

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 527

Buhnen zur Stabilisierung und Strukturierung von Fließgewässern

August 2023

Entwurf

Frist zur Stellungnahme: 31. Oktober 2023

Hinweis zur Abgabe von Stellungnahmen

Stellungnahmen im Rahmen des Beteiligungsverfahrens (Ergänzungen, Änderungen oder Einsprüche zum Entwurf einer Regelwerkspublikation, Gelbdruck) können von der DWA urheberrechtlich verwertet werden.

Mit der Abgabe einer Stellungnahme räumt die stellungnehmende Person der DWA die Nutzungsrechte an etwaigen schutzfähigen Inhalten ihrer Stellungnahme unentgeltlich zeitlich, räumlich sowie inhaltlich unbeschränkt ein. Die stellungnehmende Person wird in der Publikation nicht namentlich genannt.

VORSCHAU

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasser- und Abfallwirtschaft ein. Als politisch und wirtschaftlich unabhängige Organisation arbeitet sie fachlich auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz.

In Europa ist die DWA die mitgliederstärkste Vereinigung auf diesem Gebiet und nimmt durch ihre fachliche Kompetenz bezüglich Gesetzgebung, Bildung und Information sowohl der Fachleute als auch der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 14 000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

Impressum

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,
Abwasser und Abfall e. V. (DWA)
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef, Deutschland
Tel.: +49 2242 872-333
Fax: +49 2242 872-100
E-Mail: info@dwa.de
Internet: www.dwa.de

© DWA, 1. Auflage, Hennef 2023

Satz:

Christiane Krieg, DWA

Druck:

druckhaus köthen GmbH & Co KG

ISBN:

978-3-96862-593-5 (Print)

978-3-96862-594-2 (E-Book)

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Merkblatts darf vorbehaltlich der gesetzlich erlaubten Nutzungen ohne schriftliche Genehmigung der Herausgeberin in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Digitalisierung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen werden.

Bilder und Tabellen, die keine Quellenangaben aufweisen, sind im Rahmen der Merkblätterstellung als Gemeinschaftsergebnis des DWA-Fachgremiums zustande gekommen. Die Nutzungsrechte obliegen der DWA.

1 Vorwort

2 Menschen siedelten immer schon bevorzugt in der Nähe von Fließgewässern und nutzten sie als Ver-
3 kehrswege, zum Fischfang, zur Trinkwasserversorgung und Bewässerung, zur Abwassereinleitung
4 oder auch als Energiequelle. Die natürliche Dynamik der Fließgewässer führte hierbei nicht selten zu
5 Konflikten, insbesondere, wenn Grundstücke durch Ufererosion in ihrer Nutzung beeinträchtigt wur-
6 den. Neben dem Längsverbau wurde deshalb bereits vor vielen Jahrhunderten versucht, den Verlauf
7 der Gewässer mit dem Bau von Buhnen zu regeln. Sie wurden meist aus lokalen Baustoffen wie Stei-
8 nen, Raubäulen, Faschinen, Holzpfählen usw. erstellt.

9 Im Rahmen des systematischen Gewässerausbaus im 19. und 20. Jahrhunderts, mit dem vor allem
10 Flächen für intensive landwirtschaftliche Nutzungen und Siedlungen gewonnen werden sollten, wur-
11 den Buhnen dagegen an nicht schiffbaren Flüssen kaum mehr zum Uferschutz eingesetzt. Der Vor-
12 rang wurde „platzsparenden“ Längsverbauungen wie Blocksatz und Blockwurf gegeben, was nicht
13 zuletzt gravierende ökologische Nachteile wie eine eingeschränkte Wasser-Land-Vernetzung und
14 Strukturarmut im Gewässerbett mit sich brachte.

15 Ein wesentliches Anliegen dieses Merkblatts ist es daher, die Palette an Buhnentypen, Baustoffen und
16 Einsatzmöglichkeiten aufzuzeigen. Auch mit zum Uferschutz eingesetzten Buhnen ist eine deutliche
17 Strukturverbesserung und damit Aufwertung des Gewässerlebensraums möglich. Planerinnen und
18 Planer sollen animiert werden, dieses Spektrum in Abhängigkeit vom Naturraum, den hydraulischen
19 und morphologischen Besonderheiten, den (potenziell) vorkommenden Tier- und Pflanzenarten, den
20 menschlichen Bedürfnissen, kurz: den lokalen Verhältnissen zu nutzen. Es gibt keine Standardbuhne,
21 die für jeden Standort ideal ist. Die Vielfalt der Natur sollte sich auch in den eingesetzten Buhnentypen
22 und den gewählten Baustoffen widerspiegeln.

23 Um diese Vielfalt zumindest ansatzweise aufzeigen zu können, setzt sich die DWA-Arbeitsgruppe
24 „Buhnen“ aus Mitgliedern des gesamten D-A-CH-Raums zusammen, von der Norddeutschen Tief-
25 ebene über die Mittelgebirge bis hin zum Alpenvorland. Zudem deckt die Gruppe viele Disziplinen ab,
26 die bei der Planung, dem Bau und nicht zuletzt der Unterhaltung von Buhnen zu berücksichtigen sind.
27 Zu nennen sind neben den baulichen Aspekten zum Beispiel die hydraulisch-morphologischen Wir-
28 kungen der Buhnen auf das Fließgewässer, ihr Einfluss auf den Gewässerlebensraum, das Land-
29 schaftsbild, die Freizeitnutzung und nicht zuletzt mögliche, durch sie hervorgerufene Umweltbelas-
30 tungen (z. B. durch Materialabbau und -transporte). Nur eine interdisziplinäre Herangehensweise
31 wird dieser hohen Komplexität gerecht.

32 Nicht alle Themenfelder konnten innerhalb der Arbeitsgruppe ausreichend abgedeckt werden. Aus
33 diesem Grund wirkten Andreas Anlauf, Matthias Brunke, Ralph Hächler und Peter Rey als Gäste mit.
34 Dank ihres wertvollen Wissens- und Erfahrungsschatzes konnten wesentliche Lücken im vorliegen-
35 den Merkblatt geschlossen werden. Für ihre Unterstützung möchten wir uns herzlich bedanken.

