



BAW-Brief Nr. 1 – Februar 2011

604 – G

Untersuchungen zu alternativen technisch-biologischen Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen

(Gemeinsames FuE-Projekt der BAW und BfG)

Ergebnisse aus der Versuchsstrecke Stolzenau an der Weser, km 241,550 – 242,300, rechtes Ufer

1 Veranlassung und Hintergrund

Um die Ufer von Binnenwasserstraßen dauerhaft vor Erosionen und anderen negativen Auswirkungen infolge hydraulischer Belastung aus Schifffahrt zu schützen, werden diese in der Regel mit technischen Deckwerken aus Steinschüttungen oder Spundwänden gesichert. Grundlage der Anwendung ist ein umfassendes Regelwerk der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (Richtlinien und Merkblätter wie z. B. [1], [2]). Seit Inkrafttreten der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) im Jahr 2000 und deren Umsetzung im Wasserhaushaltsgesetz (WHG) erhalten ökologische Gesichtspunkte bei allen Aus- und Neubaumaßnahmen an Wasserstraßen zunehmend einen größeren Stellenwert. Auch im Rahmen der Unterhaltung sind technische und ökologische Aspekte jetzt gleichermaßen zu berücksichtigen. Dementsprechend sind verstärkt technisch-biologische Ufersicherungen als Alternative zur klassischen Steinschüttung anzuwenden. Für deren Einsatz an Wasserstraßen gibt es bisher allerdings nur sehr wenig Erfahrungen und noch keine Regelwerke. Aus diesem Grund werden seit 2004 im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsprojektes der BAW und BfG Untersuchungen zur hydraulischen Belastbarkeit technisch-biologischer Ufersicherungen unter Berücksichtigung der Schifffahrt mit dem Ziel durchgeführt, Anwendungsempfehlungen und Bemessungsgrundlagen für deren Einsatz an Binnenwasserstraßen zu erarbeiten.

Eine in den Jahren 2004 und 2005 zunächst WSV-weit durchgeführte Umfrage zeigte, dass in den letzten 20 Jahren in Eigenregie der Ämter bereits an über 150 lokal begrenzten Abschnitten verschiedene alternative Ufersicherungen eingebaut worden sind [4], [5]. Die Erfahrungen wurden jedoch in der Regel nicht oder nur unzureichend ausgewertet und dokumentiert. Aus diesem Grund werden seit 2005 im Rahmen des FuE-Projektes ausgewählte charakteristische Streckenabschnitte detailliert untersucht. Dabei werden jeweils der aktuelle Zustand der Ufersicherung begutachtet, die geotechnischen und geometrischen Randbedingungen erfasst, eine Bestandsaufnahme zur Vegetation und Fauna durchgeführt und die hydraulischen Belastungen aus Schifffahrt in einem begrenzten Zeitraum gemessen. Gleichermaßen werden alle verfügbaren Unterlagen aus der Zeit der Planung und Ausführung der Versuchsstrecke zusammengetragen, ausgewertet und mit den neuen Untersuchungsergebnissen verglichen. Auf diese Weise können die Erfahrungen quantifiziert werden und in allgemeine Empfehlungen einfließen.

Als erster Abschnitt für diese Detailuntersuchungen wurde die Versuchsstrecke Stolzenau an der Mittelweser ausgewählt. Alle durchgeführten Messungen, Bestandsaufnahmen sowie die Auswertungen und daraus abgeleiteten Ergebnisse und Empfehlungen sind in einem schriftlichen Bericht [6] dokumentiert. Im vorliegenden BAW-Brief werden die wichtigsten Ergebnisse dieses Berichtes kurz erläutert.

2 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet befindet sich in der Stauhaltung Landesbergen bei We-km 241,550 - 242,300 am Innenufer einer leichten Rechtskrümmung (Gleithangbereich) gegenüber Stolzenau (Bild 1). Der hydrostatische Stau liegt bei NN + 26,50 m. Seit der Mittelweseranpassung Anfang der 1990er Jahre entspricht die Mittelweser den Anforderungen der Wasserstraßenklasse IV.

Naturräumlich ist das Gebiet der „Weseraue“ zuzuordnen. Die vorherrschenden Bodentypen sind verschiedene Aue-Böden, gleyartige Braunerden mit vorwiegend sandig-kiesig-lehmiger Textur sowie Flachmoorböden am Rand der Geest. Die Weseraue ist heute weitgehend waldfrei und vorwiegend landwirtschaftlich genutzt. Die Ufer sind meist einförmig strukturiert und weisen nur einen gelegentlichen Bewuchs aus Röhricht, Weidengebüschen und anderen Uferpflanzen auf.

Die Gewässerstrukturgüte im Bereich der Stauhaltung Landesbergen wurde dementsprechend in die Klasse 5 (merklich geschädigt) eingestuft [7].

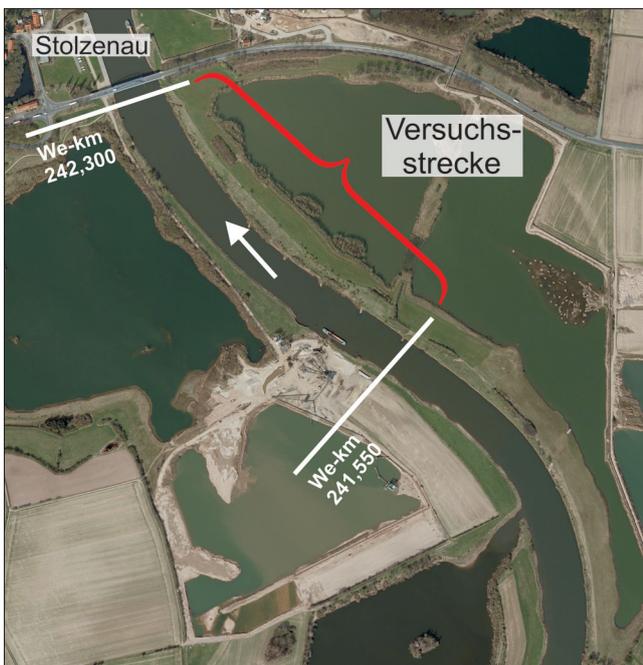


Bild 1: Lage der Versuchsstrecke, Luftbild ca. 2007

3 Ufersicherungen in der Versuchsstrecke

Im Rahmen der Mittelweseranpassung wurden 1988/89 auf Initiative des WSA Verden am rechten Ufer auf einer Strecke von ca. 750 m in Zusammenarbeit mit der BfG und BAW verschiedene alternative technisch-biologische Ufersicherungen eingebaut.

3.1 Ausgangszustand (vor Einrichtung der Versuchsstrecke)

Die etwa 1 : 3 geneigten Uferböschungen waren durchgängig mit losen Wasserbausteinen gesichert. Der oberstromige ca. 300 m lange Abschnitt ist durch einzelne Bühnen gegliedert. Das angrenzende Gelände wurde als Weideland genutzt (Bild 2). In den Bühnenbereichen konnten die Tiere an zwei Stellen unmittelbar zum Trinken an das Wasser gelangen. Der Bewuchs entlang des Ufers beschränkte sich auf einige kleine Buschgruppen, Röhrichtinseln aus Rohr-Glanzgras sowie einige Hochstauden.

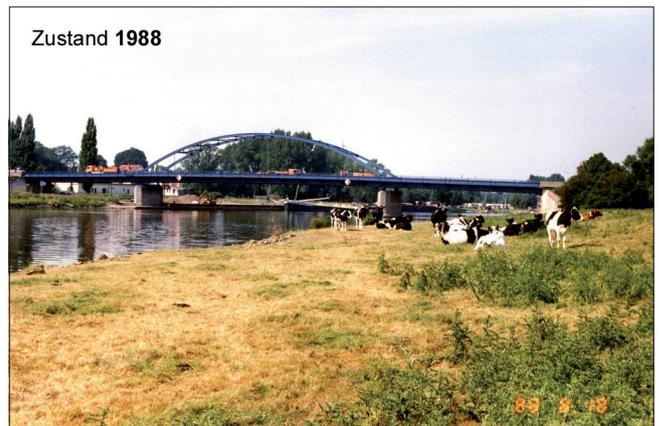


Bild 2: Ausgangszustand der Versuchsstrecke: intensive Weidenutzung bis ans Ufer

3.2 Ufersicherungsmaßnahmen 1988/89

Auf der gesamten Uferlänge von 750 m wurden oberhalb des hydrostatischen Staus 15 verschiedene technisch-biologische Ufersicherungen eingebaut. Der Böschungsbereich unterhalb des hydrostatischen Staus wurde im Zuge der Einrichtung der Versuchsstrecke nicht verändert. Das alte Deckwerk aus losen Wasserbausteinen der Klasse III [2] blieb dort – soweit noch vorhanden – in einer Schichtdicke von ca. 60 cm erhalten. Die wasserbaulichen Arbeiten wurden in den Herbst- und Wintermonaten 1988/89, die Anpflanzungen im Frühjahr/Frühsummer 1989 durchgeführt.

Folgende pflanzliche Ufersicherungsmaßnahmen wurden allein oder in Kombination angewendet:

- Vom WSA Verden geworbene Schilf- und Seggen soden (spatenbreit ausgestochen),
- angezogene Schilf- und Seggenballen,
- angezogene Schilf- und Seggenballen in Verbindung mit einem Kokosgewebe,
- angezogene Schilf- und Seggenballen in Verbindung mit einer Kokos-Strohmatte,
- Vegetationsfaschinen,
- angezogene Vegetationsmatten bzw. -paletten, bepflanzt mit Schilf,
- vom WSA Verden geworbene Weidensteckhölzer/-setzstangen,
- Weidenspreitlagen,
- angezogene Weidenpflanzen,
- angezogene Erlen.

