

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Fleischer, Petra; Gesing, Carolin; Stelzer, Oliver

Planung und Dimensionierung von umweltfreundlichen Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/108914>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Fleischer, Petra; Gesing, Carolin; Stelzer, Oliver (2022): Planung und Dimensionierung von umweltfreundlichen Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Nachhaltigkeit im Wasserbau - Umwelt, Transport, Energie. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 68. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 79-89.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Planung und Dimensionierung von umweltfreundlichen Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen

Petra Fleischer
Carolin Gesing
Oliver Stelzer

Zur Verbesserung des ökologischen Zustandes an Binnenwasserstraßen sollen zukünftig mehr naturnahe Ufersicherungen als Ersatz für die bisherigen Steinschüttungen angewendet werden. Wie diese Ufersicherungen unter Verwendung von Pflanzen für einen konkreten Uferabschnitt geplant und bemessen werden können, zeigt der folgende Beitrag.

Stichworte: Technisch-biologische Ufersicherung, Binnenwasserstraßen, Dimensionierung

1 Veranlassung

Zur Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) sowie der Vorgaben des Wasserhaushaltsgesetzes und des Bundeswasserstraßengesetzes ist eine naturnähere Gestaltung von Binnenwasserstraßen geboten, um wieder mehr Lebensräume für Pflanzen und Tiere zu schaffen und die Strukturvielfalt zu erhöhen. Dabei geht es auch um die Wasserstraßenufer, die überwiegend mit Schüttsteindeckwerken gesichert sind. Die beste ökologische Aufwertung ist in der Regel mit einem ersatzlosen Rückbau der technischen Ufersicherungen und dem Ermöglichen einer natürlichen Sukzession zu erreichen. Das ist jedoch nur dort umsetzbar, wo eine dynamische Eigenentwicklung der Ufer zugelassen werden kann. In den Bereichen, in denen auf einen Uferschutz nicht verzichtet werden kann, sollen die Deckwerke, wenn die Randbedingungen es erlauben, durch umweltfreundlichere Bauweisen unter Verwendung von Pflanzen, sogenannte

technisch-biologische Ufersicherungen (TBU), ersetzt werden. Das Ziel ist sowohl eine ökologische Aufwertung des Ufers als auch ein ausreichender Uferschutz. Das bedeutet, dass bei der Planung von Ufersicherungen zukünftig andere Zielrichtungen und zusätzliche Randbedingungen berücksichtigt werden müssen. Das Vorgehen bei der Planung von naturnäheren Ufersicherungen und deren technische Bemessung werden im Folgenden vorgestellt.

2 Umweltfreundliche Ufersicherungen an Wasserstraßen

2.1 Hydraulische Uferbelastungen

Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen müssen hydraulischen Belastungen aus Schifffahrt und natürlicher Strömung standhalten. Die Fahrt eines Schiffs löst Wellen, Strömungen und einen Wasserspiegelabsenk aus. Während Strömungen und Wellen eine Erosion an der Uferböschung bewirken können, ist bei einem schnellen Wasserspiegelabsenk ein Böschungsabgleiten bzw. hydrodynamische Bodenverlagerung möglich.

Die schiffsinduzierten Belastungen werden umso größer, je größer die Schiffsgeschwindigkeit, je geringer der Uferabstand und je kleiner das Querschnittsverhältnis (Quotient aus Wasserstraßenquerschnitt und eingetauchtem Schiffsquerschnitt) sind. Die Berechnung der schiffsinduzierten Belastungen kann nach den „Grundlagen zur Bemessung von Böschungs- und Sohlensicherungen an Binnenwasserstraßen (GGB)“ der *BAW (2011)* vorgenommen werden. Die Belastungen aus natürlicher Strömung werden in der Regel mithilfe hydronumerischer Modelle bestimmt. In beiden Fällen ist es notwendig, die Einwirkungen für verschiedene Wasserstände zu ermitteln. Bei der Bemessung von Ufersicherungen mit Pflanzen, die z. B. an Flüssen oberhalb Mittelwasser angeordnet sind, können dies der Mittelwasserstand (MW), der höchste Schifffahrtswasserstand (HSW) und ein Bemessungshochwasser (BHW) sein.

