

Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme



Zitiervorschlag:

BfG, WSA Weser-Jade-Nordsee, WWK (2019): Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz, BfG-1997

Fotos Titelblatt: BfG, ABz Farge



BfG-1997

Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme

Aufgestellt: Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt Weser-Jade-Nordsee
Außenbezirk Farge
Dipl. Ing. Sven Wennkamp
Ralf Flierbaum
Jan-Dirk Woltjen

Bearbeitung: Bundesanstalt für Gewässerkunde
Dipl. Ing. Karin Karras
Dipl. Ing. Detlef Wahl
Dipl. Biogeographin Katja Behrendt
Björn Hoppe

Vegetation: WWK (Weil-Winterkamp-Knopp)
Dipl. Geograph Stefan Knopp



Weil • Winterkamp • Knopp
Landschaftsarchitektin • Geographen
Partnerschaft für Umweltplanung

Koblenz im September 2019

Inhalt:

1	Veranlassung	1
2	Vorgehensweise	2
3	Planung der Versuchsstrecken.....	3
3.1	Streckenauswahl.....	3
3.2	Technische Vorgaben und Erfahrungen.....	4
3.3	Gewählte Bauweisen.....	4
3.4	Umsetzung der Bauarbeiten	5
3.5	Angaben zum baulichen Aufwand.....	6
3.6	Standicherheit und Erkenntnisse aus bautechnischer Sicht.....	7
4	Vegetationsentwicklung	9
4.1	Methoden	9
4.2	Ergebnisse	11
4.3	Auswertung und Analyse	22
5	Zusammenfassende Einschätzung	25
6	Literatur.....	27
7	Abkürzungen.....	28
8	Anhang	29
8.1	Darstellung der Bauweisen	29
8.2	Fotodokumentation der Bauausführung.....	30
8.3	Lage der Reitkante (Vermessungsergebnisse des WSA).....	36
8.4	Ergebnisse der Drohnenbefliegung.....	39
8.5	Fotodokumentation 2018	42

Tabellenverzeichnis:

Tab. 3-1:	Zeit-, Personal- und Materialaufwand für die Errichtung der Ufersicherungen	7
Tab. 4-1:	Kartierbedingungen Versuchsstrecke 1 (Wümme-km 17,31 – 17,39, linkes Ufer).....	9
Tab. 4-2:	Kartierbedingungen Versuchsstrecke 2 (Wümme-km 17,00 – 17,08, rechtes Ufer)	10
Tab. 4-3:	Kartierbedingungen Versuchsstrecke 3 (Wümme-km 16,18 – 16,24, rechtes Ufer)	10
Tab. 4-4:	Vegetationsaufnahmen Versuchsstrecke 1 (2013 – 2018).....	13
Tab. 4-5:	Vegetationsaufnahmen Versuchsstrecke 2 (2013 – 2018).....	16
Tab. 4-6:	Vegetation auf dem Baumstumpf (2016, 2018).....	17
Tab. 4-7:	Vegetationsaufnahmen Versuchsstrecke 3 (2013 – 2018).....	21

1 Veranlassung

Technisch-biologische Bauweisen bzw. der Einsatz organischer Baumaterialien gewinnen auch an den tidebeeinflussten Bundeswasserstraßen immer mehr an Bedeutung. Die im Binnenbereich dazu vorliegenden Kenntnisse können allerdings nur begrenzt übertragen werden.

Daher haben der Außenbezirk (ABz) Farge des WSA Bremen (heute WSA Weser-Jade-Nordsee) und die Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) im Rahmen der Erarbeitung eines Unterhaltungsplans für die Lesum und die Wümmemündung 2013/14 die Anlage von drei Versuchsstrecken zur Erprobung solcher Bauweisen initiiert.

Es ist seit Jahrzehnten erforderlich, die Prallufer der stark mäandrierenden Wümme zum Schutz vor Erosion mit Wasserbausteinen zu sichern. Die vorhandenen Strömungsverhältnisse der Tide mit einem mittleren Tidehub von 2,10 m (Pegel Niederblockland) führen dazu, dass sowohl unterhalb als auch oberhalb dieser befestigten Bereiche die angrenzenden unbefestigten Ufer zu starker Kolkbildung neigen. Das gefährdet angrenzende Deiche oder führt zum Rückgang der wertvollen Schilfbestände, was den Einbau weiterer Sicherungen erforderlich macht.

