



BAW Brief 02/2014



Standicherheit und Bemessung technisch-biologischer Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen – Wo stehen wir 2014?

1 Anlass

Um die Ufer der Binnenwasserstraßen sicher und dauerhaft vor Erosion und anderen negativen Auswirkungen der hydraulischen Belastungen aus Schifffahrt und ggf. Hochwasser zu schützen, werden diese überwiegend mit Deckwerken aus Steinschüttungen oder Spundwänden technisch gesichert. Bemessungsgrundlage ist ein breites Regelwerk der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV), wie z. B. die „Grundlagen zur Bemessung von Böschungs- und Sohlensicherungen an Binnenwasserstraßen (GBB)“ (BAW, 2010).

Seit Einführung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) im Jahr 2000 und Überarbeitung der entsprechenden nationalen Regelungen – Wasserhaushaltsgesetz (2009), Bundeswasserstraßengesetz (2007) und Bundesnaturschutzgesetz (2009) – gibt es für die Unterhaltung und den Aus- und Neubau von Wasserstraßen geänderte Rahmenbedingungen. Bestimmten bisher überwiegend die technischen Gesichtspunkte die Planungen, um einen ordnungsgemäßen Zustand der Wasserstraße zur Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs dauerhaft zu garantieren, sind jetzt in zunehmendem Maße auch ökologische Aspekte zu berücksichtigen.

Ein Beitrag zur Erreichung der geforderten Ziele der Wasserrahmenrichtlinie an Wasserstraßen, wie z. B.

Erhalt und Schaffung von Lebensraum für Pflanzen und Tiere, kann die Anwendung naturnäherer technisch-biologischer Ufersicherungen als Alternative zum klassischen Schüttsteindeckwerk sein. Da es mit diesen ingenieurbioologischen Bauweisen zwar viele Erfahrungen an kleineren Fließgewässern ohne Schifffahrt, nicht aber an Wasserstraßen mit den heutigen schiffsinduzierten Uferbelastungen gibt, wurde im Jahr 2004 ein gemeinsames Forschungsprojekt der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) und der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) zur Thematik „Technisch-biologische Ufersicherungsmaßnahmen – Quantifizierung ihrer Belastbarkeit und Möglichkeiten ihrer Anwendung an Binnenwasserstraßen“ initiiert. Das Ziel ist, Anwendungsmöglichkeiten und -grenzen alternativer Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen und deren ökologische Wirksamkeit zu untersuchen und langfristig Bemessungsgrundlagen analog zum technischen Regelwerk zu erarbeiten.

Im Folgenden wird dargestellt, wo wir aus technischer Sicht heute, 10 Jahre später, stehen, welche Aktivitäten im Rahmen des Projektes hinsichtlich der Standicherheit und Bemessung technisch-biologischer Ufersicherungen durchgeführt wurden und werden, welche Ergebnisse und Erfahrungen vorliegen und was im Weiteren vorgesehen ist. In diesem Zusammenhang wird auch auf das gerade im Gelbdruck erschienene DWA-Merkblatt M519 (DWA, 2014) hingewiesen und der Be-

zug zum Forschungsprojekt der BAW und der BfG hergestellt.

2 Definition „Technisch-biologische Ufersicherungen“

Unter „technisch-biologischen Ufersicherungen“ an Wasserstraßen werden Ufersicherungen verstanden, die entweder ausschließlich aus pflanzlichen Komponenten (z. B. Weidenspreitlagen, Pflanzmatten) oder aus einer Kombination aus pflanzlichen und technischen Komponenten (z.B. Röhrichtgabionen, begrünte Steinmatratzen) bestehen. Zu den Letztgenannten gehören auch Maßnahmen zur ökologischen Aufwertung bestehender technischer Deckwerke (z.B. nachträglich begrünte Steinschüttungen). Ein Schutz und eine Stabilisierung der Uferböschung durch Pflanzen können durch die oberirdischen Pflanzenteile und die Wurzeln im Boden erfolgen.

Ufersicherungen mit Pflanzen können in der Regel nur oberhalb eines mittleren Wasserstandes angewendet werden, unterhalb muss das Ufer bei Erfordernis weiter technisch gesichert werden. Mit zunehmendem Anteil pflanzlicher Komponenten nimmt die ökologische Wirk-

samkeit der Ufersicherung zu, die hydraulische Belastbarkeit jedoch ab und umgekehrt (siehe Übersicht in Bild 1).

3 Forschungsprojekt BAW/BfG

3.1 Beteiligte, Inhalt und Ziele

Bei den Untersuchungen zur Anwendbarkeit technisch-biologischer Ufersicherungen an Wasserstraßen sind neben den geotechnischen und hydraulischen Aspekten vegetationskundliche, faunistische und ökologische Aspekte zu berücksichtigen. Für eine ganzheitliche Betrachtung sind an dem Forschungsprojekt Experten der verschiedenen Fachrichtungen aus den Referaten Erdbau- und Uferschutz (federführend) und Schiff/Wasserstraße, Naturuntersuchungen der BAW sowie den Referaten Landschaftspflege/Vegetationskunde und Fauna der BfG beteiligt. Ziel des Projektes ist es, Uferschutzmaßnahmen unter Verwendung von Pflanzen zu entwickeln, zu testen und zu empfehlen, die ausreichend standsicher und gleichzeitig ökologisch wirksam sind. Aus technischer Sicht sind dazu die Mechanismen zu erforschen, wie Pflanzen mit ih-

	Technisch-biologische Ufersicherung		
Keine Ufersicherung	Ufersicherung nur aus Pflanzen	Ufersicherung aus Pflanzen und technischen Bestandteilen	Ufersicherung nur aus technischen Bestandteilen
Flächiger Uferschutz nicht erforderlich	Uferschutz wird erreicht durch Pflanzen bzw. Pflanzenteile, kein relevantes Flächengewicht auf der Böschung vorhanden	Pflanzen und technische Materialien tragen zum Uferschutz bei (ggf. zeitabhängig in unterschiedlichem Ausmaß), relevantes Flächengewicht durch technische Komponenten von Anfang an vorhanden	Uferschutz ausschließlich durch technische Materialien, von Anfang an Flächengewicht durch technische Komponenten vorhanden
Naturbelassene Böschung	z. B. Spreitlagen oder Pflanzmatten	z. B. Röhrichtgabionen oder begrünte Steinmatratzen	z. B. lose oder verklammerte Steinschüttung
Ökologie		Uferschutz	

Bild 1: Übersicht Ufersicherungsarten

ren Wurzeln und oberirdischen Teilen den Uferschutz an Wasserstraßen dauerhaft gewährleisten können. Die entsprechenden Standsicherheitsnachweise, die geführt werden müssen, sind auszuarbeiten. Die erforderlichen Einbaubedingungen und die Belastbarkeit technisch-biologischer Ufersicherungen gegenüber schiffsinduzierten und natürlichen Einwirkungen sowie ihre Dauerhaftigkeit unter Berücksichtigung verschiedener Unterhaltungsstrategien sind zu untersuchen, Aufwendungen und Kosten für Einbau und Unterhaltung zu analysieren. Aus ökologischer Sicht ist der Nachweis der Wirksamkeit der verschiedenen technisch-biologischen Sicherungsmaßnahmen hinsichtlich der Erfüllung der Anforderungen der neuen Richtlinien und Gesetze zu erbringen. Alle Untersuchungsergebnisse sollen in fundierte Anwendungs-, Bemessungs- und Bewertungsempfehlungen für technisch-biologische Ufersicherungen an Wasserstraßen münden – als Arbeitsgrundlage für den planenden Ingenieur der WSV.

