

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 527

Buhnen zur Stabilisierung und Strukturierung von Fließgewässern

Dezember 2024

VORSCHAU

VORSCHAU

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 527

Buhnen zur Stabilisierung und Strukturierung von Fließgewässern

Dezember 2024

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 2024

Satz:

Christiane Krieg, DWA

Druck:

druckhaus köthen GmbH & Co KG

ISBN:

978-3-96862-786-1 (Print)

978-3-96862-787-8 (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. Die DWA behält sich das Text- und Data-Mining nach § 44b UrhG vor, was hiermit Dritten ohne Zustimmung der DWA untersagt ist.

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

Vorwort

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 mit dem Bau von Buhnen zu regeln. Sie wurden meist aus lokalen Baustoffen wie Steinen, Raubäumen, 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 daher, 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 sollten 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.

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

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

Bern und Karlsruhe, im November 2024

Matthias Mende, Bernd Hentschel

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

Frühere Ausgaben

Kein Vorgängerdokument

DWA-Klimakennung

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

KA1 = Das Merkblatt hat indirekten Bezug zur Klimaanpassung

KS1 = Das Merkblatt hat indirekten Bezug zu Klimaschutzparametern

Einzelheiten zur Ableitung der Bewertungskriterien sind im „Leitfaden zur Einführung der Klimakennung im DWA-Regelwerk“ erläutert, der online unter www.dwa.info/klimakennung verfügbar ist.

VORSCHAU

Verfasserinnen und Verfasser

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

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)
OPATKA, 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)

Als Gäste haben mitgewirkt:

ANLAUF, Andreas	Dr. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Referat Ökologische Grundsatzfragen, 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)

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, Erftstadt (stellv. Obfrau)
BASELT, Ivo	Dr.-Ing., Universität der Bundeswehr München, Institut für Wasserwesen, 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 Bauingenieurwesen, 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 Wasserwirtschaft, Kassel
WIEPRECHT, Silke	Prof. Dr.-Ing., Universität Stuttgart, Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung, Stuttgart

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

BREUER, Lutz	M. Sc., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft
--------------	--

Inhalt

Vorwort	3
Verfasserinnen und Verfasser	5
Bilderverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis	12
Hinweis für die Benutzung	13
Einleitung	13
1 Anwendungsbereich	15
2 Begriffe	15
2.1 Definitionen	15
2.1.1 Buhne	15
2.1.2 Bühnenbegriffe	16
2.1.3 Abgrenzung Buhne	17
2.1.4 Überströmbarkeit von Bühnen	17
2.1.5 Inklinationswinkel	18
2.1.6 Klassische Mittelwasserbuhne	19
2.1.7 Lenkbuhne – permanent überströmte Buhne	19
2.2 Abkürzungen und Formelzeichen	19
3 Wirkungsweisen	21
3.1 Allgemeines	21
3.2 Hydraulik	21
3.2.1 Vorbemerkungen	21
3.2.2 Nicht überströmte Buhne	22
3.2.3 Schwach überströmte Buhne	24
3.2.4 Stark überströmte Buhne	25
3.2.5 Durchströmte Buhne	27
3.3 Geschiebe und Morphodynamik	29
3.4 Schwemmgut und Vegetation	30
4 Zielsetzungen von Bühnenbauwerken	31
4.1 Allgemeines	31
4.2 Uferschutz und Schutz von Infrastruktur	31
4.3 Geschieberegulierung und Sohlenstabilisierung	32
5 Bühnensystematik	35
5.1 Bühnengeometrie	35
5.1.1 Situation	35
5.1.2 Längs- und Querprofil	36
5.2 Bühnenanordnung	37
5.3 Durchlässigkeit für den Abfluss	40