36 Bern und Karlsruhe, im Juni 2023

Matthias Mende, Bernd Hentschel

37 In diesem Merkblatt werden, soweit wie möglich, geschlechtsneutrale Bezeichnungen für personen-
38 bezogene Berufs- und Funktionsbezeichnungen verwendet. Sofern dies nicht möglich ist, wird die
39 weibliche und die männliche Form verwendet. Ist dies aus Gründen der Verständlichkeit nicht möglich,
40 wird nur eine von beiden Formen verwendet. Alle Informationen beziehen sich aber in gleicher Weise
41 auf alle Geschlechter.

42 Frühere Ausgaben

43 Kein Vorgängerdokument

1 DWA-Klimakennung

2 Im Rahmen der DWA-Klimastrategie werden Arbeits- und Merkblätter mit einer Klimakennung aus-
3 gezeichnet. Über diese Klimakennung können Anwendende des DWA-Regelwerks schnell und einfach
4 erkennen, in welcher Intensität sich eine technische Regel mit dem Thema Klimaanpassung und Kli-
5 maschutz auseinandersetzt. Das vorliegende Merkblatt wurde wie folgt eingestuft:

6 **KA1** = Das Merkblatt hat indirekten Bezug zur Klimaanpassung

7 **KS1** = Das Merkblatt hat indirekten Bezug zu Klimaschutzparametern

8 Einzelheiten zur Ableitung der Bewertungskriterien sind im „Leitfaden zur Einführung der Klimaken-
9 nung im DWA-Regelwerk“ erläutert, der online unter www.dwa.de/klimakennung verfügbar ist.

Frist zur Stellungnahme

Dieses Merkblatt wird bis zum

31. Oktober 2023

zur Diskussion gestellt. Für den Zeitraum des öffentlichen Beteiligungsverfahrens
kann der Entwurf kostenfrei im DWA-Entwurfsportal (DWAdirekt):
www.dwa.de/entwurfsportal eingesehen werden.

Dort und unter www.dwa.de/Stellungnahmen-Entwurf
finden Sie eine digitale Vorlage für Ihre Stellungnahme.

Hinweis zur Abgabe von Stellungnahmen

Stellungnahmen im Rahmen des Beteiligungsverfahrens (Ergänzungen, Änderungen oder Ein-
sprüche zum Entwurf einer Regelwerkspublikation, Gelbdruck) können von der DWA urheber-
rechtlich verwertet werden. Mit der Abgabe einer Stellungnahme räumt die stellungnehmende
Person der DWA die Nutzungsrechte an etwaigen schutzfähigen Inhalten ihrer Stellungnahme
unentgeltlich zeitlich, räumlich sowie inhaltlich unbeschränkt ein. Die stellungnehmende Person
wird in der Publikation nicht namentlich genannt.

Stellungnahmen sind zu richten – vorzugsweise per E-Mail – an:
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef
Soelter@dwa.de

1 Verfasserinnen und Verfasser

2 Dieses Merkblatt wurde von der DWA-Arbeitsgruppe WW-3.1 „Buhnen“ im Auftrag des DWA-
3 Hauptausschusses „Wasserbau und Wasserkraft“ (HA WW) im Fachausschuss WW-3 „Flussbau“ er-
4 arbeitet.

5 Der DWA-Arbeitsgruppe WW-3.1 „Buhnen“ gehören folgende Mitglieder an:

| | |
|---------------------|---|
| MENDE, Matthias | Dr., IUB Engineering AG, Bern (CH) (Sprecher) |
| DÖNNI, Werner | Dr., Fischwerk, Luzern (CH) |
| HENTSCHEL, Bernd | Dipl.-Ing., Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe |
| LEHR, Gottfried | Dipl.-Ing., Büro für Gewässerökologie, Bad Vilbel (D) |
| OPLATKA, Matthias | Dr. sc. techn. Dipl.-Kultur-Ing. ETH, Kanton Zürich Baudirektion, AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Abteilung Wasserbau, Zürich (CH) |
| SINDELAR, Christine | Dr., University of Natural Resources and Life Sciences, Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und Konstruktiven Wasserbau, Wien (A) |
| TENT, Ludwig | Dr., Edmund Siemers-Stiftung, Wedel (D) |

6 Als Gäste haben mitgewirkt:

| | |
|------------------|--|
| ANLAUF, Andreas | Dr. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Referat Ökologische Grundsatz- fragen, Koblenz (D) |
| BRUNKE, Matthias | Dr., Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein, Flintbek (D) |
| HÄCHLER, Ralph | Dipl. Bauingenieur HTL, BHQ GmbH – Ingenieurbüro für Wasserbau, Berg a. I. (CH) |
| REY, Peter | Dipl.-Biol., HYDRA – Institut für angewandte Hydrobiologie, Konstanz (D) |

7 Dem DWA-Fachausschuss WW-3 „Flussbau“ gehören folgende Mitglieder an:

| | |
|------------------------|---|
| NOACK, Markus | Prof. Dr.-Ing., Hochschule Karlsruhe, Fakultät für Architektur und Bauwesen VAW, Leiter der Versuchsanstalt für Wasserbau (VAW), Karlsruhe (Obmann) |
| REQUENA, Patricia | Dr. sc., Fischer Teamplan Ingenieurbüro GmbH, Erfstadt (stellv. Obfrau) |
| BASELT, Ivo | Dr.-Ing., Universität der Bundeswehr München, Institut für Wasserwe- sen, Neubiberg |
| GIESE-MUMEREY, Henning | Dr.-Ing., Mölln |
| HUBER, Nils Peter | Prof. Dr.-Ing., Bundesanstalt für Wasserbau, Referat Flussbau (W2), Karlsruhe |
| MENDE, Matthias | Dr., IUB Engineering AG, Bern (CH) |
| SAENGER, Nicole | Prof. Dr.-Ing., Hochschule Darmstadt, Fachbereich Bauingenieur- wesen, Darmstadt |
| SCHALKO, Isabella | Dr., ETH Zürich, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie VAW, Professur für Wasserbau, Zürich (CH) |
| TRÄBING, Klaus | Dr.-Ing., Universität Kassel, FB 14 / Versuchsanstalt und Prüfstelle für Umwelttechnik und Wasserbau, Fachgebiet Wasserbau und Wasser- wirtschaft, Kassel |
| WIEPRECHT, Silke | Prof. Dr.-Ing., Universität Stuttgart, Institut für Wasser- und Umwelt- systemmodellierung, Stuttgart |