Die gemeinsame Erarbeitung des Unterhaltungsplans, der 2014 fertiggestellt wurde, war der Anlass für die Planung von Versuchsstrecken, um in diesem Zusammenhang alternative Bauweisen mit organischem Material zu erproben. Ziel war es, diese Übergänge weicher zu gestalten sowie die mit den Ufersicherungen verbundenen Eingriffe in die Flusslandschaft zu minimieren. Der Unterhaltungsplan bot den Rahmen, um die vorgesehenen Maßnahmen mit den zuständigen Naturschutz- und Wasserbehörden sowie den Deich- und beteiligten Naturschutzverbänden abzustimmen.

Ziele waren somit

- > die Erprobung von alternativen, ökologisch und ggf. bautechnisch günstigeren Bauweisen für an der Wümme neu zu sichernde Uferbereiche
- > die Sammlung weiterer Erfahrungen mit technisch-biologischen Bauweisen im Tidebereich
- > ggf. eine Übertragung der Ergebnisse auf andere Bereiche tidebeeinflusster kleinerer Flüsse, in denen z. B. zum Schutz der Deiche, der Bauwerke des Hinterlandes oder auch wertvoller Vegetationsbestände eine Ufersicherung erforderlich wird.

WSA und BfG haben eine Langzeitkontrolle der Stabilität und ein begleitendes Monitoring der Vegetationsentwicklung vorgesehen. Das Büro WWK hat die abschließende Einschätzung der Vegetationsentwicklung vorgenommen (WWK 2019). Alle Ergebnisse werden mit diesem Bericht dokumentiert.

2 Vorgehensweise

Bei der Auswahl von drei Versuchsstrecken wurden verschiedene Kriterien zugrunde gelegt (Kap. 3.1).

Der Außenbezirk Farge hat unter Berücksichtigung der Randbedingungen (Strömungsverhältnisse, Neigungen) unterschiedliche Bauweisen geplant (Kap. 3.3). Dabei kommen organische Materialien zum Einsatz: Buschkisten, Spreitlagen, Pfahlwände. Eine technisch-biologische Bauweise im eigentlichen Sinne, d. h. die Nutzung von lebendem Pflanzmaterial, welches nach Anwachsen einen Teil der Sicherungsfunktion übernimmt, war im tidebedingten Wasserwechselbereich nicht möglich.

Die Durchführung der Bauarbeiten erfolgte (vom Wasser aus) im Winter 2013/14. Eine Herausforderung waren dabei die tidebedingten Zeitfenster. Der Außenbezirk hat seitdem regelmäßig die Standsicherheit kontrolliert und bei Bedarf nachgearbeitet. Der Aufwand aller Bauarbeiten wurde dokumentiert. Die bautechnische Einschätzung der Maßnahmen sowie die gewonnenen Erkenntnisse finden sich in Kapitel 3.5.

Im Rahmen des Monitorings der Vegetationsentwicklung wurden pflanzensoziologische Vegetationsaufnahmen 2013 vor Durchführung der Maßnahme sowie 2014, 2016 und 2018 durchgeführt. Methodik und Ergebnisse sind in Kapitel 4 dargestellt. Zusätzlich wurden vom WSA die Grenzen der Schilfbestände sowie Längs- und Querprofile mehrfach eingemessen.

Die zuständigen Naturschutz- und Wasserbehörden waren sehr an den Versuchen interessiert. Im Rahmen der Erarbeitung des Unterhaltungsplanes waren sie an ihrer Konzipierung beteiligt, ebenso Deich- und Naturschutzverbände.

Die Vorgehensweise beinhaltet demnach folgende Punkte:

- > Auswahl von drei durch Erosion gefährdeten Abschnitten mit wertvoller Ufervegetation
- > Einbau von organischem Material zur Ufersicherung
- > Erprobung von verschiedenen Bauweisen durch den Außenbezirk Farge des WSA Bremen
- > Langzeitkontrolle der Stabilität und Vermessung der Ufer- und Röhrichtentwicklung
- > Monitoring der Entwicklung der Vegetation durch die BfG
- > Abstimmung der Vorgehensweise mit den zuständigen Behörden sowie Deich- und Naturschutzverbänden.