6	Dimensionierungshinweise	42
6.1	Allgemeines	42
6.2	Klassische Mittelwasserbuhne	42
6.2.1	Quer- und Längenprofilgestaltung	42
6.2.2	Länge und Abstand	43
6.2.3	Anordnung in Kurven	43
6.2.4	Inklinationswinkel	44
6.3	Lenkbuhne	45
6.3.1	Quer- und Längenprofilgestaltung	45
6.3.2	Länge und Abstand	46
6.3.3	Anordnung in Kurven	47
6.3.4	Inklinationswinkel	47
7	Beeinflussung der Ökologie und des Landschaftsbilds	48
7.1	Allgemeines	48
7.2	Ökologische Grundlagen von Fließgewässerlebensräumen	48
7.3	Aquatischer Lebensraum	50
7.3.1	Vorbemerkungen	50
7.3.2	Räumliche Verteilung der Mesohabitate	51
7.3.3	Zeitliche Entwicklung	53
7.3.4	Ökologische Aufwertung durch einzelne Buhnen	53
7.3.5	Ökologische Aufwertung durch Buhnengruppen	54
7.4	Wasserwechselzone	57
7.5	Landschaftsbild	59
8	Buhnenbau	60
8.1	Baustoffe	60
8.2	Buhnenaufbau	61
8.3	Gefährdungs- und Schadensbilder	64
8.4	Tipps und Tricks zum Buhnenbau	64
9	Monitoring und Unterhaltung	66
Anhang A	Buhnentypenblätter	69
A.1	Klassische Blocksteinbuhne	70
A.2	Blockstein-Lenkbuhne	72
A.3	Kies-Lenkbuhne / Kies-Geröll-Lenkbuhne	74
A.4	Begrünte Blockwurfbuhne	76
A.5	Dreiecksbuhne	78
A.6	Baumwipfelbuhne / Baumstammbuhne	80
A.7	Einzelstammbuhne	82
A.8	Faschinenbuhne	84
A.9	Pfahlbuhne	86
A.10	Geschwemmselbänger	88
A.11	Wurzelstammbuhne	90
A.12	Inselbuhne	92
	Quellen und Literaturhinweise	94

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Beispiele für buhnenähnliche Strukturen in naturnahen Fließgewässern: natürlicher Felsriegel in der Argen/Baden-Württemberg, umgestürzter Baum in der Galteren/Kt. Freiburg	13
Bild 2:	Links: Kleine Blocksteinbuhnen und eine Wurzelstammbuhne zur Erhöhung der Strömungs- und Strukturvielfalt im Uferbereich der Emme/Kt. Solothurn	15
Bild 3:	Links: Baumbuhne mit gebündeltem Astmaterial und Schrägverpflockung als Strukturmaßnahme in der Wiese/Baden-Württemberg kurz nach Fertigstellung...	16
Bild 4:	Schema zu Definitionen im Lageplan	16
Bild 5:	Schema zu Definitionen im Längsschnitt einer Buhne	17
Bild 6:	Abgrenzungen zur Buhnendefinition gemäß diesem Merkblatt direkt nach dem Bau	17
Bild 7:	Schematische Darstellung der Strömungsverhältnisse an Buhnen in Abhängigkeit vom Maß der Überströmung	18
Bild 8:	Links: umströmte Buhnen; Mitte: schwach überströmte Buhne; rechts: stark überströmte Buhnen	18
Bild 9:	Definitionen zur Inklinatation von Buhnen in Abhängigkeit vom Inkinationswinkel α	19
Bild 10:	Baumwipfelbuhne in der Töss/Kt. Zürich mit Substratsortierung im Buhnumfeld	21
Bild 11:	Umströmte Regelbuhnen in der Elbe. Am Innenufer mit Verlandungen, am Außenufer teilweise ausgeräumt	22
Bild 12:	Umströmte Blocksteinbuhnen mit leicht unterschiedlichen Längen zum Schutz eines Außenufers in der Thur/Kt. Zürich	22
Bild 13:	Strömungsverhältnisse bei umströmten Buhnen in Abhängigkeit von Buhnenlänge und -abstand	23
Bild 14:	Grundriss und Schnitte und Foto einer schwach überströmten Buhne	24
Bild 15:	Beginnende Laufverlagerung nach Rückbau der Uferbefestigung und Strömungslenkung auf das rechte Ufer mittels einer Buhne	25
Bild 16:	Geschwindigkeitsverteilung im Querschnitt ohne Buhnen und mit einer inklinanten stark überströmten Buhne	25
Bild 17:	Grundriss und Schnitt einer stark überströmten Buhne	26
Bild 18:	Links: Lenkbuhnen in der Taverna/Kt. Freiburg zum Schutz eines Prallufers; rechts: stark überströmte Lenkbuhnen an einem Prallufer in der Aare/Kt. Bern ...	26
Bild 19:	Schematische Darstellung der Sekundärströmungen in einer Flusskrümmung mit inklinanten Lenkbuhnen	27
Bild 20:	Kerbbuhne an der Oder bei Reitwein (Od-km 604)	28
Bild 21:	Deklinante Faschinenbuhnen in der Schüss/Kt. Bern	28
Bild 22:	Pfahlbuhnen als Treibsel und Totholzsammler	28
Bild 23:	Inklinante Lenkbuhnengruppe in der Taverna/Kt. Freiburg ($Q \approx MQ$)	29
Bild 24:	Ufererosion nahe der Buhnenwurzel an einer deklinanten Blocksteinbuhne in der Thur/Kt. Thurgau	30
Bild 25:	Die Gegenüberstellung eines Längsverbaus mit einem Querverbau aus Blocksteinbuhnen zeigt bei den Buhnen eine ausgeprägtere Strömungs- und Strukturvielfalt und Wasser-Land-Vernetzung	30
Bild 26:	Lenkbuhnen zum Schutz eines Prallufers der Mürz/Steiermark mit uferparallel verlaufender Bundesstraße	31