8 Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

| | |
|----------------|--|
| BREUER, Lutz | M. Sc., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft |
| SCHRENK, Georg | Dipl.-Geogr., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft |

| | | |
|----|---|-----------|
| 1 | Inhalt | |
| 2 | Vorwort | 3 |
| 3 | Verfasserinnen und Verfasser | 5 |
| 4 | Bilderverzeichnis | 8 |
| 5 | Tabellenverzeichnis | 12 |
| 6 | Hinweis für die Benutzung | 13 |
| 7 | Einleitung | 13 |
| 8 | 1 Anwendungsbereich | 15 |
| 9 | 2 Begriffe | 15 |
| 10 | 2.1 Definitionen | 15 |
| 11 | 2.1.1 Buhne | 15 |
| 12 | 2.1.2 Bühnenbegriffe | 16 |
| 13 | 2.1.3 Abgrenzung Buhne | 17 |
| 14 | 2.1.4 Überströmbarkeit von Bühnen | 17 |
| 15 | 2.1.5 Inklinationswinkel | 18 |
| 16 | 2.1.6 Klassische Mittelwasserbuhne | 19 |
| 17 | 2.1.7 Lenkbuhne – permanent überströmte Buhne | 19 |
| 18 | 2.2 Abkürzungen und Formelzeichen | 19 |
| 19 | 3 Wirkungsweisen | 21 |
| 20 | 3.1 Allgemeines | 21 |
| 21 | 3.2 Hydraulik | 21 |
| 22 | 3.2.1 Vorbemerkungen | 21 |
| 23 | 3.2.2 Nicht überströmte Buhne | 22 |
| 24 | 3.2.3 Schwach überströmte Buhne | 24 |
| 25 | 3.2.4 Stark überströmte Buhne | 25 |
| 26 | 3.2.5 Durchströmte Buhne | 27 |
| 27 | 3.3 Geschiebe und Morphodynamik | 29 |
| 28 | 3.4 Schwemmgut und Vegetation | 30 |
| 29 | 4 Zielsetzungen von Bühnenbauwerken | 31 |
| 30 | 4.1 Allgemeines | 31 |
| 31 | 4.2 Uferschutz und Schutz von Infrastruktur | 31 |
| 32 | 4.3 Geschieberegulierung und Sohlenstabilisierung | 32 |
| 33 | 5 Bühnensystematik | 35 |
| 34 | 5.1 Bühnengeometrie | 35 |
| 35 | 5.1.1 Situation | 35 |
| 36 | 5.1.2 Längs- und Querprofil | 36 |
| 37 | 5.2 Bühnenanordnung | 38 |
| 38 | 5.3 Durchlässigkeit für den Abfluss | 41 |

| | | | |
|----|-----------------|--|-----------|
| 1 | 6 | Dimensionierungshinweise | 43 |
| 2 | 6.1 | Allgemeines | 43 |
| 3 | 6.2 | Klassische Mittelwasserbuhne | 43 |
| 4 | 6.2.1 | Quer- und Längenprofilgestaltung | 43 |
| 5 | 6.2.2 | Länge und Abstand | 44 |
| 6 | 6.2.3 | Anordnung in Kurven | 44 |
| 7 | 6.2.4 | Inklimationswinkel | 45 |
| 8 | 6.3 | Lenkbuhne | 46 |
| 9 | 6.3.1 | Quer- und Längenprofilgestaltung | 46 |
| 10 | 6.3.2 | Länge und Abstand | 47 |
| 11 | 6.3.3 | Anordnung in Kurven | 48 |
| 12 | 6.3.4 | Inklimationswinkel | 48 |
| 13 | 7 | Beeinflussung der Ökologie und des Landschaftsbilds | 49 |
| 14 | 7.1 | Allgemeines | 49 |
| 15 | 7.2 | Ökologische Grundlagen von Fließgewässerlebensräumen | 49 |
| 16 | 7.3 | Aquatischer Lebensraum | 51 |
| 17 | 7.3.1 | Vorbemerkungen | 51 |
| 18 | 7.3.2 | Räumliche Verteilung der Mesohabitate | 52 |
| 19 | 7.3.3 | Zeitliche Entwicklung | 54 |
| 20 | 7.3.4 | Ökologische Aufwertung durch einzelne Buhnen | 54 |
| 21 | 7.3.5 | Ökologische Aufwertung durch Buhnengruppen | 55 |
| 22 | 7.4 | Wasserwechselzone | 58 |
| 23 | 7.5 | Landschaftsbild | 60 |
| 24 | 8 | Buhnenbau | 61 |
| 25 | 8.1 | Baustoffe | 61 |
| 26 | 8.2 | Buhnenaufbau | 62 |
| 27 | 8.3 | Gefährdungs- und Schadensbilder | 64 |
| 28 | 8.4 | Tipps und Tricks zum Buhnenbau | 65 |
| 29 | 9 | Monitoring und Unterhaltung | 67 |
| 30 | Anhang A | Buhnentypenblätter | 69 |
| 31 | A.1 | Klassische Blocksteinbuhne | 70 |
| 32 | A.2 | Blockstein-Lenkbuhne | 72 |
| 33 | A.3 | Kies-Lenkbuhne / Kies-Geröll-Lenkbuhne | 74 |
| 34 | A.4 | Begrünte Blockwurfbuhne | 76 |
| 35 | A.5 | Dreiecksbuhne | 78 |
| 36 | A.6 | Baumwipfelbuhne | 80 |
| 37 | A.7 | Einzelstammuhne | 82 |
| 38 | A.8 | Faschinenbuhne | 84 |
| 39 | A.9 | Pfahlbuhne | 86 |
| 40 | A.10 | Geschwemmselbänger | 88 |
| 41 | A.11 | Wurzelstammuhne | 90 |
| 42 | A.12 | Inselbuhne | 92 |
| 43 | | Quellen und Literaturhinweise | 94 |

