Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 92 (2000)
Heft: 5-6

Artikel: Einsatzbereich von Buhnen
Autor: Weiss, Heinz Willi
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-940263

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 24.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Einsatzbereich von Buhnen

Heinz Willi Weiss

Zusammenfassung

Buhnen gehören zu den ältesten Bauwerken im Flussbau. Währenddem sie früher vor allem für Gewässerregulierung eingesetzt wurden, kommen sie heute vermehrt für Strömungslenkung sowie als Uferschutz zur Anwendung. Dazu stehen dem projektierenden Wasserbauingenieur verschiedene Hilfsmittel zur Verfügung. Trotzdem finden sich noch markante Wissenslücken in Bezug auf eine optimale Projektierung. Eine handbuchmässige Standardisierung lässt sich nur beschränkt verwirklichen – zu vielfältig sind die Strömungsabläufe, Bettbildungen und ökologischen Verhältnisse. Umso notwendiger ist demgemäss das gezielte Zusammengehen von Wasserbauern und Biologen von Anbeginn eines jeden einzelnen Projektes.

Summary

Groynes have a long tradition in river engineering. Whereas in former times they were mainly employed for river training purposes, they have recently been used in a more versatile way. River engineers have at their disposal various tools for design and implementation, although much still has to be done with a view to optimizing design and construction procedures. There is only a limited scope for standardization, though. This is due to the fact that each river has its own peculiarities, apart from the varied ecological conditions. It is therefore important that river engineers and biologists join hands right from the onset of any river engineering project.

Résumé

Les épis ont été utilisés de longue date en génie fluvial. Si dans le temps ils servaient surtout à la régularisation des cours d'eau, leur fonction est de plus en plus de contrôler les courants et de protéger les berges. L'ingénieur en hydraulique dipose pour cela de nombreux instruments de dimensionnement qui présentent toutefois de sérieuses lacunes quant à l'optimalisation des solutions. Une standardisation ne s'impose guère pour l'instant. Trop grande est la diversité des courants, des formations des lits et des conditions écologiques. Il est donc d'autant plus important qu'ingénieurs et biologues collaborent dès le début d'un projet.

1. Einleitung

Buhnen als dammartige Querwerke gehören zu den ältesten Bauwerken im Flussbau. Viele Flüsse sind mit deren Hilfe korrigiert, gezähmt, eingeengt und schiffbar gemacht worden. Für den eigentlichen Uferschutz kam hingegen vor allem der Längsverbau zum Einsatz.

Ein Umdenken erfolgte etwa in den 80er-Jahren, indem Buhnen wieder neu entdeckt wurden und sogar eine Art Renaissance erfahren haben. Im Vordergrund steht nun nicht der Zähmungsgedanke, sondern der ganzheitliche Flussbau.

Die Arbeitsgruppe (Kleine) Bäche, unter Führung des Amtes für Abwasser, Wasser, Energie und Luft (Awel) des Kantons Zürich, hatte sich Anfang der 90er-Jahre zum Ziel gesetzt, das Thema «Buhnen» interdisziplinär anzugehen. Die Idee war, den heutigen Stand des Wissens festzuhalten, Wissenslücken aufzuzeigen und Vorgehensweisen für deren Schliessung vorzuschlagen. Als Ziel stellte man sich ein «Handbuch Buhnen» vor.

Das damalige Bundesamt für Wasserwirtschaft (BWW) und das Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Buwal) schlossen sich dieser Idee an und erteilten im August 1995 einen ersten Auftrag für eine interdisziplinäre Studie Buhnen. Der zusammenfassende Bericht [1] erschien im Februar 1996 als Gemeinschaftswerk der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETHZ (VAW), des Zoologischen Instituts der Universität Zürich, Abteilung Ethologie und Wildforschung, sowie Basler & Hofmann. Zusätzlich beigetragen hatte die Eidg. Anstalt für Wasser, Abwasser und Gewässerschutz (Eawag).

Der Bericht [1] befasst sich aus wasserbaulicher Sicht mit vier Hauptthemenkreisen, nämlich:

1. Funktion und Einsatzbereich,
2. Geometrie und Konstruktion,
3. Hydraulik und Sedimentologie,
4. Stabilität und Bemessung.