Folgende Röhricht- bzw. Riedarten wurden gepflanzt: Gewöhnliches Schilf, Schlank-Segge, Sumpf-Segge sowie Scheinzypergras-Segge.

Innerhalb der vorhandenen Bühnenfelder wurde die Uferlinie durch Abgrabungen neu ausgebildet und ein unregelmäßigerer Uferlinienverlauf hergestellt.

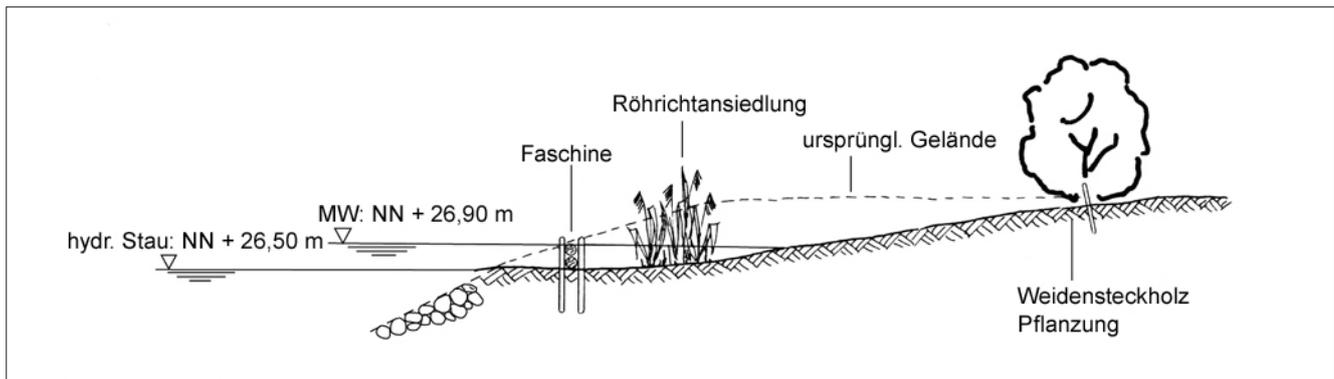


Bild 3: Beispielhafte Darstellung einer Ufersicherungsmaßnahme

Die ursprünglich am Ufer vorhandene Schüttung aus Wasserbausteinen wurde oberhalb des hydrostatischen Staus in den meisten Abschnitten entfernt. Die Böschung wurde in mehreren Planungsabschnitten in einem Streifen von ca. 5 m Breite von 1 : 3 auf etwa 1 : 7 abgeflacht (Bild 3), um in den entstehenden flachen Uferabschnitten günstigere Ansiedlungsbedingungen für pflanzlichen Bewuchs zu erhalten. Ein Teil der Anpflanzung wurde noch durch vorgelagerte Faschinen geschützt, um deren Wirkung auf die Pflanzenentwicklung unter diesen Bedingungen zu ermitteln

Zur Reduzierung der hydraulischen Belastung der Ufer infolge Schifffahrt und somit zum Schutz der neu angepflanzten Ufersicherungen wurden in einem Teil der Versuchsstrecke in den Bühnenfeldern zusätzlich Steinwälle aus Schüttsteinen bzw. Doppelpfahlreihen mit Faschinenbündeln in unterschiedlicher Höhe, im Abstand von ca. 3,50 m, parallel zum Ufer verlaufend, angeordnet (Bild 3). Die Oberkanten der Steinwälle und Pfahlreihen wurden so variiert, dass ein beidseitiger Wasseraustausch möglich blieb. Die Bereiche zwischen den Steinwällen und dem Ufer wurden z. T. bis auf 10 cm unter hydrostatischem Stau mit Kies aufgefüllt, sodass hier eine Flachwasserzone für die Ausbreitung von Röhrichtpflanzen geschaffen wurde. Eine Abzäunung und Beschilderung bei Anlage der Versuchsstrecke verhinderte weitestgehend die weitere Nutzung der Fläche als Rinderweide bzw. durch Angler und Erholungssuchende.

4 Technische Randbedingungen

4.1 Baugrund und Grundwasser

Die Beurteilung des Baugrundes im Uferbereich erfolgte auf der Grundlage eines Baugrundgutachtens der BAW für den Schleusenkanal Schlüsselburg und von Bohrungen, die 2007 von der BAW zusätzlich im Bereich der Versuchsstrecke durchgeführt wurden. Die Ergebnisse der Bohrungen sind beispielhaft für We-km 242,00 im Bild 4 dargestellt. Im unmittelbaren Uferbe-

reich stehen unter einer Mutterbodenschicht zunächst i. W. sandige tonige Schluffe und Sande und darunter etwa ab Höhe MW/MNW mittel- bis grobsandiger Weserkies mit einer Körnung von 0,2 mm bis 60 mm an.

Vereinfachend kann von der Geländeoberkante bis NN + 26,5 m für den Boden, der etwa dem Bodentyp B4 nach [1] entspricht, von folgenden bodenmechanischen Kennwerten ausgegangen werden:

$$\Phi' = 30^\circ, c' = 0 \text{ kPa}, \gamma' = 10 \text{ kN/m}^3, k = 1 \times 10^{-6} \text{ m/s.}$$

Darunter sind bis zur Erkundungstiefe NN + 20,0 m folgende bodenmechanischen Kennwerte für die Uferstandsicherheit maßgebend:

$$\Phi' = 35^\circ, c' = 0 \text{ kPa}, \gamma' = 11 \text{ kN/m}^3, k = 5 \times 10^{-4} \text{ m/s.}$$

Dieser Boden entspricht dem Bodentyp B1 nach [1].

Vier nahe der Versuchsstrecke gelegene Grundwassermessstellen wurden für die Jahre 1988 bis 2002 ausgewertet. Die Grundwasserstände korrespondieren – wie zu erwarten – mit den Weserwasserständen. Es findet überwiegend ein Zufluss vom Grundwasser zur Weser (77 %) statt. Im Hochwasserfall kehren sich – insbesondere bei einem schnellen Wasseranstieg in der Weser – die Strömungsverhältnisse um, und es erfolgt ein Zustrom von der Weser zum Grundwasser (19 %). Gleiche Wasserstände sind zu 4 % vorhanden. Generell ist zu beachten, dass bei jeder Schiffs vorbeifahrt, die einen Absenk am Ufer erzeugt, kurzzeitig das Gefälle vom Grundwasser zur Weser erhöht wird und eine zusätzliche Strömung vom Grundwasser zum Fluss hin stattfindet.