Bild 27:	Beschädigte Sohlenschwelle der Kempt/Kt. Zürich (links); Serie wechselseitig angeordneter Lenkbuhnen als Ersatz rückgebauter Schwellen zwei Wochen nach Fertigstellung (rechts; $Q \approx MQ$)	32
Bild 28:	Links: Strömungstrichter aus Lenkbuhnen mit sohlenlagenstabilisierender Wirkung in der Taverna/Kt. Freiburg.....	33
Bild 29:	Regelbuhnen an der unteren Mittelbe bei Dömitz, markiert sind nicht verlandete Buhnenfelder infolge des Deichverlaufs; Lenkbuhnen im Unterwasser des Müzrkraftwerks Hönigthal/Steiermark zur Verhinderung von Auflandungen	33
Bild 30:	Auflandungen unterstrom einer Brücke der Kempt/Kt. Zürich (links; $Q \approx MQ$); Strömungstrichter im Bereich der ehemaligen Auflandungen (rechts; $Q \approx MNQ$)	33
Bild 31:	Kander/Baden-Württemberg im Ausgangszustand mit starker Sohlenuflandung; nach der Sohlenräumung eingebaute Buhnen zur Vermeidung einer Sohlenlagenerhöhung aus Hochwasserschutzgründen.....	34
Bild 32:	Einsatz von Buhnen zur Verringerung des Geschiebeeintrags in Seitenentnahmen an geraden Fließstrecken.....	34
Bild 33:	Lenkbuhne in der Müzr/Steiermark als Beispiel für eine Linienbuhne; kürzlich fertiggestellte klassische Blocksteinbuhne in der Aare/Kt. Solothurn als Beispiel für eine Flächenbuhne	35
Bild 34:	Symmetrisch an beiden Ufern angeordnete inklinante Lenkbuhnen zur Induzierung eines Niedrigwassergerinnes und zur Erhöhung der Strömungsvielfalt	39
Bild 35:	Gruppe von Flächenbuhnen aus Blocksteinen zum Uferschutz mit in Fließrichtung zunehmender Länge	39
Bild 36:	Kürzlich fertiggestellte Kies- und Geröllbuhne (Este/Niedersachsen, $Q \approx MQ$)	41
Bild 37:	Unterströmte Baumbuhne mit zurückgehaltenem Schwemmholtz (Scherlibach/Kt. Bern, $Q \approx MQ$)	41
Bild 38:	Pfahlbuhne mit zurückgehaltenem Schwemmholtz (Lorze/Kt. Zug, $Q \approx MQ$)	41
Bild 39:	Anordnung einer Buhnengruppe zum Uferschutz	44
Bild 40:	Grundwalze entlang einer inklinant angeordneten Grundschwelle	45
Bild 41:	Längsschnitt und Querschnitt einer Lenkbuhne an einem großen Fließgewässer ...	46
Bild 42:	Inklinanter, nach dem „Drittelprinzip“ geplanter Strömungstrichter	46
Bild 43:	Ausführungsbeispiel einer Lenkbuhnengruppe (hier als „Sohlgrundbuhnen“ bezeichnet) zum Schutz eines Prallufers mit uferparallel verlaufender Bundesstraße an der Salza/Steiermark.....	47
Bild 44:	Grafische Herleitung des Inklinationswinkels bei Lenkbuhnen	47
Bild 45:	Entwicklung unterschiedlicher Mesohabitate im Bereich einer älteren Buhne.....	51
Bild 46:	Vergleichbare Strömungsmuster im Bereich einer natürlichen Struktur und im Bereich einer Pfahlbuhne	52
Bild 47:	Links: Großräumig monotone Flusstrecke. Rechts: Großräumig vielfältig strukturierter Flusslauf	52
Bild 48:	Fischgruppe im Hinterwasser einer Blocksteinbuhne in der Nidda/Hessen.....	53
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	55

