

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Hengl, Michael

Dimensionierung aufgelöster Rampen und praktische Erfahrungen

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/102428>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Hengl, Michael (2014): Dimensionierung aufgelöster Rampen und praktische Erfahrungen. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Forschung und Entwicklung zur Qualitätssicherung von Maßnahmen an Bundeswasserstraßen. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau; Bundesanstalt für Gewässerkunde. S. 119-123.

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.



Dimensionierung aufgelöster Rampen und praktische Erfahrungen

Michael Hengl

1 Einleitung

Aufgelöste Rampen in Riegelbauweise (einer stufenförmigen Abfolge von Querriegeln und Becken aus Wasserbausteinen geformt) werden seit mehreren Jahren erfolgreich für die Verbesserung der Durchgängigkeit von Fließgewässern verwendet (siehe Abb. 1). Das Gefälle bewegt sich dabei in der Größenordnung von ca. 1 bis 4 %. Durch die naturnahe Bauweise dienen aufgelöste Rampen nicht nur dem Fischaufstieg, sondern auch ganz allgemein als aquatischer Lebensraum und helfen damit oft, flussauf und flussab vorhandene morphologische Defizite zu mildern. Bei entsprechender Planung ist auch ein Sedimentkontinuum über das Bauwerk möglich. Zusammenfassend eignen sich aufgelöste Rampen überall dort, wo Höhenstufen im Gewässer auf kurzer Strecke zu überwinden sind, als Maßnahmenelement um den nach EG-Wasserrahmenrichtlinie erforderlichen guten Zustand bzw. das gute Potenzial zu erreichen. Weitere Maßnahmenelemente sind z. B. EBERSTALLER-FLEISCHANDERL & EBERSTALLER (2014) zu entnehmen.



Abb. 1: Rampe an der Saalach ca. 2,5 Jahre nach Fertigstellung
(Foto: Bundesamt für Wasserwirtschaft)

2 Grundlagen für die Dimensionierung

Um den Fischauf- und -abstieg über einen möglichst großen Teil der Gewässerbite und parallel auch den Sedimenttransport zu ermöglichen, stehen aufgelöste Rampen direkt im Gewässer und müssen damit im Gegensatz zu technischen Fischpässen auch Hochwasserereignissen standhalten. Daher gliedert sich der Dimensionierungsprozess in zwei Teilbereiche:

- (1) Bemessung der Steingrößen für die Stabilität bei Hochwasser inklusive Berechnung der Wasserspiegellagen sowie
- (2) Dimensionierung der Stufen und Becken entsprechend der zu berücksichtigenden Fischfauna.

Beide Bereiche müssen parallel abgearbeitet werden, da sich aus der Fischfauna Bedingungen für Stufenhöhen und Beckengrößen und aus den Stabilitätsbedingungen Grenzen für Wanderwege auf der Rampe ergeben. Aus den erforderlichen Steingrößen kann sich in Kombination mit den erforderlichen Beckenlängen auch eine flachere Rampe als ursprünglich geplant ergeben.

2.1 Dimensionierung Stabilität und Hochwasserschutz

Maßgebend für die erforderlichen Steingrößen sind im Wesentlichen der Bemessungsabfluss, die Bauwerksbreite und das Bauwerksgefälle. Für die **Dimensionierung der Riegelsteine** (üblicherweise in 3er-Reihen angeordnet) wurden mit der Gleichgewichtsbetrachtung am Einzelstein (z. B. LUBW 2006) gute Erfahrungen gemacht. Der Ansatz von KORECKY (2007) enthält einen so genannten Toleranzgrad. Beispielsweise bedeutet ein Toleranzgrad von 0,03, dass sich beim Bemessungsabfluss 3 % der Riegelsteine bewegen dürfen. Daraus ergibt sich eine sehr wirtschaftliche Dimensionierung, da Umlagerungen einzelner Steine die Gesamtstabilität des Bauwerks nicht gefährden, und es insgesamt billiger ist, kleinere Schäden nach seltenen Hochwasserereignissen zu reparieren als deutlich größere Steine zu wählen. Kleinere Steine und damit mehr Einzelsteine in einem Riegel ermöglichen auch das Anlegen mehrerer paralleler Fischwanderwege auf der Rampe.