Dazu werden 31 Literaturbeiträge zitiert bzw. kurz erläutert. Es folgt zudem eine Dokumentation von sieben Beispielen (Rhone, Aare, Emme, Lombach, Töss, Thur (ZH) sowie Thur (TG).

Aus biologischer Sicht werden die Buhnen auf deren Auswirkungen auf aquatische Wirbellose sowie Fische beleuchtet und die Resultate zusammengefasst.

Trotz mehrerer vielversprechender Ansätze wurde das Ziel einer abschliessenden Standortbestimmung nicht erreicht. Aus

Hauptklassen von Buhnen	Anwendungen
Gewässerregulierung	z.B. Gewässerkorrektionen, Schifffahrtsrinnen
Strömungsab- und -umlenkung	z.B. seitliche Wasserentnahme, Entlastung, Umleitung
Uferschutz	z.B. als Alternative zum Längsverbau

Tabelle 1. Buhnen und ihre Anwendungen.

Unterscheidungskriterien	Ausprägungen
System	Einzelobjekt – Reihenobjekte
Überströmbarkeit	überströmbar – nicht überströmbar
Durchlässigkeit	undurchlässig – durchlässig
Inklination	inklinant – normal – deklinant
Bauweise	Hartverbau – Lebendverbau (kombinierte Bauweise)

Tabelle 2. Wichtigste Kriterien für Buhnen.

diesem Grunde erteilten das BWW und das Buwal zusammen mit dem Awel Anfang 1997 einen Zusatzauftrag für eine interdisziplinäre Ergänzungsstudie, die im Mai 1999 abgeschlossen werden konnte [2]. Im Detail untersucht wurden dabei Buhnen an der Thur (Kanton Zürich), der Aare sowie der Birs. Auf einzelne allgemeine Aspekte wird im Nachfolgenden eingegangen.

2. Funktion und Einsatzbereich

Je nach Einsatzbereich und Zielsetzung können Buhnen unterschiedlichste Funktionen erfüllen. Drei Hauptklassen lassen sich unterscheiden (Tabelle 1).

Wohl am meisten Literaturangaben und Untersuchungen (z.B. [8], [9]) finden sich bis heute für die erste Anwendung.

Wenn man hingegen die neuesten ausgeführten Beispiele in Betracht zieht, so überwiegen eindeutig die letzteren beiden Anwendungsgebiete. In diesen Bereichen liegt demnach noch einiges an Untersuchungsbedarf. Im Folgenden wird das Hauptaugenmerk auf den zweiten und dritten Anwendungsbereich gerichtet.

3. Geometrie und Konstruktion

Buhnen können neben ihrer Funktion nach Geometrie und Konstruktion unterschieden werden. Die wichtigsten Kriterien sind in Tabelle 2 zusammen mit den möglichen Ausprägungen aufgeführt.

- *System:* Einzelobjekte dienen vor allem der Strömungslenkung, währenddem für Regelungen und Uferschutz primär Reihenanordnungen zur Anwendung kommen.
- *Überströmbarkeit:* Niedere, überströmbare Buhnen wirken eher wie seitlich beschränkte Bodenschwellen; nicht oder nur beschränkt überströmbare Buhnen sollten Uferanrisse stark oder gar ganz reduzieren.
- *Durchlässigkeit:* Durchlässige Buhnen sind in der Schweiz bisher kaum bewusst zum Einsatz gekommen.
- *Inklination:* Inklinante (d.h. gegen die Strömung gerichtete) Buhnen erhöhen den Schutz der Ufer im Falle des Überströmens gegenüber deklinanten Anordnungen. Zwangsläufig erhöht sich dabei aber die Kolktätigkeit am Buhnenkopf, weshalb vor allem bei starker Strömung Vorsicht geboten ist.
- *Bauweise:* Zum Hartverbau gehörten früher Betonbuhnen, heute ausschliesslich durch Blockbuhnen ersetzt. Dank schwerer Maschinen können Blöcke von bis fünf Tonnen oder mehr verlegt werden – früher wurden Steine und kleinere Blöcke zwischen Pfählen eingepackt.
  Lebendverbau- (inklusive Totholz-) buhnen fallen unter den Sammelbegriff «Ingenieurbiologische Buhnen». Als «Kombinierte Buhnen» werden Mischungen zwischen Hart- und Lebendverbau bezeichnet, wobei der Fantasie des Projektierenden wohl kaum Grenzen gesetzt sind.

