

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Fleischer, Petra; Schilling, Katja

Ökologische Umgestaltung der Uferbereiche an Wasserstraßen - alternative Ufersicherungsarten.

BfG-Veranstaltungen

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/100806>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Fleischer, Petra; Schilling, Katja (2011): Ökologische Umgestaltung der Uferbereiche an Wasserstraßen - alternative Ufersicherungsarten.. In: Erfassung und Bewertung des hydromorphologischen Zustandes in Wasserstraßen. BfG-Veranstaltungen 1/2011. Koblenz: Bundesanstalt für Gewässerkunde. S. 115-129.

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.



Ökologische Umgestaltung der Uferbereiche an Wasserstraßen – alternative Ufersicherungsarten

Petra Fleischer und Katja Schilling

1 Einleitung

Die Ufer von Bundeswasserstraßen werden zur Gewährleistung der Standsicherheit und Verhinderung von Erosionserscheinungen unter hydraulischer Belastung infolge Schifffahrt und ggf. Hochwasserabflusses in der Regel durch technische Maßnahmen – wie z. B. Deckwerke aus Steinschüttungen – gesichert. Aktuelle Grundlage für die Dimensionierung von Deckwerken ist neben den theoretischen „Grundlagen zur Bemessung von Böschungs- und Sohlsicherungen an Binnenwasserstraßen“ (GBB 2004) das Merkblatt für Regelbauweisen (MAR 2008). Ökologische Aspekte können bei der Bemessung der Deckwerke nur begrenzt berücksichtigt werden.

In den vergangenen Jahren haben jedoch ökologische Gesichtspunkte bei vielen Baumaßnahmen an Wasserstraßen – insbesondere in Gebieten von hohem naturschutzfachlichen Rang – zunehmend an Bedeutung gewonnen. Neue europäische Richtlinien, etwa die Richtlinie 2000/60/EG (Wasserrahmenrichtlinie) und das jeweils in 2009 novellierte Wasserhaushaltsgesetz und Bundesnaturschutzgesetz fordern einen insgesamt stärker ökologisch ausgerichteten, ganzheitlichen Gewässerschutz, weshalb sich die Situation an Bundeswasserstraßen weiter verändert hat. So ist die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) als Eigentümer der Bundeswasserstraßen jetzt neben der bisher rein verkehrlichen auch für deren wasserwirtschaftliche Unterhaltung verantwortlich. Das bedeutet, dass zukünftig insbesondere im Rahmen der Uferunterhaltung, aber auch bei Aus- und Neubaumaßnahmen, vorrangig die Möglichkeit der Anwendung naturnäherer, ökologisch verträglicherer Bauweisen zu prüfen ist. Zielstellungen sind unter anderem die Verbesserung des hydromorphologischen Zustandes der Wasserstraßen, der Schutz und die Verbesserung empfindlicher Lebensräume in und am Gewässer, die Sicherung ökologischer Funktionen und die Verbesserung der Gewässerstrukturvielfalt und -güte bei gleichzeitiger Gewährleistung der Uferstabilität unter hydraulischer Belastung und der Sicherheit des Schiffsverkehrs. Die Ziele wurden in aktuellen Erlassen des BMVBS aufgegriffen.

Die Anwendung technisch-biologischer Ufersicherungen als Alternative zu herkömmlichen rein technischen Bauweisen soll es ermöglichen, ökologische und technische Anforderungen an die Ufersicherung gleichermaßen zu erfüllen. Bisher gibt es allerdings nur wenige Erfahrungen und vor allem keine Bemessungsvorschriften und Regelwerke für deren Anwendung an Bundeswasserstraßen unter den heutigen hydraulischen Belastungen infolge Schifffahrt

und Hochwasserabflusses. Erst seit 2004 werden im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsprojektes der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) und der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) dahingehend systematische Untersuchungen unternommen. Langfristiges Ziel dieses Forschungsprojektes ist es, den planenden Mitarbeitern der WSV fundierte Grundlagen und Empfehlungen zur Belastbarkeit und Anwendung alternativer technisch-biologischer Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen zur Verfügung zu stellen und das ökologische Potenzial dieser Bauweisen, auch im Hinblick auf eine Verbesserung des hydromorphologischen Zustandes der Bundeswasserstraßen, aufzuzeigen.

Das Forschungsprojekt wird gemeinsam von den Referaten *Erdbau und Uferschutz* (federführend) und *Schiff/Wasserstraße, Naturuntersuchungen* der BAW und den Referaten *Vegetationskunde/Landschaftspflege* und *Tierökologie* der BfG bearbeitet. Eine breite Fachkompetenz sowohl zu technischen als auch ökologischen Fragestellungen ist durch diese Zusammenarbeit sichergestellt.

2 Hydromorphologischer Zustand an naturnahen großen Fließgewässern – Besiedlungsbestimmende Faktoren für Vegetation und Fauna im Uferbereich

Naturnahe Fließgewässer sind Durchlaufsysteme, in denen sich biologische, chemische und physikalische Milieufaktoren kontinuierlich verändern (BICK 1989, SCHWOERBEL & BRENDELBERGER 2005). Das Längsprofil eines Flusses lässt sich von der Quelle bis zur Mündung in Ober-, Mittel- und Unterlauf gliedern, wobei charakteristische Unterschiede in der Sedimentzusammensetzung, im Nährstoffhaushalt, in der Wassertemperatur, im Gefälle, in der Wassermenge und -tiefe, in der Strömungsgeschwindigkeit und der tierischen und pflanzlichen Besiedlung auftreten (SCHOLZ et al. 2005).

Im Querprofil bewirken die natürliche Laufverlagerung des Gewässers, unterschiedliche Strömungsgradienten und umfangreiche Erosions- und Sedimentationsprozesse die variable Ausbildung von Ufer- und Vorlandbereichen. Aufgrund des Wechsels von Fließgeschwindigkeiten und stark schwankenden Wasserständen weisen die Ufer ausgeprägte Zonierungen auf, in denen typische Pflanzenbestände siedeln, deren Arten an die jeweils vorherrschenden Randbedingungen angepasst sind. Im Querprofil eines naturnahen Fließgewässers lassen sich folgende Zonen voneinander abgrenzen (vgl. Abb.1): der ständig Wasser führende aquatische Bereich, der bei nur schwacher Strömung Wasserpflanzen aufweisen kann, daran anschließend die sog. Wasserwechselzone (amphibischer Bereich), an der die Uferfluren-/Röhrichtzone und die sog. Weichholzzone Teil haben, die letztendlich von der Hartholzzone abgelöst werden (BITTMANN 1965). Die Landzone befindet sich außerhalb der periodisch überschwemmten Aue.