Bei technisch-biologischen Maßnahmen ist zusätzlich zu den genannten Einwirkungen der Einfluss der Wasserspiegelschwankungen auf die Entwicklung und Vitalität der Pflanzen zu berücksichtigen (*DWA 2016*). Lange Überstau- und Trockenperioden können hier ebenso wie die destabilisierende Wirkung des Auftriebs Schäden an den eingesetzten Pflanzen inklusive ihrer Wurzeln hervorrufen.

2.2 Uferschutz mit technisch-biologischen Ufersicherungen (TBU)

Die bisher üblichen Schüttsteindeckwerke, bestehend aus losen Wasserbausteinen und einem Korn- oder Geotextilfilter, schützen das Ufer durch ausreichend bemessene Flächengewichte und Einzelsteingrößen. Bei TBU wird der Uferschutz entweder durch rein ingenieurbio-logische Bauweisen unter Verwendung von Pflanzen oder durch eine Kombination aus ingenieurbio-logischen und dauerhaft wirkenden technischen Komponenten gewährleistet. Bei ingenieurbio-logischen Bauweisen wird das Ufer langfristig nur durch die Pflanzen gesichert. Bestandteil dieser Bauweisen können auch unbelebte Bauhilfsstoffe, wie Befestigungen oder biologisch abbaubare Geotextilien, sein. Diese sind nur in der Anfangsphase notwendig, bis die für den Uferschutz erforderlichen Wurzeln und oberirdischen Pflanzenteile ausreichend ausgebildet sind. Die rein pflanzlichen Ufersicherungen besitzen in der Regel kein signifikantes Flächengewicht. Beispiele sind Weidenspreitlagen und vorkultivierte Pflanzmatten. Bei Ufersicherungen aus ingenieurbio-logischen und technischen Bestandteilen tragen letztere dauerhaft zusätzlich, z. B. durch ihr Flächengewicht, zum Uferschutz bei und werden auch bei der Dimensionierung berücksichtigt. Beispiele sind begrünte Kammerdeckwerke und begrünte Steinschüttungen. Aufbau und Eigenschaften der genannten Ufersicherungen zeigen die von der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) und der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) erstellten Kennblätter (BAW et al. 2018).

Ziel ist es, mit den TBU so viel Ökologie wie möglich und gleichzeitig so viel Uferschutz wie nötig zu erreichen (Abbildung 1), d. h. die jeweils optimale Bauweise unter den gegebenen Randbedingungen und konkreten Anforderungen zu finden.



Abbildung 1: Technisch-biologische Ufersicherungen (TBU) im Spannungsfeld von Uferschutz und Ökologie

Die Ufersicherungen müssen bei Erfordernis die Standsicherheit der Böschung gegenüber Abgleiten und hydrodynamischer Bodenverlagerung und die Sicherheit gegenüber Oberflächenerosion gewährleisten. Außerdem sind sie so zu gestalten, dass die Filterstabilität im Uferbereich gegeben ist.

2.3 Bemessungsgrundlagen

Während es für die Bemessung von technischen Schüttsteindeckwerken ein seit vielen Jahren bewährtes technisches Regelwerk (z. B. *BAW (2011)*) und jahrzehntelange praktische Erfahrungen gibt, fehlten solche Grundlagen für alternative Ufersicherungsmaßnahmen mit Pflanzen bislang.

Seit einigen Jahren untersucht daher die BAW gemeinsam mit der BfG die Anwendbarkeit, Belastbarkeit und ökologische Wirksamkeit von technisch-biologischen Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen (<https://ufersicherung-baw-bfg.baw.de/binnenbereich/de>). Neben Labor- und Modelluntersuchungen, z.B. von *Eisenmann (2015)* zur bodenstabilisierenden Wirkung von Pflanzenwurzeln, wird seit 2011 ein Naturversuch am Rhein durchgeführt. Hierbei konnte bereits eine generelle Anwendbarkeit von technisch-biologischen Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen ebenso nachgewiesen werden wie eine erhöhte ökologische Wirksamkeit im Vergleich zu einem Schüttsteindeckwerk.