Für die **Dimensionierung der Beckensteine** dienen die über Mittelwertshydraulik gerechneten Sohlschubspannungen. Als Bemessungswert wird ein Shields-Wert zwischen 0,065 und maximal 0,09 empfohlen. Die für die Ermittlung der Sohlschubspannungen erforderlichen mittleren Wasserspiegel sollten nicht über Strickler-Werte (z. B. VOGEL 2003), sondern über die Formwiderstände des Bauwerks (z. B. PAGLIARA & CHIAVACCINI 2006) berechnet werden.

Der Geschiebetrieb hat keinen negativen Einfluss auf die Stabilität der Steine. Bei ausreichendem Geschiebetrieb kann unter Umständen in geringer belasteten Becken die Beckensicherung reduziert werden.

Für die **Festlegung der Uferhöhen** ist der mittlere Wasserspiegel nicht ausreichend, da sich in Abhängigkeit vom Abfluss über der Rampe hohe Wellen entwickeln können. Eine einfache Abschätzung der maximalen Wasserspiegellagen kann über die Energiehöhe erfolgen. Zu den Wellenhöhen selbst ist noch Untersuchungsbedarf gegeben.

Im Anschluss an das eigentliche Rampenbauwerk ist eine **Nachbettsicherung** erforderlich. Die Nachbettsicherung begrenzt die Ausbildung von Kolken und schützt damit sowohl den Rampenfuß als auch die begleitenden Ufer. In der Praxis haben sich Nachbettsicherungen mit ca. 80 bis 150 % der Rampenlänge sowie zweilagige Steinschüttungen an den Ufern und einer 20 %-igen Belegungsdichte in der restlichen Fläche des Nachbetts bewährt. Der Nachbettkolk ist wichtig, da in ihm einerseits die Umwandlung der Restenergie bei Hochwasser erfolgt und der Kolk gleichzeitig auch Lebensraum für Fische ist.

Bei muldenförmigen Rampen oder Rampen in Flusskrümmungen ist zu beachten, dass es lokal zu höheren Belastungen kommen kann. Am einfachsten ist dieser Umstand über den lokal höheren spezifischen Abfluss zu berücksichtigen.

2.2 Dimensionierung zur Gewährleistung der Durchgängigkeit für Fische

Für den Fischaufstieg dienen Durchlässe von Becken zu Becken mit abgesenkten Riegelsteinen bzw. schräg gelegten Steinen, so dass breite v- bzw. trapezförmige Öffnungen in den Riegeln entstehen. Die Dimensionierung der Öffnungen, die Stufenhöhe von Becken zu Becken, die Beckentiefe und die Beckenlänge sind von der jeweils maßgebenden Fischfauna abhängig. Diesbezüglich wird auf die entsprechende Fachliteratur verwiesen (z. B. AG-FAH 2012). Wichtig ist, dass der untere Teil des Durchlasses am Riegel vom nachfolgenden Becken her eingestaut ist. Damit ergeben sich in den tiefen Zonen des Durchlasses niedere Fließgeschwindigkeiten, die auch schwimmschwächeren Fischen den Aufstieg ermöglichen (siehe Abb. 2). Weiters ergibt sich eine weitgehend durchgängige Gewässersohle, die für bodennah lebende Arten wichtig ist.

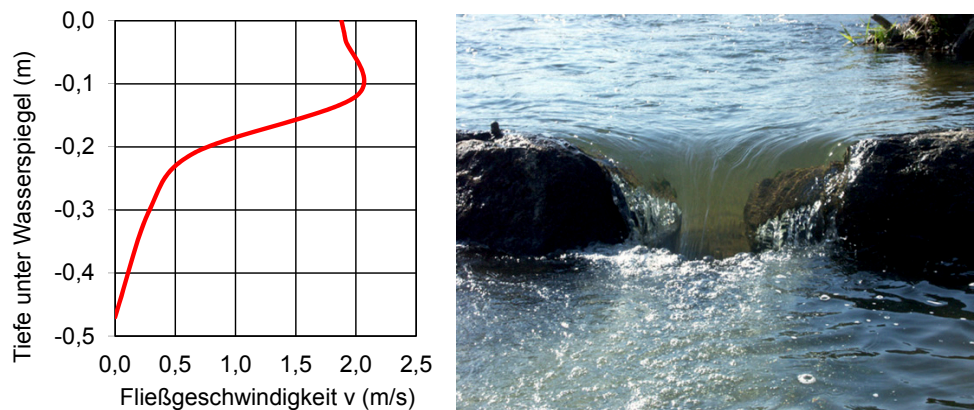


Abb. 2: Beispiel für eine gemessene vertikale Geschwindigkeitsverteilung (links) an einem Durchlass (rechts) (Foto: Bundesamt für Wasserwirtschaft)

