

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Schilling, Katja; Liebenstein, Hubert

Bedeutung alternativer technisch-biologischer Ufersicherungen an Bundeswasserstraßen hinsichtlich Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

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/20.500.11970/103655>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Schilling, Katja; Liebenstein, Hubert (2010): Bedeutung alternativer technisch-biologischer Ufersicherungen an Bundeswasserstraßen hinsichtlich Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL). In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Wasserbau und Umwelt - Anforderungen, Methoden, Lösungen. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 40. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 266-277.

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.



Bedeutung alternativer technisch-biologischer Ufersicherungen an Bundeswasserstraßen hinsichtlich Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)

Katja Schilling
Hubert Liebenstein

Während der verkehrswasserbauliche Bezug beim Neu- und Ausbau sowie der Unterhaltung der Bundeswasserstraßen durch die WSV in der Vergangenheit stark im Vordergrund stand, ergaben sich in den letzten Jahren neue naturschutzrechtliche Anforderungen, z. B. aus den Zielen der EG-Wasserrahmenrichtlinie oder Anforderungen aus dem Schutzzweck bzw. den Erhaltungszielen von Natura 2000-Gebieten. Diese erfordern verstärkt den Einbezug ökologischer Aspekte bei den genannten Maßnahmen an Bundeswasserstraßen.

Durch die explizite Orientierung der Unterhaltungsmaßnahmen an den Bewirtschaftungszielen und Maßnahmenprogrammen nach WRRL erweitern sich die Aufgaben der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung um die aktive Erreichung dieser Ziele durch Pflege und Entwicklung, als neue Bestandteile der wasserwirtschaftlichen Unterhaltung, zur Verbesserung des Zustandes der aquatischen Ökosysteme und der direkt von ihnen abhängigen Landökosysteme.

Bei Unterhaltung, Neu- und Ausbau gewinnt daher die Anwendung technisch-biologischer Ufersicherungsmethoden zunehmend an Bedeutung, da mit diesen Maßnahmen den beiden Ansprüchen – Schutz der Ufer sowie Erhaltung und Schaffung von Lebensraum für Pflanzen und Tiere – Rechnung getragen werden kann.

Der folgende Beitrag zeigt Beispiele technisch-biologischer Bauweisen und deren wesentlicher Charakteristika als Alternative zu herkömmlichen Ufersicherungen. Aus ökologischer Sicht werden dabei Vorteile der alternativen technisch-biologischen Bauweise aufgezeigt, die sich u. a. in einer Verbesserung der Strukturvielfalt und -güte hinsichtlich der Lebensbedingungen für Tiere und Pflanzen im Gewässer und Uferbereich äußern und somit die ökologischen Zielstellungen nach WRRL unterstreichen.

1 Einführung

1.1 Die natürliche Situation an großen Flüssen – Biologische Aspekte

Naturnahe Flüsse beherbergen eine vielfältige Lebenswelt, sowohl im freien Wasserkörper als auch im Lückensystem des Untergrundes, am Ufer und in den grundwasserabhängigen terrestrischen Bereichen. Die Pflanzen- und Tierarten sowie Lebensgemeinschaften besiedeln in Abhängigkeit ihrer ökologischen Valenz unterschiedliche Nischen, in denen sie optimal an die frei wirkenden Kräfte eines Fließgewässers angepasst sind. Gerade der Bewuchs wird von zahlreichen abiotischen Faktoren wie Bodensubstrat, Strömungsgeschwindigkeit, Überschwemmungshäufigkeit, usw. bestimmt, woraus sich eine natürliche Uferzonierung an Gewässern ergibt. Im Querprofil eines naturnahen Flusses lassen sich folgende Zonen voneinander abgrenzen (vgl. Abb.1): der ständig wasserführende 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.