Die Uferzonierung lässt sich anhand der hydrologischen Kenngrößen mittleres Niedrigwasser, Mittelwasser und mittleres Hochwasser charakterisieren, wobei der Zusammenhang zwischen Uferzonierung und hydrologischen Kenngrößen flussabschnittsspezifisch ist (ELLENBERG 1996).

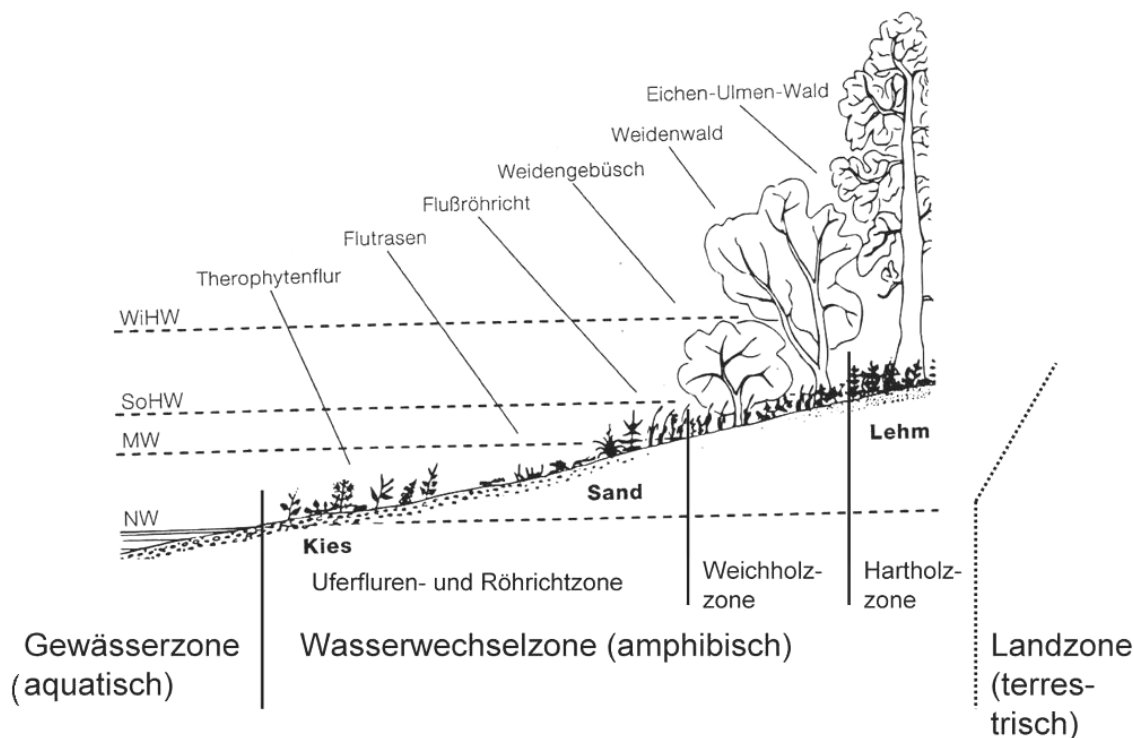


Abb. 1: Schema einer idealen Vegetationszonierung an größeren mitteleuropäischen Flüssen. Modifiziert nach WIBKIRCHEN (1995) in HÜTTE (2000).

Der Fuß der Uferböschung unterhalb der Niedrigwasserlinie ist dauerhaft überstaut. In diesem sog. aquatischen Bereich setzen sich pflanzliche Lebensgemeinschaften aus kleinen Algen, Pilzen, Wasserflechten und -moosen bzw. Gefäßpflanzen in strömungs-, wind- und wellenschlagsberuhigten Zonen zusammen. In der Wasserwechselzone unterliegt das Ufer zeitweiligen Überstauungen und Belastungen aus Wellenschlag und Strömung. Daneben sind Höhe, Dauer und Saisonalität der Überstauung, Böschungsneigung und somit die flächige Ausdehnung der Uferböschung, Substrat, Nährstoffgehalt und Lichtgenuss wesentliche Faktoren, die auf das Besiedlungsgeschehen Einfluss nehmen (PATT et al. 2004). Die Wasserwechselzone wird bevorzugt von Flussufer-Pionierfluren auf periodisch trocken fallenden Kies-, Sand- und Schlammflächen unterhalb der Mittelwasserlinie, darüber von mehrjähriger Flutrasenvegetation und an und unterhalb der Mittelwasserlinie von hochwüchsigen Gräsern, Seggen und Stauden (Röhrichtzone) gebildet. Fließgewässer-Röhrichte sind bis zu einem gewissen Grad überstauungstolerant und mit ihrem relativ elastischen Bau an mechanische Uferbelastungen angepasst. Dennoch besitzen sie ihr Besiedlungsoptimum an strömungsberuhigten Ufern.

Die Eigenschaft der elastischen Verformbarkeit besitzen auch Weidengehölze, die an und oberhalb der Mittelwasserlinie siedelnd die Zone der Weichholzaue bilden. Das höchstgelegene und somit nur noch selten bei außergewöhnlichen Hochwassern überflutete Gelände innerhalb des Überschwemmungsbereiches nimmt bei natürlichen Gewässern die sog. Hartholzaue ein, die sich v. a. aus Ulmen, Eschen und Eichen zusammensetzt (HÜTTE 2000).

Eine Vielzahl von Tieren wechselt zwischen dem aquatischen und terrestrischen Lebensraum. Andere Tiere sind entweder auf den aquatischen oder den terrestrischen Lebensraum angewiesen. Vielen Arten ist jedoch gemeinsam, dass die Pflanzengemeinschaften der Ufer eine wichtige Lebensgrundlage darstellen. Diese bieten sowohl Laich-, Nist- und Aufwuchsgebiet als auch Rückzugs- und Schutzbereich. Zu einer hohen Artenvielfalt der Faunen- und Florenelemente trägt ganz besonders die hohe Interaktion unterschiedlicher Standortfaktoren an natürlichen Fließgewässern (Hydrologie, Böden, Vegetation, Geomorphologie) und das Wechselspiel von Erosion und Sedimentation, Absterben von Pflanzenteilen, Überflutung und Trockenfallen von Uferzonen und vorgelagerten Sand-/Kiesbänken und deren Wiederbesiedlung durch Pioniervegetation bei. Diese Prozesse schaffen ein unruhiges Relief, das aufgrund des hohen Strukturereichtums ein Mosaik unterschiedlicher Lebensräume auf engstem Raum hervorbringt (SCHOLZ et al. 2005).

