasserbau
- Bundesanstalt für Straßenwesen (2010): ZTV-ING, Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten
- Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (2001): DAfStb Instandsetzungsrichtlinie, Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen
- Ausbildungsbeirat „ Schutz und Instandsetzung im Betonbau“, Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V. (2008): SIVV-Handbuch, Schützen, Instandsetzen, Verbinden und Verstärken von Betonbauteilen
- Normenausschuss Wasserwesen im Deutschen Institut für Normung e.V. (1992): DIN 1184 Teil, Schöpfwerke / Pumpwerke, Planung, Bau und Betrieb

Autoren:

Dipl.-Ing. Henry Hille

Bernd Englmeier

Hydroprojekt Ingenieurgesellschaft mbH
Elsenheimerstraße 11
80687 München

Wasserwirtschaftsamt Deggendorf
Detterstraße 20
94469 Deggendorf

Tel.: +49 89 381 907 77

Tel.: +49 991 2504 750

Fax: +49 89 381 907 99

Fax: +49 991 2504 200

E-Mail: henry.hille@hydroprojekt.de

E-Mail: Bernd.Englmeier@wwa-deg.bayern.de