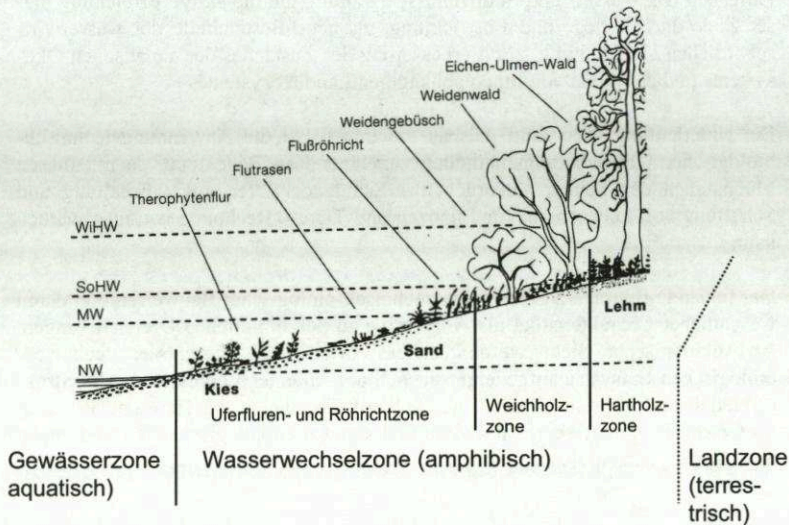


Abbildung 1: Schema einer idealen Vegetationszonierung an größeren mitteleuropäischen Flüssen. Modifiziert nach Wißkirchen (1995) in Hütte (2000).

Die Wasserwechselzone wird bevorzugt von Röhrichten besiedelt, die eine hohe Überflutungstoleranz aufweisen und zudem elastisch verformbar sind. Diese Eigenschaft weisen auch die Weidengehölze auf, die im geringfügig darüber liegenden Überflutungsbereich die Zone der Weichholzaue bilden und somit optimal an die mechanische Belastung angepasst sind. 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.

Frei von Überflutungen ist die angrenzende Landzone, der sog. terrestrische Bereich (Hütte 2000).

Eine Vielzahl von Tieren wechselt zwischen dem aquatischen und terrestrischen Lebensraum. So gibt es z. B. semiaquatische Insekten, die ihre ersten Entwicklungsstadien im Wasser verbringen und erst als adultes Insekt am Land leben (Hütte 2000). 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 Interaktion unterschiedlicher Standortfaktoren an natürlichen Fließgewässern bei (Hydrologie, Böden, Vegetation, Geomorphologie), denn dabei schafft das Wechselspiel von Erosion und Sedimentation, Absterben von Pflanzenteilen und Wiederbesiedlung durch Pioniervegetation ein unruhiges Relief, das ein Mosaik unterschiedlicher Lebensräume mit hohem Strukturreichtum schafft (Scholz et al. 2005).

1.2 Aktuelle Situation an Bundeswasserstraßen

Seit Jahrhunderten greift der Mensch aus ökonomischen Gründen und Sicherheitsbedürfnissen in den natürlichen Zustand der Fließgewässer ein und baut sie nach seinen Wünschen und Vorstellungen technisch um. Frei fließende Gewässer werden z. T. staureguliert oder in ihrem Verlauf und Niveau durch technische Bauwerke verändert. Wasserwirtschaftliche Ausbaumaßnahmen ermöglichen so eine Intensivierung der Nutzungen (z. B. Schifffahrt, Landwirtschaft, Industrie) in den Gewässern und gewässernahen Bereichen (Patt et al. 2004).

Zur Verhinderung von Erosionserscheinungen z. B. infolge Schifffahrt wurden (und werden) die Ufer der Bundeswasserstraßen auf weiten Strecken durch geeignete rein technische Maßnahmen, wie z. B. Spundwände, Deckwerke aus

Steinschüttungen, u. a. gesichert. Diese Uferbereiche weisen oft nur noch eine geringe Strukturvielfalt auf, was dazu führte, dass wichtige Lebensräume von Pflanzen und Tieren im Übergangsbereich zwischen Land und Wasser stark verändert bzw. vollständig vernichtet wurden. Pflanzen- und Tierarten finden keine bzw. nur unzureichende Ansiedlungsmöglichkeit vor, da das entsprechende Substrat fehlt. Auswirkungen sind Verluste der natürlichen Uferzonierung und Artenvielfalt.

2 Die Notwendigkeit naturnaher Ufersicherungen – aktuelle ökologische und rechtliche Anforderungen

In den letzten Jahren hat das Umweltbewusstsein in der Bevölkerung stark zugenommen (*Patt et al. 2004*). Auch die gesetzlichen Vorgaben und Ansprüche, die im Rahmen von Aus- und Neubau sowie bei der Unterhaltung von Bundeswasserstraßen zu beachten sind, haben sich wesentlich gewandelt. Demnach müssen Aus-/Neubau und Unterhaltung zum Schutz der Lebensgrundlage des Menschen und für eine gesunde Umwelt in zunehmendem Maße ökologische und rechtliche Aspekte berücksichtigen.