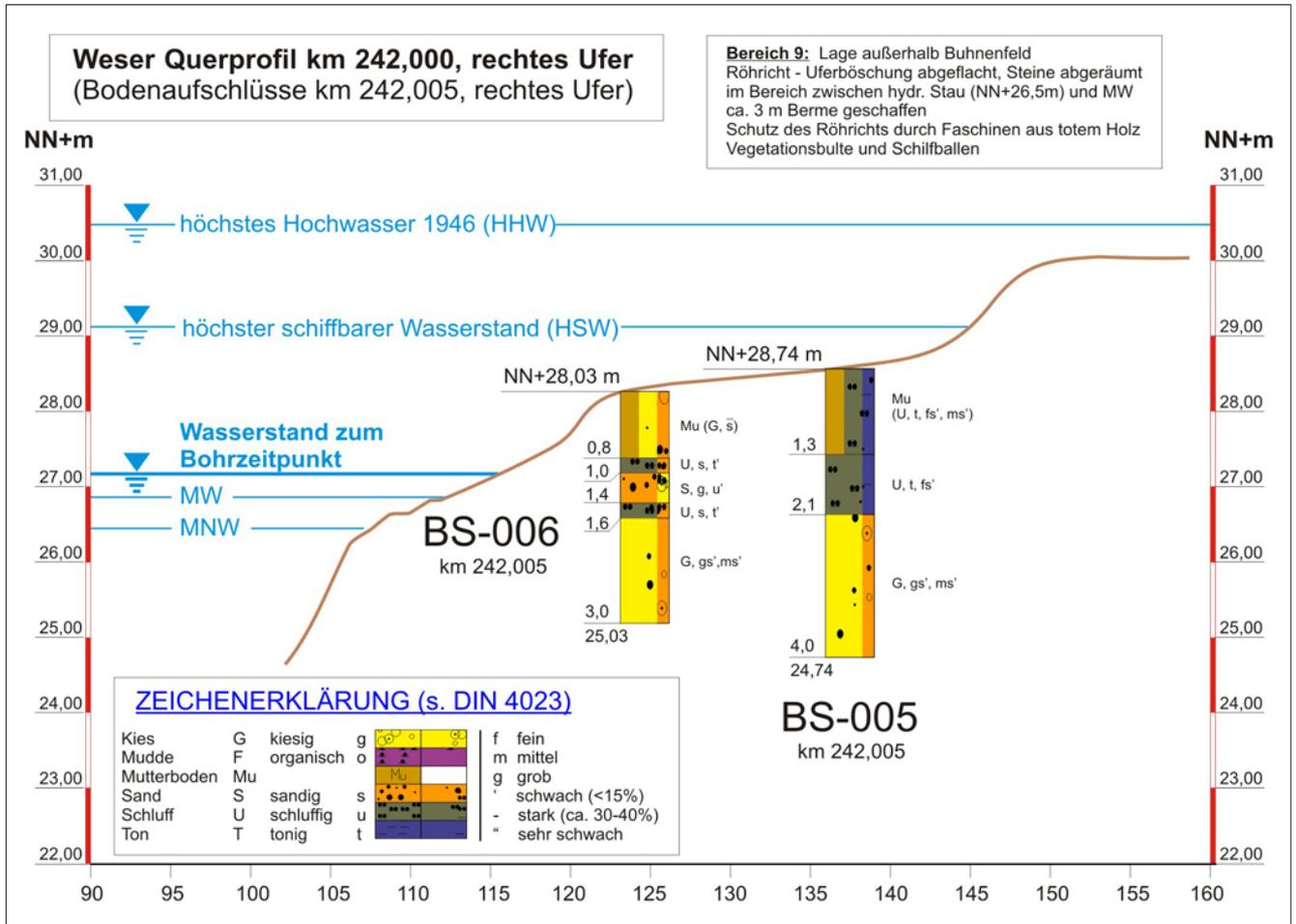


Bild 4: Ergebnisse der Aufschlussbohrungen für We-km 242,000

4.2 Ufergeometrie und Wasserstände

Grundlage zur Beurteilung der vorhandenen Ufergeometrie bildeten insgesamt 13 in den Jahren 1996 und 2007 eingemessene Querprofile. Einmaße aus dem Jahr 1989 unmittelbar nach Fertigstellung der Versuchsstrecke standen zu Vergleichszwecken nicht zur Verfügung.

Zur Bewertung der alternativen Ufersicherungen aus geotechnischer, vegetationskundlicher und faunistischer Sicht wurden in den grafischen Darstellungen der Querprofile zusätzlich die Weserwasserstände MNW, MW, HSW und HHW und die Ganglinie der Weser am nahegelegenen Pegel Stolzenau (We-km 243,400) im Zeitraum von 1988 bis 2006 – also seit Herstellung der Ufersicherung – ergänzt. Auf diese Weise können Überflutungszeiten der oberhalb MW liegenden, pflanzlich gesicherten Uferbereiche grafisch dargestellt und quantifiziert werden. Beispielhaft ist dies für das Querprofil bei km 241,800 in Bild 5 zu sehen. Es zeigt sich, dass seit 1988 überwiegend Mittel- bzw. Niedrigwasserverhältnisse vorherrschten – 1997 beispielsweise an 237 Tagen ohne Unterbrechung. In wiederkehrenden Intervallen traten kurzzeitige Hochwasser mit maximalen Wasserständen bis etwa NN + 30 m auf, d. h. bis etwa einen Meter über dem höchsten schiffbaren Wasserstand, die die Böschungen durch hohe Strömungsgeschwindigkeiten

zusätzlich belasteten (siehe 4.4). In zehn der betrachteten 18 Jahre sind jedoch Hochwasserstände oberhalb des höchsten schiffbaren Wasserstandes HSW (NN + 29,12 m) gar nicht aufgetreten. In der übrigen Zeit sind diese hohen Wasserstände in der Regel nur kurzzeitig – maximal 12 Tage hintereinander im Jahr 1994 – beobachtet worden.

Bild 5 zeigt gleichzeitig deutlich den etwa 1 : 3 geneigten Unterwasserbereich der Böschung, der nach wie vor mit Wasserbausteinen gesichert ist, und den oberhalb MW liegenden, seit Herstellung unverändert etwa 1 : 7 geneigten Bereich, in dem sich die alternativen Ufersicherungen befinden. Der vorgelagerte Steinwall ist gut zu erkennen.

4.3 Schifffahrt

Nach Binnenschifffahrtsstraßenordnung 2005 (BinSchStrO) sind im Bereich der Versuchsstrecke Fahrzeuge und Schubverbände mit den maximalen Abmessungen von 85 m x 11,45 m bzw. 91 m x 8,25 m bei einer gegebenen Fahrrinntiefe von maximal 2,50 m zugelassen. Geschwindigkeitsbeschränkungen gibt es lt. BinSchStrO für die Güterschifffahrt im Bereich der Versuchsstrecke nicht, für Sportboote liegt die zugelassene Höchstgeschwindigkeit bei 35 km/h.

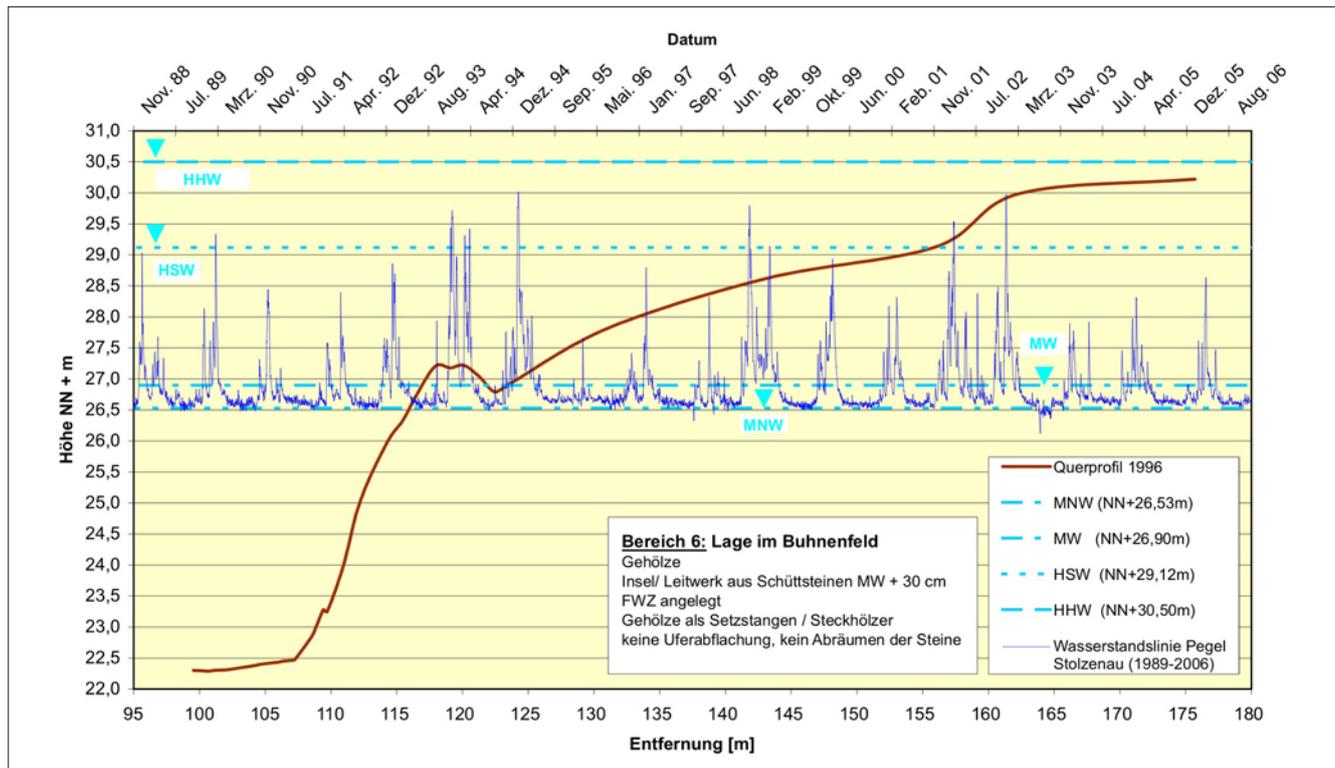


Bild 5: Querprofil km 241,800, rechtes Ufer (1996) mit Weserwasserständen (Pegel Stolzenau, We-km 243,400)

Nach dem Bau der Versuchsstrecke wurde der Schiffsverkehr anhand der Statistiken der Schleusen Landesbergen und Schlüsselburg aus den Jahren 1990 bis 2003 ausgewertet. Im Bild 6 ist die Flottenentwicklung

dieser Periode, getrennt für Güterschiffe, Fahrgastschiffe und Sportboote + sonstige (z. B. Arbeits- und Aufsichtsboote), dargestellt.