Ob in einem Becken ausreichend Ruhezeiten vorhanden sind, lässt sich optisch relativ einfach prüfen. Je höher der Weißwasseranteil in den Becken, desto größer der Lufteintrag und damit auch die Turbulenz im Becken. Ein geringer Weißwasseranteil im Becken ist somit ein Gütekriterium betreffend beruhigte Strömung.

3 Praktische Erfahrungen

In Österreich wurden in den letzten Jahren (ca. ab 2005) zahlreiche aufgelöste Rampen errichtet. Ein fischökologisches Monitoring nach Errichtung der Bauwerke wurde bisher allerdings nur selten ausgeführt. Das bisher umfassendste Monitoring hat an Rampen am Innbach und Leitenbach in Oberösterreich stattgefunden (ULLMANN et al. 2009). In diesen gekoppelten hydraulischen und ökologischen Untersuchungen sowohl in der Natur als auch im Labor konnten wertvolle Erkenntnisse betreffend Konstruktion, Bau und der Durchgängigkeit für Fische gewonnen werden. Wie bereits erwähnt werden aufgelöste Rampen von Fischen nicht nur einfach durchwandert, sondern dienen auch als wertvoller Lebensraum.

An einer aufgelösten Rampe an der Salzach (Fluss-km 51,9) wurde kurz nach Fertigstellung vom Herbst 2010 bis November 2011 von der Universität für Bodenkultur in Wien ein fisch-ökologisches Monitoring durchgeführt. Dazu wurden flussauf und flussab möglichst Fische ab ca. 10 cm Länge markiert. Insgesamt wurden 904 Fische markiert (davon wurden nur 64 bzw. ca. 7 % wieder gefangen). Auch war die vorhandene Fischbiomasse mit 27,2 kg/ha insgesamt sehr gering (für den guten Zustand wären laut Österreichischer Richtlinie mindestens 50 kg/ha erforderlich). Die meisten Wiederfänge fanden im Bereich der ursprünglichen Fangorte statt. Sechs unterstrom der Rampe markierte Fische (drei Arten) wurden stromauf wieder gefangen und haben demnach die Rampe flussauf passiert. Eine Wanderung stromab konnte im Zuge des Monitorings nicht nachgewiesen werden.

Bezüglich Bauwerksstabilität wurden bisher sehr gute Erfahrungen gemacht. Rampen an der Saalach und Salzach haben im Juni 2013 jeweils einem mehr als hundertjährigen Hochwasser standgehalten. Aus den Becken wird in der ablaufenden Hochwasserwelle das Geschiebe ausgespült und das Beckenvolumen bleibt damit nachhaltig bestehen. Durch die muldenförmige Ausformung der Rampen mit zu den Ufern hin hochgezogenen Riegeln ergibt sich bei Hochwasser eine Abflusskonzentration in Flussmitte. Damit entstehen im Uferbereich strömungsberuhigte Rückzugszonen für Fische. Flussab konzentriert sich der Kolk in Flussmitte. Im Anschluss an den Kolk entsteht, ebenfalls in Flussmitte, eine gewässerökologisch wertvolle Kiesbank. Damit wirken aufgelöste Rampen nicht nur lokal, sondern auch weiter flussab positiv für die Gewässerökologie. Im Fall der Salzach wird die Abströmung von der Rampe genutzt, um flussab Geschiebe über eigendynamische Uferentwicklung zu mobilisieren.