Zahlreiche neue Gesetze und Richtlinien, wie etwa die Richtlinie 2000/60/EG (Wasserrahmenrichtlinie), das Wasserhaushaltsgesetz oder das Bundesnaturschutzgesetz (Novellierungen gültig ab 1.3.2010) fordern den Schutz, die Verbesserung und die Entwicklung empfindlicher Lebensräume in und am Fließgewässer, die Sicherung ökologischer Funktionen und die Verbesserung der Gewässergütestruktur als weitere Ziele neben der Gewährleistung der verkehrsbezogenen Uferstabilisierung unter hydraulischer Belastung bei Schifffahrt. Die ökologischen Ziele gehen mit den Anforderungen aus dem Schutzzweck bzw. den Erhaltungszielen von Natura 2000-Gebieten und dem Bundesnaturschutzgesetz konform. Der Umfang der wasserwirtschaftlichen Unterhaltung ergibt sich aus §39 WHG und den entsprechenden Landesgesetzen und umfasst u. a. „die Erhaltung der Ufer, insbesondere durch Erhaltung und Neupflanzung einer standortgerechten Ufervegetation“, sowie „die Erhaltung und Förderung der ökologischen Funktionsfähigkeit des Gewässers insbesondere als Lebensraum von wild lebenden Tieren und Pflanzen“ (vgl. §39 Abs.1 Satz 2 und 4 WHG). Konkret ist die Unterhaltung an den Bewirtschaftungszielen nach Maßgabe der §§27 bis 31 WHG und der Wasserrahmenrichtlinie auszurichten, darf die Erreichung dieser Ziele nicht gefährden und muss den Anforderungen der Maßnah-

menprogramme entsprechen, welche bis zum 22. Dezember 2012 von den Mitgliedsstaaten durchzuführen sind (§84 Abs.2 WHG).

Der verstärkte Einbezug ökologischer Gesichtspunkte bei Maßnahmen an Gewässern ließ zunehmend technisch-biologische Ufersicherungsmethoden als Alternative zu herkömmlichen rein technischen Bauwerken in den Blickpunkt der Betrachtung rücken. Dabei geht es um Bauweisen, die den technischen Anforderungen genügen und lebende und/oder tote Pflanzenteile und Pflanzen (z. B. Bäume, Sträucher, Setzstangen, Spreitlagen und Pflanzen der Röhrichtgesellschaften) einbeziehen und sich deren vielfältige biotechnischen Eigenschaften (z. B. hohe Elastizität von Weiden, starkes Durchwurzelungsvermögen, hohe Wurzelzugfestigkeit, vegetative Vermehrbarkeit, Fähigkeit zur Rohbodenbesiedlung, Überstauungstoleranz, Regenerationsvermögen, usw.) zu Nutze machen (*Begemann & Schiechl 1994; Schiechl & Stern 2002; Meixner & Rauch 2004*).

Aus ökologischer Sicht bestehen die Vorteile der alternativen technisch-biologischen Bauweisen vor allem in der Verbesserung der Strukturvielfalt und -güte hinsichtlich der Lebensbedingungen für Tiere und Pflanzen im Gewässer und somit in der Schaffung von gewässertypischen Lebensräumen. Es handelt sich bei den Bauweisen somit nicht nur um technisch wirkende Sicherungsmaßnahmen sondern auch um ökologisch wirksame Entwicklungsmaßnahmen.

3 Alternative technisch-biologische Ufersicherungen – Anlage und Untersuchung von Versuchsstrecken an Bundeswasserstraßen

Obwohl die systematische wissenschaftliche Untersuchung alternativer technisch-biologischer Bauweisen im Bezug auf Wirkungsweise, Leistungsfähigkeit, Anwendungsbereiche, Pflege und Unterhaltung in den letzten Jahrzehnten deutlich vorangetrieben wurde, gibt es für Bundeswasserstraßen bisher nur wenige Erfahrungswerte und allgemeingültige Regelungen, was oftmals Fragen bei der Planung und Anwendung solcher Bauweisen aufwirft. Im Rahmen des gemeinsamen Forschungs- und Entwicklungsprojektes (F & E) der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) und der Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) „Untersuchungen zu alternativen technisch-biologischen Ufersicherungsmaßnahmen an Bundeswasserstraßen“ werden seit 2004 bestehende Erfahrungen der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) zusammengetragen, vertiefende Untersuchungen unter technischen, ökologischen und naturschutzrechtlichen Gesichts-

