

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Tritthart, Michael; Glas, Martin; Liedermann, Marcel; Habersack, Helmut Morphodynamische Modellierungen zur Optimierung von Buhnenbauwerken an der österreichischen Donau

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/102240>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Tritthart, Michael; Glas, Martin; Liedermann, Marcel; Habersack, Helmut (2014):
Morphodynamische Modellierungen zur Optimierung von Buhnenbauwerken an der
österreichischen Donau. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Herausforderung
Sedimenttransport - Methoden und Konzepte im Flussbau. Karlsruhe: Bundesanstalt für
Wasserbau. S. 43-48.

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.



Morphodynamische Modellierungen zur Optimierung von Bühnenbauwerken an der österreichischen Donau

Autoren: Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. techn. Michael Tritthart, Universität für Bodenkultur, Wien

Dipl.-Ing. Martin Glas, Universität für Bodenkultur, Wien

Dipl.-Ing. Dr. nat. techn. Marcel Georg Liedermann, Universität für Bodenkultur, Wien

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Helmut Habersack, Universität für Bodenkultur, Wien

Christian Doppler Labor für Innovative Methoden in Fließgewässermonitoring,
Universität für Bodenkultur, Wien

Kurzfassung des Vortrags

Die freie Fließstrecke der österreichischen Donau östlich von Wien ist im Zuge der Nutzung als Schifffahrtsstraße innerhalb eines Nationalparks von unterschiedlichen Nutzungsansprüchen geprägt. Darüber hinaus tritt in der Strecke – bedingt durch ein Sedimentdefizit in Folge der nahezu durchgehend vorhandenen Ufersicherungen sowie mangelnder Sedimentdurchgängigkeit der stromaufwärts gelegenen Stauräume – trotz Sedimentzugaben der Kraftwerksbetreiber eine jährliche Sohleintiefung im Bereich von 2-3 cm auf. Um diesem Problem entgegenzuwirken, die ökologische Funktionsfähigkeit des Flussabschnitts zu erhöhen und gleichzeitig die Schifffahrtsverhältnisse während Niederwasserperioden zu verbessern, werden seit einigen Jahren verschiedene flussbauliche Maßnahmen implementiert (Habersack et al., 2007). Eine dieser Maßnahmen ist die Optimierung der Niederwasserregulierung durch Umbau bestehender Bühnenbauwerke.

Um die Auswirkungen der geplanten wasserbaulichen Maßnahmen abschätzen zu können, wurden für einzelne Abschnitte innerhalb der Strecke verschiedene Computermodelle eingesetzt. Dazu gehört unter anderem das dreidimensionale hydrodynamisch-numerische Modell RSim-3D (Tritthart, 2005). Morphodynamische Modellierungen wurden mit dem Computermodell iSed durchgeführt, das seit einigen Jahren spezifisch für die Anforderungen an einem Kiesbettfluss wie der österreichischen Donau entwickelt wurde (Tritthart et al., 2011). Das Modell lässt sich mit verschiedenen Hydrodynamikmodellen koppeln, erlaubt die getrennte Berechnung von Schwebstoff- und Geschiebetransportprozessen, berücksichtigt eine unbegrenzte Anzahl an Kornfraktionen sowie Sohlschichten und beinhaltet Ansätze zur Korrektur des Transportverhaltens von Sedimentkörnern im Verbund mit größeren und kleineren Steinen (sog. „hiding-exposure“-Vorgänge).

Der gegenständliche Beitrag fokussiert auf die morphodynamischen Modellierungen zur Optimierung von Bühnenbauwerken in einem ca. 2 km langen Flussabschnitt nahe Witzelsdorf (Bild 1). Im Zuge der adaptiven Planungen wurden dort in einem ersten Schritt insgesamt acht historisch bestehende orthogonale Bühnen mit Kronenhöhe auf Mittelwasserniveau durch vier deklinante Bühnen in größeren Abständen und einer Kronenhöhe im Bereich des Regulierungsniederwassers

ersetzt, während gleichzeitig die Ufersicherung im gesamten Abschnitt entfernt wurde (Bild 2). Außerdem wurde die Kronenhöhe eines Leitwerks abgesenkt.



Bild 1: Überblickskarte der österreichischen Donau östlich von Wien mit Lage des Pilotprojektes in Witzelsdorf.



Bild 2: Durchgeführte Maßnahmen im Pilotprojekt Witzelsdorf.

Die Erfahrungswerte der morphologischen Veränderungen in den Jahren nach Bauumsetzung, in denen tendenziell eine eher zu starke Auflandungstendenz im Hauptstrom beobachtet werden konnte, zeigten, dass weitere adaptive Schritte zur Erreichung des Projektziels eines dynamischen Gleichgewichts des Sedimenttransports hilfreich sein würden. Als Grundlage für diese Aufgabe wurden morphodynamische Modellierungen zur Optimierung der Wasserbauwerke durchgeführt. Als Datengrundlage zur Kalibrierung des Modells standen Sohlgrundaufnahmen zu verschiedenen Zeitpunkten vor und nach den Baumaßnahmen sowie Geschiebetransportmessungen mit Hilfe eines adaptierten BfG-Sammlers einige Kilometer stromab des Projektabschnitts zur Verfügung.