Bilderverzeichnis

| | | |
|----|----------|--|
| 1 | | |
| 2 | Bild 1: | Beispiele für buhnenähnliche Strukturen in naturnahen Fließgewässern 13 |
| 3 | Bild 2: | Links: Kleine Blocksteinbuhnen und eine Wurzelstammuhne zur Erhöhung |
| 4 | | der Strömungs- und Strukturvielfalt im Uferbereich der Emme/Kt. Solothurn..... 15 |
| 5 | Bild 3: | Links: Baumbuhne mit gebündeltem Astmaterial und Schrägverpflockung als |
| 6 | | Strukturmaßnahme; rechts: Kies-Geröll-Lenkbuhnen zur Strukturverbesserung..... 16 |
| 7 | Bild 4: | Schema zu Definitionen im Lageplan 16 |
| 8 | Bild 5: | Schema zu Definitionen im Längsschnitt einer Buhne 17 |
| 9 | Bild 6: | Abgrenzungen zur Buhnendefinition gemäß diesem Merkblatt |
| 10 | | direkt nach dem Bau..... 17 |
| 11 | Bild 7: | Schematische Darstellung der Strömungsverhältnisse an Buhnen in |
| 12 | | Abhängigkeit vom Maß der Überströmung 18 |
| 13 | Bild 8: | Links: umströmte Buhnen; Mitte: schwach überströmte Buhne; |
| 14 | | rechts: stark überströmte Buhnen (Lenkbuhnen bei Mittelwasser) 18 |
| 15 | Bild 9: | Definitionen zur Inklination von Buhnen in Abhängigkeit vom Inklinationswinkel α ... 19 |
| 16 | Bild 10: | Baumwipfelbuhne in der Töss/Kt. Zürich mit Substratsortierung |
| 17 | | im Buhnumfeld 21 |
| 18 | Bild 11: | Umströmte Regelbuhnen in der Elbe. Am Innenufer mit Verlandungen, |
| 19 | | am Außenufer teilweise ausgeräumt 22 |
| 20 | Bild 12: | Umströmte Blocksteinbuhnen mit leicht unterschiedlichen Längen |
| 21 | | zum Schutz eines Außenufers in der Thur/Kt. Zürich..... 22 |
| 22 | Bild 13: | Strömungsverhältnisse bei umströmten Buhnen in Abhängigkeit |
| 23 | | von Buhnenlänge und -abstand..... 23 |
| 24 | Bild 14: | Grundriss und Schnitte und Foto einer schwach überströmten Buhne 24 |
| 25 | Bild 15: | Beginnende Laufverlagerung nach Rückbau der Uferbefestigung und |
| 26 | | Strömungslenkung auf das rechte Ufer mittels einer Buhne (Erlenbach/Hessen) .. 25 |
| 27 | Bild 16: | Geschwindigkeitsverteilung im Querschnitt ohne Buhnen und mit |
| 28 | | einer inklinanten stark überströmten Buhne 25 |
| 29 | Bild 17: | Grundriss und Schnitt einer stark überströmten Buhne 26 |
| 30 | Bild 18: | Links: Lenkbuhnen in der Taverna/Kt. Freiburg zum Schutz eines Prallufers; |
| 31 | | rechts: stark überströmte Lenkbuhnen an einem Prallufer in der Aare/Kt. Bern ... 26 |
| 32 | Bild 19: | Schematische Darstellung der Sekundärströmungen in einer |
| 33 | | Flusskrümmung mit inklinanten Lenkbuhnen 27 |
| 34 | Bild 20: | Kerbbuhne in der Donau/Niederösterreich 28 |
| 35 | Bild 21: | Deklinante Faschinenbuhnen in der Schüss/Kt. Bern 28 |
| 36 | Bild 22: | Pfahlbuhnen als Treibsel und Totholzsammler 28 |
| 37 | Bild 23: | Inklinante Lenkbuhnengruppe in der Taverna/Kt. Freiburg 29 |
| 38 | Bild 24: | Ufererosion nahe der Buhnenwurzel an einer deklinanten Blocksteinbuhne |
| 39 | | in der Thur/Kt. Thurgau 30 |
| 40 | Bild 25: | Die Gegenüberstellung eines Längsverbaus mit einem Querverbau aus |
| 41 | | Blocksteinbuhnen (beides Thur/Kt. Zürich) zeigt bei den Buhnen eine |
| 42 | | ausgeprägtere Strömungs- und Strukturvielfalt und Wasser-Land-Vernetzung..... 30 |
| 43 | Bild 26: | Lenkbuhnen zum Schutz eines Prallufers der Mürz/Steiermark mit |
| 44 | | uferparallel verlaufender Bundesstraße 31 |
| 45 | Bild 27: | Beschädigte Sohlenschwelle der Kempt/Kt. Zürich; Serie wechselseitig |
| 46 | | angeordneter Lenkbuhnen als Ersatz rückgebauter Schwellen zwei Wochen |
| 47 | | nach Fertigstellung..... 32 |