3 Hydromorphologische Defizite an rein technisch gesicherten Ufern – Konsequenz für Vegetation und Fauna im Uferbereich

Während die Entwicklung der Lebensräume und Lebensgemeinschaften in einem naturnahen Fließgewässer weitgehend ohne menschliche Einflüsse abläuft und dementsprechend die Ausbildung von Längsgefälle, Querschnitt, Ufer und Aue den natürlichen Gesetzmäßigkeiten unterliegt, sind die Bundeswasserstraßen aufgrund der starken Nutzung, z. B. durch Schifffahrt, angrenzende Landwirtschaft, Siedlung, Industrie und notwendige Hochwasserschutzmaßnahmen (z. B. Eindeichung) in ihrem Verlauf und Niveau oftmals durch technische Bauwerke oder Stauregulierung verändert. Steinpflasterungen, lose bzw. vergossene Steinschüttungen (vgl. Abb. 2) und Spundwände (vgl. Abb. 3) prägen die Ufer der Bundeswasserstraßen z. T. auf weiten Strecken, um die Standsicherheit der Ufer unter den hydraulischen Belastungen infolge Schifffahrt und ggf. Hochwasser gewährleisten zu können.



Abb. 2: Mit Schüttsteinen gesichertes Ufer am Rhein, das überwiegend frei von pflanzlichem Bewuchs ist (Foto: Eisenmann, BAW)



Abb. 3: Mit Spundwand gesichertes Ufer, das keinen pflanzlichen Bewuchs ermöglicht (Foto: Liebenstein, BfG)

Für die Bemessung einer Ufer- und Sohlensicherung sind unterschiedliche hydraulische Einwirkungen relevant. So unterscheiden sich z. B. die hydraulischen Einwirkungen eines Schiffes, das mit etwa gleichmäßiger Geschwindigkeit in einem Wasserstraßenabschnitt fährt, von denen eines sog. manövrierenden Schiffes, das in Vorhäfen, Liegestellen o. ä. anfährt oder abbremst. Für technisch-biologische Ufersicherungen sind in der Regel die erstgenannten Einwirkungen relevant. Bewegt sich ein Binnenfahrzeug durch ein Gewässer, entstehen durch die gegenseitige hydraulische Wechselwirkung lokale und temporäre Veränderungen der Wasseroberfläche und der Strömungen um das Fahrzeug herum. Der Wasserspiegelabsenk neben dem Schiff, Bug-, Heck- und Sekundärwellen sowie schiffsinduzierte Strömungen wirken als hydraulische Belastungen auf Ufer und Sohle des Gewässers (siehe Abb. 4). Die genannten schiffsinduzierten Belastungen werden umso größer, je kleiner das Verhältnis des Wasserstraßenquerschnittes zum eingetauchten Schiffsquerschnitt ist und je schneller und näher das Schiff am Ufer fährt (GESING 2010).

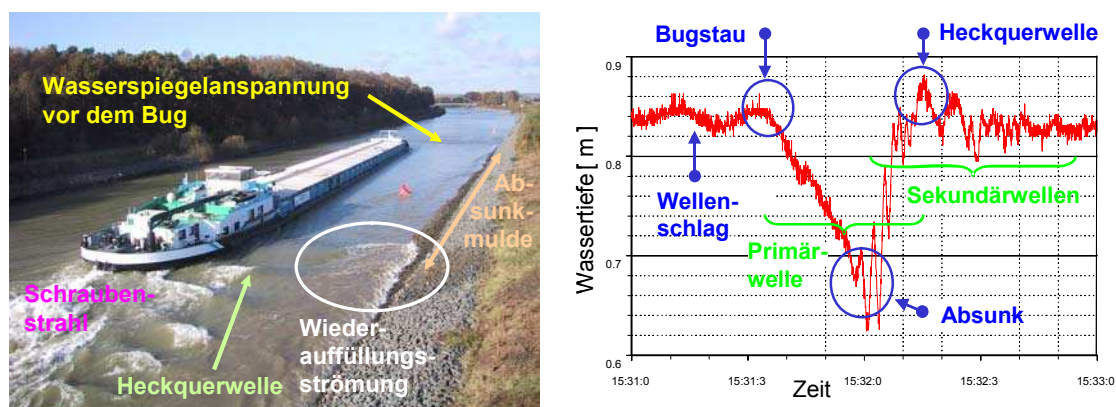


Abb. 4: Hydraulische Belastungen infolge Schifffahrt, rechts: am Ufer gemessene Wasserspiegelauslenkung während einer Schifffahrt (Quelle: BAW).

Durch die überwiegend rein technisch gesicherten Ufer an Bundeswasserstraßen fehlen die besiedlungsbestimmenden Faktoren naturnaher Fließgewässer wie Strukturvielfalt, Sedimentvarianz und unregelmäßige Ufergeometrien zumeist, wodurch die Möglichkeit der eigendynamischen Veränderung der Ufer oft nicht mehr gegeben ist. Die Folge ist eine eingeschränkte ökologische Funktionsfähigkeit der Uferzonen und somit eine eingeschränkte Habitatqualität, die zu einem Verlust der natürlichen Uferzonierung und der faunistischen und floristischen Artenvielfalt führte und führt.

Für die Ausbildung von Wasserpflanzenbeständen ist oftmals die mechanische Belastung an Bundeswasserstraßen zu hoch, weshalb sie dort überwiegend in geschützteren Uferabschnitten anzutreffen sind. Weiterhin erfolgt der Übergang zwischen aquatischer und terrestrischer Zone auf einer sehr schmalen Fläche, da die Ufer meist mit 1:2 - 1:3 geneigten Böschungen ausgebaut sind. Einzelne Vegetationszonen folgen daher sehr dicht aufeinander bzw. fehlen vollständig. Raum für eine flächige Ausdehnung und für „sanfte“ Übergänge zwischen den einzelnen Vegetationszonen steht an Bundeswasserstraßen also oftmals nicht zur Verfügung und somit fehlen weiterhin wichtige Lebensräume für Tiere im Übergangsbereich zwischen Land und Wasser. Hinzu kommt, dass die technisch gesicherten Ufer überwiegend ungeeignete Standortbedingungen für pflanzlichen Bewuchs und die faunistische Besiedlung darstellen (vgl. Abb. 2 und 3).