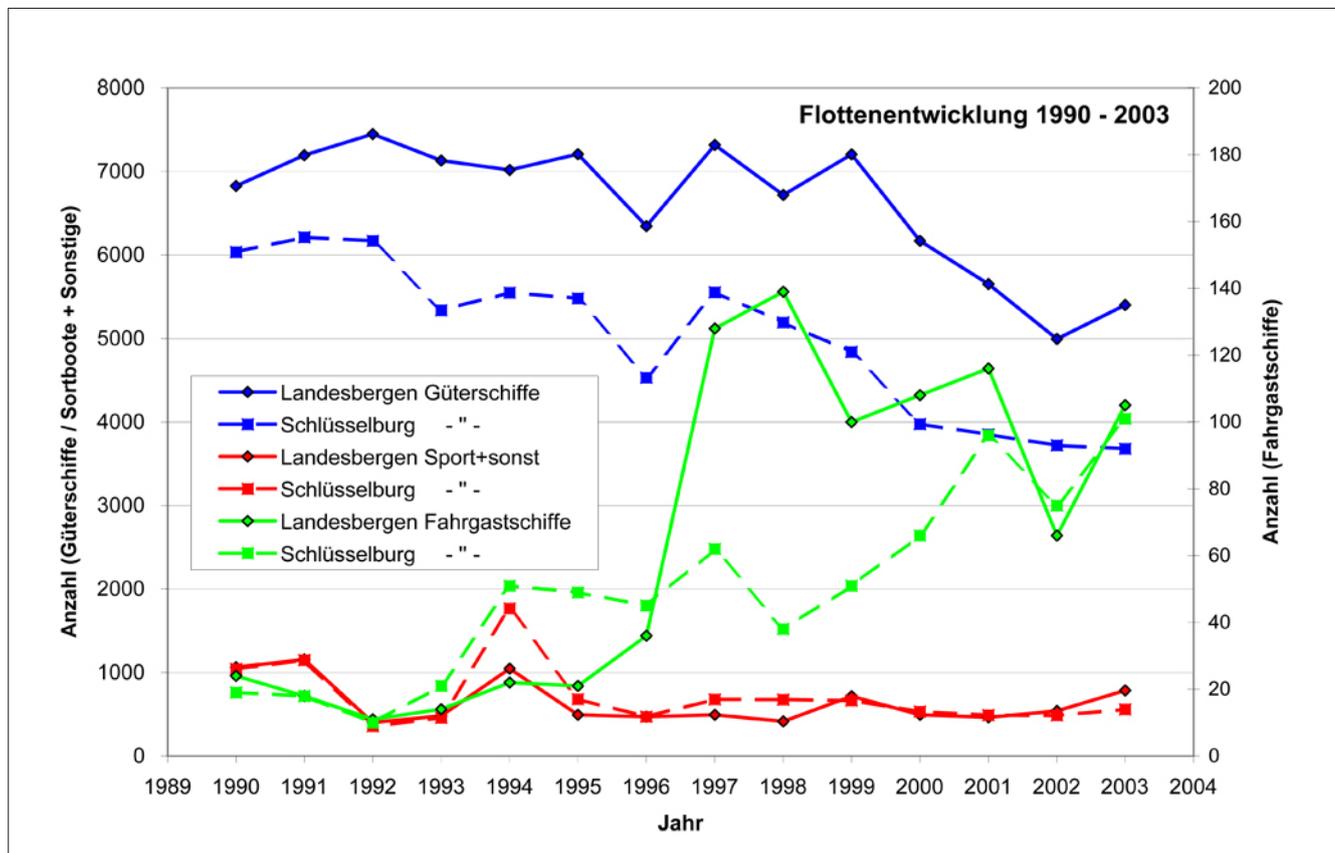


Bild 6: Flottenentwicklung in den Jahren 1990 - 2003, getrennt für Güterschiffe (blau, linke Ordinate), Sportboote + sonstige (rot, linke Ordinate) und Fahrgastschiffe (grün, rechte Ordinate!)

Bei der Güterschifffahrt ist eine generelle Abnahme der Anzahl der Schiffe zu erkennen; seit 1989 verkehren weniger, aber größere Schiffe. Die Anzahl der Sportboote heute hat sich gegenüber Anfang der 1990er Jahre ca. halbiert; seit etwa 1996 sind die Zahlen annähernd konstant. Die Fahrgastschifffahrt hat einen ständigen Aufwärtstrend zu verzeichnen.

4.4 Flusshydraulik

Für die Ermittlung hydraulischer Größen in der Versuchsstrecke konnte auf ein eindimensionales, instationäres hydraulisch-numerisches Modell für die Stauhaltung Landesbergen des Referates W1 der BAW zurückgegriffen werden. Damit sind Berechnungen zwischen dem hydrostatischen Stau und dem höchsten schiffbaren Abfluss $HSQ = 735 \text{ m}^3/\text{s}$ möglich. Werte darüber müssen sinnvoll extrapoliert werden. Maßgebend für die Uferstabilität sowie für die Lebensbedingungen von Fauna und Vegetation sind die ufernahen Belastungsgrößen (Strömungsgeschwindigkeiten und Schubspannungen), die in einem Streifen von 5 m Breite am Ufer ermittelt wurden. Für den rechten ufernahen Streifen im Bereich der Versuchsstrecke sind diese Werte bis zu einem Abfluss bei HSW in Bild 7 dokumentiert.

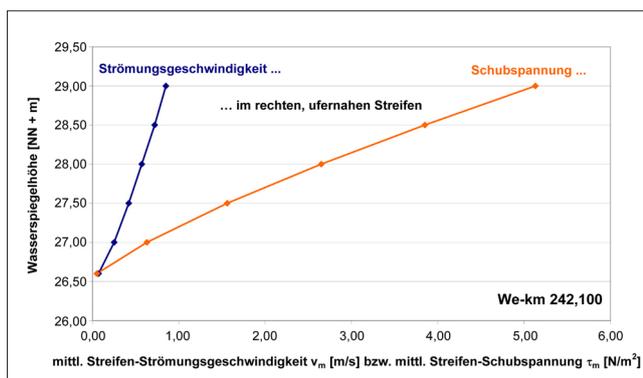


Bild 7: Mittlere Strömungsgeschwindigkeit und mittlere Schubspannung im rechten, ufernahen, 5 m breiten Streifen

5 Messung schiffserzeugter hydraulischer Belastungen

5.1 Phänomen

Fährt ein Schiff durch ein Gewässer, so entstehen durch die gegenseitige hydraulische Wechselwirkung lokale und temporäre Veränderungen der Wasseroberfläche und der Strömungen um das Schiff herum. Damit verbunden kommt es zur Wellenbildung, einem Wasserspiegelabsenk und zur Rückströmung, die als hydraulische Belastungen auf die Ufer des Gewässers wirken. Daraus resultieren folgende Effekte:

- Der schnelle Wasserspiegelabsenk am Ufer führt in Abhängigkeit u. a. von der Absenkgeschwindigkeit und vom anstehenden Boden zu Porenwasserüberdrücken im Untergrund, die ein böschungsparalleles Abgleiten einer oberflächennahen Bodenschicht einschließlich Ufersicherung zur Folge haben können und deshalb bei der geotechnischen Bemessung einer Ufersicherung zu berücksichtigen sind.
- Die Wellen bewirken kurzperiodische Wasserspiegeländerungen, d. h. Belastungen am Ufer, die als Wellenaufwurf u. a. hinsichtlich der Wirkung auf Fauna und Flora im Uferbereich zu beachten sind.
- Die Rückströmung ruft Schubspannungen an Sohle und Ufer hervor, die bei der Erosionssicherheit des anstehenden Materials und der Ufersicherung eine Rolle spielen.

5.2 Messung

Die auftretenden hydraulischen Belastungen wurden an sieben Tagen im August 2005, dem verkehrsreichsten Monat, während einer Verkehrsbeobachtung der laufenden Schifffahrt unmittelbar am Ufer gemessen. Dabei wurde eine Radarortung eingesetzt, um Schiffspositionen und -geschwindigkeiten festzuhalten. Am Ufer wurden parallel die Veränderungen der Wasserspiegellage über eingebaute Druckmessdosen registriert, womit Aussagen über Wellen sowie Absenk und Absenkgeschwindigkeit möglich sind. Mit geeigneten Sonden wurden gleichzeitig ufernahe Strömungsgeschwindigkeiten gemessen. Informationen über Abladetiefen und Abmessungen der Schiffe konnten visuell über Beobachtung oder anhand der Schleusenscribe gewonnen werden.

5.3 Ergebnisse

Insgesamt wurden 156 Schiffe beobachtet: 72 Gütermotorschiffe/Tankmotorschiffe (46 %), 8 Schubverbände (5 %) – insgesamt also 80 Güterschiffe – 68 Sportboote (44 %), 6 Fahrgastschiffe (4 %) und 2 Aufsichtsböote des WSA (1 %).

Bei den Güterschiffen fuhren die Talfahrer erwartungsgemäß mit höheren Geschwindigkeiten (über Grund) als die Bergfahrer (Bild 8). Der schnellste Bergfahrer fuhr 13,1 km/h, der schnellste Talfahrer 16,5 km/h. Am häufigsten wurden jedoch Geschwindigkeiten unterhalb der mittleren Geschwindigkeit gefahren. Sportboote zeigten eine klare Häufung bei ca. 13 - 14 km/h deutlich unterhalb des Mittelwertes.

Da die Belastungen mit abnehmendem Uferabstand stark steigen, wurden für die Schiffe auch die Uferabstände gemessen. Alle Güterschiffe – bis auf eine Ausnahme – fuhren mit einem Abstand von 40 m bis 65 m am Versuchsufer. Sportboote fuhren deutlich näher am Versuchsufer als Güterschiffe (35 m bis 65 m), in einzelnen Fällen mit nur 25 m Abstand.