In der Literatur [1] ist eine sehr grosse Anzahl von Einzelhinweisen auf Buhnen zu finden – hingegen fehlen eine umfassende Zusammenstellung oder eine Untersuchung möglicher Korrelationen zwischen den erwähnten Unterscheidungskriterien.

Im Weiteren finden sich zahlreiche Hinweise zur «Klassischen Konstruktion» (Gewässerregelung) von Buhnenlänge, -breite, -höhe, -abstand und -inklination (undurchlässige Buhnen im Hartverbau z.B. [8], [9], [12], [13]). Die Angaben gelten allerdings nur für verhältnismässig schmale, kanalisierte Gerinne, in denen das Verhältnis von Abflussbreite zu -tiefe relativ klein ist. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein vorliegendes Untersuchungsbeispiel darin nicht enthalten ist, ist demgemäss gross. Dies gilt vor allem für Uferschutzbuhnen.

Bezüglich «Ingenieurbiologischer Konstruktionen» sind in der Literatur viele neuere Angaben zu finden (z.B. [5], [10], [11], [12], [13], [14]). Keineswegs umfassend seien dazu die folgenden Ausdrücke erwähnt:

- Dreieckflügelbuhne,
- Pfahlbuhne,
- lebende Bürsten oder Kämme, Raubäume,
- Spreitlagenbuhne,
- Packwerkbuhne usw.

In den gezeigten Beispielen soll kurz auf einige entsprechende Anwendungen eingegangen werden.

4. Hydraulik und Sedimentologie

Die Buhne stellt eine Diskontinuität in der festen Strömungsberandung dar. Diese führt zu einer Ablösung der Strömung und damit zu einem örtlichen Energieverlust. Die Strömungsverhältnisse sind ausgeprägt dreidimensional. Deren Kenntnis ist wichtig für die Erfassung des Einflusses der Buhne im Gesamtverhalten, für die örtliche Dimensionierung sowie für Aussagen betreffend der ökologischen Auswirkungen. Für ein generelles Verständnis der Hauptmerkmale dient die Schemaskizze (Bild 1).

5. Stabilität und Bemessung

5.1 Gefährdungsbilder

Bei Buhnen stellen Hochwasserereignisse die massgebenden Gefährdungsbilder für die Bauwerksstabilität dar. Es ist jedoch zu beachten, dass in breiten Gerinnen die Belastungen bei steigenden Abflussmengen lokal nicht zwangsläufig grösser werden. Im Weiteren ändern sich allenfalls die Ausströmungs-

Versagensmechanismen	Massnahmen
Direkte und indirekte Erosion an Buhnenwerken und Ufern	– zweckmässige Anordnung und Formgebung der Buhnenkörper – angepasste Baustoffwahl (Steinblockgewicht, Armierung durch lebende Pflanzen) – zweckmässiger Bauwerksaufbau (Deckschicht, Filterschicht, Geotextil)
Lokale Kolkungen des Sohlenmaterials	– zweckmässige Anordnung der Buhnenkörper – ausreichende Fundationstiefe – Sohlenschutzmassnahmen, z.B. künstliche Deckschicht (riprap)
Erdbauliche Versagensmechanismen (z.B. Kippen oder Gleiten)	– Nachweise sind ergänzend zu den obigen wasserbauspezifischen Bemessungen zu führen

Tabelle 3. Versagensmechanismen und Massnahmen.

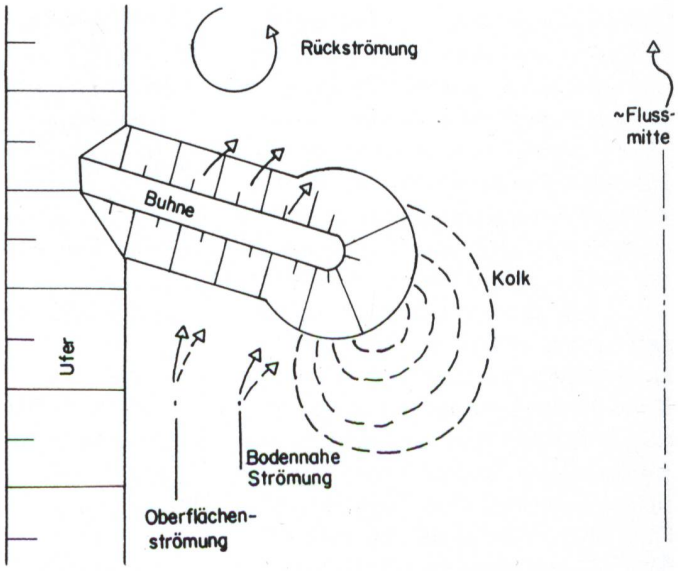

Bild 1. Inklinante, überströmte Buhne, Schemaskizze.