4 Ökologische Aufwertung der Uferbereiche an Bundeswasserstraßen durch die Anwendung alternativer technisch-biologischer Ufersicherungen

4.1 Grundlagen

Die beschriebenen gewässermorphologischen Defizite an rein technisch gesicherten Ufern und deren Konsequenz für die Fauna und Flora (Kapitel 3) sollen mit der neuen Richtlinien- und Gesetzesgrundlage zukünftig entscheidend in Richtung des in Kapitel 2 beschriebenen Leitbildes aufgearbeitet und bis zum Jahr 2015 deutlich verbessert werden (vgl. Art. 4, Abs. 1 WRRL). Hierzu kann der Einsatz technisch-biologischer Ufersicherungen an Bundeswasserstraßen zukünftig ggf. entscheidend beitragen.

Alternativ zu rein technischen Bauweisen beziehen technisch-biologische Bauweisen lebende Pflanzen und Pflanzenteile alleine oder in Kombination mit unbelebten, auch technischen Baustoffen als Sicherungskomponenten ein und machen sich die vielfältigen biomechanischen Eigenschaften lebender Baustoffe zu Nutze (BEGEMANN & SCHIECHTL 1994, SCHIECHTL & STERN 2002, MEIXNER et al. 2004).

Beispiele für Bauweisen, in denen der Uferschutz überwiegend durch pflanzliche Elemente gewährleistet wird, sind Weidenspreitlagen, Röhrichtanpflanzungen, Vegetationswalzen und die Ansaat von Gräser-/Kräutermischungen auf anstehendem Boden. Beispiele für technisch-biologische Bauweisen sind begrünte Steinschüttungen, Röhrichtgabionen und der Einbau von vorgefertigten Vegetationsmatten. Bei der kombinierten Bauweise können Vorteile beider Baustoffe vereint werden, indem tote Materialien lebenden Materialien zusätzlichen Halt geben, bis diese nach einer ausreichenden Entwicklung ggf. die Sicherungsfunktion der Böschung vollständig übernehmen können. Der Erfolg der Ufersicherung und des Pflanzenwachstums kann weiterhin durch einen wasserseits vorgelagerten Verbau von überwiegend toten Baustoffen, z. B. Steinwall, Pfahlreihe, Lahnung erhöht werden, da diese Bauweisen z. B. die von Schiffswellen ausgehende Belastung auf den Uferbereich mindern.

In der Regel werden pflanzliche Uferschutzmaßnahmen an Böschungen oberhalb des Wasserspiegels (Normalwasserstand bzw. mittlerer Wasserstand) angewendet, im darunterliegenden Bereich, der unterhalb der Niedrigwasserlinie dauerhaft überstaut ist, bleibt dagegen überwiegend die technische Ufersicherung erhalten. Pflanzliches Wachstum wäre dort nicht in ausreichendem Maße möglich.

Beim Einsatz alternativer technisch-biologischer Bauweisen hängt der Erfolg der Ufersicherung, insbesondere hinsichtlich der einzusetzenden Pflanzen, entscheidend von der Kenntnis der örtlichen Standortfaktoren und der auf das Ufer einwirkenden Belastungen ab. Pflanzenwahl und Pflanzenansiedlung sollen sich demnach an der natürlichen Vegetationszonierung eines Fließgewässers orientieren. Zudem müssen die verwendeten Arten und Pflanzengemeinschaften bestimmte Eigenschaften aufweisen, damit sie z. B. Wellenschlag, Strömung oder Wasserspiegelabsenk ertragen und gleichzeitig den geforderten Uferschutz gewährleisten können.

Für die Anwendung alternativer technisch-biologischer Ufersicherungen an Bundeswasserstraßen liegen derzeit noch keine allgemeingültigen Regelwerke vor, da hinsichtlich der Belastbarkeit dieser Ufersicherungen noch Untersuchungsbedarf besteht.

4.2 Gewährleistung der Uferstabilität durch pflanzliche/kombinierte Sicherungselemente

Sowohl technische als auch pflanzliche Ufersicherungsmaßnahmen müssen an Bundeswasserstraßen eine ausreichende Sicherheit gegenüber Oberflächenerosion und eine ausreichende geotechnische Standsicherheit des Ufers, das überwiegend als Böschung ausgebildet ist, gewährleisten. Kann dies allein mit pflanzlichen Maßnahmen nicht erreicht werden, können Kombinationen aus technischen und pflanzlichen Baustoffen, wie in Kapitel 4.1 beschrieben, als Alternative zu rein technischen Ufersicherungen angewendet werden.

4.2.1 Schutz vor Oberflächenerosion

Die Wellen- und Strömungsbelastungen infolge Schifffahrt und die Belastung infolge natürlicher Strömung, insbesondere infolge des Hochwasserabflusses, können zu einer Oberflächenerosion der Ufer führen. Ein Schutz ist immer dann erforderlich, wenn der anstehende Boden selbst nicht erosionsstabil ist. Werden technische Deckwerke aus losen Wasserbausteinen angewendet, wird die erforderliche Einzelsteingröße bzw. das erforderliche Einzelsteingewicht so dimensioniert, dass die Einzelsteine bei allen auftretenden Belastungen lagestabil sind (GBB 2004).

In Wasserstraßen ist nach Fertigstellung der Ufersicherung eine sofortige hydraulische Belastung zu erwarten, weshalb ein unmittelbar flächendeckender Schutz gewährleistet sein muss. Ufersicherungen aus lebenden oder toten Pflanzenteilen oder Pflanzen können bei einer an den Standort und die Belastungssituation angepassten Wahl der Pflanzenarten und Bauweise, z. B. der flächigen Anordnung von Weidenspreitlagen oder dem lückenlosen Einbau von Vegetationsmatten (vgl. Abb. 5, links, Mitte) einen guten Erosionsschutz für Böschungen darstellen. Diese Bauweisen sind bei entsprechender Ausführung selbst erosionsstabil und verhindern gleichzeitig Materialaustrag aus dem anstehenden Boden.