Bild 50:	Wirkung von Bühnenanordnungen in einem kanalisierten Gerinne. a) Kanal ohne Bühnen; b) Kanal mit symmetrisch, gegenüberliegend angeordneten Bühnen; c) Kanal mit unterschiedlich langen, gegenüberliegend angeordneten Bühnen in unterschiedlichen Abständen; d) Ehemals kanalisiertes Gerinne mit wenigen langen, eventuell wechselseitig angeordneten Bühnen in unterschiedlichen Abständen	56
Bild 51:	Kurze Bühnen entfalten nur entlang der Uferlinie eine Wirkung; Emme/Kt. Solothurn.....	56
Bild 52:	In unterschiedlichen Abständen wechselseitig angeordnete Bühnen können ein Gewässer naturnah strukturieren; Wigger/Kt. Aargau	57
Bild 53:	Wenige lange Bühnen können nach Uferentfesselung zu einer Laufverlagerung führen; Nidda/Hessen	57
Bild 54:	Uferlinie vor und nach dem Einbau kleiner Steinbühnen; Emme/Kt. Solothurn	58
Bild 55:	Ausbildung eines Steilufers durch Querschnittseinengung mittels einer Bühne.....	58
Bild 56:	Überströmte Bühnen können durch das hervorgerufene Strömungsbild eine optische Aufwertung bewirken; Nidda/Hessen	59
Bild 57:	Auf teilüberströmten Bühnen kann Vegetation aufkommen.....	60
Bild 58:	Gebrochenes Material, Schroppen; gebrochene („formwilde“), annähernd quaderförmige Blocksteine	61
Bild 59:	Bauzustand einer Mantelbühne mit einem Bühnenkörper aus Feinmaterial, die ohne Filterschicht erstellt wurde	62
Bild 60:	Aufbau einer Vollkernbühne.....	62
Bild 61:	Steinlöffel mit „Daumen“	63
Bild 62:	Blocksteinbühne mit ingenieurbologisch gestalteter Uferereinbindung kurz nach der Fertigstellung.....	63
Bild 63:	Einfaches Modell einer V-Schwelle aus Knetgummi, Kieseln und Holzstäben; Bau einer Lenkbühne mit Wasserhaltung	65
Bild 64:	Lenkbühnenbau unter Verwendung von Visierpfählen	66
Bild 65:	Optimierung der Form einer Kies-Lenkbühne durch einfaches Zurechthaken	68
Bild 66:	Im Rahmen der Gehölzpflege eingehackte Erlen bilden wertvolle Uferstrukturen und schützen zusätzlich das Ufer	68
Bild A.1:	An der Thur/Kt. Zürich realisierte klassische Blocksteinbühne im Grundriss und Längsschnitt	71
Bild A.2:	Links: Klassische Blocksteinbühne mit noch nicht eingeschütteter Bühnenwurzel in der Restwasserstrecke der Aare/Kt. Solothurn; rechts: Klassische Blocksteinbühnen zum naturnahen Uferschutz in der Thur/Kt. Zürich	71
Bild A.3:	Links: Draufsicht – Höhen- und Lageangaben beziehen sich bei Lenkbühnen auf die Bühnehinterkante; sie muss eine Linie bilden, um eine gute Wirkung zu erzielen; rechts: Schnitt in Fließrichtung – 1) Lenkbühnensteine sind gegen Fließrichtung leicht ansteigend ca. 10 cm) einzubauen, bei Bedarf notwendige Kolkschutzsteine abfallend, um fischökologisch wertvolle Kolkbildung zu erlauben	73
Bild A.4:	Links: Bei Wasserhaltung gebaute inklinante Lenkbühne zur Sohlenstrukturierung mit vier Kolkschutzsteinen und Uferanbindung an vorhandenen Blocksatz kurz vor der Flutung; rechts: Inklinante Lenkbühne zum Uferschutz und zur Gerinnestrukturierung bei Mittelwasserabfluss	73
Bild A.5:	Links: Uferanbindung einer Lenkbühne bei weichem Ufer, ergänzt mit Weidenbuschlagen; rechts: inklinante Lenkbühne mit „Haken“ am Kopf zur Erzeugung eines gewässermittigen Kolks und zum Uferschutz	73
Bild A.6:	Links: Ausgangssituation; rechts: Kies-Lenkbühne im Querprofil.....	75