Literatur

- AG-FAH (2012): Leitfaden zum Bau von Fischaufstiegshilfen (FAH), Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW), Wien.
http://www.bmlfuw.gv.at/wasser/wasser-oesterreich/plan_gewaesser_ngp/massnahmenprogramme/leitfaden_fah.html (letzter Zugriff 21.08.2014)
- EBERSTALLER-FLEISCHANDERL, D. & J. EBERSTALLER (2014): Flussbau und Ökologie. Flussbauliche Maßnahmen zur Erreichung des gewässerökologischen Zielzustandes, Amt der NÖ LR u. BMLFUW, Wien. http://www.bmlfuw.gv.at/wasser/wasser-oesterreich/fluesse-und-seen/aktuelle_projekte/flussbau_u_oekolog.html (letzter Zugriff 21.08.2014)
- KORECKY, N. (2007): Flach geneigte Riegelrampen: Bauwerksbemessung sowie konstruktive Ausführung des Ufer- und Nachbetschutzes, Band 28 der Schriftenreihe des Bundesamts für Wasserwirtschaft, Wien.
- LUBW (2006): Durchgängigkeit für Tiere in Fließgewässern. Leitfaden Teil 2 - Umgebungsgewässer und fischpassierbare Querbauwerke. Landesanstalt für Umweltschutz, Messungen und Naturschutz, Baden-Württemberg.
- PAGLIARA, S., P. CHIAVACCINI (2006): Flow Resistance of Rock Chutes with Protruding Boulders, Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol.132, No.6, 545-552.
- ULLMANN, M. et al. (2009): Modellversuch Aufgelöste Rampen - Ökologie und Hydraulik, Endbericht, Amt der Oberösterreichischen Landesregierung. http://www2.land-oberoesterreich.gv.at/internetpub/Start.jsp?SessionID=SID-60AD2F90-5213C551&xmlid=was_internethydro_DEU_HTML.htm&pbNr=1534&dest=ooe (letzter Zugriff 21.08.2014)
- VOGEL, S. (2003): Ansätze zur Bemessung rauher Rampen in aufgelöster Bauweise, Mitteilungen des Instituts für Wasserwesen der Universität der Bundeswehr München, Band 88.



Kontakt:

Dipl.-Ing. Dr. Michael Hengl
Bundesamt für Wasserwirtschaft
Institut für Wasserbau und
hydrometrische Prüfung
Severingasse 7
1090 Wien
Österreich
Tel.: +43 1 402 68 02-0
Fax: +43 1 402 68 02-30
E-Mail: michael.hengl@baw.at

1982-1992

Studium Bauingenieurwesen an der Technischen
Universität Wien (Diplom- und Doktorat)

1986-1992

2 Jahre Studienassistent und 4 Jahre Universitätsas-
sistent am Institut für Hydraulik, Gewässerkunde
und Wasserwirtschaft der TU Wien.

seit 1992

Mitarbeiter am Institut für Wasserbau und hydro-
metrische Prüfung im Bundesamt für Wasserwirt-
schaft in Wien

seit 1997

Leiter des Instituts

Fachliche Schwerpunkte:

Entwicklung von Lösungen zur Sanierung von Fließ-
gewässern unter den Aspekten Gewässerschutz,
Hochwasserschutz, Wirtschaftlichkeit und
Akzeptanz.

Morphologische Entwicklung von Fließgewässern,
Feststofftransport.

1/2015

Veranstaltungen

Kolloquiumsreihe **Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit der Bundeswasserstraßen**

4. Kolloquium

**Forschung und Entwicklung zur Qualitätssicherung von
Maßnahmen an Bundeswasserstraßen**

9./10. Juli 2014 in Koblenz

Koblenz, Februar 2015

Impressum

Herausgeber: Bundesanstalt für Gewässerkunde
Am Mainzer Tor 1
Postfach 20 02 53
56002 Koblenz
Tel.: +49 (0)261 1306-0
Fax: +49 (0)261 1306 5302
E-Mail: posteingang@bafg.de
Internet: <http://www.bafg.de>

Druck: Druckerei des BMVI, Bonn

ISSN 1866 – 220X

DOI: 10.5675/BfG_Veranst_2015.1

Zitiervorschlag:

Bundesanstalt für Gewässerkunde (Hrsg.): Forschung und Entwicklung zur Qualitätssicherung von Maßnahmen an Bundeswasserstraßen. 4. Kolloquium zur Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit der Bundeswasserstraßen am 9./10. Juli 2014 in Koblenz. – Veranstaltungen 1/2015, Koblenz, Februar 2015, 156 S.;
DOI: 10.5675/BfG_Veranst_2015.1