Abb. 5: Biologische Ufersicherungen, links: Spreitlagen, Mitte: Vegetationsmatten, rechts: Steckhölzer (Fotos: BAW/BfG)

Aus bisherigen Erfahrungen an kleinen Fließgewässern (ohne Schifffahrt) ist bekannt, dass der Schutz der Uferböschung des Weiteren überwiegend dadurch geleistet werden kann, dass Pflanzenwurzeln das anstehende Substrat durchflechten und binden, Zugspannungen aufnehmen, der Boden durch die Pflanzendecke geschützt und die Abflussrauigkeit erhöht wird. Die Kraft des Wassers wird dadurch herabgesetzt, Strömungen werden umgelenkt und Erosionserscheinungen gemindert. Zudem besteht die Wirksamkeit des Lebendbaues in der Regeneration und Selbstregulation. Lebendbauweisen gewinnen v. a. in den ersten Jahren ihrer

Entwicklung mit der Ausbildung eines weit- und tiefreichenden Wurzelsystems an Stabilität und bleiben bei regelmäßiger Unterhaltung (z. B. Rückschnitt von Weiden) funktionsfähig. Pflanzen sind in der Lage, kleinere Beschädigungen selbstständig auszugleichen, sich veränderten Bedingungen in gewissem Rahmen anzupassen und sich zu ausgedehnteren, wirksameren und stabileren Systemen weiterzuentwickeln.

Nur punktuell oder auch linear wirkende Schutzmaßnahmen wie z. B. im Raster eingebaute Steckhölzer (vgl. Abb. 5, rechts) bzw. Faschinenreihen sind als alleinige Maßnahme in der Regel nicht ausreichend. Der nicht erosionsstabile Boden wird in diesem Fall um die punktuellen Sicherungen erodiert. Langfristig wird dadurch auch die über die Wurzel vorhandene Verankerung der Einzelpflanze im Boden geschwächt, so dass diese nicht dauerhaft stabil erhalten bleiben kann. Umfangreiche Untersuchungen an einem Flussabschnitt in Wien haben 1999 beispielsweise gezeigt, dass in diesem Fall immer die Erosionsstabilität des anstehenden Bodens maßgebend für das gesamte Ufer ist (MEIXNER et al. 2004). Generell ist bei Verwendung pflanzlicher Ufersicherungen der Anfangszustand bei noch nicht ausreichender Entwicklung des Wurzelsystems der eingesetzten Pflanzen der kritischste Zustand, die Belastbarkeit der pflanzlichen Bauweisen nimmt in der Regel mit zunehmender Entwicklungszeit der Vegetation zu. Dies ist bei den Planungen zu berücksichtigen.

4.2.2 Gewährleistung der Böschungstabilität

Die Standsicherheit der Uferböschungen wird während einer Schiffspassage durch Porenwasserüberdrücke im anstehenden Boden beeinflusst, die durch den Wasserspiegelabsenk hervorgerufen werden können. Die Größe des Porenwasserüberdrucks hängt neben der Größe des Wasserspiegelabsinks und der Absinkgeschwindigkeit maßgeblich vom anstehenden Boden, insbesondere von dessen Durchlässigkeit ab (HOLFELDER & KAYSER 2006). Ist die Standsicherheit der vorhandenen ungeschützten Uferböschung nicht gegeben, muss ein als Uferschutz vorgesehene technisches Deckwerk aus Wasserbausteinen mit einem entsprechenden Flächengewicht so bemessen werden, dass ein böschungsparalleles Abgleiten in einer oberflächennahen Bodenschicht verhindert und auf diese Weise die Standsicherheit der Böschung trotz Porenwasserüberdrücken gewährleistet wird (GBB 2004).

Diese Versagensmechanismen betreffen jedoch nur den Böschungsbereich unterhalb des infolge Schifffahrt abgesenkten Wasserspiegels, in dem pflanzliche Ufersicherungen in der Regel nicht eingebaut werden. Die beschriebenen Mechanismen spielen dementsprechend vor allem an Flüssen eine Rolle, bei denen alternative Ufersicherungen längere Zeit durch Hochwasser eingestaut sein können bei gleichzeitig noch stattfindender Schifffahrt. Hier muss die Böschungstabilität bei Porenwasserüberdrücken – wenn erforderlich – durch die pflanzliche Ufersicherung gewährleistet werden. Ein entsprechendes Gewicht wie bei den technischen Deckwerken kann mit den rein biologischen Ufersicherungen nicht erreicht werden. Ein Abgleiten in einer oberflächennahen Gleitfläche im Boden kann ggf. durch eine entsprechende Verwurzelung entweder durch Einzelwurzeln im Sinne einer bodenmechanischen Vernagelung oder durch ein dichtes, verzweigtes, feines Wurzelsystem im Sinne einer Bodenkohäsion verhindert werden. Eine Vernagelung ist beispielsweise durch Steckhölzer oder Setzstangen, eine Bodenkohäsion durch Röhrichtanpflanzungen oder eine Grasnarbe erreichbar.

4.3 Ökologisches Potenzial alternativer technisch-biologischer Ufersicherungen

Wie bereits beschrieben, soll der Einsatz technisch-biologischer Ufersicherungen dazu beitragen, neben den technischen auch die ökologischen Anforderungen an die Ufersicherung gleichermaßen zu erfüllen. Ziel ist es u. a., den gewässermorphologischen Zustand an Bundeswasserstraßen zu verbessern und die damit zusammenhängenden Wirkketten zu fördern. Wichtige Aspekte sind in diesem Zusammenhang die Erhöhung des Struktureichtums durch den flexiblen Einsatz verschiedenster Materialien, wie z. B. Totholz, Pflanzenballen, Flechtwerk; Erhalt, Förderung und Entwicklung gewässer- und ufertypischer Vegetation durch den Einsatz einer angepassten Bauweise und Pflanzenauswahl (vgl. Kapitel 2, 4.1), Schaffung von Habitatvielfalt und somit Lebensraum, Laich- und Rückzugsgebiet für Tiere. Weiterhin können Gehölze, Röhrichte und Kräuter am Gewässer einen Ausgleich von Temperatur- und Feuchteextremen in der bodennahen Luftschicht bewirken. Zudem entsteht durch sie ein Eintrag an organischem Material (Laub, Holz, Blütenteile, Pollen usw.), das eine vielfältige Ernährungsbasis für Detritusfresser (Tiere, die sich von zerkleinerter organischer Substanz ernähren) darstellt. Ein weiterer Aspekt ist, dass das Selbstreinigungsvermögen des Gewässers erhöht wird, indem Pflanzenwurzeln Schad- und Schwebstoffe aus dem Wasser filtrieren und festlegen (LANGE & LECHER 1993, SCHIECHTL & STERN 2002). Durch das Entfernen von technischen Ufersicherungen wird die Bodenflora und -fauna aktiviert und leistet wiederum ihren Beitrag zu einem biologisch hochwertigeren Standort, der sich zudem harmonischer in das Landschaftsbild eingliedert.

