

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: Tothholz 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, 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 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