3 Planung der Versuchsstrecken

3.1 Streckenauswahl

Kriterien für die Auswahl der Strecken

Durch die Erarbeitung des Unterhaltungsplanes Lesum/Wümmemündung liegen für das Bearbeitungsgebiet umfassende Bestandsdaten vor. Daher bot es sich an, die Versuchsstrecken nach Möglichkeit innerhalb dieses Gebietes festzulegen.

In den ausgewählten Abschnitten waren eine sichtbare Erosion der Ufer und damit ein stetiger Verlust der ökologisch wertvollen Uferferröhrichte zu verzeichnen. Wegen der angrenzenden Deichlinie war zum Teil auch der Deichfuß gefährdet.

Unnötige Eingriffe in die vorhandene Vegetation wurden durch die Wahl dieser Abschnitte vermieden, da eine Sicherung der gewählten Bereiche absehbar in jedem Fall erforderlich gewesen wäre. Zudem sollten die Arbeiten ausschließlich von der Wasserseite erfolgen, damit die angrenzende Ufervegetation durch die Maßnahmen nicht beeinträchtigt wird.

Schließlich wurden Abschnitte gewählt, die sich je einmal stromoberhalb (Abschnitt 1) und -unterhalb einer Flussbiegung befinden (Abschnitt 2) sowie einmal auf einem relativ geraden Flussabschnitt (Abschnitt 3), also unterschiedlichen Strömungsbeanspruchungen ausgesetzt sind.

Zusammenfassend waren somit für die Auswahl der Abschnitte folgende Punkte wichtig:

- > Vorliegen von Bestandsdaten aus dem Unterhaltungsplan
- > Erfordernis einer Uferbefestigung wegen fortschreitender Erosion und Gefährdung von Deichen oder Rückgang wertvoller Schilfbestände
- > Durchführung der Bauarbeiten vom Wasser aus zur Schonung der Vegetation
- > Wahl unterschiedlicher Strömungsbeanspruchungen und Böschungsneigungen.

Versuchsstrecken

Folgende drei Strecken wurden nach den o. g. Kriterien ausgewählt (vgl. Abb. 3-1):

- > Versuchsstrecke 1: Wümme-km 17,31 – 17,39, linkes Ufer
- > Versuchsstrecke 2: Wümme-km 17,00 – 17,08, rechtes Ufer
- > Versuchsstrecke 3: Wümme-km 16,18 – 16,24, rechtes Ufer.