Im kalibrierten Modell wurden anschließend die folgenden Varianten untersucht: (i) orthogonale Buhnenanordnung, (ii) deklinante Buhnenanordnung mit verändertem Anstellwinkel, (iii) Reduktion des Buhnenabstandes auf 1x Buhnenlänge, (iv) Erhöhung des Buhnenabstandes auf 3x Buhnenlänge, (v) Erhöhung der Buhnenlänge um 20%, (vi) Reduktion der Buhnenlänge um 20%, (vii) Erhöhung der Buhnenkrone um 0,4 m. Diese Varianten sind in Bild 3 zusammengestellt.

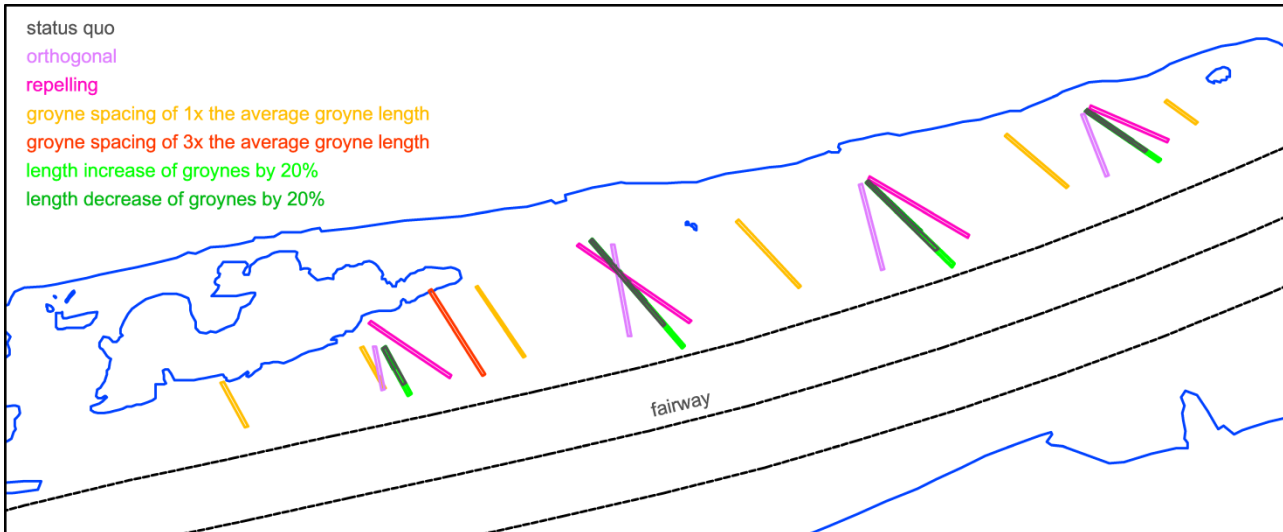


Bild 3: Untersuchte Buhnenvarianten (Tritthart et al., 2014).

Die Ergebnisse der Buhnenvarianten wurden hinsichtlich der folgenden Parameter beurteilt: (a) Strömungsgeschwindigkeiten in der Schifffahrtsrinne, (b) Sohlschubspannungsmuster, (c) Wasserspiegellagen, und (d) resultierende morphodynamische Veränderungen (Sedimentations- und Erosionsmuster). Außerdem wurden ökologische Bewertungen anhand eines Habitatmodells durchgeführt. Aus den Ergebnissen der Untersuchungen konnte gefolgert werden, dass von der Veränderung des Buhnenabstandes sowie einer Erhöhung der Buhnenkrone der stärkste Effekt aller Maßnahmen auf Hydro- und Morphodynamik zu erwarten ist.

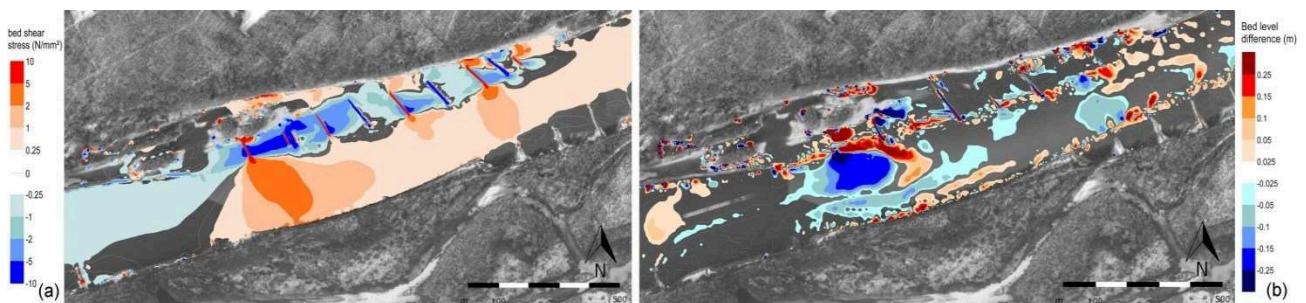


Bild 4: Unterschiede (a) in den Sohlschubspannungen, (b) in den Sohlhöhenänderungen, zwischen der Variante mit einem Buhnenabstand von 1x Buhnenlänge und dem Referenzzustand für MQ.