| | | | |
|----|----------|--|----|
| 1 | Bild 28: | Links: Strömungstrichter aus Lenkbuhnen mit sohlenlagenstabilisierender Wirkung in der Taverna/Kt. Freiburg; rechts: V-förmige Schwelle mit Tiefpunkt in der Gewässermitte zur Sohlenstabilisierung..... | 33 |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | Bild 29: | Regelbuhnen an der unteren Mittelbe bei Dömitz, markiert sind nicht verlandete Buhnenfelder infolge des Deichverlaufs; Lenkbuhnen im Unterwasser des Müzrkraftwerks Hönigstal/Steiermark zur Verhinderung von Auflandungen | 33 |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | Bild 30: | Auflandungen unterstrom einer Brücke der Kempt/Kt. Zürich; Strömungstrichter im Bereich der ehemaligen Auflandungen, mit rot gestrichelt sind die Buhnenhinterkanten dargestellt | 33 |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | Bild 31: | Kander/Baden-Württemberg im Ausgangszustand mit starker Sohlenuflandung; nach der Sohlenräumung eingebaute Buhnen zur Vermeidung einer Sohlenlagenerhöhung aus Hochwasserschutzgründen | 34 |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | Bild 32: | Einsatz von Buhnen zur Verringerung des Geschiebeeintrags in Seitenentnahmen an geraden Fließstrecken | 34 |
| 14 | | | |
| 15 | Bild 33: | Lenkbuhne in der Mürz/Steiermark als Beispiel für eine Linienbuhne; kürzlich fertiggestellte klassische Blocksteinbuhne in der Aare/Kt. Solothurn als Beispiel für eine Flächenbuhne | 36 |
| 16 | | | |
| 17 | | | |
| 18 | Bild 34: | Symmetrisch an beiden Ufern angeordnete inklinante Lenkbuhnen zur Induzierung eines Niedrigwassergerinnes und zur Erhöhung der Strömungsvielfalt..... | 40 |
| 19 | | | |
| 20 | Bild 35: | Gruppe von Flächenbuhnen aus Blocksteinen zum Uferschutz mit in Fließrichtung zunehmender Länge (Thur/Kt. Zürich) | 40 |
| 21 | | | |
| 22 | Bild 36: | Kürzlich fertiggestellte Kies- und Geröllbuhne | 42 |
| 23 | Bild 37: | Unterströmte Baumbuhne mit zurückgehaltenem Schwemmholz..... | 42 |
| 24 | Bild 38: | Pfahlbuhne mit zurückgehaltenem Schwemmholz | 42 |
| 25 | Bild 39: | Anordnung einer Buhnengruppe zum Uferschutz | 45 |
| 26 | Bild 40: | Grundwalze entlang einer inklinant angeordneten Grundschwelle | 46 |
| 27 | Bild 41: | Längsschnitt und Querschnitt einer Lenkbuhne an einem großen Fließgewässer .. | 47 |
| 28 | Bild 42: | Inklinanter, nach dem „Drittelprinzip“ geplanter Strömungstrichter | 47 |
| 29 | Bild 43: | Ausführungsbeispiel einer Lenkbuhnengruppe zum Schutz eines Prallufers mit uferparallel verlaufender Bundesstraße an der Salza/Steiermark | 48 |
| 30 | | | |
| 31 | Bild 44: | Grafische Herleitung des Inklinationswinkels bei Lenkbuhnen | 48 |
| 32 | Bild 45: | Entwicklung unterschiedlicher Mesohabitate im Bereich einer älteren Buhne | 52 |
| 33 | Bild 46: | Vergleichbare Strömungsmuster im Bereich einer natürlichen Struktur und im Bereich einer Pfahlbuhne. Die Oberflächenströmung wurde durch eingebrachtes Sägemehl visualisiert | 53 |
| 34 | | | |
| 35 | | | |
| 36 | Bild 47: | Links: Großräumig monotone Flusstrecke (Hasliaare/Kt. Bern). Rechts: Großräumig vielfältig strukturierter Flusslauf (Töss/Kt. Zürich) | 53 |
| 37 | | | |
| 38 | Bild 48: | Fischgruppe (Elritzen, Flussbarsch) im Hinterwasser einer Blocksteinbuhne in der Nethe/Hessen..... | 54 |
| 39 | | | |
| 40 | Bild 49: | Habitatnutzung und Habitatwechsel rheophiler Fischlarven; a) Verdriftung der Larven von den Laichplätzen in die Hinterwasserbereiche von Kiesbänken und Buhnen; b) Habitatwechsel von Jungfischen aus den Buhnenfeldern in stärker durchströmte Bereiche | 56 |
| 41 | | | |
| 42 | | | |
| 43 | | | |
| 44 | Bild 50: | Wirkung von Buhnenanordnungen in einem kanalisiertem Gerinne. a) Kanal ohne Buhnen; b) Kanal mit symmetrisch, gegenüberliegend angeordneten Buhnen; c) Kanal mit unterschiedlich langen, gegenüberliegend angeordneten Buhnen in unterschiedlichen Abständen; d) Ehemals kanalisiertes Gerinne mit wenigen langen, eventuell wechselseitig angeordneten Buhnen in unterschiedlichen Abständen..... | 57 |
| 45 | | | |
| 46 | | | |
| 47 | | | |
| 48 | | | |
| 49 | | | |