bedingungen (vor allem wenn noch Kurvenströmungen vorhanden sind), sodass ein lokales Versagen auch vor dem Erreichen des einberechneten Dimensionierungshochwassers denkbar ist.

5.2 Versagensmechanismen und Massnahmenplanung

In Tabelle 3 werden die drei vordringlichsten wasserbauspezifischen Versagensmechanismen charakterisiert und diesen die notwendigen Gegenmassnahmen zugeordnet.

Die Versagensmechanismen sind in der Literatur nur beschränkt buhnenspezifisch abgehandelt (1). Man hilft sich daher primär mit Vergleichen bezüglich Erosion, Kolk und erdbaulicher Versagensmechanismen an anderen Wasserbauwerken (Sohlen- und Uferbeanspruchungen, Widerlager, Pfeiler, Scheiben und Mauern, steile Sohlrampen, Wehrbauten usw.). Über die armierende Wirkung von lebendem Pflanzenmaterial ist noch zu wenig bekannt. Dies führt entweder zur Überdimensionierung oder aber zu Schäden. In Anbetracht der Tatsache, dass vor allem grössere Buhnen kostenmässig nicht unwesentlich ins Gewicht fallen, dürfte hier noch einiges an Kostenoptimierung möglich sein.

6. Ausgewählte Beispiele

Im Rahmen der mündlichen Präsentation des vorliegenden Beitrags (Fachtagung Hochwasserschutz des SWV vom 21. Januar 2000 in Biel) wurden mehrere Beispiele von Buhnenanwendungen in Wort und Bild erläutert, gemäss der nachfolgenden Aufzeichnung. Soweit bekannt werden in Klammern Literaturangaben festgehalten.

1. Sihlverbauung bei Sihlbrugg/Thur ZH (Klassische Gewässerregelung),
2. Thur bei Gütighausen [2] (Uferschutz bei Flussaufweitung/Gewässergestaltung),
3. Reuss Wassen [3] (Versteckter Uferschutz/Ablenkung),
4. Thur ZH Los 3, Aufweitung, Buhnentyp «h» (Awel) (Uferschutz bei Flussaufweitung),
5. Töss im Leisental [4] (Ingenieurbiologischer Uferschutz/Ablenkung),
6. Emme, Oberburg und Burgdorf [5] (Ingenieurbiologischer Uferschutz/Gewässergestaltung),
7. Thur SG, lokale Ufersicherung [6] (Schutz natürlicher Ufer),
8. Thur ZH, Neunforn (Uferschutz bei Flussaufweitung),
9. Sihl Rossloch [7] (Ablenkung/Gewässergestaltung).

7. Schlussbemerkungen

Der Einsatz von Buhnen als Erosionsschutzmassnahme im aktuellen Hochwasserschutz ist durchaus gerechtfertigt. Zwar sind offensichtliche Wissenslücken zu deren Beurteilung vorhanden. Trotzdem stehen heute den Wasser- und Flussbauern verschiedene Rechenmittel und Dimensionierungshilfen zur Verfügung. Damit können der Einfluss von Buhnen auf ein Gewässer sowie der Schutzeffekt auf die betroffene Umgebung zumindest abgeschätzt werden [2]. Ganz offen ist hingegen noch die Frage der Kostenoptimierung. Buhnen sind zumindest nicht a priori billiger als der konventionelle Längsverbau. Auch hier besteht demgemäss ein Bedarf für weitere, gezielte Untersuchungen.

Zur Strömungslenkung und Gewässergestaltung bzw. Erhöhung der Strukturvielfalt besteht ein echtes Anwendungspotenzial für Buhnen. Vor dem allzu häufigen Einsatz von Buhnen auf natürlichen Flussstrecken wird aber gewarnt. Buhnen sind im naturnahen Gewässer Fremdkörper. In diesem Zusammenhang mündet die Problematik übergeordnet wohl zwangsläufig in die Fragestellung: «Wieviel Raum braucht ein Gewässer überhaupt?»