Bild A.7:	Kies-Lenkbuhne in der Draufsicht	75
Bild A.8:	Links: Ausgangssituation an der Este/Samtgemeinde Hollenstedt, Niedersachsen; rechts: mit Lenkbuhnen restaurierter Abschnitt der Este bei einem mittleren Abfluss	75
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
Bild A.10:	Längsschnitt und Draufsicht	77
Bild A.11:	Links: Auf die Verfüllung der Buhne aufgelegte Weidenzweige der Buschlage; rechts: Erstellen der Uferanbindung mit später eingeschütteter uferparalleler Buschlage.....	77
Bild A.12:	Links: Fertiggestellte begrünte Blockwurfbuhne. Die Verfüllung wurde mit Wasserbausteinen und wenig wuchsfähigem Aushubmaterial abgedeckt; rechts: Begrünte Blockwurfbuhne in der ersten Vegetationsperiode	77
Bild A.13:	Links: Mehrlagige Dreieck-Stammbuhne in räumlicher Darstellung; rechts: Draufsicht	79
Bild A.14:	Links: Draufsicht einer Dreieck-Kastenbuhne; rechts: Längsschnitt	79
Bild A.15:	Links: Einlagige Dreieck-Stammbuhne; rechts: mit Wurzelstöcken gefüllte Dreieck-Kastenbuhnen zur naturnahen Ufersicherung	79
Bild A.16:	Draufsicht und Querschnitt von Baumwipfelbuhnen an der Töss/Kt. Zürich	81
Bild A.17:	Links: Einlegen der Fichtenwipfel zwischen die vorgerammten Pfähle; rechts: fertiggestellte Buhne in der Töss bei Winterthur/Kt. Zürich	81
Bild A.18a:	Links: Baumwipfelbuhnen in der Töss bei einem kleineren Hochwasser; rechts: weitgehend zerfallene Baumwipfelbuhnen in der Töss ca. 25 Jahre nach Einbau	81
Bild A.18b:	Bau einer Baumstammbuhne mit unterlegten Astpaketen; Strömungsvielfalt im Umfeld einer Baumstammbuhne Verbesserung der Gewässerstruktur durch Buhnen aus Holz, Land Brandenburg, Landesamt für Umwelt.....	81
Bild A.19:	Links: Uferanbindung und Verankerung an mit Stahlseilen verankerten Blocksteinen; rechts: Befestigung des Buhnenkopfs an einem in die Sohle eingegrabenen Blockstein mit Ankerstab	83
Bild A.20:	Links: Uferanbindung der Einzelstammbuhne im Bauzustand: Verankerung mit Drahtseil an Blocksteine; rechts: Wurzelstamm mit daran befestigtem Blockstein vor dem Einbau.....	83
Bild A.21:	Mit Drahtseil an vorhandenem Wurzelstrunk und mit Ankerstein am Buhnenkopf befestigte unterströmte Einzelstammbuhne im Scherlibach, Gemeinde Köniz/Kt. Bern; rechts: Kombination aus einer Einzelstammbuhne mit weiteren Totholzelementen im Scherlibach	83
Bild A.22:	Systemskizze einer Faschinenbuhne (Längsschnitt).....	85
Bild A.23:	Am Innenufer angeordnete Faschinenbuhnen im Furtbach bei Buchs/Kt. Zürich ..	85
Bild A.24:	Zwischen den Ästen der Faschine verfangen sich Pflanzenreste und bilden die Nahrungsgrundlage für Wasserlebewesen.....	85
Bild A.25:	Systemskizze (Längsschnitt) einer Pfahlbuhne in der Wiese/Stadt Lörrach, Baden-Württemberg.....	87
Bild A.26:	Pfahleinbau mit Greifer und Vibroramme in der Reppisch bei Birmensdorf/Kt. Zürich	87
Bild A.27:	Links: Totholz zurückhaltende Pfahlbuhne in der Wiese in Lörrach, Baden-Württemberg bei Mittelwasserabfluss; rechts: Pfahlbuhnen als Treibsel- und Totholzsammler in der Neiße, Sachsen.....	87