3.2 Problematik – Pflanzen als lebende Baustoffe

In urban geprägten Gebieten, in denen eine natürliche Uferentwicklung nicht zugelassen werden kann, sind an technisch-biologische Ufersicherungen die gleichen Anforderungen zu stellen wie an die bisher angewendeten konventionellen technischen Deckwerke. Das heißt, neben dem Nachweis der Gesamtstandsicherheit der Uferböschung sind folgende Nachweise nach GBB (BAW, 2010) zu führen:

- Sicherheit gegen Abgleiten in einer oberflächennahen Gleitfläche und gegenüber hydrodynamischer Bodenverlagerung (verursacht durch Porenwasserüberdrücke im Boden infolge Wasserspiegelabsink bei Schiffsvorbeifahrt),
- Sicherheit gegenüber Oberflächenerosion (verursacht durch natürliche und schiffsinduzierte Strömungen und Wellen),
- Sicherheit gegenüber innerer Erosion (verursacht durch strömendes Wasser im Inneren der Böschung) zur Gewährleistung der Filterstabilität im Uferbereich.

Technische Deckwerke aus losen Schüttsteinen gewährleisten den Uferschutz durch das Flächengewicht (bemessen hinsichtlich auftretender Porenwasserüber-

drücke im Boden infolge Wasserspiegelabsink) und eine ausreichende Größe der Einzelsteine (bemessen hinsichtlich der Strömungsgeschwindigkeiten und Heckwellenhöhen in Ufernähe) – GBB (BAW, 2010). Ufersicherungen, die nur aus Pflanzen bestehen, haben kein signifikantes Flächengewicht. Die Sicherheit gegenüber Abgleiten in einer oberflächennahen Gleitfläche kann dementsprechend nur über die Wurzeln im Boden gewährleistet werden, die als Wurzelgeflecht die Scherfestigkeit des Bodens erhöhen oder zu einer Bodenvernagelung durch Einzelwurzeln führen. Diese Mechanismen werden von der BAW im Rahmen des o. g. Forschungsprojektes untersucht. Hinsichtlich der Sicherheit gegenüber Oberflächenerosion kann auf Erfahrungen an kleineren Fließgewässern ohne Schifffahrt zurückgegriffen werden. Hier gibt es für verschiedene Sicherungsarten mit Pflanzen bereits Grenzwerte für ertragbare Strömungsgeschwindigkeiten. Hinsichtlich der zulässigen Wellenbelastung werden derzeit erst Erfahrungen an Wasserstraßen gesammelt. Weitere Untersuchungen werden zur Gewährleistung der Filterstabilität im Anfangszustand und langfristig an verschiedenen Bauweisen durchgeführt.

Bei Ufersicherungen unter Verwendung von Pflanzen handelt es sich im Gegensatz zu rein technischen Schüttsteindeckwerken um Bauweisen mit lebenden Materialien. Dementsprechend sind neben den technischen Faktoren eine ganze Reihe nicht technischer Einflussfaktoren zu berücksichtigen, die sich auf den Einbau und die Stabilität der Ufersicherungsmaßnahmen auswirken und die formelmäßig nur schwer oder gar nicht zu erfassen sind (Bild 2).

Im Gegensatz zu den rein technischen Ufersicherungen ist der Einbau von Ufersicherungen mit Pflanzen nur zu bestimmten Zeiten (i. d. R. Vegetationsruhezeiten) möglich. Einwirkungen aus dem Schifffahrtsbetrieb, schwankende Wasserstände und ggf. Hochwasser beeinflussen den Einbau und die weitere Entwicklung sowie langfristige Belastbarkeit der Maßnahmen. Ufersicherungen mit Pflanzen verändern sich während der Betriebszeit permanent, es gibt wachstumsbedingt immer wieder unterschiedliche Entwicklungszustände. Der Uferschutz muss jedoch immer gewährleistet bleiben. Der Anfangszustand ist in der Regel der kritischste Zustand, weil sich Wurzeln und Sprosse erst ausbilden müssen. Zur Gewährleistung der Stabilität im Anfangszustand sind deshalb meistens Befestigungen