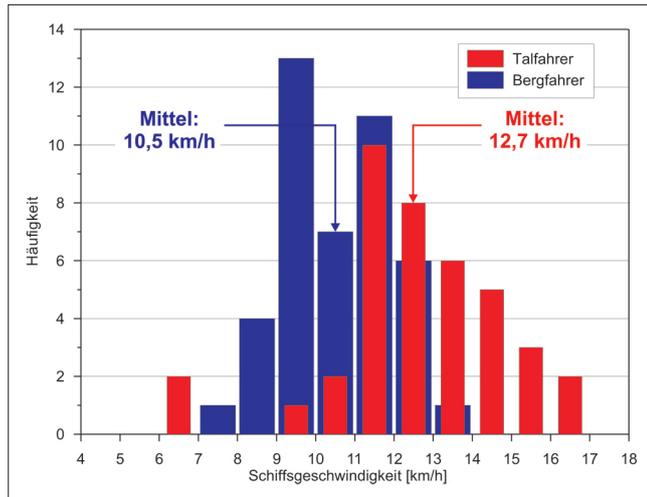


Bild 8: Verteilung der Geschwindigkeiten aller 80 Güterschiffe, getrennt nach Berg- und Talfahrern

Die Bugwellenhöhen aller auswertbaren Güterschiffe lagen im Mittel bei 15 cm, ein Talfahrer erreichte maximal 39 cm. Die Heckwellenhöhen (Bild 9) betragen bei Bergfahrern im Mittel 11 cm, bei Talfahrern 19 cm; die Maximalwerte unterschieden sich bei Berg- (30 cm) und Talfahrern (64 cm) signifikant. Für Talfahrer gab es nur in zwei Einzelfällen extreme Werte von 45 cm bis 65 cm, i. d. R. wurden Größen von 40 cm erreicht. Die Wellenhöhen der Sportboote erreichten einen Mittelwert von 8 cm und einen Maximalwert von 41 cm.

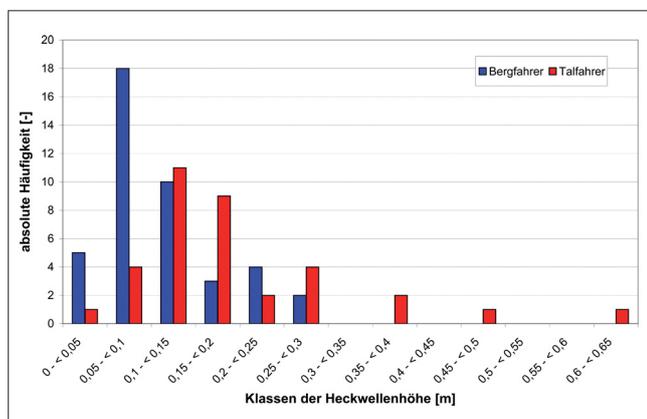


Bild 9: Heckwellenhöhen aller Güterschiffe, getrennt nach Berg- und Talfahrern

Alle maßgebenden hydraulischen Belastungen sind im Kennblatt zu dieser Untersuchungsstrecke zusammengestellt. (siehe Anlage).

6 Beurteilung der pflanzlichen Maßnahmen

6.1 Entwicklung des pflanzlichen Bewuchses

Um die Entwicklung der unterschiedlich technisch-biologisch gestalteten Uferabschnitte vegetationskundlich dokumentieren und vergleichen zu können, wurden in den Jahren 1989 (im Jahr der Fertigstellung), 1992, 1999, 2005 sowie 2006 Kartierungen des Bewuchses durchgeführt.

Bis zum September 1989 waren die Röhrichte in allen Planungsabschnitten, abgesehen vom Ausfall einzelner Pflanzen, gut angewachsen. Die in Form von Stekhölzern, Setzstangen bzw. Spreitlagen eingebrachten Weiden hatten sich bis dahin kräftig entwickelt.

Die Kartierung im Jahr 1992 zeigte, dass sich die gepflanzten Röhrichtbestände fast überall gut entwickelten, insbesondere das Schilf. Lediglich das Schilf der vorgezogenen Vegetationsmatten wies anfänglich eine schlechte Wachstumsleistung mit geringer Vitalität auf. Die vorgelagerten Steinwälle bzw. Faschinen boten einen Schutz vor Wellenschlag, so dass sich in diesen Bereichen das Röhricht besonders stark ausbreiten konnte.

Auf Grund des Beweidungsausschlusses entwickelte sich auch in den nicht bepflanzten Uferbereichen und allen angrenzenden Flächen eine ufertypische Vegetationszonierung, bestehend aus Rohr-Glanzgras- und Schilfröhricht, Kriechquecken-Flutrasen und brennnesselreichen Hochstaudengürteln.

Bei den Gehölzen zeigten die Spreitlagen sowie einzelne, aus Faschinen hervorgegangene Weiden die besten Wachstumsleistungen.

Bis zum Jahr 1999 hatten sich die Röhrichte entlang der gesamten Versuchsstrecke bis an die Uferlinie ausgebreitet, also auch in den nicht vor Wellenschlag geschützten Bereichen. Die ufertypische Vegetationszonierung hat sich oberhalb der Wasserwechselzone in der ganzen Strecke über die Jahre weiter entwickelt.

Hinsichtlich der Gehölze war an den unverändert mit einer Neigung von 1 : 3 beibehaltenen Böschungen außerhalb der Bühnenfelder nur die Ansiedlung der Weidenspreitlagen erfolgreich. Die Gehölzpflanzungen innerhalb der Bühnenfelder an den abgeflachten Uferböschungen hatten sich dagegen gut entwickelt. Zusätzlich war es entlang der gesamten Versuchsstrecke zu einer spontanen Gehölzsukzession gekommen.

Etwa 15 Jahre nach Umgestaltung der Strecke (2005 und 2006) zeigte eine Wiederholungskartierung, dass die Zonierung nichtholziger Arten der Kartierung von 1999 entsprach, wobei die Gehölzsukzession zu einem flächenmäßigen Rückgang nichtholziger Pflanzenbestände führte. Die weiter fortgeschrittene Gehölzsukzession wies mit dem Feld-Ahorn eine neu hinzugekommene Art auf.

6.2 Bewertung von Pflanzenerfolg und Zielerreichungsgrad

Im Zeitraum der Untersuchungen ist eine positive Entwicklung der Röhricht- und Weidenpflanzungen zu verzeichnen (siehe Bild 10), d. h. der Umbau der technischen zur technisch-biologischen Ufersicherung ist erfolgreich verlaufen.

Unter den eingebrachten Pflanzen der Röhrichte und Riede setzte sich das Schilf massiv durch. Zwischen 1989 und 1999 dehnte es sich auf mehr als das Zehnfache seiner ursprünglichen Fläche in Breite und Länge, v. a. um Mittelwasser (NN + 26,90 m) \pm 50 cm, aus.

Insgesamt konnten sich die Röhrichte an den abgeflachten Ufern besser entwickeln als an den mit den ursprünglichen, steileren Böschungen belassenen Ufern. Zudem profitierten sie vom Schutz durch vorgelagerte Steinwälle bzw. Faschinen. In diesen Bereichen entwickelten sich breitere Röhrichtgürtel, was für den Uferschutz, das Landschaftsbild und die Fauna von Vorteil ist.

Die Hauptvorkommen der Schilf-Röhrichte waren im Mittel 3 (max. 15) Tage, die der Rohrglanzgras-Röhrichte 14 (max. 52) Tage lang komplett überstaut (bei einer durchschnittlichen Höhe des Schilfs von 2 m und des Rohr-Glanzgrases von 1 m). Die ermittelten Überschwemmungsdauern liegen weit unterhalb der aus der Literatur bekannten kritischen Überschwemmungsdauern für Schilf von 50 - 250 Tage/Jahr und für Rohr-Glanzgras von 50 - 150 Tage/Jahr. Dies erklärt den Konkurrenzdruck auf die Röhrichte durch Gehölze, denn die mit Röhricht bestandenen Bereiche bieten, zumindest teilweise, besiedelbare Standortbedingungen für Gehölze.

Während Schilf innerhalb der Versuchsstrecke v. a. in den relativ strömungsberuhigten flussparallelen Uferabschnitten vorkommt, besiedelt Rohr-Glanzgras auch häufig die strömungs- und wellenschlagsexponierten Bühnenköpfe. Rohr-Glanzgras hat im Vergleich zu Schilf eine höhere Toleranz gegenüber Strömungsgeschwindigkeit und Wellenschlag.

Weidengebüsche aus Stechhölzern bzw. Setzstangen entwickelten sich sowohl auf abgeflachten als auch auf den unverändert 1 : 3 geneigten Uferböschungen, wenn sie im unteren Bereich der Böschung nahe dem



Bild 10: Entwicklung der Vegetation eines Ausschnittes der Versuchsstrecke im Zeitraum von 1989 bis 2006

hydrostatischen Stau gesetzt wurden. Sie breiteten sich kontinuierlich aus und stehen, wie oben beschrieben, in Konkurrenz zum Schilf- und Rohrglanzgras-Röhricht. Die Gehölzbestände bedürfen einer Unterhaltungspflege, siehe [6].

Das Einbringen von Gehölzen mit größerem Abstand zur Wasserwechselzone in die ansonsten unverändert 1 : 3 geneigten Böschungen hatte sich nicht bewährt. Gründe hierfür könnten v. a. in der geringeren Wasserverfügbarkeit für die Pflanzen gesehen werden.

Während der Uferabschnitt im Ausgangszustand von Beweidung geprägt war und nur kleinere Buschgruppen, Röhrichtinseln sowie einige Hochstauden aufwies, hat sich im Laufe der Jahre nach der Umgestaltung die Habitat- und Artenvielfalt erweitert und übertrifft nun diejenige benachbarter Flächen deutlich.