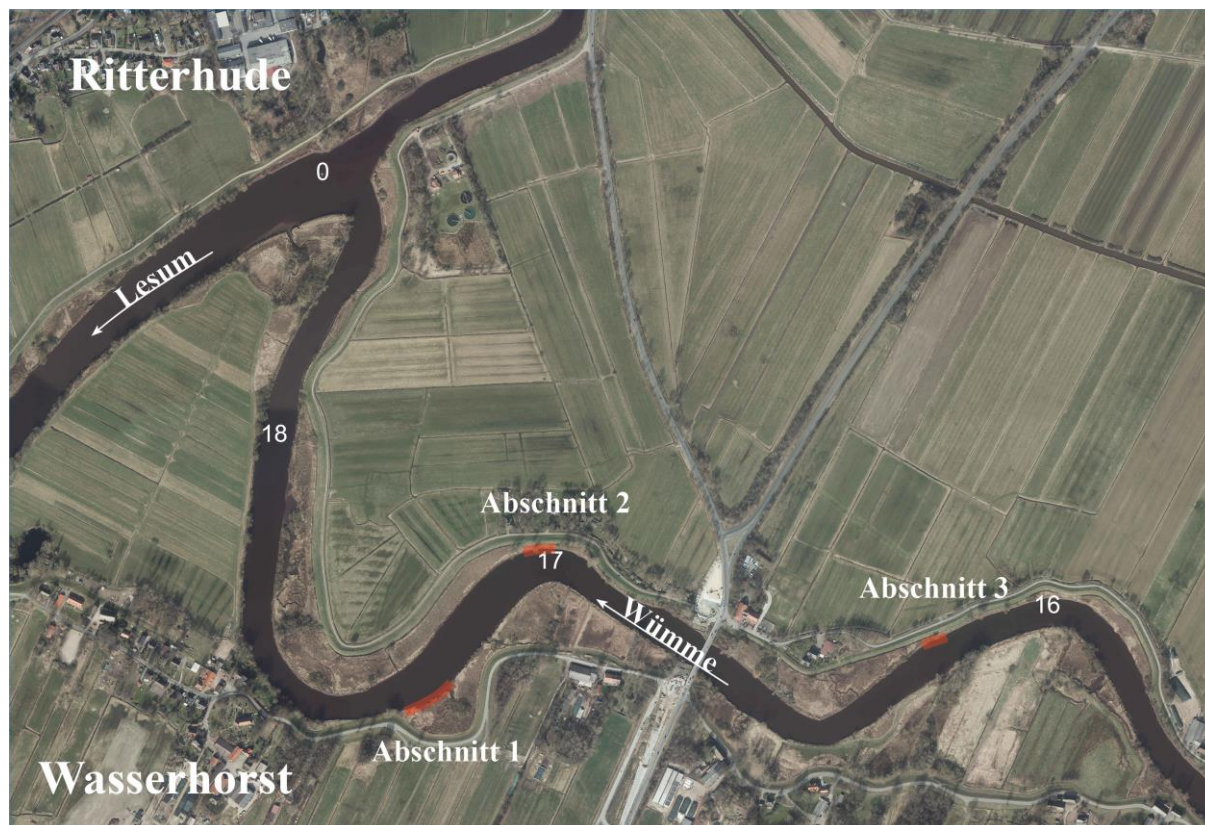


Abb. 3-1: Lage der drei Versuchsstrecken in der Wümme

3.2 Technische Vorgaben und Erfahrungen

Technisch-biologische Ufersicherungen sind im Binnenbereich bewährte Bauweisen, zu denen es umfassende fachliche Dokumentationen gibt (siehe z. B. DWA 2016), die jedoch im Tidebereich nicht ohne weiteres anwendbar sind.

Somit greift die Planung der einzelnen Versuchsstrecken vor allem auf die Erfahrung der Wasserbauer des Außenbezirks Farge zurück. Jahrelanges Arbeiten in und mit den Gezeiten war die beste Voraussetzung für eine erfolversprechende Konzipierung und Umsetzung der Maßnahmen. Der Anspruch des ABz Farge war, möglichst gänzlich ohne Wasserbausteine und damit ausschließlich mit organischem Material aus Busch und Holzpfählen zu arbeiten. Zudem sollten die Arbeiten nur mit bewährtem, vorhandenem Material und mit den ABz-eigenen Geräten durchgeführt werden.

3.3 Gewählte Bauweisen

Da die einzelnen Versuchsstrecken unterschiedlich strömungsbedingt beansprucht wurden und über unterschiedliche Uferneigungen verfügten, wurden die Sicherungsarbeiten auch unterschiedlich durchgeführt. So kamen Bauweisen aus Buschkisten und Spreitlagen sowie Holzpfahlwände mal einzeln und mal in Kombination zur Ausführung. Ziel war es immer, die Streichlinie des Ufers so herzustellen, dass weiche Übergänge geschaffen werden und somit mögliche Angriffspunkte der Strömung vermindert wurden.

Versuchsstrecke 1: Buschkiste mit vorgelagerten verspannten Spreitlagen

Der Abschnitt 1 liegt bei Wümme-km 17,31 bis 17,39, linkes Ufer, oberhalb einer Biegung. Am unterstromigen Bereich schließt die Versuchsstrecke an ein vorhandenes Deckwerk aus Wasser-

bausteinen an, das in diesem Bereich den Deichfuß sichert. Das ehemals vorhandene Schilf war sehr stark zurückgegangen, fortlaufend wurden Schilf-Rhizome (Wurzelgeflecht) ausgespült und abgetragen.

Die Sicherung des Abschnittes erfolgte mit einer Buschkiste als Parallelbauwerk, bestehend aus Faschinen (Reisigbündel aus Laubbusch), die mit Holzpfählen gehalten werden, und einer vorgelagerten verspannten Spreitlage bis auf Höhe des mittleren Niedrigwassers. Hinter der Buschkiste wurde der Bereich mit Sediment auf das vorhandene Schilfniveau aufgefüllt. Teilweise wurden Schilfbulte umgesiedelt.