punkten durchgeführt und letztendlich fundierte Grundlagen und Empfehlungen zu technisch-biologischen Ufersicherungen erarbeitet (BfG/BAW, 2008). Dazu werden im Rahmen des F & E-Projektes u. a. ausgewählte Versuchsstrecken, in denen bereits alternative Ufersicherungsmaßnahmen angewendet wurden, hinsichtlich ihres technisch-biologischen Eignungs- und ökologischen Entwicklungspotenzials intensiver untersucht. Zu nennen sind hierbei folgende Beispiele:

- Versuchsstrecke Stolzenau, Weser-Km 241,550-242,300 (vgl. Kapitel 4).
- Untere Havel-Wasserstraße, ca. Km 35,700
- Neckar-Km 44,200-44,600

Weitere Versuchsstrecken liegen an Kanälen, auf die hier nicht weiter eingegangen wird.

Zum Untersuchungsprogramm gehören geotechnische, hydrologische, hydraulische, vegetationskundliche und tierökologische Studien, die sowohl für die Planung von Maßnahmen an neuen Versuchsstrecken als auch die Bewertung des Pflanzenerfolges und die ökologische Bewertung der Strecke unabdingbar sind. Abgeschlossene und laufende Projekte von BfG und BAW zeigen, dass weiterer Forschungsbedarf auf dem Gebiet der alternativen technisch-biologischen Ufersicherung an Bundeswasserstraßen besteht, weshalb aktuell die Anlage einer Pilotstrecke am Rhein bei Worms (Rhein-Km 440,600-441,600), in Zusammenarbeit mit dem WSA Mannheim, geplant wird.

Im Gesamtkontext sind zudem einige beispielhafte Maßnahmen zu erwähnen, die z. B. von Naturschutzverbänden und örtlichen Behörden, mit dem Ziel einer Verbesserung des ökologischen Potenzials an Fließgewässern, durchgeführt werden:

- Anlage/Schutz von Flachwasserzonen und Schilfbeständen am Neckar (z. B. Pleutersbach und Schilfgebiet Eberbach, unter Initiierung des NABU, der Stadt Eberbach und des WSA Heidelberg)
- Rückbau verschiedener befestigter Uferabschnitte am Rhein im Rahmen des Projektes „Lebendiger Rhein – Fluss der tausend Inseln“ (Initiierung durch NABU in Kooperation u. a. mit den zuständigen Wasser- und Schifffahrtsämtern)

4 Ergebnisse alternativer technisch-biologischer Ufersicherungen am Beispiel der Versuchsstrecke Stolzenau

Rückblick

Die Versuchsstrecke an dem hydraulisch gering belasteten, staugeregelten Mittelweserabschnitt (Km 241,550-242,300) wurde 1988 als Kompensationsmaßnahme für Eingriffe in den Naturhaushalt, die beim letzten Ausbau der Mittelweser entstanden sind, geplant.

Die 1:3 geböschten Ufer waren mit einem Deckwerk aus losen Wasserbausteinen gesichert und überwiegend nur mit Gras bewachsen, weshalb ihnen insgesamt eine geringe ökologische Bedeutung zukam.

Im Zuge der technisch-biologischen Maßnahmen wurden oberhalb des hydrostatischen Staus z. T. die Schüttsteine abgetragen, die Böschungen abgeflacht und die Ufer mit unterschiedlichen pflanzlichen Bauweisen gesichert. Es wurden verschiedene Röhrichtarten gepflanzt und Weidensteckhölzer oder Weidenspreitlagen eingebracht und in geringem Umfang auch vorgefertigte Vegetationsmatten mit einer Röhrichtpflanzung verwendet (eine Auswahl solcher technisch-biologischer Maßnahmen zeigt Abb.2).