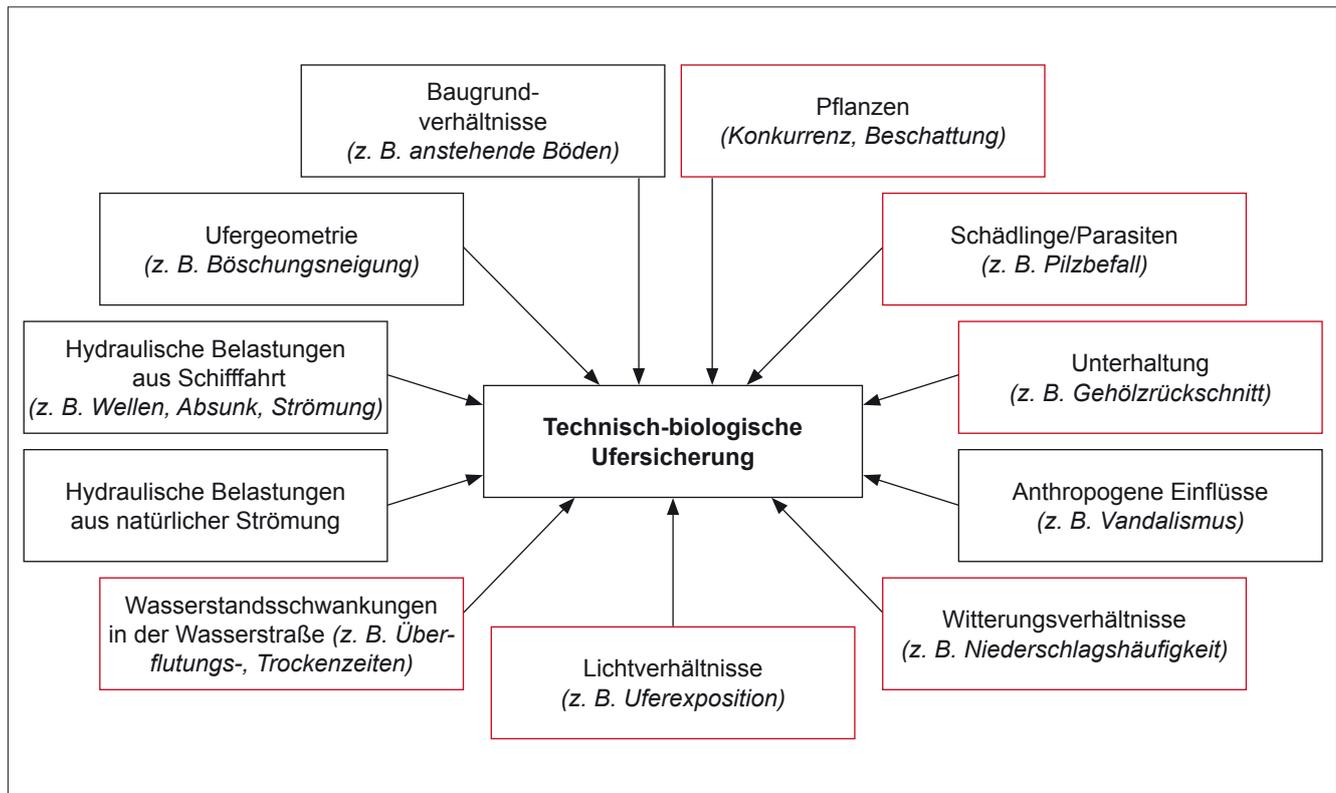


Bild 2: Wichtigste Einflussgrößen auf Ufersicherungsmaßnahmen an Wasserstraßen (rot umrandet: zusätzliche Einflüsse auf Ufersicherungen mit Pflanzen)

und bei Bedarf temporäre Filter erforderlich, die zu bemessen sind. Auch zu starkes Wachstum der Pflanzen kann sich langfristig negativ auf den Uferschutz (Beschattung angrenzender Uferbereiche) und den Hochwasserschutz (Einengung des Abflussprofils) auswirken. Langanhaltender Überstau, Trockenzeiten und Schädlinge können die Vitalität und das Wachstum der Pflanzen negativ beeinträchtigen und damit die Uferstabilität gefährden.

Auch die Durchführung von Modell- und Naturversuchen im Rahmen der Forschungsaktivitäten ist mit Pflanzen als lebendem Baustoff wesentlich aufwändiger und langwieriger als mit technischen Materialien. Pflanzen bzw. Ufersicherungsmaßnahmen mit Pflanzen müssen für Labor- und Modellversuche erst eine gewisse Zeit vorgezogen werden. Da verschiedene Entwicklungszustände untersucht werden müssen, benötigen die Pflanzen immer wieder ausreichend Zeit zum Wachsen, bevor erneut Versuche durchgeführt werden können. Bei Naturversuchen an der Wasserstraße sind fundierte Aussagen zur Entwicklung und Belastbarkeit der getesteten Ufersicherungsmaßnahmen mit Pflanzen erst nach mehreren Vegetationsperioden möglich.

3.3 Bisherige Aktivitäten und wichtigste Ergebnisse

Die Bearbeitung im Rahmen des Forschungsprojektes konzentriert sich schwerpunktmäßig bisher auf vier Arbeitspakete (Bild 3):

- Arbeiten im Bestand zur Erfassung bisheriger praktischer Erfahrungen innerhalb und außerhalb der WSV (Literaturrecherchen und Detailuntersuchungen vor Ort an ausgewählten Wasserstraßenabschnitten, in denen in der Vergangenheit bereits lokal Ufersicherungen mit Pflanzen eingebaut, die Erfahrungen damit jedoch nicht ausgewertet wurden),
- Labor- und Modellversuche, theoretische Betrachtungen zum Verstehen der Mechanismen zur Gewährleistung des Uferschutzes durch Pflanzen (Anwuchs- und Scherversuche, Filterversuche, Versuche im Wellenbecken),
- neue Anwendungen und Beratungen im Rahmen von WSV-Aufträgen, Einrichtung von Versuchsstrecken (Naturversuche) auf der Grundlage des bisherigen Wissens zur Validierung der Modellversuche und Sammlung vertiefter praktischer Erfahrungen,

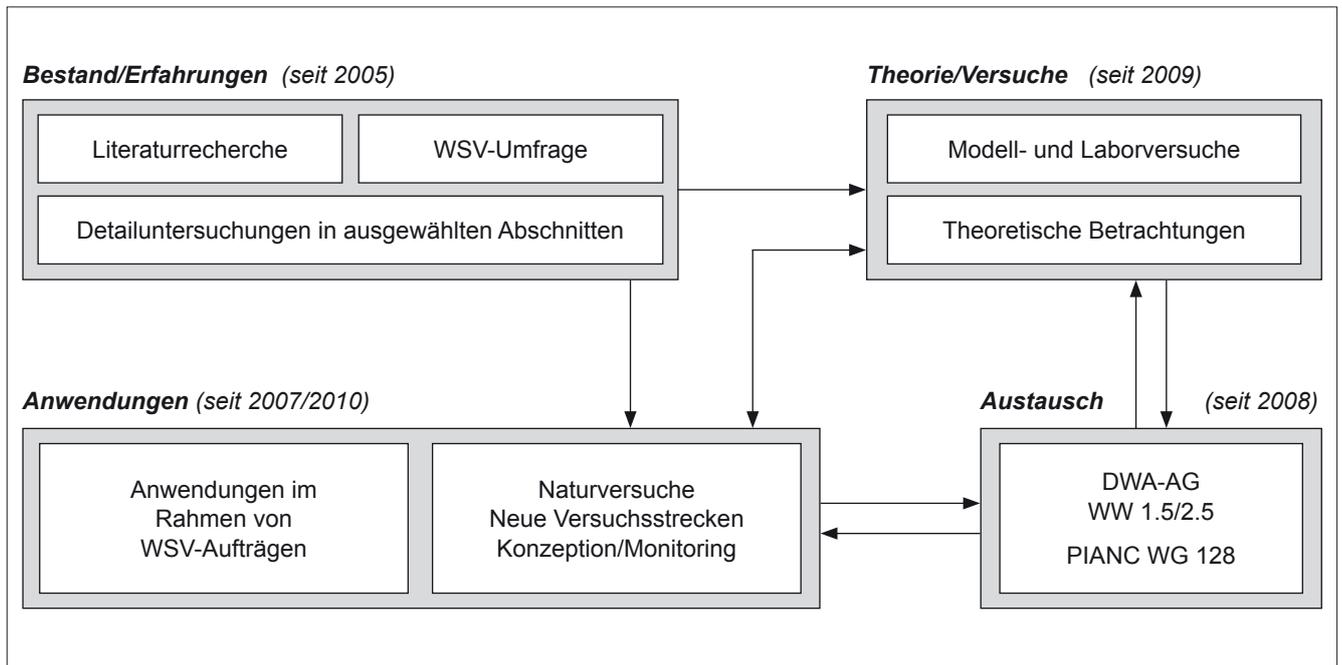


Bild 3: Arbeitspakete des Forschungsprojektes

- Erfahrungsaustausch und Erkenntnisgewinn durch Mitarbeit in nationalen (DWA WW1.5/2.5) und internationalen (PIANC InCom WG 128) Ausschüssen.