Aus dieser Forschungsarbeit entstanden verschiedene Arbeitshilfen und die Erkenntnisse flossen in ein erstes Bemessungskonzept für die Ingenieur-

praxis ein, dass sowohl technische Grundlagen als auch Erfahrungen aus Fließgewässern ohne Schifffahrt (*DWA 2016*) berücksichtigt. Das Bemessungskonzept wurde in die bestehende Software GBBSOft+ integriert, die basierend auf dem GBB (*BAW 2011*) seit 2008 von der BAW zur Bemessung von technischen Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen entwickelt und verwendet wird. Mit GBBSOft+ ist neben der Dimensionierung von Schüttsteindeckwerken auch eine Bemessung von technisch-biologischen Ufersicherungsmaßnahmen möglich.

Das Bemessungskonzept und die theoretischen Grundlagen sind ausführlich in *Fleischer et al. (2021)* dargestellt. Die wichtigsten Planungsschritte sind zudem in grafischen Übersichten auf dem Internetportal der BAW und BfG abrufbar (<https://ufersicherung-baw-bfg.baw.de/binnenbereich/de/arbeitshilfen/planungsgrundlagen>).

3 Vorgehen bei der Planung einer konkreten Ufersicherung

Für die Planung einer technisch-biologischen Ufersicherung sind verschiedene Schritte erforderlich (Abbildung 2), die im Einzelnen näher erläutert werden.

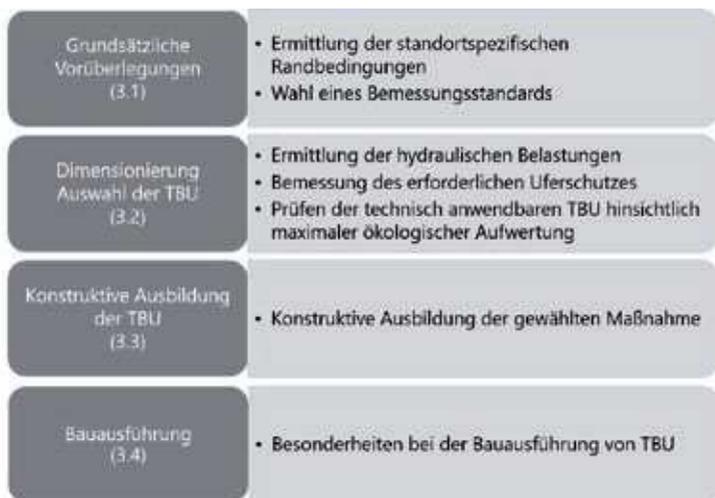


Abbildung 2: Übersicht der einzelnen Planungsschritte

3.1 Grundsätzliche Vorüberlegungen

Wenn im Rahmen von Unterhaltung, Ausbau oder Sanierung eine neue Ufersicherung als Alternative zum Schüttsteindeckwerk geplant wird, sollte zunächst geprüft werden, ob und in welchem Umfang eine Ufersicherung erforderlich ist. Hierfür sind die vorhandenen Randbedingungen zu ermitteln (z. B. Wasserstraßentyp, Querprofilgeometrie, Böschungsneigung, Baugrund, Schiffe, schiffsinduzierte und natürliche Uferbelastungen, maßgebende Wasserstände, Geländeverfügbarkeit). Unter den gegebenen Randbedingungen ist das Ziel, mit der Ufergestaltung eine maximal mögliche ökologische Aufwertung und die notwendige Uferstabilität zu realisieren. Dazu sind folgende Vorüberlegungen erforderlich:

A. Anforderungen an die Uferstabilität

Der Uferabschnitt ist hinsichtlich des Gefährdungspotenzials zu bewerten. Auf dieser Grundlage wird ein Bemessungsstandard für die Dimensionierung der Ufersicherung gewählt (*Fleischer et al. 2021*). Dabei ist zu prüfen, ob unmittelbar an das Ufer eine Bebauung, Verkehrswege, Deiche oder ähnliche sicherheitsrelevante Anlagen anschließen, ob das angrenzende Gelände im Eigentum der WSV ist und ob sich erodiertes Ufermaterial in der Fahrrinne ablagern und so die Schifffahrt unzulässig behindern kann. Ist das Gefährdungspotenzial groß, ist die Uferstabilität vollumfänglich zu gewährleisten (Bemessungsstandard 3). Ist das Gefährdungspotenzial dagegen gering, können ggf. Uferinstabilitäten und Erosion temporär oder auch dauerhaft in bestimmtem Umfang zugelassen werden. Es ist z. B. auch möglich, eine Entwicklungsgrenze für das Ufer festzulegen, ab der eine Uferbefestigung erforderlich wird. In den Fällen kann zwischen Bemessungsstandard 1 oder 2 gewählt und die schiffsinduzierte Belastung bei der Bemessung entsprechend abgemindert berücksichtigt werden. Besteht kein Gefährdungspotenzial, so dass eine unbegrenzte Ufererosion zulässig ist, kann auf eine Ufersicherung verzichtet werden (Bemessungsstandard 0).