7 Beurteilung der Fauna

Für die Beurteilung der Fauna liegen keine Ist-Zustandserfassungen vor Beginn der Maßnahme vor. Für eine vergleichende Betrachtung wurde bei der Erfassung 2006 der gegenüberliegende mit herkömmlicher Steinschüttung gesicherte Uferabschnitt herangezogen. Untersucht wurden Vögel, Fische und Makrozoobenthos (Tabelle 1).

| | Versuchs- strecke | | Stein- schüttung |
|-----------------------------------|----------------------|-----|---------------------|
| | I | II | |
| Vögel | | | |
| Brutvogelarten | 30 | | 18 |
| Gastvogelarten | 22 | | 8 |
| Fische | | | |
| Arten | 6 | | 6 |
| Jungfische (Ind /m ²) | 6,8 | | 4,3 |
| Makrozoobenthos | | | |
| Gesamttaxa | 44 | 43 | 30 |
| Rote Liste Arten | 2 | 2 | 1 |
| Neozoen Zahl | 11 | 12 | 8 |
| Artendiversität α* | 4,2 | 4,7 | 2,7 |
| Potamon-Typie-Index** | 3,4 | 3,4 | 3,6 |

Tabelle 1: Beurteilung der Fauna entlang der Versuchsstrecke und entlang des gegenüberliegenden Ufers mit herkömmlicher Steinschüttung

Erläuterungen:

* nach [8],

** nach [9],

I - Rohr-Glanzgras, II - Schilf

7.1 Vögel

Die Vogelwelt war zur Brutzeit in der Versuchsstrecke sehr divers (Tabelle 1). Standorttypische Arten wie Teichrohrsänger, Fitis, Rohrammer, Amsel, Buchfink, Dorngrasmücke, Zilpzalp und Sumpfrohrsänger traten mit mehreren Brutpaaren auf. Nachtigall und Feldschwirl konnten mit jeweils einem Paar nachgewiesen werden. Von den gefährdeten oder streng geschützten Arten brütete lediglich ein Mäusebussardpaar in einem der wenigen älteren Bäume. Standorttypische Nahrungsgäste waren Beutelmeise, Uferschwalbe und Flusseeeschwalbe.

Die Artenzahl war in der Versuchsstrecke sowohl bei den Brut- als auch den Gastvögeln höher als in dem Uferabschnitt mit herkömmlicher Steinschüttung. 16 Jahre nach Durchführung der Maßnahme standen den Vögeln Büsche, Gräser und Schilf in dem relativ flach angelegten Ufer der Versuchsstrecke als Lebensraum zu Verfügung. Zudem war die anthropogene Beeinträchtigung als gering einzustufen. Der 30 m bis 50 m breite Uferstreifen wurde durch einen Elektrozaun von einer Weide abgetrennt und war daher für die Rinder nicht und für Menschen schwer zugänglich. Nur im Frühjahr führten Stichwege zu den Bühnen, die von Anglern genutzt wurden.

7.2 Fische

Bei der Befischung des Weserabschnittes wurden 2006 insgesamt sieben Arten erfasst, wobei die Unterschiede in der Artenszusammensetzung zwischen der Versuchsstrecke und der herkömmlichen Steinschüttung am gegenüberliegenden Ufer gering waren. Ha-

sel und Rotaugen dominierten in beiden Uferbereichen. Der Döbel trat nur in der Steinschüttung häufiger (14 % am Gesamtfang) auf, Aal und Brachsen in beiden Uferbereichen nur vereinzelt. In der alternativen Ufersicherung, wo auch Kiessubstrat vorlag, konnten zwei Jungfische des kieslaichenden Aland gefangen werden, während der häufig in Steinschüttungen anzutreffende Flussbarsch mit einem Jungtier nur am gegenüberliegenden technisch gesicherten Ufer beobachtet wurde.

Da insbesondere die Larven und Jungfische komplexe Ansprüche an ihren Lebensraum stellen, kann das Jungfischauftreten sehr gut für die Beurteilung der Strukturvielfalt eines Gewässerabschnittes herangezogen werden. Die Struktur- und Substratdiversität war in der alternativen Ufersicherung höher als entlang der herkömmlichen Steinschüttung. Die vegetationsbestandenen Bereiche der Versuchsstrecke waren als wichtige Jungfischhabitate relativ gleichmäßig mit Jungfischen besetzt. Allerdings war der Unterschied in der Jungfischdichte zwischen der alternativen und der herkömmlichen Sicherung am gegenüberliegenden Ufer insgesamt gering (Tabelle 1). Dies kann sowohl methodische Gründe haben, da Schilfbereiche schlechter zu beproben sind, als auch in der Kleineräumigkeit der Maßnahme liegen, sodass keine deutlichen Effekte auf die Fischfauna nachweisbar waren.

7.3 Makrozoobenthos

Bei der Makrozoobenthosbeprobung wurden die kiesigen Rohrglanzgras-Bereiche und die überwiegend schluffigen Schilfbereiche der Versuchsstrecke getrennt betrachtet und deren Besiedlung mit derjenigen auf Schüttsteinen am gegenüberliegenden Ufer verglichen (Tabelle 1). In beiden Bereichen der technisch-biologischen Ufersicherung konnten deutlich mehr Taxa nachgewiesen werden als am gegenüberliegenden technisch gesicherten Ufer. Gruppen mit eher anspruchsvollen Arten wie Eintagsfliegen, Libellen und Wanzen waren ausschließlich im Schilfbereich der Versuchsstrecke zu finden. In beiden Bereichen konnte die in Deutschland stark gefährdete Dreieckige Erbsenmuschel *Pisidium supinum* nachgewiesen werden. Die Röhricht- und Schilfbestände der Versuchsstrecke gaben sowohl reophilen (strömungsliebend) als auch limnophilen (strömungsmeidend) Arten Lebensraum, während die Schüttsteine überwiegend von reophilen Arten besiedelt wurden. Neozoen, insbesondere Krebse wie der Große Höcker-Flohkrebs *Dikerogammarus villosus*, die Donauassel *Jaera istri* und der Süßwasser-Röhrenkrebs *Chelicorophium curvispinum* wurden in allen Uferbereichen mit großer Stetigkeit und Individuendichte nachgewiesen.

Die Artendiversität erreichte im Bereich der technisch-biologischen Ufersicherung insgesamt nur einen mäßigen Wert. Sie war aber deutlich höher als an den Schüttsteinen des gegenüberliegenden Ufers (Tabelle 1), wo eher eine geringe Diversität ermittelt

wurde. Dagegen unterschieden sich die ermittelten Potamon-Typie-Indices, die den ökologischen Zustand des Gewässers gemäß der EU-WRRL beschreiben [9], kaum (Tabelle 1). Sowohl im Bereich der alternativen Ufersicherung als auch entlang der herkömmlichen Steinschüttung entsprachen die Werte einem mäßigen ökologischen Zustand.

Die Ergebnisse sind vor dem Hintergrund zu sehen, dass der ökologische Zustand des Makrozoobenthos in der Mittelweser insgesamt als unbefriedigend bis schlecht von der Flussgebietsgemeinschaft eingestuft wurde [10], sodass kleinere Veränderungen schon eine deutliche Verbesserung darstellen können und in dieser Dimension auch im Erwartungsbereich liegen.

8 Beurteilung des technischen Erhaltungszustandes

Grundlage für die Beurteilung des technischen Erhaltungszustands der alternativ gesicherten Ufer bildete neben den Ergebnissen der Besichtigungen vor Ort und der aktuellen Querprofileinmaße der bisherige Unterhaltungsbedarf. Nach Aussage des WSA Verden [11] sind von 1989 bis heute keine Unterhaltungsarbeiten an der Ufersicherung im Bereich der Versuchsstrecke erforderlich gewesen. Das bedeutet, dass keine signifikanten Ufererosionen oder schadhafte Böschungsrutschungen stattgefunden haben, die Ufer sind weitestgehend stabil. Es kann dementsprechend davon ausgegangen werden, dass mit der vorhandenen „alten“ Steinschüttung im Unterwasserbereich und den alternativen technisch-biologischen Sicherungsmaßnahmen oberhalb des hydrostatischen Staus unter den bisherigen hydraulischen Belastungen ein guter Uferschutz erreicht werden konnte.

Es ist davon auszugehen, dass die Böschungen oberhalb des hydrostatischen Staus in der Anfangsphase nach Wegnahme der Steinschüttung und anschließender Neuprofilierung sowie unterschiedlicher Anpflanzung zunächst durch Wellen und Strömungen etwas umgeformt wurden, sich jedoch mit der Entwicklung und Ausbreitung der Vegetation zunehmend stabilisiert haben. Die planmäßig auf 1 : 7 abgeflachten Bereiche haben sich insgesamt kaum oder nur unwesentlich auf maximal 1 : 8 weiter abgeflacht. Die angelegten Flachwasserzonen sind bis heute ausnahmslos verlandet. Das bedeutet, dass im Strömungsschatten der Bühnen Sedimentation stattgefunden hat. Selbst Bereiche, in denen die alte Böschungsneigung von planmäßig 1 : 3 beibehalten, die Wasserbausteine jedoch entfernt wurden, sind mit den unterschiedlichen alternativen Sicherungsmethoden weitestgehend stabil. Ein Unterschied zwischen den Bereichen mit und ohne Bühnen ist nicht feststellbar.

Zu Vergleichszwecken erfolgten Berechnungen zu theoretisch erforderlichen Deckwerken unter den gegebenen hydraulischen Belastungen bei MW und HSW. Diese bestätigen, dass die derzeit im Unterwasserbereich vorhandene lose Steinschüttung aus Wasserbausteinen der Klasse III (Schichtdicke 60 cm) für Mittel- und Hochwasserstände ausreichend dimensioniert ist.