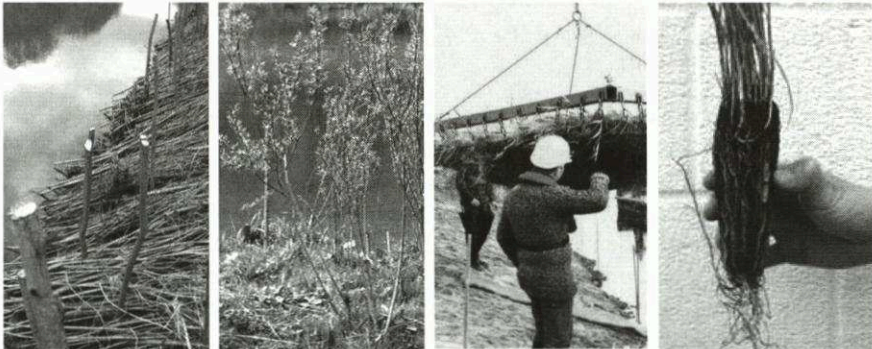


Abbildung 2: Verschiedene alternative Ufersicherungsmaßnahmen. Von links nach rechts: Weidenspreitlagen in Kombination mit Setzstangen, erster Blatt-Austrieb bei Setzstangen, Verlegung von Schilfmatten, bewurzelter Schilfballen. Quelle: Schneider, Wegener (BfG).

Ergebnisse

Die folgenden Bilder (Abb.3) zeigen den ursprünglichen Zustand der Versuchsstrecke vor dem Ausbau, den Rückbau der Ufersicherungen und die Abflachung des Geländes sowie die Entwicklung der Bepflanzung nach einem halben Jahr (1989) sowie nach 17 weiteren Jahren (2006).

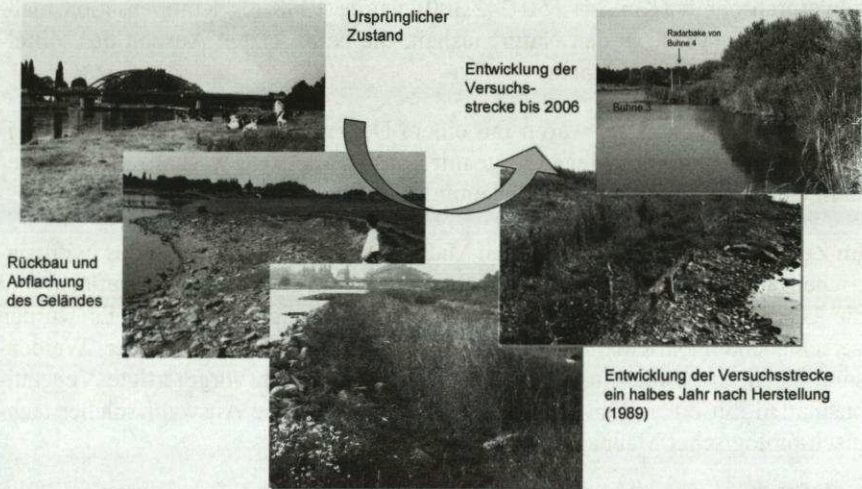


Abbildung 3: Entwicklungsstadien der Versuchsstrecke Stolzenau von 1989 bis 2006.
Quelle: BfG.

Im Vergleich zur ursprünglich sehr monotonen Uferausbildung vor der Umgestaltung zeigen die aktuelleren Aufnahmen eine deutliche Verbesserung der Struktur- und Habitatvielfalt. Anhand der Vegetations- und Faunenkartierungen wurde belegt, dass die Artenvielfalt zugenommen hat. Durch die Schaffung naturnaher Uferzonen finden Tierarten wieder die entscheidende Lebensgrundlage (Laichzonen, Brutplätze im Röhricht, Schutz unter überhängenden Weidenästen usw.) als Voraussetzung für eine erfolgreiche Wiederbesiedlung des ehemals durch Übernutzung degradierten Lebensraumes. Durch den Bewuchs und die damit geförderte Aktivität der Bodenfauna verbessern sich zudem langfristig die Standorteigenschaften was wiederum eine Kette positiver Langzeiteffekte für Pflanzen und Tiere mit sich bringt.

Aufgrund der überwiegend erfolgreichen Anpflanzungen und Etablierung weiterer Arten durch natürliche Sukzession war der Erosionsschutz gewährleistet, so dass keine Notwendigkeit für Unterhaltungsmaßnahmen am Ufer bestand. Ins-

gesamt hat sich das Erscheinungsbild der Gewässerlandschaft zudem deutlich verbessert. Heute wird die Strecke aufgrund der großen Habitat- und Strukturvielfalt sowie der Anzahl geschützter oder gefährdeter Arten als naturschutzfachlich wertvoll bis sehr wertvoll eingestuft. Die positiven Ergebnisse aus der Anlage der Versuchsstrecke zeigen, dass technisch-biologische Ufersicherungsmaßnahmen gerade im Hinblick auf die neuen gesetzlichen Anforderungen eine erstrebenswerte Alternative zur herkömmlichen rein technischen Sicherung sind.