B. Maßnahmen zur Reduzierung der hydraulischen Uferbelastungen

Je größer die hydraulischen Uferwirkungen sind, desto stärkere Schutzmaßnahmen sind erforderlich, um das Ufer im erforderlichen Umfang zu schützen. Es ist daher sinnvoll, vorab zu prüfen, ob konstruktive Maßnahmen dem Ufer vorgelagert werden können; um in deren Schutz mehr Ökologie zu ermöglichen. Das können z. B. ein Steinwall, eine Pfahlreihe, eine

Gabionenwand oder auch eine Spundwand sein. Diese können die Belastungen am eigentlichen Ufer reduzieren und gleichzeitig durch Bildung einer geschützten Wasserzone zur ökologischen Aufwertung beitragen. Da sie Platz in der Wasserstraße benötigen, sind sie nicht überall umsetzbar.

Um temporär besonders in der kritischen Anfangsphase der pflanzlichen Ufersicherungen nach deren Herstellung, wenn sich Wurzeln und Sprosse erst ausbilden müssen, die Uferbelastungen zu reduzieren, kann z. B. eine zeitweise Verlegung der Fahrrinne oder eine Begrenzung der Schiffsgeschwindigkeit sinnvoll sein.

C. Möglichkeiten einer Uferabflachung

Die Böschungsneigung hat großen Einfluss auf die Uferstandsicherheit. Aus diesem Grund sollte vorab geprüft werden, ob die Böschung abgeflacht werden kann. Damit erhöhen sich die Möglichkeiten, die Ufer rein pflanzlich zu sichern oder eventuell sogar auf einen Uferschutz zu verzichten.

D. Qualitative Vorauswahl möglicher Ufersicherungsmaßnahmen

Es ist sinnvoll, vorab zu schauen, ob bereits Erfahrungen mit TBU-Bauweisen unter ähnlichen Randbedingungen vorliegen. Eine Hilfestellung können Maßnahmensammlungen geben wie z. B. die WSV-Sammlung unter <https://ufersicherung-baw-bfg.baw.de/binnenbereich/de/massnahmen>. Aktuell wird durch die PIANC Working Group 128 eine Schrift erarbeitet, die eine Sammlung von Steckbriefen weltweit umgesetzter technisch-biologischer Ufersicherungsmaßnahmen beinhalten wird. Diese wurden qualitativ hinsichtlich der Randbedingungen und Anforderungen an die Uferschutzmaßnahmen bewertet. Für eine neu zu planende Ufersicherung kann nach einem vorgegebenen Verfahren geprüft werden, welche der ausgeführten Ufersicherungen am besten zu den vorliegenden Randbedingungen passen könnten, um eine erste Idee möglicher Maßnahmen zu bekommen (Söhngen et al. 2022). Nach dieser Vorauswahl ist in jedem Fall eine anschließende konkrete Bemessung der TBU erforderlich.

3.2 Dimensionierung und Auswahl der TBU

Die einzelnen Schritte der technischen Bemessung sind in Abbildung 3 in einer vereinfachten Übersicht dargestellt.

Auf Grundlage der vorliegenden Randbedingungen und des gewählten Bemessungsstandards (Kap. 3.1) werden die schiffsinduzierten Belastungen nach *BAW (2011)* berechnet und die Uferstandsicherheit geprüft. Zur Di-

mensionierung der TBU wird zunächst ein fiktives Schüttsteindeckwerk bemessen. Daraus geht hervor, ob eine TBU mit Flächengewicht erforderlich ist und wie groß dieses ggf. sein muss. Dies entscheidet, ob eine Ufersicherung mit entsprechenden technischen Bestandteilen notwendig ist oder rein pflanzliche Bauweisen anwendbar sind. Die stabilisierende Wirkung der Pflanzenwurzeln kann bei der Bemessung aufgrund andauernder Forschungen noch nicht berücksichtigt werden.