5 Laufende Untersuchungen im Rahmen des gemeinsamen Forschungsprojektes der BAW und BfG

5.1 Schwerpunktbereiche des Forschungsprojektes

Seit 2004 werden im Rahmen des gemeinsamen Forschungsprojektes der BAW und BfG Untersuchungen zur Anwendbarkeit und Belastbarkeit technisch-biologischer Ufersicherungen durchgeführt. Ziel des Forschungsprojektes ist es, Grenzwerte der Belastbarkeit für den Einsatz der alternativen Bauweisen an Bundeswasserstraßen unter den genannten Randbedingungen zu ermitteln und Aussagen über deren ökologisches Potenzial abzuleiten.

Da bei der Anwendung pflanzlicher Sicherungskomponenten zum großen Teil lebende Baustoffe zur Anwendung kommen, sind hier im Gegensatz zu technischen Ufersicherungen viele zusätzliche Einflussfaktoren, wie beispielsweise die Witterungs- und Lichtverhältnisse, zu berücksichtigen (vgl. Abb. 6). Da diese nur schwer zu quantifizieren und in Bemessungsformeln zu erfassen sind, kommt den Erfahrungen und praktischen Versuchen im Rahmen des Forschungsprojektes eine besondere Bedeutung zu.

Aus diesem Grund konzentrieren sich die Untersuchungen auf folgende drei Schwerpunkte, die in engem Zusammenhang zu betrachten sind:

- > Auswertung bereits vorliegender praktischer Erfahrungen aus dem Bestand
- > Labor- und Modellversuche, theoretische Überlegungen
- > Planung und Begleitung (Monitoring) neuer praktischer Anwendungen von alternativen Ufersicherungen an Wasserstraßen

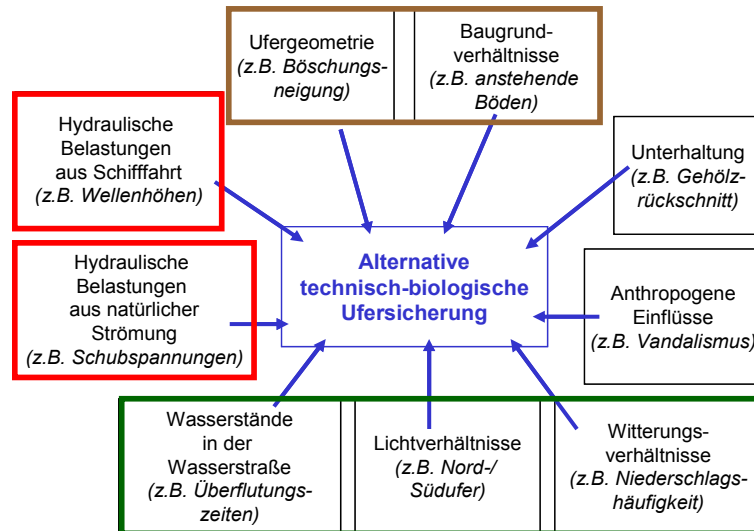


Abb. 6: Zu berücksichtigende Einflussgrößen auf alternative Ufersicherungen an Wasserstraßen

5.2 Derzeitige Aktivitäten: Naturversuch am Rhein, Modell- und Laborversuche

Eine sehr gute Möglichkeit, vertiefende Erkenntnisse über die Belastbarkeit neuer technisch-biologischer Ufersicherungsbauweisen und deren ökologisches Potenzial unter Wasserstraßenbedingungen zu gewinnen, bietet die Durchführung von Naturversuchen, bei denen die Randbedingungen (technische und ökologische) von vornherein erfasst werden und ein intensives Monitoring nicht nur in der Bauphase sondern auch viele Jahre danach durchgeführt wird.

Ein solcher Versuch wird zurzeit in Zusammenarbeit mit dem WSA Mannheim am Rhein in der Nähe von Worms (km 440,6 bis km 441,6) vorbereitet. In einem Abschnitt von 1 km Länge werden am rechten Ufer auf der Grundlage der bisherigen Erkenntnisse acht verschiedene technisch-biologische Ufersicherungsarten oberhalb etwa Mittelwasser eingebaut; in einem neunten Bereich wird das Ufer ohne Schutzmaßnahmen bleiben. Dazu muss die derzeit vorhandene Steinschüttung oberhalb des Mittelwasserstandes zum Teil vollständig entfernt werden, im Unterwasserbereich bleibt die Steinschüttung als Uferschutz erhalten. Im Vorfeld wurden 2010 die Randbedingungen – Gewässer- und Ufergeometrie, Baugrund im Uferbereich, vorhandene Vegetation und Fauna, hydraulische Uferbelastungen infolge natürlicher Flusströmung und Schifffahrt – ermittelt und dokumentiert. Die hydraulischen Belastungen infolge Schifffahrt und Hochwasser sind in diesem Abschnitt insbesondere am oberstromigen Ende der Strecke relativ hoch. Hinzu kommen mögliche Wasserspiegelschwankungen von bis zu 6 m, die von den pflanzlichen Ufersicherungen schadlos aufgenommen werden müssen.

Der Einbau der Ufersicherungen ist im Frühjahr 2011 geplant. Sowohl rein pflanzliche Maßnahmen, wie zum Beispiel Weidenspreitlagen, als auch Kombinationen aus Pflanzen und technischen Materialien wie bepflanzte Kammerdeckwerke, Röhrichtgabionen und begrünte Steinschüttungen, werden getestet. Im Ergebnis dieses Naturversuchs werden wichtige Erkenntnisse zur Anwendung alternativer technisch-biologischer Ufersicherungen am Rhein, aber auch an anderen Wasserstraßen erwartet.