Zwischen den einzelnen Arbeitspaketen besteht eine enge Verknüpfung, die jeweiligen Erfahrungen und Erkenntnisse fließen laufend in die aktuellen Arbeiten der anderen Pakete ein – z.B. die Erkenntnisse aus Labor- und Modellversuchen in die Planung und Ausführung von Naturversuchen. Umgekehrt bilden praktische Erfahrungen aus Anwendungen die Grundlage für die Konzipierung neuer Labor- und Modellversuche. Zusätzlich erfolgt eine fachliche Zusammenarbeit mit verschiedenen Hochschulen und Universitäten, beispielsweise in Form von Praktikums- und Masterarbeiten sowie Promotionen.

Die wichtigsten Aktivitäten und Untersuchungen, die bisher im Rahmen des Forschungsprojektes von der BAW und BfG durchgeführt wurden, sind in Tabelle 1 aufgelistet (siehe S. 6). Die Details und jeweiligen Ergebnisse wurden bereits zeitnah in zahlreichen Berichten, Schriften und Vorträgen veröffentlicht, die auf dem zu dieser Thematik eingerichteten Internetportal abrufbar sind (<http://ufersicherung.baw.de/de/index.html>). Zwei Kolloquien zur Thematik wurden zur Veröffentlichung erster Erkenntnisse und insbesondere zum Erfahrungsaustausch innerhalb der WSV durchgeführt (2010 und

2013). Deren Inhalte und Vorträge stehen ebenfalls im Internet zur Verfügung (<http://ufersicherung.baw.de/de/veranstaltungen/index.html>).

Besonders erwähnenswert ist der Naturversuch, der seit 2011 in Zusammenarbeit mit dem Wasser- und Schifffahrtsamt (WSA) Mannheim am Rhein in der Nähe von Worms durchgeführt wird. Hier werden an einem 1 km langen Abschnitt am rechten Ufer von km 440,6 bis 441,6 neun verschiedene Ufersicherungsarten mit Pflanzen unter realen Wasserstraßenbedingungen getestet. Die einzelnen Maßnahmen, die hier einer hohen Schifffahrtsbelastung und großen Wasserspiegelschwankungen (über 6 m) ausgesetzt sind, wurden aufgrund der bisherigen Erkenntnisse aus dem Forschungsprojekt ausgewählt. Im Rahmen des Monitorings, das von BAW und BfG gemeinsam mit dem WSA Mannheim noch bis 2016 durchgeführt wird, werden wichtige Erkenntnisse zur Belastbarkeit, Dauerhaftigkeit, Unterhaltung und ökologischen Wirksamkeit der eingebauten Ufersicherungen erwartet.

Arbeitspaket	Wichtigste Aktivitäten (Auswahl)	Zeit	Berichte (Auswahl)
Bestand/ Erfahrungen	Internationale Literaturrecherche zur Anwendung technisch-biologischer Ufersicherungen an Wasserstraßen	2005	Bericht der Uni Stuttgart
	WSV-Umfrage zu alten Projekten an Wasserstraßen mit technisch-biologischen Ufersicherungen	2005/06	Bericht (BAW, BfG, 2006) BAW-Brief 2/2006 (BAW, 2006)
	Detailuntersuchungen an einem Uferabschnitt der Weser mit technisch-biologischen Ufersicherungen, km 241,55 bis km 242,30 (Stolzenau)	2006/08	Bericht (BAW, BfG, 2008) BAW-Brief 1/2011 (BAW, 2011)
	Detailuntersuchungen am MLK, km 189,6 bis km 190,1 (Haimar)	2013/14	Bericht noch in Bearbeitung
	Erneute WSV-Umfrage zu aktuellen Projekten in der WSV mit technisch-biologischen Ufersicherungen	2014	Auswertung noch in Bearbeitung
Theorie/ Versuche	Versuche im Wellenbecken der BAW zur Belastbarkeit von Weidenspreitlagen	2008 bis 2014	Versuchsergebnisse werden derzeit im Rahmen einer Promotion ausgewertet und dokumentiert, Veröffentlichung zu den Versuchen in den BAWMitteilungen Nr. 95, Juli 2012 (Fleischer, Eisenmann, 2012)
	Anwuchsversuche mit verschiedenen Weidenarten zur Quantifizierung der Wurzelentwicklung		
	Versuche zur Durchwurzelbarkeit verschiedener Geotextilien (biologisch abbaubare und nicht abbaubare)		
	Großscherversuche mit Weiden (Quantifizierung der Scherfestigkeit des durchwurzelten Bodens)		
Anwendungen	Verschiedene Beratungen der WSV bei Projekten	laufend	
	Versuchsstrecke am Rhein bei Worms, km 440,6 bis km 441,6, rechtes Ufer (Naturversuch mit 9 unterschiedlichen Ufersicherungsmaßnahmen in Zusammenarbeit mit dem WSA Mannheim) Vorplanung, Baubegleitung, Dokumentation, Monitoring	seit 2009	Berichte: (BAW, BfG, 2010) (BAW, BfG, WSA MA, 2012) (BAW, BfG, WSA MA, 2013) (BAW, BfG, WSA MA, 2014) BAW-Brief 5/2012 (BAW, 2012)
	Erstellung von Kennblättern zu verschiedenen alternativen Ufersicherungen aufgrund der bisherigen Erfahrungen, insbesondere aus dem Naturversuch am Rhein	2014	(BAW, BfG, 2012) Kennblätter - Weidenspreitlagen - Röhrichtgabionen - Begrünte Steinschüttung
Austausch	Mitarbeit im DWA-Ausschuss WW1.5/2.5, Erarbeitung des Merkblattes M519	2008 bis 2014	1. Merkblattentwurf 31.10.2013 Gelbdruck (DWA, 2014)
	Mitarbeit im PIANC-Ausschuss WG 128	seit 2009	

Tabelle 1: Wichtigste bisherige Aktivitäten im Rahmen des Forschungsprojektes

Die wissenschaftlichen Untersuchungen (Labor-, Modell- und Naturversuche) sind noch nicht abgeschlossen. Aufgrund der bisherigen Erkenntnisse lässt sich zum jetzigen Zeitpunkt für praktische Anwendungen technisch-biologischer Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen unter Standsicherheitsaspekten Folgendes feststellen:

- Prinzipiell können Ufersicherungen mit Pflanzen zur Anwendung an Binnenwasserstraßen in Betracht gezogen werden. Der Einsatz hängt in erster Linie von den gegebenen schiffsinduzierten und natürlichen hydraulischen Uferbelastungen ab. Geringe Belastungen und flache Böschungen erhöhen die Möglichkeiten der Anwendung. Deshalb ist es sinnvoll, im Einzelfall immer zu prüfen, ob die hydraulischen Uferbelastungen durch konstruktive Maßnahmen (z. B. Parallelwerke) oder administrative Maßnahmen (z. B. Begrenzung der Schiffsgeschwindigkeit) verringert werden können und ob eine Böschungsabflachung realisierbar ist.
- Der Anfangszustand ist in der Regel der kritischste Zustand. Die Ufersicherungen mit Pflanzen, die erst Wurzeln und Sprosse ausbilden müssen, sind unmittelbar nach dem Einbau den Belastungen infolge Schifffahrt ausgesetzt. Entsprechende Befestigungen (z. B. Pflöcke, Querriegel) und ggf. temporäre Filtermatten sind erforderlich und müssen bemessen werden. Besonders bei Wasserstraßen mit stark wechselnden Wasserständen führen frühzeitiger Einstau durch Hochwasser und gleichzeitige Schifffahrtsbelastung zu Belastungen der neu eingebauten Ufersicherungen durch Auftrieb, Strömung und Wellen. Bisherige Erfahrungen zeigen, dass leichte Uferschutzkonstruktionen ohne signifikantes Eigengewicht, wie z. B. Pflanzmatten mit nur punktuellen bzw. linienförmigen Befestigungen und wenig überstautolerante Pflanzenarten, in diesem Fall nicht geeignet sind, da der für das Wurzelwachstum in den Untergrund erforderliche permanente Bodenkontakt nicht realisiert werden kann.
- Generell ist zu unterscheiden, ob Ufersicherungen für Wasserstraßen mit nahezu konstanten Wasserständen (z. B. Kanäle) oder mit stark schwankenden Wasserständen (z. B. frei fließende Flüsse) zu konzipieren sind. An Wasserstraßen mit nahezu konstanten Wasserständen, bei denen technisch-biologische Ufersicherungen oberhalb des Wasserspiegels und damit außerhalb des Einflussbereiches

des Wasserspiegelabsinks bei Schiffsvorbeifahrten und dementsprechend außerhalb möglicher schädlicher Porenwasserüberdrücke im Boden angewendet werden, sind bereits jetzt gute Anwendungsmöglichkeiten und Dimensionierungsgrundlagen vorhanden (BAW, BfG, 2008; BAW, BfG, 2014). Neben dem generellen Nachweis der Gesamtstandsicherheit der Uferböschung sind nur Nachweise hinsichtlich einer ausreichenden Filterstabilität der Ufersicherung gegenüber dem Untergrund und hinsichtlich der Sicherheit gegenüber Oberflächenerosion zu führen. Hier kann hinsichtlich zulässiger Strömungsgeschwindigkeiten auf Erfahrungen an Fließgewässern ohne Schifffahrt zurückgegriffen werden.

- Für Ufersicherungen an Wasserstraßen mit deutlichen Wasserspiegelschwankungen, bei denen Ufersicherungen mit Pflanzen oberhalb eines mittleren Wasserstandes eingebaut werden, gibt es noch keine ausreichenden Dimensionierungsgrundlagen. Die Ufersicherungen mit Pflanzen werden im Hochwasserfall eingestaut. Bei Wasserständen bis zum höchsten schiffbaren Wasserstand (HSW) wirken zusätzlich Belastungen aus Wasserspiegelabsink bei Schiffsvorbeifahrt. Die Mechanismen, wie Pflanzen mit ihren Wurzeln ohne zusätzliches Flächengewicht die Sicherheit gegenüber Abgleiten und hydrodynamischer Bodenverlagerung gewährleisten können, werden gegenwärtig noch in Labor- und Modellversuchen der BAW (Fleischer, Eisenmann, 2012) untersucht.
- Bis ausreichende Ergebnisse dazu vorliegen, muss analog zur Deckwerksbemessung nach dem vorhandenen technischen Regelwerk – GBB (BAW, 2010) – vorgegangen werden. Es wird geprüft, ob rechnerisch aufgrund der auftretenden Porenwasserüberdrücke im Boden ein Flächengewicht auf der Böschung erforderlich ist. Bei Erfordernis muss die Sicherheit über das ermittelte Flächengewicht gewährleistet werden, die Wirkungsweise der Wurzeln wird vernachlässigt. Das heißt, nur aus Pflanzen bestehende Ufersicherungen können in diesem Fall nicht angewendet werden. Möglich sind Ufersicherungen aus Pflanzen und entsprechenden technischen Bestandteilen oder rein technische Ufersicherungen, mit denen gleichzeitig die Erosionssicherheit gewährleistet werden kann. Ferner ist auch hier die Filterstabilität gegenüber dem Untergrund, ggf. durch zusätzliche Maßnahmen, nachzuweisen. Bei

der Auswahl der Pflanzen muss die Belastung durch Überstau und Trockenfallen berücksichtigt werden.

- Langzeiterfahrungen mit technisch-biologischen Ufersicherungen und deren Unterhaltung liegen insbesondere an Wasserstraßen mit schwankenden Wasserständen noch nicht vor. Wichtige Erkenntnisse werden in den nächsten Jahren aus dem Naturversuch am Rhein erwartet (BAW, BfG, WSA MA, 2012, 2013, 2014).

Erste Empfehlungen zu verschiedenen naturnäheren Uferschutzmaßnahmen unter Verwendung von Pflanzen, deren Anwendungsbedingungen und Belastbarkeiten an Wasserstraßen konnten im Rahmen des Forschungsprojektes bereits in Form von Kennblättern formuliert und veröffentlicht werden (BAW, BfG, 2014).

4 DWA-Merkblatt M519

Im Jahr 2008 wurde der Ausschuss WW1.5/2.5 der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) mit dem Ziel eingerichtet, den aktuellen Stand des Wissens zur Anwendung technisch-biologischer Ufersicherungen an schiffbaren Gewässern zusammenzutragen. Unter der Leitung von Prof. Dr. Söhngen (BAW) wirken im Ausschuss neben den BAW- und BfG-Vertretern des o.g. Forschungsprojektes Vertreter der Gesellschaft für Ingenieurbio-logie e.V. und verschiedener Institute, Verwaltungen und Planungsbüros mit.