Die technisch-biologischen Ufersicherungsmaßnahmen sind bei Mittelwasserverhältnissen nur relativ geringen hydraulischen Belastungen insbesondere durch Wellenaufbau ausgesetzt (siehe 4.3). Werden die selten auftretenden höheren Hochwasserstände berücksichtigt, müssen die alternativen Maßnahmen theoretisch einen äquivalenten Schutz bieten wie ein 35 cm starkes Deckwerk aus losen Wasserbausteinen der Klasse CP_{45/125} entsprechend [3] mit einer Dichte von 2,6 t/m³. Das ist eine kleine Wasserbausteinklasse mit Steinabmessungen (Siebkorndurchmesser) zwischen 45 mm und 125 mm, die etwa der alten Klasse 0 nach [2] entspricht.

Auf Grund des festgestellten sehr guten Zustands der Ufer kann davon ausgegangen werden, dass die technisch-biologischen Ufersicherungen einen äquivalenten Schutz zur rechnerisch erforderlichen Steinschüttung bieten.

9 Fazit

Der gegenwärtige Zustand der alternativen technisch-biologischen Ufersicherung in der Versuchsstrecke an der Weser bei Stolzenau kann insgesamt als sehr gut eingeschätzt werden. Bis auf wenige Ausnahmen haben sich alle durchgeführten Pflanzmaßnahmen so entwickelt, dass bei den bisher vorherrschenden hydraulischen Belastungen ein guter Schutz der Uferböschungen hinsichtlich Oberflächenerosion und möglichen Böschungsinstabilitäten gegeben ist.

Die im Bereich der Versuchsstrecke vorhandenen günstigen Randbedingungen – verhältnismäßig geringe hydraulische Belastungen infolge Schifffahrt, Lage der Versuchsstrecke im Gleithangbereich und dadurch geringe Werte für Schubspannungen und Fließgeschwindigkeiten – ermöglichten eine positive Entwicklung der Vegetation, insbesondere auch des empfindlichen Maßnahmentyps „Röhrichtpflanzung“. Maßnahmen wie die Errichtung von vorgelagerten Schutzwällen und Faschinen förderten zusätzlich die pflanzliche Entwicklung.

Im Gegensatz zum Ausgangszustand bildet die heutige Vegetation der Versuchsstrecke einen naturschutzfachlich hochwertigen Komplex ufertypischer Lebensräume. Wertvolle und z. T. geschützte Biotoptypen wie

Schilf-Röhrichte, Weiden-Auengebüsche und Rohrglanzgras-Röhrichte konnten sich entwickeln. Auf den Sukzessionsflächen hat sich außerdem eine Reihe von Straucharten angesiedelt, die, in Ergänzung zu den Weidenarten mit ihren unterschiedlichen Blüte- und Fruchtzeiten, biozöologisch wertvolle Elemente darstellen. Der Artenreichtum hat sich insgesamt erweitert.

Die erhöhte Strukturvielfalt an der Versuchsstrecke spiegelte sich auch in lokal erhöhten Artenzahlen bei der Avifauna wider. Sowohl die Brut- als auch die Gastvögel profitierten von der breiten Uferzone mit diversem Uferbewuchs. Die Ergebnisse der aquatischen Fauna zeigen jedoch auch, dass mit kleinräumigen Maßnahmen in dem untersuchten stauregulierten Bereich der Weser deutliche Effekte schwer zu erzielen sind. Lokal kann sich allerdings durch die Verwendung alternativer Ufersicherungen die Habitatdiversität erhöhen, was beim Makrozoobenthos zu einer erhöhten Artendiversität und bei den Fischen zu geeigneten Jungfischhabitaten in der Versuchsstrecke geführt hat. Durch die häufigere Anwendung alternativer Ufersicherungen könnten Biotopverbunde entstehen und sich die verschiedenen Habitattypen auf einer größeren räumlichen Skala miteinander vernetzen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass mit den alternativen technisch-biologischen Sicherungsmaßnahmen nicht nur ein stabiler Uferschutz, sondern gleichzeitig auch ökologische Verbesserungen hinsichtlich Vegetation und Fauna im Uferbereich erreicht werden konnten.

Eine tabellarische Zusammenstellung der wichtigsten Kenngrößen der untersuchten Versuchsstrecke zeigt das als Anlage beigefügte Kennblatt. Ausführlich sind alle Ergebnisse in einem umfangreichen Forschungsbericht [6] dokumentiert, der als pdf-Datei auf dem gemeinsamen Fachportal der BAW und BfG zur Thematik der Anwendung alternativer technisch-biologischer Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen abrufbar ist: www.baw.de/ufersicherung/ergebnisberichte.php.

10 Literatur

- [1] Bundesanstalt für Wasserbau: Merkblatt Anwendung von Regelbauweisen für Böschungs- und Sohlensicherungen an Binnenwasserstraßen (MAR). Ausgabe 2008
- [2] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Technische Lieferbedingungen für Wasserbausteine (TLW). Eigenverlag, Bonn 1997
- [3] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung: Technische Lieferbedingungen für Wasserbausteine (TLW). Eigenverlag, Bonn 2003
- [4] Bundesanstalt für Wasserbau, Bundesanstalt für Gewässerkunde: Untersuchungen zu alternativen technisch-biologischen Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen – Teil 1: Veranlassung, Umfrage unter internationale Recherche. Mai 2006
- [5] Bundesanstalt für Wasserbau: Untersuchungen zu alternativen technisch-biologischen Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen – Ergebnisse einer Umfrage im Bereich der WSV. BAW-Brief Nr. 2, April 2006
- [6] Bundesanstalt für Wasserbau, Bundesanstalt für Gewässerkunde: Untersuchungen zu alternativen technisch-biologischen Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen – Teil 2: Versuchsstrecke Stolzenau/ Weser, km 241,550 - 242,300 (Text- und Anlagenband), Oktober 2008
- [7] Arbeitsgemeinschaft zur Reinhaltung der Weser: Gewässerstrukturgütekarte Weser, Werra, Fulda, Schriftenreihe der Wassergütestelle Weser, Heft 11, Hildesheim 1998
- [8] Fisher, R. A., Corbet, A. S., Williams, C. B.: The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *Journal of Animal Ecology* 12, S. 42 – 58
- [9] Schöll, F., Haybach, A., König, B.: Das erweiterte Potamotypieverfahren zur ökologischen Bewertung von Bundeswasserstraßen nach Maßgabe der EU-Wasserrahmenrichtlinie. *Hydrologie und Wasserwirtschaft* 49, S. 234 – 247
- [10] Flussgebietsgemeinschaft Weser: Bewirtschaftungsplan 2009 für die Flussgebietseinheit Weser (nach § 36b WHG). Geschäftsstelle Weser (Eigenverlag), Hildesheim 2009
- [11] Meyer, B.: Alternative Ufersicherungen: Die Versuchsstrecke Stolzenau – Bilanz nach 20 Jahren. In: Tagungsband zum BAW, BfG – Kolloquium „Alternative technisch-biologische Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen – Wirkungsweise, Belastbarkeit, Anwendungsmöglichkeiten“, Karlsruhe, Oktober 2010, S. 69 – 76

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

Dr.-Ing. Renald Soyeaux
Bundesanstalt für Wasserbau
Abteilung Geotechnik
Referat Erdbau und Uferschutz
Tel.: 0721 9726-3650
Fax: 0721 9726-4830
E-Mail: renald.soyeaux@baw.de

Dr. Dipl. Biol. Meike Kleinwächter
Bundesanstalt für Gewässerkunde
Abteilung Ökologie
Referat Tierökologie
Tel.: 0261 1306-5954
Fax: 0261 1306-5152
E-Mail: kleinwaechter@bafg.de

Dipl. Biogeogr. Katja Schilling
Bundesanstalt für Gewässerkunde
Abteilung Ökologie
Referat Landschaftspflege, Vegetationskunde
Tel.: 0261 1306-5975
Fax: 0261 1306-5152
E-Mail: schilling@bafg.de