Bild A.28: Links: Natürlich entstandenes Nahrungsdepot aus Ästen mit zurückgehaltenem Laub; rechts: Die Pfähle werden positioniert und anschließend auf Höhe gerammt	89
Bild A.29: Links: Kürzlich fertiggestellte Geschwemmselbänger; rechts: Der „Spiegel“ ist gebrochen	89
Bild A.30: Geschwemmselbänger mit zurückgehaltenen Schwimmstoffen und Geschiebe	89
Bild A.31: Systemskizze einer Wurzelstammbuhne in der Draufsicht und im Längsschnitt ...	91
Bild A.32: Links: Einbau des Wurzelstamms in die ausgehobene Mulde; rechts: fertiggestellte Wurzelstammbuhne am Furtbach bei Otelfingen/Kt. Zürich.....	91
Bild A.33: Links: Strukturierung mit Wurzelstammbuhnen und Kiesschüttungen im Stegbach/Kt. Solothurn; rechts: Wurzelstammbuhne im Stegbach mit ausgeprägtem Kolk	91
Bild A.34: Prinzipskizze einer Inselbuhne, bei der Teile des alten Ufers als Insel belassen wurden.....	93
Bild A.35: Strömungs- und Strukturvielfalt im Umfeld einer Inselbuhne in der Nidda/Hessen.....	93
Bild A.36: Links: kürzlich erstellte, noch nicht bewachsene Inselbuhne mit überströmtem Uferbereich bei einem erhöhten Abfluss; rechts: Inselbuhne ca. 2 Jahre nach Fertigstellung mit großflächigem, bereits mit Gehölzen bewachsenem Insel- und Buhnenbereich.....	93

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Im Merkblatt verwendete Kurzzeichen.....	19
Tabelle 2: Buhnengeometrien im Lageplan	35
Tabelle 3: Buhnengeometrien im Längsprofil.....	36
Tabelle 4: Buhnengeometrie im Querprofil.....	37
Tabelle 5: Buhnenanordnungen im Lageplan	37
Tabelle 6: Durchströmung von Buhnen	40
Tabelle 7: Typische Mesohabitate in Fließgewässern, die auch im Wirkungsbereich von Buhnen vorkommen können	49
Tabelle 8: Auslösen spezifischer Strukturen mittels Einzelbuhnen (kleinräumig, d. h. im Nahbereich einer Buhne).....	54
Tabelle 9: Auslösen spezifischer Strukturen mittels Buhnengruppen (großräumig, d. h. über einer Abfolge von Buhnen hinweg).....	55

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.

Einleitung

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

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



Bild 1: Beispiele für buhnenähnliche Strukturen in naturnahen Fließgewässern: natürlicher Felsriegel in der Argen/Baden-Württemberg (links), umgestürzter Baum in der Galter/Kt. Freiburg (rechts) (Fotos: M. MENDE) (Die Darstellung der Fließrichtung erfolgt im gesamten Merkblatt durch Pfeile)

Es gibt vielfältige Entwicklungen und Erfahrungen, die bisher jedoch nur in Ansätzen systematisch zusammengestellt wurden. Im Rahmen des vorliegenden Merkblatts werden die wesentlichen

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, Raubäumen, Faschinen, Holzpfählen 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 sollten 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: 978-3-96862-786-1 (Print)
978-3-96862-787-8 (E-Book)

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA)

Theodor-Heuss-Allee 17 · 53773 Hennef

Telefon: +49 2242 872-333 · Fax: +49 2242 872-100

info@dwa.de · www.dwa.de