Da es mit ingenieurbio-logischen Bauweisen bereits länger gute Erfahrungen an Fließgewässern ohne Schiff-fahrt gibt, sollten diese zusammen mit den bisherigen Erkenntnissen an Wasserstraßen, u.a. aus dem o.g. Forschungsprojekt, Grundlage für ein Merkblatt sein, wohl wissend, dass noch keine endgültigen fundierten Erkenntnisse und keine Langzeiterfahrungen mit tech-nisch-biologischen Ufersicherungen an Wasserstraßen vorliegen. Es sollte ein auf der sicheren Seite liegender Leitfaden erarbeitet werden, der eine Hilfe für die Pla-nung solcher Maßnahmen sein kann. Dieser erschien besonders deshalb zeitnah erforderlich, weil nach den gesetzlichen Änderungen zur Umsetzung der Was-serrahmenrichtlinie an Wasserstraßen in den letzten Jahren bereits erste Maßnahmen ohne einheitliche Di-mensionierungsgrundlagen von der WSV geplant und ausgeführt wurden.

Nach fünf Jahren Ausschusstätigkeit mit intensivem Erfahrungsaustausch wurde ein erster Entwurf des DWA-Merkblattes M519 „Technisch-biologische Ufer-sicherungen an großen und schiffbaren Gewässern“ (DWA, 2014) auf einem gemeinsamen Kolloquium von BAW, BfG, Gesellschaft für Ingenieurbio-logie e.V. und DWA am 21. und 22. November 2013 in Karlsruhe vor-gestellt. Im Herbst 2014 erschien nach inhaltlicher Ab-stimmung des Entwurfs mit Vertretern der WSV und des Bundesministeriums für Verkehr und Digitale Infrastruk-tur (BMVI) der Gelbdruck, abrufbar unter (http://ufersicherung.baw.de/de/veranstaltungen/kolloquium_2013/index.html).

Das Merkblatt gibt erste Empfehlungen für die Planung und Umsetzung einer naturnäheren und ökologisch aufwertenden Sicherung von Uferböschungen an gro-ßen und schiffbaren Binnengewässern. Es wird eine Vorgehensweise aufgezeigt, wie technisch-biologische Ufersicherungen gegenwärtig – entsprechend dem derzeitigen Kenntnisstand – unter bestimmten Rand-bedingungen in Abhängigkeit der Anforderungen an die Uferstabilität an schiffbaren Gewässern auf der Grundlage der aktuellen technischen Regelwerke, der ingenieurbio-logischen Erfahrungen und unter Berück-sichtigung der bisherigen Forschungsergebnisse der BAW und BfG geplant und ausgeführt werden können. Aus den zusammengetragenen Erkenntnissen wurde gleichzeitig deutlich, dass weitere Untersuchungen erforderlich sind, die z.T. im o.g. Forschungsprojekt durchgeführt werden.

Im Merkblatt wird im Sinne einer konservativen Be-messung technisch-biologischer Ufersicherungen die im Bild 4 dargestellte Vorgehensweise empfohlen. Danach beginnt die Planung einer Ufersicherung mit Pflanzen in der Regel mit dem Nachweis der Gesamt-standsicherheit der Uferböschung. Ist diese gegeben, wird ein fiktives technisches Schüttsteindeckwerk mit Hilfe des Programms GBBSOft auf der Grundlage des GBB (BAW, 2010) bemessen. Das Ergebnis zeigt u.a., ob ein Flächengewicht auf der Böschung zur Gewähr-leistung der lokalen Standsicherheit erforderlich ist und wenn ja, wie groß es sein muss. Ist rechnerisch kein Flächengewicht erforderlich (Belastungen aus Wasser-spiegelabsenk nicht relevant), kann in Abhängigkeit der Sicherheit gegenüber Oberflächenerosion entweder ganz auf eine Ufersicherung verzichtet oder eine nur aus Pflanzen bestehende Ufersicherung angewendet