Versuchsstrecke 2: Verspannte Spreitlagen

Der Abschnitt 2 liegt bei Wümme-km 17,00 bis 17,08, rechtes Ufer, unterhalb einer Biegung. Am oberstromigen Bereich schließt er an ein vorhandenes Deckwerk aus Wasserbausteinen an. Die Böschung ist im Vergleich zu den anderen beiden Versuchsstrecken relativ steil. Daher erfolgte die Sicherung nur mit einer vorgelagerten verspannten Spreitlage bis auf Höhe des mittleren Niedrigwassers.

Versuchsstrecke 3: Buschkiste mit vorgelagerter Pfahlwand, Sedimentauffüllung

Der Abschnitt 3 liegt bei Wümme-km 16,18 bis 16,24, rechtes Ufer, in einem relativ geraden Flussabschnitt. Im Vergleich zu den anderen Abschnitten geht der Arbeitsbereich an der Böschung verhältnismäßig tief nach unten. Das verkleinerte tidebedingt das Zeitfenster für die Ausführung der Arbeiten. Am oberstromigen Bereich schließt die Versuchsstrecke an ein vorhandenes Deckwerk aus Wasserbausteinen an, das in diesem Bereich den Deichfuß sichert. Das Schilf wurde auch hier sehr stark zurückgedrängt, fortlaufend sind Rhizome ausgespült und abgetragen worden. Die Sicherung des Abschnittes erfolgte mittels einer Buschkiste, die mit Holzpfählen gehalten wird, und einer vorgelagerten Holzpfahlreihe. Diese wurde mit vorbereiteten Elementen – 8,0 m langen, mit Baken gefertigten Wandabschnitten – in den unteren Bereich eingebaut. Der Bereich zwischen der Buschkiste und der Holzpfahlwand wurde mit Sediment aufgefüllt.

3.4 Umsetzung der Bauarbeiten

Die Arbeiten wurden wasserseitig mit dem Schwimmgreifer „Harriersand“ und einem Decksprahm mit Stelzen durchgeführt. Mit dem Hydraulikbagger, einem Liebherr 944, konnten zum einen viele Arbeiten direkt an der Böschung durchgeführt, zum anderen das an der Böschung notwendige und per Hand einzubauende Material einfach übergeben werden. Versorgt wurde die Baustelle wasserseitig durch das Arbeitsschiff MS "Weserplate".

Die Arbeiten wurden im Winter 2013/14, in der Ruhephase der Vegetation, durchgeführt. Begonnen wurde an der Versuchsstrecke 3. Die dort gesammelten Erfahrungen wurden zur Optimierung der Arbeiten an den anderen Strecken genutzt. Wichtig war es, die drei Abschnitte in einem engen Zeitfenster nahezu gleichzeitig fertigzustellen, um trotz der unterschiedlichen hydraulischen Belastungen einen gewissen Grad an Vergleichbarkeit der Standfestigkeit zu erreichen. Die Durchführung wurde stark beeinflusst von der Witterung, der Tide und dem eigenen Anspruch, vor Einsetzen der Wachstumsphase der Vegetation und der Revieraufteilung der Brutvögel die Abschnitte fertigzustellen, was letztendlich sehr gut gelang (vgl. Anhang 8.2).

Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK

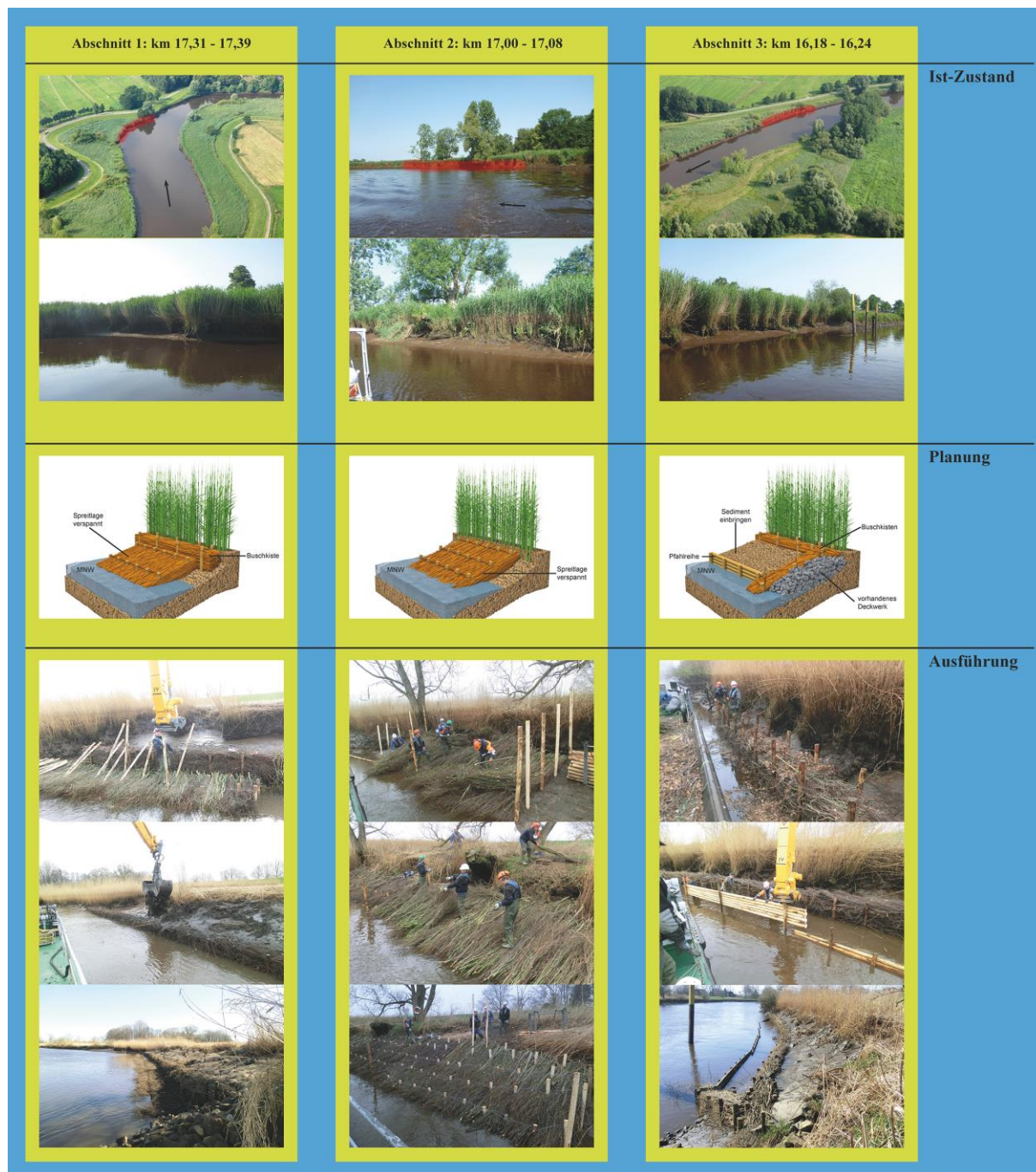


Abb. 3-2: Übersicht zu Ist-Zustand, Planung und Ausführung der Maßnahmen an den drei Versuchsstrecken

3.5 Angaben zum baulichen Aufwand

Folgende Geräte wurden an den drei Versuchsstrecken eingesetzt:

- > Schwimmgreifer SG "Harriersand"
- > Stelzenprahm "DP 4142"
- > Arbeitsschiff MS "Weserplate".

Angaben zum Zeit-, Personal- und Materialaufwand finden sich in Tabelle 3-1. Die Kosten dafür wurden ermittelt, außerdem überschlägig die für eine konventionell errichtete Steinschüttung in diesen Abschnitten.

Tab. 3-1: Zeit-, Personal- und Materialaufwand für die Errichtung der Ufersicherungen

Versuchsstrecke	Arbeitszeitraum	Personal (arbeitstäglich)	Material
1	12.02.2014 bis 18.02.2014 Arbeiten ausschließlich bei Niedrigwasser bis mittlerer Tide	5 bis 6 Personen	525 lfm Pfähle 205 m ² Busch 71,15 kg Draht (verzinkt) 3,43 kg Krampen (verzinkt).
2	12.03.2014 bis 21.03.2014 Arbeiten ausschließlich bei Niedrigwasser bis mittlerer Tide	5 bis 6 Personen	737,5 lfm Pfähle 288,75 m ² Busch 73 kg Draht (verzinkt) 5,6 kg Krampen (verzinkt)
3	14.01.2014 bis 12.02.2014 Arbeiten ausschließlich bei Niedrigwasser bis mittlerer Tide	4 bis 7 Personen	333,5 lfm Pfähle 105 m ² Busch 240 lfm Baken 11,86 kg Draht (verzinkt) 1,85 kg Krampen (verzinkt)