| | | | |
|----|------------|---|----|
| 1 | Bild 51: | Kurze Buhnen entfalten nur entlang der Uferlinie eine Wirkung; Emme/Kt. Solothurn..... | 57 |
| 2 | | | |
| 3 | Bild 52: | In unterschiedlichen Abständen wechselseitig angeordnete Buhnen können ein Gewässer naturnah strukturieren; Wigger/Kt. Aargau..... | 58 |
| 4 | | | |
| 5 | Bild 53: | Wenige lange Buhnen können nach Uferentfesselung zu einer Laufverlagerung führen; Nidda/Hessen | 58 |
| 6 | | | |
| 7 | Bild 54: | Uferlinie vor und nach dem Einbau kleiner Steinbuhnen; Emme/Kt. Solothurn..... | 59 |
| 8 | Bild 55: | Ausbildung eines Steilufers durch Querschnittseinengung mittels einer Buhne..... | 59 |
| 9 | Bild 56: | Überströmte Buhnen können durch das hervorgerufene Strömungsbild eine optische Aufwertung bewirken; Nidda/Hessen | 60 |
| 10 | | | |
| 11 | Bild 57: | Auf teilüberströmten Buhnen kann Vegetation aufkommen | 61 |
| 12 | Bild 58: | Gebrochenes Material, Schroppen (100 mm bis 300 mm); gebrochene („formwilde“), annähernd quaderförmige Blocksteine | 62 |
| 13 | | | |
| 14 | Bild 59: | Bauzustand einer Mantelbuhne mit einem Buhnenkörper aus Feinmaterial (primär Sand), die ohne Filterschicht erstellt wurde | 63 |
| 15 | | | |
| 16 | Bild 60: | Aufbau einer Vollkernbuhne..... | 63 |
| 17 | Bild 61: | Steinlöffel mit „Daumen“..... | 64 |
| 18 | Bild 62: | Blocksteinbuhne mit ingenieurbologisch gestalteter Uferbindung kurz nach der Fertigstellung (Aare/Kt. Solothurn) | 64 |
| 19 | | | |
| 20 | Bild 63: | Einfaches Modell einer V-Schwelle aus Knetgummi, Kieseln und Holzstäben; Bau einer Lenkbuhne mit Wasserhaltung | 65 |
| 21 | | | |
| 22 | Bild 64: | Lenkbuhnenbau unter Verwendung von Visierpfählen | 66 |
| 23 | Bild 65: | Optimierung der Form einer Kies-Lenkbuhne durch einfaches Zurechthaken | 68 |
| 24 | Bild 66: | Im Rahmen der Gehölzpflege eingehackte Erlen bilden wertvolle Uferstrukturen und schützen zusätzlich das Ufer | 68 |
| 25 | | | |
| 26 | Bild A.1: | An der Thur/Kt. Zürich realisierte klassische Blocksteinbuhne im Grundriss und Längsschnitt | 71 |
| 27 | | | |
| 28 | Bild A.2: | Links: Klassische Blocksteinbuhne mit noch nicht eingeschütteter Buhnen- wurzel in der Restwasserstrecke der Aare/Kt. Solothurn; rechts: Klassische Blocksteinbuhnen zum naturnahen Uferschutz in der Thur/Kt. Zürich | 71 |
| 29 | | | |
| 30 | | | |
| 31 | Bild A.3: | Links: Draufsicht – Höhen- und Lageangaben beziehen sich bei Lenkbuhnen auf die Buhnehinterkante; rechts: Schnitt in Fließrichtung | 73 |
| 32 | | | |
| 33 | Bild A.4: | Links: Bei Wasserhaltung gebaute inklinante Lenkbuhne zur Sohlen- strukturierung mit vier Kolkschutzsteinen und Uferanbindung an vorhandenen Blocksatz kurz vor der Flutung; rechts: Inklinante Lenkbuhne zum Uferschutz und zur Gerinnestrukturierung bei Mittelwasserabfluss | 73 |
| 34 | | | |
| 35 | | | |
| 36 | | | |
| 37 | Bild A.5: | Links: Uferanbindung einer Lenkbuhne bei weichem Ufer, ergänzt mit Weidenbuschlagen; rechts: inklinante Lenkbuhne mit „Haken“ am Kopf zur Erzeugung eines gewässermittigen Kolks und zum Uferschutz | 73 |
| 38 | | | |
| 39 | | | |
| 40 | Bild A.6: | Links: Ausgangssituation; rechts: Kies-Lenkbuhne im Querprofil | 75 |
| 41 | Bild A.7: | Kies-Lenkbuhne in der Draufsicht | 75 |
| 42 | Bild A.8: | Links: Ausgangssituation an der Este/Samtgemeinde Hollenstedt, Niedersachsen; rechts: mit Lenkbuhnen restaurierter Abschnitt der Este bei einem mittleren Abfluss | 75 |
| 43 | | | |
| 44 | | | |
| 45 | Bild A.9: | Links: Lenkbuhne und Uferschutz aus Geröll und Grobkies mit oberstrom angeschüttetem feinerem Kies als Laichsubstrat in der Este/Samtgemeinde Hollenstedt, Niedersachsen; rechts: Kies-Lenkbuhne mit beidseitigem Uferschutz.. | 75 |
| 46 | | | |
| 47 | | | |
| 48 | Bild A.10: | Längsschnitt und Draufsicht | 77 |