Mit den berechneten schiffsinduzierten und natürlichen Belastungsgrößen (Kap. 2.1) wird anhand der zulässigen Grenzwerte für Oberflächenerosion nach *DWA (2016)* für die verschiedenen TBU geprüft, welche im konkreten Fall anwendbar sind.

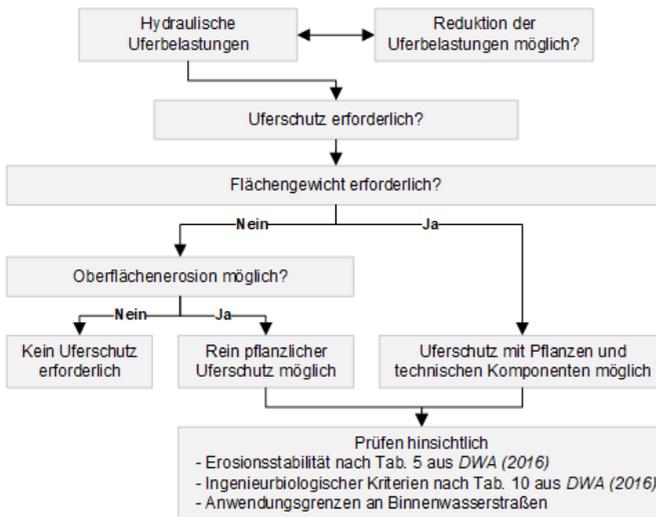


Abbildung 3: Technische Bemessungsschritte in der Übersicht

Zusätzlich wird *nach DWA (2016)* untersucht, welche Maßnahmen nach ingenieurbilogischen Kriterien zu empfehlen sind. Am Schluss müssen die aktuellen Anwendungsgrenzen nach *BAW et al. (2018)* und *BAW et al. (2020)* beachtet werden. Unter Berücksichtigung aller Kriterien ergeben sich die im konkreten Fall technisch anwendbaren TBU.

Im letzten Schritt wird die ökologische Wirksamkeit dieser Maßnahmen in Bezug auf die ökologische Zielstellung für den Uferbereich geprüft, um die

optimale TBU mit der maximalen ökologischen Wirksamkeit zur Anwendung auszuwählen.

3.3 Konstruktive Ausbildung der TBU

Am Schluss ist die ausgewählte Maßnahme konstruktiv auszubilden. Dabei geht es um die Auswahl der richtigen Pflanzen, die Gewährleistung des erforderlichen Flächengewichts und der Filterstabilität. Außerdem sollten Möglichkeiten einer zusätzlichen ökologischen Aufwertung, z. B. durch Befestigung von Totholz auf der Böschung ober- oder unterhalb Mittelwasser, geprüft werden.

3.4 Besonderheiten bei der Bauausführung

Nicht nur bei der Planung von TBU sondern auch bei der Bauausführung gibt es Besonderheiten im Vergleich zu einer technischen Ufersicherung, die beachtet werden müssen.

Sowohl die Gewinnung von Pflanzenmaterial (z. B. Weiden) als auch der Einbau der TBU sind nur in der Vegetationsruhezeit (etwa von Oktober bis März) möglich. Für die Vorkultivierung z. B. von Pflanzmatten muss mindestens eine Vegetationsperiode eingeplant werden. Die Herkunft der lebenden Baustoffe ist nachzuweisen.

Im Gegensatz zur technischen Ufersicherung, die gleich nach Einbau vollen Uferschutz bietet, müssen sich die für den Uferschutz erforderlichen Wurzeln und Sprosse der TBU erst entwickeln. Deshalb kann es sinnvoll sein, in der kritischen Anfangsphase eine temporäre Reduktion der Uferbelastungen (Kap. 3.1) zu veranlassen. In der Regel ist eine Fertigstellungspflege (z. B. Bewässern) erforderlich. Die sich anschließende Entwicklungspflege dient in den ersten Jahren der Maßnahme dazu, die geplante Zielvegetation zu entwickeln und den erforderlichen Uferschutz zu erreichen.