Außerdem werden seit 2009 in der BAW Labor- und Modellversuche zur Belastbarkeit insbesondere der pflanzlichen Ufersicherungen durchgeführt. Es wird untersucht, wie sich die Bodeneigenschaften, insbesondere Scherfestigkeit und Durchlässigkeit, durch den Einfluss unterschiedlicher Wurzelbildung verändern. Ein Großschergerät (vgl. Abb. 7, rechts) und großdimensionale Wasserdurchlässigkeits-Apparaturen stehen dafür zur Verfügung. In einem im Grundriss 8 m x 14 m großen Wellenbecken, in dem eine 1:3 geneigte Uferböschung aus verschiedenen Böden herstellbar ist, werden unterschiedliche biologische Ufersicherungsarten untersucht (vgl. Abb. 7, links). Durch einen über die gesamte Breite reichenden Tauchkörper können in Abhängigkeit von der Steuerung verschiedene Wellenbelastungen simuliert werden. Nach Installation zahlreicher Messinstrumente besteht die Möglichkeit, die Randbedingungen und Belastungsgrößen der einzelnen Versuche genau zu erfassen. Erste Vorversuche dazu sind bereits abgeschlossen. Auf der Grundlage der Ergebnisse werden noch in diesem Jahr systematische Untersuchungen verschiedener Ufersicherungsarten, z. B. Spreitlagen oder Röhrichtmatten, beginnen (EISENMANN 2010).



Abb. 7: Wellenanlage und Großschergerät zur Untersuchung alternativer Ufersicherungen (Fotos: BAW)

5.3 Begleitung von Projekten Dritter

In diesem Zusammenhang ist auch die Frage von Interesse, unter welchen Randbedingungen gegebenenfalls ganz auf Ufersicherungen verzichtet werden kann. So wurde beispielsweise auf Initiative des NABU im Rahmen des Projektes „Lebendiger Rhein – Fluss der tausend Inseln“ an verschiedenen ausgewählten lokalen Rheinabschnitten die vorhandene Steinschüttung im Uferbereich entfernt. Das Ufer wurde somit wieder seiner natürlichen Sukzession überlassen. Für die Umsetzung solcher Projekte muss jedoch im Vorfeld sehr genau geprüft werden, ob die hydraulischen Belastungen infolge Schifffahrt und Hochwasser bzw. die Randbedingungen am Ufer und im Hinterland den Verzicht auf jegliche Ufersicherung zulassen. Zwei Abschnitte im Zuständigkeitsbereich des WSA Mannheim, jeweils am rechten Rheinufer (km 418,50 bis km 418,80, km 433,20 bis km 433,78), in denen 2004 Uferentsteinerungen vorgenommen wurden, werden derzeit vom ILN Bühl, von BAW und BfG im Rahmen des Monitoringprogrammes begleitet, so dass wichtige Erkenntnisse letztendlich auch in die Ergebnisse des gemeinsamen Forschungsprojektes einfließen können.

Die bisher im Rahmen des Forschungsprojektes gewonnenen Erkenntnisse über die Belastbarkeit alternativer Ufersicherungen an Wasserstraßen werden bereits dahingehend angewendet, dass bei aktuellen Baumaßnahmen an Wasserstraßen eine Beratung hinsichtlich der Möglichkeiten der Verwendung technisch-biologischer Ufersicherungen erfolgt. Ein Beispiel ist

der gegenwärtige Ausbau des Rhein-Herne-Kanals (Los 4) zur Wasserstraße der Klasse Vb. Hier sollen entsprechend dem Planfeststellungsbeschluss auf einem begrenzten Bereich von 300 m ökologisch aufgewertete, begrünte Steinschüttungen als Uferschutz oberhalb des Normalstaus angewendet werden. Es ist ein Monitoring vorgesehen, um Erfahrungen speziell mit dieser Bauweise bei Anwendung in den durch Schifffahrt hoch belasteten Kanälen zu sammeln.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Insgesamt kann aufgrund der bisherigen Erkenntnisse festgestellt werden, dass technisch-biologische Ufersicherungen grundsätzlich auch an Wasserstraßen anwendbar sind. Der Einsatz ist in erster Linie von den hydraulischen Belastungen infolge Schifffahrt und gegebenenfalls Hochwasser abhängig. Das bedeutet, dass im Vorfeld jeder Maßnahme auf der Grundlage der jeweils gegebenen Randbedingungen geprüft und entschieden werden muss, ob rein biologische, technisch-biologische oder rein technische Ufersicherungen angewendet werden können bzw. müssen, um die Standsicherheit der Ufer zu gewährleisten. Weiterhin haben bisherige Untersuchungen gezeigt, dass die Anwendung technisch-biologischer Bauweisen, insbesondere pflanzlicher Bauweisen, zu einer ökologischen Aufwertung der Uferbereiche beitragen kann. Die ökologische Aufwertung wird v. a. in einer Erhöhung der Strukturvielfalt, im Erhalt, der Förderung und der Entwicklung von pflanzlichem Bewuchs gesehen. Diese Faktoren bewirken wiederum eine breite Wirkkette weiterer ökologisch wertvoller Funktionen. Insgesamt verbessert sich somit die ökologische Funktionsfähigkeit der Uferbereiche an Bundeswasserstraßen, was auch positive Auswirkungen auf den hydromorphologischen Zustand der Wasserstraßen hat.

Die Untersuchungen im Rahmen des Forschungsprojektes sind noch nicht abgeschlossen, wichtige Erkenntnisse werden noch aus den Ergebnissen der Modellversuche und dem Naturversuch am Rhein erwartet. Weitere Detailuntersuchungen in ausgewählten Wasserstraßenabschnitten werden gegenwärtig und auch zukünftig noch durchgeführt. Weitere Naturversuche sind vorgesehen. Alle Ergebnisse werden letztendlich in eine Bemessungsempfehlung für alternative technisch-biologische Ufersicherungen an Wasserstraßen münden. Bereits jetzt sind alle Veröffentlichungen, Vorträge, Ergebnisberichte, erste Empfehlungen für die WSV, die im Rahmen des Forschungsprojektes bisher erarbeitet wurden, in einem zur Problematik der alternativen Ufersicherungen an Wasserstraßen von BAW und BfG eingerichteten gemeinsamen Internetportal unter <http://www.baw.de/ufersicherung/index.php> veröffentlicht. Es erfolgt eine laufende Aktualisierung des Portals, so dass alle Ergebnisse zeitnah der Praxis zur Verfügung gestellt werden können.