| | | |
|----|--|----|
| 1 | Bild A.11: Links: Auf die Verfüllung der Buhne aufgelegte Weidenzweige der Buschlage; | |
| 2 | rechts: Erstellen der Uferanbindung mit später eingeschütteter uferparalleler | |
| 3 | Buschlage | 77 |
| 4 | Bild A.12: Links: Fertiggestellte begrünte Blockwurfbuhne. Die Verfüllung wurde mit | |
| 5 | Wasserbausteinen und wenig wuchsfähigem Aushubmaterial abgedeckt; | |
| 6 | rechts: Begrünte Blockwurfbuhne in der ersten Vegetationsperiode | 77 |
| 7 | Bild A.13: Links: Mehrlagige Dreieck-Stammbuhne in räumlicher Darstellung; | |
| 8 | rechts: Draufsicht | 79 |
| 9 | Bild A.14: Links: Draufsicht einer Dreieck-Kastenbuhne; rechts: Längsschnitt | 79 |
| 10 | Bild A.15: Links: Einlagige Dreieck-Stammbuhne; rechts: mit Wurzelstöcken gefüllte | |
| 11 | Dreieck-Kastenbuhnen zur naturnahen Ufersicherung | 79 |
| 12 | Bild A.16: Draufsicht und Querschnitt von Baumwipfelbuhnen an der Töss/Kt. Zürich | 81 |
| 13 | Bild A.17: Links: Einlegen der Fichtenwipfel zwischen die vorgerammten Pfähle; | |
| 14 | rechts: fertiggestellte Buhne in der Töss bei Winterthur/Kt. Zürich | 81 |
| 15 | Bild A.18: Links: Baumwipfelbuhnen in der Töss bei einem kleineren Hochwasser | |
| 16 | (ca. 4 Jahre nach Fertigstellung); rechts: weitgehend zerfallene Baumwipfel- | |
| 17 | buhnen in der Töss ca. 25 Jahre nach Einbau | 81 |
| 18 | Bild A.19: Links: Uferanbindung und Verankerung an mit Stahlseilen verankerten | |
| 19 | Blocksteinen; rechts: Befestigung des Buhnenkopfs an einem in die Sohle | |
| 20 | eingegrabenen Blockstein mit Ankerstab | 83 |
| 21 | Bild A.20: Links: Uferanbindung der Einzelstammbuhne im Bauzustand: | |
| 22 | Verankerung mit Drahtseil an Blocksteinen; rechts: Wurzelstamm mit | |
| 23 | daran befestigtem Blockstein vor dem Einbau | 83 |
| 24 | Bild A.21: Mit Drahtseil an vorhandenem Wurzelstrunk und mit Ankerstein am | |
| 25 | Buhnenkopf befestigte unterströmte Einzelstammbuhne im Scherlibach, | |
| 26 | Gemeinde Köniz/Kt. Bern; rechts: Kombination aus einer Einzelstammbuhne | |
| 27 | mit weiteren Tothholzelementen im Scherlibach. Forellenlaichgruben | |
| 28 | sind rot umrandet hervorgehoben | 83 |
| 29 | Bild A.22: Systemskizze einer Faschinenbuhne | 85 |
| 30 | Bild A.23: Am Innenufer angeordnete Faschinenbuhnen im Furtbach bei Buchs/Kt. Zürich ... | 85 |
| 31 | Bild A.24: Zwischen den Ästen der Faschine verfangen sich Pflanzenreste und | |
| 32 | bilden die Nahrungsgrundlage für Wasserlebewesen | 85 |
| 33 | Bild A.25: Systemskizze einer Pfahlbuhne in der Wiese/Stadt Lörrach, Baden-Württemberg.... | 87 |
| 34 | Bild A.26: Pfahleinbau mit Greifer und Vibroramme in der Reppisch bei Birmensdorf/ | |
| 35 | Kt. Zürich | 87 |
| 36 | Bild A.27: Links: Totholz zurückhaltende Pfahlbuhne in der Wiese in Lörrach, | |
| 37 | Baden-Württemberg bei Mittelwasserabfluss; rechts: Pfahlbuhnen als | |
| 38 | Treibsel- und Tothholzsammler in der Neiße, Sachsen | 87 |
| 39 | Bild A.28: Links: Natürlich entstandenes Nahrungsdepot aus Ästen mit zurückgehaltenem | |
| 40 | Laub; rechts: Die Pfähle werden positioniert und anschließend auf Höhe gerammt.... | 89 |
| 41 | Bild A.29: Links: Kürzlich fertiggestellte Geschwemmselxfänger; | |
| 42 | rechts: Der „Spiegel“ ist gebrochen | 89 |
| 43 | Bild A.30: Geschwemmselxfänger mit zurückgehaltenen Schwimmstoffen und Geschiebe | 89 |
| 44 | Bild A.31: Systemskizze einer Wurzelstammbuhne in der Draufsicht und im Längsschnitt ... | 91 |
| 45 | Bild A.32: Links: Einbau des Wurzelstamms in die ausgehobene Mulde; rechts: fertig- | |
| 46 | gestellte Wurzelstammbuhne am Furtbach bei Otelfingen/Kt. Zürich | 91 |
| 47 | Bild A.33: Links: Strukturierung mit Wurzelstammbuhnen und Kiesschüttungen im | |
| 48 | Stegbach/Kt. Solothurn; rechts: Wurzelstammbuhne im Stegbach mit | |
| 49 | ausgeprägtem Kolk | 91 |

| | | |
|---|--|----|
| 1 | Bild A.34: Prinzipskizze einer Inselbuhne, bei der Teile des alten Ufers als Insel | |
| 2 | belassen wurden..... | 93 |
| 3 | Bild A.35: Strömungs- und Strukturvielfalt im Umfeld einer Inselbuhne | |
| 4 | in der Nidda/Hessen | 93 |
| 5 | Bild A.36: Links: kürzlich erstellte, noch nicht bewachsene Inselbuhne mit | |
| 6 | überströmtem Uferbereich bei einem erhöhten Abfluss; rechts: Inselbuhne | |
| 7 | ca. 2 Jahre nach Fertigstellung mit großflächigem, bereits mit Gehölzen | |
| 8 | bewachsenem Insel- und Buhnenbereich..... | 93 |

9 Tabellenverzeichnis

| | | |
|----|---|----|
| 10 | Tabelle 1: Im Merkblatt verwendete Kurzzeichen | 19 |
| 11 | Tabelle 2: Buhngeometrien im Lageplan..... | 35 |
| 12 | Tabelle 3: Buhngeometrien im Längsprofil | 36 |
| 13 | Tabelle 4: Buhngeometrie im Querprofil | 37 |
| 14 | Tabelle 5: Buhnenanordnungen im Lageplan | 38 |
| 15 | Tabelle 6: Durchströmung von Buhnen | 41 |
| 16 | Tabelle 7: Typische Mesohabitate in Fließgewässern, die auch im Wirkungsbereich | |
| 17 | von Buhnen vorkommen können..... | 50 |
| 18 | Tabelle 8: Auslösen spezifischer Strukturen mittels Einzelbuhnen | |
| 19 | (kleinräumig, d. h. im Nahbereich einer Buhne)..... | 55 |
| 20 | Tabelle 9: Auslösen spezifischer Strukturen mittels Buhnengruppen | |
| 21 | (großräumig, d. h. über einer Abfolge von Buhnen hinweg) | 56 |

Hinweis für die Benutzung

Dieses Merkblatt ist das Ergebnis ehrenamtlicher, technisch-wissenschaftlicher/wirtschaftlicher Gemeinschaftsarbeit, das nach den hierfür geltenden Grundsätzen (Satzung, Geschäftsordnung der DWA und dem Arbeitsblatt DWA-A 400) zustande gekommen ist. Für ein Merkblatt besteht eine tatsächliche Vermutung, dass es inhaltlich und fachlich richtig ist.