Bild 4 zeigt die für eine Reduktion des Bühnenabstandes auf einfache Bühnenlänge zu erwartenden Unterschiede in den Sohl Schubspannungen sowie in weiterer Folge Sohlhöhen-änderungen nach einem Monat Mittelwasserabfluss (MQ). Es ist deutlich zu erkennen, dass die prognostizierte Sohlbelastung im Fahrrinnenbereich um bis zu 5 N/m² deutlich ansteigt. Dies führt zur Bildung eines Kolkes im Bereich der größten Sohlbelastung, hat jedoch auf den restlichen Sohlbereich nur geringe Auswirkungen.

Durch die Erhöhung der Bühnenkronen (Bild 5) kommt es indes zu einer stromabwärtigen Verschiebung der stärksten Sohlbelastung, die wie bei der vorgenannten Variante ebenfalls im Bereich von 2 bis 5 N/m² höher liegt als im Referenzzustand, aber einen größeren Bereich abdeckt. Daraus resultiert schließlich eine gleichmäßigere Verteilung der prognostizierten Erosionsprozesse im Fahrrinnenbereich. Dies ist wünschenswert, da der Referenzzustand in Witzelsdorf wie erwähnt derzeit leichte Sedimentationstendenzen aufweist.

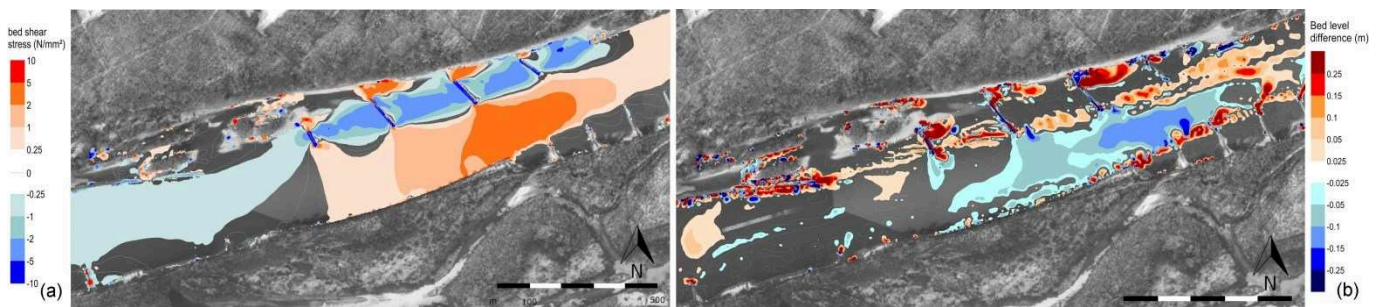


Bild 5: Unterschiede (a) in den Sohl Schubspannungen, (b) in den Sohlhöhenänderungen, zwischen der Variante mit erhöhten Bühnenkronen und dem Referenzzustand für MQ.

Aus den Ergebnissen dieser Untersuchungen kann gefolgert werden, dass die Optimierung der Höhenlage der Bühnenbauwerke sowie des stromauf gelegenen Leitwerks ein Schlüsselement zur Erreichung eines morphodynamischen Gleichgewichts im Donaustrom darstellt. Gleichzeitig stellt die Höhenlagenoptimierung auch eine sehr kosteneffiziente Maßnahme dar.

Die in diesem Beitrag skizzierte Optimierung von Bauwerken zeigt somit ganz deutlich die Vorteile der gewählten adaptiven Vorgehensweise bei der Umsetzung von Baumaßnahmen unter Berücksichtigung der Erfahrungen in den einzelnen Pilotprojekten entlang der österreichischen Donau östlich von Wien in Kombination mit einem ausführlichen Monitoringprogramm sowie numerischen Modellierungen.

Danksagung

Die finanzielle Unterstützung durch das Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend sowie die Nationalstiftung für Forschung, Technologie und Entwicklung wird dankend anerkannt. Die präsentierten Forschungsergebnisse wurden darüber hinaus von der Europäischen Union und vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie kofinanziert und von viadonau finanziell und logistisch unterstützt.

Literatur

- Habersack, H., Liedermann, M., Tritthart, M. (2007). Restoring large rivers—the integrated Danube River project. 6th International Symposium on Ecohydraulics, Christchurch, Neuseeland.
- Tritthart, M. (2005). Three-dimensional numerical modeling of turbulent river flow using polyhedral finite volumes. Wiener Mitteilungen 193, TU Wien, Wien.
- Tritthart, M., Schober, B., Habersack, H. (2011). Non-uniformity and layering in sediment transport modelling 1: flume simulations. Journal of Hydraulic Research 49(3), 325-334.
- Tritthart, M., Glas, M., Liedermann, M., Habersack, H. (2014). Numerical study of morphodynamics and ecological parameters following alternative groyne layouts at the Danube River. 11th International Conference on Hydroscience & Engineering, Hamburg, Deutschland, 684-692.