Klar ist hingegen, dass sich Buhnenlösungen nur beschränkt handbuchmässig standardisieren lassen. Zu vielfältig sind die Strömungsabläufe und Bettbildungen in Gewässern, zu vielseitig die ökologischen Verhältnisse, die vom Standort und vom Abflussregime geprägt werden. Umso notwendiger ist demgemäss das gezielte Zusammengehen von Wasserbauern und Biologen von Anbeginn eines jeden einzelnen entsprechenden Verbauungsprojektes [2]. Und es ist zu hoffen, dass mit einem gezielten Gedanken- und Erfahrungsaustausch, mit Dokumentationen und systematischen Vergleichen ausgeführter Beispiele sowie mit weiteren Forschungsarbeiten noch viele Fortschritte erzielt werden.

Literatur

Allgemein

[1] BWW/Buwal: «Interdisziplinäre Vorstudie Buhnen, Wasserbau und Biologie». Zusammenfassender Bericht VAW, Uni ZH sowie B & H, Zürich, Februar 1996.

[2] BWW/Buwal: «Interdisziplinäre Ergänzungsstudie Buhnen, Wasserbau und Biologie». Schlussbericht VAW, Uni ZH sowie B & H, Zürich, Mai 1999.

Beispiele

[3] *Kübler, P.; Bächli, R.; Fäh, A.O.:* «Hochwasserschutz Reuss Wassen, Kanton Uri». Internationales Symposium Interpraevent Bern, 1992, S. 67ff.

[4] *Oplatka, Matthias:* «Die teilweise befreite Töss gestaltet ihr Flussbett». gwa 11/99.

[5] *Zeh, Helgard:* «Ingenieurbiologische Buhnen bei Fliessgewässern». Ingenieurbiologie Nr. 3/95. (Beispiel Dreiecksflügelbuhne Emme von R. Mosimann).

[6] *Gunzenreiner, Urs:* «Lokale Ufersicherung an der Thur». Ingenieurbiologie Nr. 1/98.

[7] Awel: «Wasserbau im Kanton Zürich, Sihl Rossloch, Wiederbelebungsmassnahmen». gwa 4/96.

Ausgewählte Literaturhinweise gemäss [1]

[8] *Bretschneider, H.,* et al. (1982): Taschenbuch der Wasserwirtschaft. Paul Parey Verlag.

[9] *Lichtenhahn, C.* (1977): Flussbau. Vorlesungsscript an der ETHZ.

[10] Eidgenössisches Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement, Bundesamt für Wasserwirtschaft (Hrsg.) (1993): Ingenieurbiologische Bauweisen, Studienbericht Nr. 4. EDMZ.

[11] *Marrer, H.* (1981): Vorschläge für Massnahmen im Interesse der Fischerei bei technischen Eingriffen in Gewässer. Veröff. BUS, Schriftenreihe Fischerei, Nr. 40.

[12] Österreichischer Wasserwirtschaftsverband (1984): Leitfaden für den natur- und landschaftsbezogenen Schutzwasserbau an Fliessgewässern. Regelblatt 301.

[13] Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) (1992): Correction des torrents et stabilisation des lits.

[14] Umweltministerium Baden-Württemberg (1993): Handbuch Wasserbau. Naturgemässe Bauweisen. Ufer- und Böschungssicherungen. Heft 5.

Dank

Der Autor möchte allen Kollegen und Kolleginnen danken, welche zu den im Referat erwähnten Berichten beigetragen haben. Ebenso gilt der Dank den Behördenvertretern, welche die Arbeiten begleitet und deren Finanzierung ermöglicht haben. Verdankt werden sollen auch die Koreferate und die zur Verfügung gestellten Unterlagen über ausgeführte oder laufende Buhnenanwendungen. Und nicht zuletzt gilt ein Dankeschön den Pionieren der Buhnenausführung aus vergangenen Zeiten wie auch in der Gegenwart.

Adresse des Verfassers

Dr. *Heinz Willi Weiss,* Basler & Hofmann, Ingenieure und Planer AG, Forchstrasse 395, CH-8029 Zürich.