5 Pilotstrecke Worms, Rhein-Km 440,600-441,600

Während die bereits erwähnten Uferstrecken (s. o.) weitgehend an Flussabschnitten mit relativ geringer hydraulischer Belastung liegen, kommt der aktuell in Planung befindlichen Pilotstrecke bei Worms eine hohe Bedeutung zu, da sie erstmals an einem stark schiffahrtsbelasteten Prallhang liegt. Die Ufer sind derzeit massiv mit Schüttsteindeckwerk gesichert. Die bereits abgeschlossene vegetationskundliche Ist-Zustandserfassung lieferte Erkenntnisse über Artvorkommen, die Standortbedürfnisse dieser Arten, die Potenziale der Örtlichkeit und die ökologische Wertigkeit des Lebensraumes. Auf diesen Erkenntnissen aufbauend wurden unterschiedliche technisch-biologische Sicherungsvarianten für die Strecke festgelegt. Als Beispiele zu nennen sind der Einbau von Weidenspreitlagen, Röhrichtgabionen, Weidensetzstangen und begrünten Böschungsschutzmatten. Des Weiteren werden Flachwasserzonen durch den Bau vorgelagerter, etwa in Höhe des Mittelwasserstandes endender Steinwälle geschützt um strömungsberuhigte Bereiche für die Ansiedlung von Schilf und anderen Röhricht-Arten zu schaffen (vgl. Abb.4). Auch unterschiedliche Ansiedlungsmethoden der Vegetation (Einsaat, Ballenpflanzung) sind geplant.

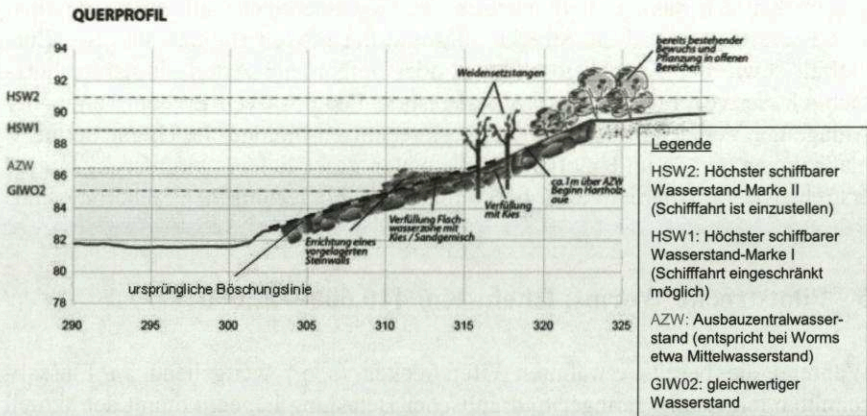


Abbildung 4: Blick auf ein Querprofil und die zeichnerische Umsetzung der geplanten Maßnahme an Rhein Km-Abschnitt 440,630-440,800: Erzeugung eines Flachwasserbereiches, Pflanzung von Weidensetzstangen in der Weichholzauenzone und Erhaltung des bestehenden Hartholzaubenbewuchses im oberen Böschungsbereich.

6 Ausblick

Die in den bisherigen Versuchsstrecken gewonnenen Ergebnisse zeigen, dass technisch-biologische Ufersicherungen unter bestimmten Randbedingungen bei Aus- und Neubau sowie in der Unterhaltung eine ökologisch verträglichere Alternative zu rein technischen Ufersicherungen an Bundeswasserstraßen bieten können. Den in der Wasserrahmenrichtlinie beschriebenen Zielen der (...) Verbesserung des Zustandes der aquatischen Ökosysteme und der direkt von ihnen abhängenden Landökosysteme (...) wird somit besser entsprochen als mit rein technischen Bauweisen. Für die Anwendbarkeit an stärker hydraulisch belasteten Wasserstraßen sind vor allem Ergebnisse aus der geplanten Pilotstrecke bei Worms von Bedeutung, ggf. sind weitere Versuchsstrecken einzurichten und wissenschaftlich zu begleiten.