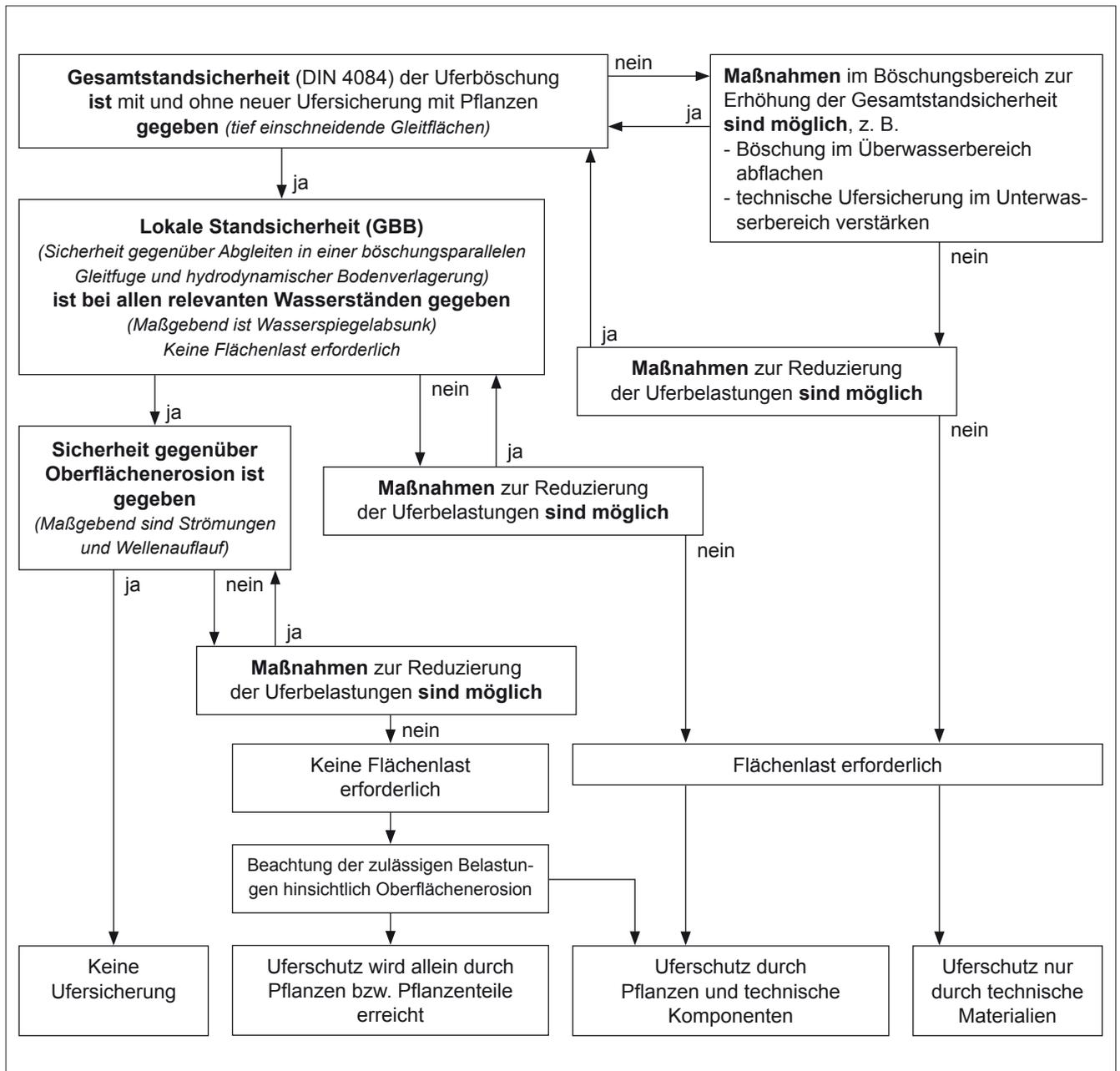


Bild 4: Vorgehensweise bei der Ermittlung der erforderlichen Ufersicherung nach DWA-Merkblatt (DWA, 2014)

werden. Ansonsten muss das rechnerisch erforderliche Flächengewicht durch den Aufbau der Ufersicherung gewährleistet werden. Das kann erreicht werden durch die Anwendung technisch-biologischer Ufersicherungen mit technischen Bestandteilen (z.B. Röhrichtgäbionen) oder bei höheren hydraulischen Belastungen durch technische Steinschüttungen in entsprechender Dicke. Die lokale Sicherheit gegenüber Abgleiten in einer oberflächennahen Gleitfläche wird damit analog zu den technischen Deckwerken konservativ durch eine Flächenlast gewährleistet. Das schränkt die Anwendung von Ufersicherungen mit Pflanzen in diesen Fällen

derzeit noch ein. Erst wenn aus den derzeit noch laufenden Forschungen der BAW quantitative Ergebnisse zur dauerhaften Wirkungsweise der Wurzeln im Boden vorliegen, können eine andere Vorgehensweise und damit voraussichtlich mehr Ufersicherungen mit Pflanzen angewendet werden.

Der Nachweis der Sicherheit gegenüber Oberflächenerosion für die im Merkblatt empfohlenen technisch-biologischen Ufersicherungsmaßnahmen basiert auf den Erfahrungen an kleineren Fließgewässern ohne Schifffahrt. Die Mechanismen sind ähnlich, eine Anpas-

sung der angegebenen Grenzwerte wird mit zunehmenden Erfahrungen an Wasserstraßen erfolgen. Neben den genannten technischen Anforderungen sind ingenieurbioökologische und ökologische Kriterien bei der Auswahl der Ufersicherungsmaßnahme zu berücksichtigen.

Weiterhin werden im Merkblatt verschiedene Maßnahmen zur ökologischen Aufwertung der Gewässer (z. B. Anbindung von Altarmen) und zur Reduzierung der Uferbelastungen (z. B. durch dem Ufer vorgelagerte Wellenbrecher wie Palisaden oder Steinwälle) aufgezeigt, um die Möglichkeit der Anwendung von Ufersicherungen mit Pflanzen an Binnenwasserstraßen zu erhöhen. Eine erste ökologische Bewertung der einzelnen Ufersicherungsmaßnahmen ist derzeit nur auf der Basis der Erfahrungen an Fließgewässern ohne Schifffahrt möglich, da auch in dieser Hinsicht noch zu wenige Erkenntnisse an Wasserstraßen vorliegen. Das Merkblatt ist dementsprechend aus technischer und ökologischer Sicht in den nächsten Jahren an den dann vorliegenden neuen Wissensstand anzupassen. Bis dahin sollten Erfahrungen mit der aufgezeigten Vorgehensweise gesammelt werden, die in die laufenden Forschungen und die zukünftige Merkblattüberarbeitung einfließen können.

5 Ausblick

Die bisher vorliegenden Ergebnisse der Labor- und Modellversuche, die im Rahmen des Forschungsprojektes von der BAW in den letzten Jahren durchgeführt wurden, werden derzeit innerhalb eines Promotionsverfahrens zusammengestellt. Darauf aufbauend werden die Untersuchungen in den nächsten Jahren fortgesetzt. Bei den weiterführenden Labor- und Modellversuchen geht es insbesondere um die Filterstabilität von unterschiedlichen Bauweisen unter Verwendung von Pflanzen (z. B. von Weidenspreitlagen) im Anfangs- und in verschiedenen Entwicklungszuständen, um die Entwicklung von passenden, biologisch abbaubaren geotextilen Filtern, um die Wurzelbildung und -entwicklung bei verschiedenen Pflanzen (z. B. weitere Weidenarten und Gräser), um die weitere Quantifizierung der Scherfestigkeit des durchwurzelten Bodens und um verschiedene Unterhaltungsstrategien für Ufersicherungen mit Pflanzen hinsichtlich Beeinflussung der bodennahen Strömungsgeschwindigkeiten, der Erosionsgefährdung,

aber auch hinsichtlich Auswirkungen auf den Hochwasserabfluss.

Einen zweiten Schwerpunkt bilden die weiteren Untersuchungen an der Versuchsstrecke am Rhein bei Worms. Im Rahmen des Monitorings, das von BAW und BfG gemeinsam mit dem WSA Mannheim zunächst insgesamt fünf Jahre noch bis 2016 durchgeführt wird, werden wichtige Erkenntnisse zur Belastbarkeit, Dauerhaftigkeit, Unterhaltung und ökologischen Wirksamkeit der eingebauten Ufersicherungen erwartet. Parallel dazu werden auf der Grundlage der bisherigen Erfahrungen an Wasserstraßen die bereits veröffentlichten Kennblätter (BAW, BfG, 2014) durch weitere ergänzt – als Arbeitshilfe für den planenden Ingenieur. Diese beinhalten Hinweise zu Anwendungsmöglichkeiten, zur Wirkungsweise, zum Einbau und zur Unterhaltung einzelner Ufersicherungsmaßnahmen mit Pflanzen. Sie werden mit zunehmendem Erkenntnisgewinn sukzessiv überarbeitet.

Die Ergebnisse der zweiten, 2013 gestarteten Umfrage innerhalb der WSV zu aktuellen Projekten mit alternativen Ufersicherungen werden gegenwärtig noch ausgewertet. Sie werden demnächst auf dem gemeinsamen Internetportal von BAW und BfG veröffentlicht, um einen intensiven Erfahrungsaustausch zur Thematik innerhalb der WSV zu ermöglichen.