Jeder Person steht die Anwendung des Merkblatts frei. Eine Pflicht zur Anwendung kann sich aber aus Rechts- oder Verwaltungsvorschriften, Vertrag oder sonstigem Rechtsgrund ergeben.

Dieses Merkblatt ist eine wichtige, jedoch nicht die einzige Erkenntnisquelle für fachgerechte Lösungen. Durch seine Anwendung entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln oder für die richtige Anwendung im konkreten Fall; dies gilt insbesondere für den sachgerechten Umgang mit den im Merkblatt aufgezeigten Spielräumen.

Normen und sonstige Bestimmungen anderer Mitgliedstaaten der Europäischen Union oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum stehen Regeln der DWA gleich, wenn mit ihnen dauerhaft das gleiche Schutzniveau erreicht wird.

1 Einleitung

2 An natürlichen Fließgewässern sind buhnenähnliche Strukturen wie Sturzbäume, Baumwurzeln, Tot-
3 holzansammlungen, Kiesbänke oder Felsaufstöße häufig (Bild 1). Nach dem Vorbild der Natur entwik-
4 kelte der Mensch schon früh erste Buhnen, um die Ufer und sein Eigentum zu schützen. Buhnen
5 gehören zu den ältesten Bauweisen im Flussbau überhaupt.

6 Ihre „Blütezeit“ erlebten Buhnen etwa ab Mitte des 19. Jahrhunderts, als insbesondere die großen mit-
7 teleuropäischen Flüsse systematisch mit Buhnen ausgebaut wurden, um eine möglichst ganzjährige
8 Schiffbarkeit zu gewährleisten (zum Beispiel KROUZECKY 2004). Die Anwendung von Buhnen an kleinen
9 und mittelgroßen Fließgewässern geriet hingegen weitgehend in Vergessenheit. Erst mit dem Aufkom-
10 men des naturnahen Flussbaus in den 1980er Jahren bekamen Buhnen auch hier wieder einen höheren
11 Stellenwert, da sie zum Beispiel gegenüber einem starren Längsverbau ökologische Vorteile besitzen.



12 **Bild 1: Beispiele für buhnenähnliche Strukturen in naturnahen Fließgewässern: natürlicher Fels-**
13 **riegel in der Argen/Baden-Württemberg (links), umgestürzter Baum in der Galteren/Kt. Freiburg**
14 **(rechts) (Fotos: M. MENDE)**

15 Es gibt vielfältige Entwicklungen und Erfahrungen, die bisher jedoch nur in Ansätzen systematisch
16 zusammengestellt wurden. Im Rahmen des vorliegenden Merkblatts werden die wesentlichen fachli-
17 chen Grundlagen zu Buhnen zusammengestellt und Empfehlungen für ihre praktische Umsetzung

VORSCHAU

Menschen siedelten immer schon bevorzugt in der Nähe von Fließgewässern und nutzten sie als Verkehrswege, zum Fischfang, zur Trinkwasserversorgung und Bewässerung, zur Abwassereinleitung oder auch als Energiequelle. Die natürliche Dynamik der Fließgewässer führte hierbei nicht selten zu Konflikten, insbesondere wenn Grundstücke durch Ufererosion in ihrer Nutzung beeinträchtigt wurden. Neben dem Längsverbau wurde deshalb bereits vor vielen Jahrhunderten versucht, den Verlauf der Gewässer durch den Bau von Buhnen zu regeln. Sie wurden meist aus lokalen Baustoffen wie Steinen, Raubäulen, Faschinen, Holzpfehlen usw. erstellt.

Im Rahmen des systematischen Gewässerausbaus im 19. und 20. Jahrhundert, mit dem vor allem Flächen für intensive landwirtschaftliche Nutzungen und Siedlungen gewonnen werden sollten, wurden Buhnen dagegen an nicht schiffbaren Flüssen kaum mehr zum Uferschutz eingesetzt. Der Vorrang wurde „platzsparenden“ Längsverbauungen wie Blocksatz und Blockwurf gegeben, was nicht zuletzt gravierende ökologische Nachteile wie eine eingeschränkte Wasser-Land-Vernetzung und Strukturarmut im Gewässerbett mit sich brachte.

Ein wesentliches Anliegen dieses Merkblatts ist es, die Palette an Buhnentypen, Baustoffen und Einsatzmöglichkeiten aufzuzeigen. Auch mit zum Uferschutz eingesetzten Buhnen ist eine deutliche Strukturverbesserung und damit Aufwertung des Gewässerlebensraums möglich. Planerinnen und Planer sollen animiert werden, dieses Spektrum in Abhängigkeit vom Naturraum, den hydraulischen und morphologischen Besonderheiten, den (potenziell) vorkommenden Tier- und Pflanzenarten, den menschlichen Bedürfnissen, kurz: den lokalen Verhältnissen zu nutzen. Es gibt keine Standardbuhne, die für jeden Standort ideal ist. Die Vielfalt der Natur sollte sich auch in den eingesetzten Buhnentypen und den gewählten Baustoffen widerspiegeln.

Das Merkblatt richtet sich an alle Personen aus Behörden, Verbänden, Ingenieurbüros und ökologischen Fachbüros sowie dem Gewässerunterhalt, die an Fließgewässern tätig sind oder ein sonstiges Interesse daran haben.

ISBN: 978-3-96862-593-5 (Print)
978-3-96862-594-2 (E-Book)

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)
Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef
Telefon: +49 2242 872-333 · info@dwa.de · www.dwa.de