7 Literatur

Begemann, W. & H. Schiechl (1994): Ingenieurbiologie. Handbuch zum ökologischen Wasser- und Erdbau. Bauverlag, Wiesbaden und Berlin 1986

- Bittmann, E. (1965): Der biologische Wasserbau an den Bundeswasserstraßen. Ulmer, Stuttgart 1965
- Bundesanstalt für Gewässerkunde/Bundesanstalt für Wasserbau (2008): Untersuchungen zu alternativen technisch-biologischen Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen. Teil2: Versuchsstrecke Stolzenau/Weser km 241, 550-242,300. Koblenz/Karlsruhe.
- Hütte, M. (2000): Ökologie und Wasserbau – Ökologische Grundlagen von Gewässerverbauung und Wasserkraftnutzung, Parey Buchverlag, Berlin
- Meixner, H., Rauch, H.-P., Florineth, F. (2004): Projekt „Neuer Wienfluss“. Messungen an der ingenieurbioologischen Versuchsstrecke. Endbericht 1998-2003. Universität für Bodenkultur, Department für Bautechnik und Naturgefahren, Institut für Ingenieurbioologie und Landschaftsbau (Hrsg.), Wien 2004
- Patt, H., P. Jürging & W. Kraus (2004): Naturnaher Wasserbau. Entwicklung und Gestaltung von Fließgewässern. Springer-Verlag, Berlin 2004
- Schiechtl, H.M. & Stern, R. (2002): Naturnaher Wasserbau – Anleitung für ingenieurbioologische Bauweisen, Ernst & Sohn Verlag, Berlin
- Scholz, M., S. Stab, F. Dziock & K. Henle (Hrsg.) (2005): Konzepte für die nachhaltige Entwicklung einer Flusslandschaft. Lebensräume der Elbe und ihrer Auen. Weißensee Verlag, Berlin
- Wißkirchen, R. (1995): Verbreitung und Ökologie von Flussufer-Pioniergesellschaften (*Chenopodium rubri*) im mittleren und westlichen Europa. Dissertationes botanicae. Berlin
- Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (ABl L 206 vom 22.07.1992)
- Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (EG-Wasserrahmenrichtlinie). Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 23. Oktober 2000. L327. Luxemburg.
- Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz-WHG). Neuregelung vom 31. Juli 2009
- Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz-BNatSchG). Neuregelung vom 29. Juli 2009

Autor:

Dipl.-Biogeogr. Katja Schilling

Dipl.-Ing. Hubert Liebenstein

Bundesanstalt für Gewässerkunde
Am Mainzer Tor 1
56068 Koblenz

Tel.: +49 261 1306 5975
Fax: +49 261 1306 5152
E-Mail: schilling@bafg.de

Tel.: +49 261 1306 5445
Fax: +49 261 1306 5152
E-Mail: liebenstein@bafg.de

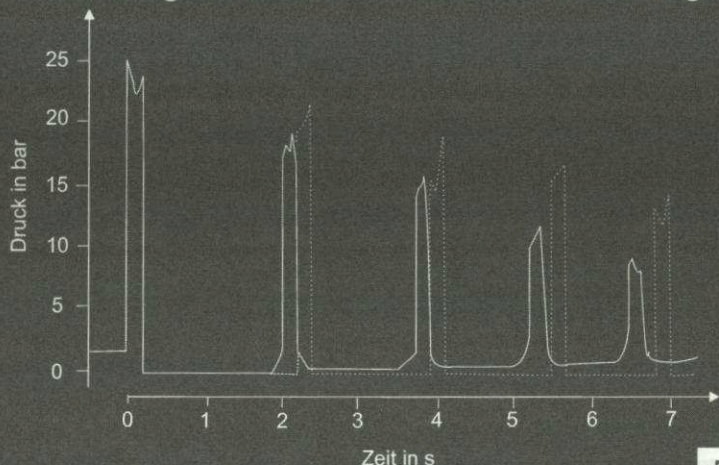
Hans-Burkhard Horlacher/Horst-Joachim Lüdecke

Strömungsberechnung für Rohrsysteme

Berechnung stationärer und transienter Strömung in Rohrsystemen
für Wasser, Abwasser, industrielle Flüssigkeiten und Gase.

Auslegung von Dämpfungsmaßnahmen
gegen unzulässige dynamische Drücke. Mit PC-Übungsbeispielen

2., völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage



expert  verlag®

Mit
Internetanbindung