Literatur

BAW, BfG (2006): Alternative technisch-biologische Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen, Teil 1: Veranlassung, Umfrage, Internationale Recherche. Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz.
(<http://www.baw.de/ufersicherung/ergebnisberichte.php>)

- BAW, BfG (2008): Alternative technisch-biologische Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen, Teil 2: Versuchsstrecke Stolzenau/ Weser, km 241,55-242,30, rechtes Ufer. Bundesanstalt für Wasserbau, Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz. (<http://www.baw.de/uferisierung/ergebnisberichte.php>)
- BEGEMANN, W. & H. SCHIECHTL (1994): Ingenieurbiologie: Handbuch zum ökologischen Wasser- und Erdbau. 2. Aufl., Bauverlag, Wiesbaden.
- BICK, H. (1989): Ökologie: Grundlagen, terrestrische und aquatische Ökosysteme, angewandte Aspekte. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- BITTMANN, E. (1965): Der biologische Wasserbau an den Bundeswasserstraßen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- EISENMANN, J. (2010): Modellversuche zur Belastbarkeit technisch-biologischer Ufersicherungen in einem Wellenbecken. Beitrag im Tagungsband zum BAW/BfG-Kolloquium „Alternative technisch-biologische Ufersicherungen – Wirkungsweise, Belastbarkeit, Anwendungsmöglichkeiten“ – 26.10.10 Hannover.
- ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht, 5. Aufl., Ulmer Verlag, Stuttgart.
- GESING, C. (2010): Hydraulische Belastungen am Ufer aus Schifffahrt und Abfluss. Beitrag im Tagungsband zum BAW/BfG-Kolloquium „Alternative technisch-biologische Ufersicherungen – Wirkungsweise, Belastbarkeit, Anwendungsmöglichkeiten“ – 26.10.10 Hannover.
- GBB (2004): Grundlagen zur Bemessung von Böschungs- und Sohlsicherungen an Binnenwasserstraßen. Mitteilungsblatt Nr. 87, Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe.
- Holfelder, T. & J. Kayser (2006): Berücksichtigung von Porenwasserüberdrücken bei der Bemessung von Deckwerken an Wasserstraßen. N. Vogt, Schriftenreihe Zentrum Geotechnik (Hrsg.).
- HÜTTE, M. (2000): Ökologie und Wasserbau. Ökologische Grundlagen von Gewässerverbauung und Wasserkraftnutzung, Parey Buchverlag, Berlin.
- LANGE, G. & K. LECHER (1993): Gewässerregelung, Gewässerpflege. Naturnaher Ausbau und Unterhaltung von Fließgewässern, 3. Aufl., Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- MAR (2008): Merkblatt Anwendung von Regelbauweisen für Böschungs- und Sohlensicherungen an Wasserstraßen. Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe.
- MEIXNER, H., RAUCH, H.-P., FLORINETH, F. (2004): Projekt „Neuer Wienfluss“. Messungen an der ingenieurbiologischen Versuchsstrecke. Endbericht 1998-2003. Universität für Bodenkultur, Department für Bautechnik und Naturgefahren, Institut für Ingenieurbiologie und Landschaftsbau (Hrsg.), Wien.
- PATT, H., JÜRGING, P. & W. KRAUS (2004): Entwicklung und Gestaltung von Fließgewässern. Springer Verlag, Berlin.
- SCHIECHTL, H. & R. STERN (2002): Naturnaher Wasserbau: Anleitung für ingenieurbiologische Bauweisen. Ernst & Sohn, Berlin.
- SCHWOERBEL, J. & H. BRENDELBERGER (2005): Einführung in die Limnologie. 9. Aufl., Spektrum Akademischer Verlag, München.

SCHOLZ, M., STAB, S., DZIOCK, F. & K. HENLE (HRSG.) (2005): Lebensräume der Elbe und ihrer Auen. Weißensee Verlag, Berlin.

UNI STUTTGART (2006): Alternative naturnahe Ufersicherungen an schiffbaren Gewässern – Internationale Literatur, Vorschriften, Erfahrungen, Universität Stuttgart. Technischer Bericht 6/2005 (abrufbar unter <http://www.baw.de/ufersicherung/ergebnisberichte.php>)

WIBKIRCHEN, R. (1995): Verbreitung und Ökologie von Flussufer-Pioniergesellschaften (*Chenopodium rubri*) im mittleren und westlichen Europa. Dissertationes Botanicae, Berlin.



Kontakt:

Petra Fleischer

Bundesanstalt für Wasserbau

Kußmaulstraße 17

76187 Karlsruhe

Tel.: 0721/ 9726 3570

Fax: 0721/ 9726 4830

E-Mail: petra.fleischer@baw.de

Jahrgang: 1958

1981

Abschluss an der Technischen Universität Dresden
(Diplom Konstruktiver Wasserbau)

1981 – 1990

Wissenschaftliche Mitarbeiterin der Forschungsan-
stalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau Berlin

1990 – 1999

Wissenschaftliche Mitarbeiterin der Bundesanstalt
für Wasserbau, Außenstelle Berlin, Abteilung Geo-
technik, Referat Erdbau

seit 1999

Wissenschaftliche Mitarbeiterin der Bundesanstalt für
Wasserbau Karlsruhe, Abteilung Geotechnik, Referat
Erdbau und Uferschutz



Kontakt:

Katja Schilling

Bundesanstalt für Gewässerkunde

Am Mainzer Tor 1

56068 Koblenz

Tel.: 0261/ 1306 5975

Fax: 0261/ 1306 5152

E-Mail: schilling@bafg.de

Jahrgang: 1982

2009

Abschluss an der Universität Trier (Diplom Bioge-
ographie) (Schwerpunkte: Biogeographie, Geobotanik,
Bodenkunde)

seit Mai 2009

Wissenschaftliche Angestellte der Bundesanstalt für
Gewässerkunde Koblenz

Arbeitsschwerpunkte:

- Untersuchungen, Erarbeitung von Fachbeiträgen und Beratung zu alternativen technisch-biologischen Ufersicherungen
- Erarbeitung von Fachbeiträgen und Beratung der WSV bei vegetationskundlichen Fragestellungen im Rahmen von Umweltrisikoeinschätzungen, UVU, FFH-Verträglichkeitsuntersuchungen
- Vegetationskundliche Untersuchungen an Bundeswasserstraßen