Weitere Hinweise zur Bauausführung verschiedener TBU geben die Maßnahmenkennblätter der BAW und BfG (*BAW et al. 2018*).

4 Zusammenfassung und Ausblick

Mit dem dargestellten Bemessungskonzept, umgesetzt in der Software GBBSoft+, steht für die Ingenieurpraxis erstmals ein gut handhabbares Verfahren zur Dimensionierung von technisch-biologischen Ufersicherun-

gen an Binnenwasserstraßen zur Verfügung. Zusammen mit den weiteren Planungshilfen sind damit gute Grundlagen für die Planung und Ausführung von naturnahen Ufersicherungen im Rahmen der ökologischen Umgestaltungen an Binnenwasserstraßen vorhanden.

Aktuell werden die TBU auch in die entsprechenden Standardleistungskataloge für Ausschreibungen aufgenommen. Außerdem wird ein BAW-Merkblatt zur Planung von TBU erarbeitet, das die Aspekte der technischen Dimensionierung, Ausschreibung, Bauausführung, Fertigstellungspflege und Unterhaltung beinhalten wird. Zur Nutzung von GBBSoft+ bietet die BAW regelmäßig Schulungen an.

Die Forschung zur Anwendung von TBU an Wasserstraßen und zur Implementierung der Wirksamkeit der Wurzeln in das Bemessungsverfahren werden weitergeführt, so dass das Verfahren zu gegebener Zeit angepasst und optimiert werden wird.

5 Literatur

- BAW (2011): BAWMerkblatt Grundlagen zur Bemessung von Böschungs- und Sohlensicherungen an Binnenwasserstraßen (GBB). Ausgabe 2010. Bundesanstalt für Wasserbau Karlsruhe. Online abrufbar unter https://izw.baw.de/publikationen/merkblaetter/0/BAWMerkblatt_Grundlagen_Bemessung_Binnenwasserstrassen_GBB_2010.pdf
- BAW, BfG (2018): Kennblätter zu verschiedenen technisch-biologischen Ufersicherungen. Online abrufbar unter: <https://ufersicherung-baw-bfg.baw.de/binnenbereich/de/arbeitshilfen/kennblaetter>
- BAW, BfG, WSA Oberrhein (2020): Versuchsstrecke mit technisch-biologischen Ufersicherungen, Rhein-km 440,6 bis km 441,6, rechtes Ufer – Abschlussbericht der Monitoringphase 2012 bis 2017. Online abrufbar unter: https://izw.baw.de/publikationen/alu/0/Abschlussbericht_Versuchsstrecke_Rhein_31-08-2020.pdf
- DWA (2016): Technisch-biologische Ufersicherungen an großen und schiffbaren Gewässern. Merkblatt M519. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. Hennef
- Eisenmann, J. (2015): Weidenspreitlagen an Binnenwasserstraßen, Untersuchungen zur geotechnischen Standsicherheit. Dissertation. Universität für Bodenkultur Wien
- Fleischer, P.; Gesing, C.; Stelzer, O. (2021): Technisch-biologische

Ufersicherungen – Bemessungskonzept für die Ingenieurpraxis an Binnenwasserstraßen. *geotechnik* 44, H. 3, S. 178–190
<https://doi.org/10.1002/gete.202000039>

Söhngen, B.; Behrendt, K.; Bogumil, H.; Folke, F. (2022): Best Practice Ansatz zur Auslegung ingenieurbioologischer Ufersicherungen für Binnenwasserstraßen nach PIANC WG 128 mit Beispiel im urbanen Umfeld der Spree. 45. Dresdner Wasserbaukolloquium 2022

Autoren:

Petra Fleischer

Carolin Gesing
Oliver Stelzer

Bundesanstalt für Wasserbau
Kußmaulstr. 17
76 187 Karlsruhe

Bundesanstalt für Wasserbau
Kußmaulstr. 17
76 187 Karlsruhe

Tel.: +49 721 9726-3570
E-Mail: petra.fleischer@baw.de

Tel.: +49 721 9726-3550
E-Mail: carolin.gesing@baw.de
oliver.stelzer@baw.de