Anlage

|  Bundesanstalt für Gewässerkunde / Bundesanstalt für Wasserbau Untersuchungen zu alternativen technisch-biologischen Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen Forschungsprojekt  | | | |
|---|---|--|--|
| KENNBLATT Versuchsstrecke Stolzenau, Weser km 241,550 - 242,300, rechtes Ufer Technisch-biologische Ufersicherungsmaßnahmen und Randbedingungen | | | |
| (1) Ufer- sicherungs- arten und ihre Bewertung | Pflanzmethoden | Pflanz- erfolg | Natur- schutz- Wert ⁷⁾ |
| | Pflanzung von Schilf und Seggen a) Ballen- und Sodenpflanzung von Schilf auf abgeflachten Uferböschungen mit Schutz durch Steinwall oder Berme, in manchen Abschnitten zusätzlich mit Faschine oder Vegetationsgewebe b) Ballen- und Sodenpflanzung von Schilf auf steilen, aber entsteineten Uferböschungen mit Schutz durch Vegetationsgewebe c) Ballen- und Sodenpflanzung von Schilf auf unveränderten Uferböschungen (d. h. steil und mit Wasserbausteinen gesichert) mit oder ohne Schutz durch Leitwerk oder Faschine d) Ballen- und Sodenpflanzung von Seggen , Topografie und Schutz unterschiedlich wie in a) bis c) e) Schilfmatten auf abgeflachter Uferböschung | sehr gut gut gut gut ¹⁾ mäßig ²⁾ | sehr hochwertig ⁵⁾ mittel- bis hochwertig ⁶⁾ mittel- bis hochwertig ⁶⁾ mittelwertig - |
| | Pflanzung von Gehölzen f) Weiden-Steckhölzer/-Setzstangen auf abgeflachten Uferböschungen mit Schutz durch Leitwerk oder Steinwall g) Weiden-Steckhölzer/-Setzstangen auf unveränderter Uferböschung, wenn nahe der Wasserlinie gesteckt und mit Schutz durch Steinwall h) Weiden-Spreitlagen sowohl auf abgeflachten als auch auf steilen Uferböschungen, wenn Wasserbausteine zuvor entfernt wurden i) Erlenpflanzungen im oberen Bereich unveränderter Uferböschungen j) Weiden-Steckhölzer/-Setzstangen , wenn im oberen Bereich der (abgeflachten oder unveränderten) Uferböschung gesetzt | sehr gut sehr gut sehr gut fehlgeschlagen ³⁾ fehlgeschlagen ⁴⁾ | mittel- bis hochwertig mittel- bis hochwertig mittel- bis hochwertig - - |
| | ¹⁾ 2005 häufig noch im Bereich der Pflanzstellen vorhanden, ohne Ausbreitungstendenzen ²⁾ Die Schilfpflanzen der Matten zeigten in den ersten Jahren eine schlechte Wuchsleistung mit geringer Vitalität. Die spätere Entwicklung kann nicht eindeutig nachvollzogen werden. ³⁾ wohl (mangels Niederschlag und Wässerung) vertrocknet bzw. vom Erlensterben betroffen ⁴⁾ vermutlich (mangels Niederschlag und Wässerung) vertrocknet ⁵⁾ 2005 breite, d. h. auch faunistisch wertvolle Schilfbestände ⁶⁾ 2005 relativ schmale, wenn auch vitale Schilfbestände ⁷⁾ Die Versuchsstrecke als Ganzes erreichte bis 2005 einen hohen Naturschutzwert, was in ihrer Habitatvielfalt begründet ist, d. h. darin wie sich die bepflanzen und unbepflanzten Abschnitte entwickelt haben. Bemerkung: Unterhalb des Wasserspiegels (MNW) sind die durchgehend 1 : 3 geeigneten Böschungen mit Wasserbausteinen der Klasse III entsprechend TLW 1993 gesichert. | | |
| (2) Träger d. Vorhabens | WSA Verden, in Zusammenarbeit mit BfG und BAW | | |
| (3) Jahr der Einrichtung | 1988/89 | | |
| (4) Monitoring | zwischen 1989 und 2007 untersucht und dokumentiert: Gewässergeometrie, Baugrund, Grund- und Flusswasserstände, hydraulische Uferbelastung aus Schifffahrt und natürlicher Flusströmung, Vegetation, Vögel, Fische, Makrozoobenthos | | |

| | |
|---|---|
| (5) Ufer- geometrie | <p>- Gleithang - Böschungsneigungen 1 : 3,5 bis 1 : 7 (1 : 8) - z. T. mit vorgelagertem Steinwall, Flachwasserzone, Leitwerk oder Berme</p> <p>In der Versuchsstrecke kam es bis 2007 zu nur unwesentlichen Veränderungen der Böschungsgeometrie. Selbst relativ steile Böschungsabschnitte, an denen die Steinschüttung durch Spreitlagen oder Schilf-Röhricht ersetzt worden waren, blieben weitestgehend stabil.</p> |
| (6) Baugrund | <p>Im unmittelbaren Uferbereich stehen bis etwa 3 m unter der Geländeoberkante (entspricht etwa der Höhe des Wasserstandes bei MNW) im Wesentlichen Schluffe mit sandigen bzw. tonigen Bestandteilen, zum Teil auch schluffige oder kiesige Sande an. Darunter beginnt der Weserkies (intermittierend bis weitgestufter mittel- bis grobsandiger Kies, 0,2 mm bis 60 mm) mit einer Mächtigkeit von 6 bis 8 m.</p> |
| (7) Schifffahrt | <p>Anzahl der Schiffe (ermittelt aus Schleusungen) <u>Güterschiffe</u>: ca. 500 / Jahr; ca. 20 / Werktag <u>Sport, Fahrgast, sonstige</u>: ca. 100 / Jahr (Fahrten innerhalb der Stauhaltung sind <u>nicht</u> erfasst!)</p> <p>Abmessungen (Mittel/Maximum aus Berg- und Talfahrt der Verkehrsbeobachtung) <u>Güterschiffe</u> (Güter- und Tankmotorschiffe, Schubverbände) <u>Sportboote</u> Länge: 76 m (max. 114 m) Länge: 9,1 m (max. 15 m) Breite: 8,5 m (max. 9,5 m) Breite: 3,4 m (max. 4 m) Tiefgang: 1,8 m (max. 2,5 m) Tiefgang: 1 m (max. 1,6 m)</p> <p>Daten zur Fahrt (Minimum/Mittel/Maximum aus Berg- und Talfahrt der Verkehrsbeobachtung) <u>Güterschiffe</u> (Güter- und Tankmotorschiffe, Schubverbände) Uferabstand: 52 m (min. 38 m / max. 67 m) Schiffsgeschwindigkeit: 11,5 km/h (min. 7,0 km/h / max. 16,5 km/h) <u>Sportboote</u> Uferabstand: 47 m (min. 15 m / max. 75 m) Schiffsgeschwindigkeit: 16,4 km/h (min. 7,7 km/h / max. 58 km/h)</p> |
| (8) Hydrau- liche Belastungen | <p><u>Schubspannung</u> (τ): $\leq 6 \text{ N/m}^2$ <u>Fließgeschwindigkeit</u> (v): $\leq 1 \text{ m/s}$ <u>Wellenhöhen</u>: Absunk: 0,14 m (max. 0,39 m) Heckwellen: 0,15 m (max. 0,64 m) Sekundärwellen: 0,06 - 0,08 m (max. 0,41 m)</p> <p>Alle hier angegebenen Werte geben die Belastungen im Uferbereich bis 2007 wieder. Die Werte für Schubspannung und Fließgeschwindigkeit liegen deutlich unterhalb der aus der Literatur bekannten Belastbarkeitsgrenzen der hier eingesetzten technisch-biologischen Ufersicherungsmaßnahmen. Die hier genannten Schiffswellen können von den Ufersicherungsmaßnahmen schadlos aufgenommen werden. Da es zur Belastbarkeit durch Schiffswellen noch keine Grenzwerte aus der Literatur gibt, kann erst nach Vorliegen weiterer Erfahrungen im Rahmen des Forschungsprojektes gesagt werden, ob auch größere als die hier gemessenen Wellenhöhen schadlos aufgenommen werden können.</p> |
| (9) Tier- ökologische Bewertung | <p>Im Frühjahr und Sommer 2006 wurde der Bereich der alternativen Ufersicherung (AU) sowie als Referenz ein Bereich eines herkömmlich gesicherten Ufers tierökologisch untersucht. Dazu wurden Bestandserhebungen bei Vögeln, Fischen (insbesondere Jungfische) und Makrozoobenthos durchgeführt. Es zeigte sich eine erhöhte Jungfischdichte sowie eine größere Artenvielfalt bei Vögeln und Makrozoobenthos im Bereich der AU, darunter auch einige Rote Liste-Arten. Deshalb ist die alternative Ufersicherung in Stolzenau aus tierökologischer Sicht positiv zu bewerten. Ein weiterführendes Monitoring in 5 - 10 jährigem Rhythmus wäre wünschenswert.</p> |
| (10) Gesamt- urteil | <p>Der Zustand der technisch-biologischen Ufersicherungsmaßnahmen kann mit den aus (1) ersichtlichen Ausnahmen nach 20-jähriger Betriebszeit als sehr gut eingeschätzt werden. Unter den gegebenen Randbedingungen konnten sich fast alle durchgeführten Pflanzmaßnahmen gut entwickeln. Die Ufersicherung bildet einen guten Erosionsschutz. Die Ufer sind in einem stabilen Zustand. Aus Sicht des WSA war bisher keine Unterhaltung erforderlich. (Zur zukünftig empfohlenen Unterhaltungspflege: siehe Bericht)</p> |
| <p>Publikation: Bericht „Untersuchungen zu alternativen technisch-biologischen Ufersicherungen an Binnenwasserstraßen (F&E-Projekt) Teil 2: Versuchsstrecke Stolzenau / Weser km 241,550 - 242,300“; BfG-Nr.:1579, BAW-Nr.: 2.04.10151.00, Aug. 2008. (http://www.baw.de/ufersicherung/ oder http://www.bafg.de/ Startseite > die BfG > Organisation > Referat U3 > Weiteres zum Thema)</p> | |
| <p>Ansprechpartner: BAW: Frau Fleischer, Abt. Geotechnik, Ref. G4 (0721/9726-3570) Herr Dr. Soyeaux, Abt. Wasserbau, Ref. W4 (0721/9726-3650) BfG: Herr Liebenstein, Abt. Ökologie, Ref. U3 (0261/1306-5445) Herr Dr. Koop, Abt. Ökologie, Ref. U4 (0261/ 1306- 5404)</p> | |
| <p>Stand: 19.8.2008</p> | |