Die Gesamtergebnisse aus dem Forschungsprojekt und die zu erwartenden praktischen Erfahrungen mit dem DWA-Merkblatt werden Grundlage sein für detaillierte Bemessungskonzepte und fundierte ökologische Bewertungen technisch-biologischer Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen. Mit zunehmendem Erkenntnisgewinn werden vermehrt naturnähere, ökologisch wertvollere Ufersicherungen unter Verwendung von Pflanzen als Alternative zum technischen Schüttsteindeckwerk angewendet werden können.

6 Zusammenfassung

Mit Einführung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie und Änderung der entsprechenden nationalen Gesetze wurden die rechtlichen Rahmenbedingungen für mehr ökologische Aufwertungen an Wasserstraßen und damit auch für die verstärkte Anwendung von naturnäheren Ufersicherungsmaßnahmen geschaffen. Die

fachlichen Grundlagen werden seit 10 Jahren in einem gemeinsamen Projekt der BAW und BfG erforscht. Die Untersuchungen mit lebenden Baustoffen sind aufwändig und langwierig, und es sind viele Einflussfaktoren zu berücksichtigen, die sich nicht formelmäßig erfassen lassen. Dies muss durch praktische Erfahrungen aus Naturversuchen ausgeglichen werden. Wichtige Fragestellungen wurden bereits untersucht und Zwischenergebnisse veröffentlicht (<http://ufersicherung.baw.de/de/index.html>). Die Forschungen dauern noch an. Umfassende Bemessungsgrundlagen können frühestens ab 2016 erarbeitet werden, wenn alle Monitoringergebnisse aus dem Naturversuch am Rhein und damit erste Langzeiterfahrungen an Wasserstraßen vorliegen.

Die Veröffentlichungen aus dem Forschungsprojekt von BAW und BfG zu Teilergebnissen (siehe Tabelle 1) und das parallel erarbeitete DWA-Merkblatt M519 „Technisch-biologische Ufersicherungen an großen und schiffbaren Gewässern“ (DWA, 2014) liefern eine erste einheitliche Grundlage für Planungen von Ufersicherungen unter Verwendung von Pflanzen an Wasserstraßen.

Das Merkblatt basiert auf den ingenieurb biologischen Erfahrungen an Fließgewässern ohne Schifffahrt, ersten örtlichen Erfahrungen an Wasserstraßen und den bisherigen Forschungsergebnissen von BAW und BfG. Langzeiterfahrungen mit technisch-biologischen Ufersicherungen an Wasserstraßen fehlen noch. Grundlage für die Standsicherheitsnachweise von Ufersicherungen mit Pflanzen ist deshalb, auf der sicheren Seite liegend, das vorhandene technische Regelwerk der WSV (BAW, 2010). Das DWA-Merkblatt M519 ist ein Zwischenschritt auf dem Weg zu Bemessungsgrundlagen für technisch-biologische Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen und soll zu einem verstärkten Erfahrungsaustausch und Erkenntnisgewinn beitragen.

7 Veröffentlichungen/Literatur

Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) (2010): „Grundlagen zur Bemessung von Böschungs- und Sohlensicherungen an Binnenwasserstraßen“ (GBB), abrufbar unter http://www.baw.de/de/die_baw/publikationen/merkblaetter/index.php.html

Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) (2006): „Untersuchungen zu al-

ternativen technisch-biologischen Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen, Teil 1: Veranlassung, Umfrage und internationale Recherche“, Mai 2006

Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) (2008): „Untersuchungen zu alternativen technisch-biologischen Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen, Teil 2: Versuchsstrecke Stolzenau/Weser, km 241,550 - 242,300, Oktober 2008

Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) (2010): „Einrichtung einer Versuchsstrecke mit technisch-biologischen Ufersicherungen, Rhein-km 440,6 bis km 441,6, rechtes Ufer, Empfehlungen für die Ausführung der Ufersicherungen“, Mai 2010

Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) (2014): 3 Kennblätter: Röhrlichtgabeln, Weidenspreitlagen, begrünte Steinschüttung, Juli 2014, abrufbar unter http://www.baw.de/de/die_baw/publikationen/merkblaetter/index.php.html

Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Wasser- und Schifffahrtsamt (WSA) Mannheim (2012): „Einrichtung einer Versuchsstrecke mit technisch-biologischen Ufersicherungen, Rhein km 440,6 bis km 441,6, rechtes Ufer – Erster Zwischenbericht: Randbedingungen, Einbaudokumentation, Monitoring“, Karlsruhe/Koblenz Januar 2012

Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Wasser- und Schifffahrtsamt (WSA) Mannheim (2013): Einrichtung einer Versuchsstrecke mit technisch-biologischen Ufersicherungen, Rhein km 440,6 bis km 441,6, rechtes Ufer – Zweiter Zwischenbericht: Erste Monitoringergebnisse 2012, Eigenverlag, Karlsruhe/Koblenz Juni 2013

Bundesanstalt für Wasserbau (BAW), Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), Wasser- und Schifffahrtsamt (WSA) Mannheim (2014): Einrichtung einer Versuchsstrecke mit technisch-biologischen Ufersicherungen, Rhein km 440,6 bis km 441,6, rechtes Ufer – Dritter Zwischenbericht: Monitoringergebnisse 2013, Eigenverlag, Karlsruhe/Koblenz Juni 2013

Deutscher Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) (2014): „Technisch-biologische

Ufersicherungen an großen und schiffbaren Gewässern“, DWA-Merkblatt M519, Gelbdruck 2014

Fleischer, P., Eisenmann, J. (2012): „Möglichkeiten und Grenzen pflanzlicher Ufersicherungen an Wasserstraßen“, BAWMitteilungen Nr. 95, Juli 2012, S. 21-39

Universität Stuttgart (2005): „Alternative, naturnahe Ufersicherungen an schiffbaren Gewässern – Internationale Literatur, Vorschriften und Erfahrungen“, Technischer Bericht, erstellt im Auftrag der BAW, Juni 2005

Dipl.-Ing. Petra Fleischer
Abteilung Geotechnik
Referat Erdbau und Uferschutz
Telefon: 0721 9726-3570
Fax: 0721 9726-4830
E-Mail: petra.fleischer@baw.de



Bundesanstalt für Wasserbau
Kompetenz für die Wasserstraßen

BAW Brief 02/2014

Impressum

Herausgeber (im Eigenverlag):
Bundesanstalt für Wasserbau (BAW)
Kußmaulstraße 17, 76187 Karlsruhe
Postfach 21 02 53, 76152 Karlsruhe
Telefon: +49 (0) 721 97 26-0
Telefax: +49 (0) 721 97 26-4540
E-Mail: info@baw.de, www.baw.de

Übersetzung, Nachdruck oder sonstige Vervielfältigung – auch auszugsweise –
ist nur mit Genehmigung des Herausgebers gestattet.

ISSN 2196-5900

©BAW 2014

Karlsruhe · Oktober 2014