Die Auswahl an Personalstärken und Geräten hat sich im Wesentlichen bewährt. Bei der Materialwahl würde man in vergleichbaren Situationen ggf. auf stärkere Pfahlquerschnitte bzw. größere Pfahllängen wechseln und auf die Holzpfahlwände aus Baken (Versuchsstrecke 3) verzichten. Als Verbindungsmittel wurde verzinkter Stahl genutzt, um die notwendige Langlebigkeit erreichen. Unverzinkte Alternativen wären wünschenswert, sind aber derzeit nicht bekannt. Auf Kunststoff als Baumaterial konnte gänzlich verzichtet werden.

3.6 Standsicherheit und Erkenntnisse aus bautechnischer Sicht

Die Uferbefestigungen an den Versuchsstrecken 1 und 2 stellten sich 2019 (nach 5 Jahren) unverändert standsicher und sehr stabil dar. Sie sind gut in die Uferlinie integriert. Es waren bislang keinerlei Nacharbeiten erforderlich. Das eingebaute Buschmaterial wurde von Sedimenten gut eingebettet und somit feucht gehalten, so dass die Haltbarkeit des Naturstoffes trotz der Tidebedingungen nach fünf Jahren sehr gut ist. Beim Abschnitt 2 wird in den nächsten Monaten jedoch ein Nachpacken mit Busch notwendig.

Das gilt in dem Maße nicht für Versuchsstrecke 3. Nach ca. 12 Monaten Standzeit stellte sich heraus, dass sich die Holzpfahlwand leicht neigte. Das Bauteil wurde daraufhin gerichtet und mit zusätzlichen Pfählen gesichert. Die Buschkiste wurde ebenfalls mit Faschinen leicht nachgearbeitet. 2016 wurde unmittelbar vor dem Schilf eine zweite Buschkiste gesetzt.

Für das weitere Vorgehen an diesem Abschnitt wird eine Instandsetzung auf Grundlage der gesammelten Erfahrungen ausgearbeitet. Nach erster Einschätzung wird die Bauart aus Abschnitt 1, also die Kombination aus Buschkiste mit Spreitlage, favorisiert.

Damit wurde an allen drei Abschnitten die Erosion gestoppt. Die Deiche sind gesichert und die zu schützenden Bereiche der Ufervegetation weisen keine zusätzlichen Verluste auf, sondern konnten sich sogar ausdehnen (vgl. Kap. 4).

Hinsichtlich der gewählten Bauweisen und der verwendeten organischen Materialien lässt sich Folgendes festhalten:

- > Es gibt realistische Alternativen zur konventionellen Sicherung der Ufer mit Steinschüttung.
- > Nach überschlägigen Ermittlungen sind die Kosten der Herstellung der technisch-biologischen Ufersicherungen etwa ein Viertel höher als die für eine entsprechende Steinschüttung. Insbesondere die höheren Personalkosten schlagen dabei zu Buche.

Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK

- > Dem erhöhten Aufwand bei der Bauwerkskontrolle aufgrund der geringeren Haltbarkeit im Vergleich zur Steinschüttung ist Rechnung zu tragen.
- > Die Kosten für die laufende Unterhaltung sind zu berücksichtigen.
- > Die Kombination aus Buschkiste mit Spreitlage hat sich baulich sehr bewährt.
- > Die Holzpfahlreihe mit den vorgefertigten Wandelementen war längerfristig nicht stand-sicher, hat sich also in dieser Form nicht bewährt.
- > Eine Ausbreitung des Schilfbestandes hinter den Sicherungen ist sehr gut erkennbar.
- > Eine Standzeit der Bauweisen von ca. fünf Jahren ohne weitere Maßnahmen ist für Buschkiste und Spreitlage realistisch.
- > Bei der Planung der technisch-biologischen Bauweisen im Tidebereich ist die MThw-Linie zu berücksichtigen, damit der Baustoff aus Busch und Pfählen immer wieder feucht gehalten werden kann.

Mit den Tide-Versuchsstrecken sollte auch erprobt werden, ob sich durch diesen „weichen Ver-bau“ die Strömungsenergie am eingebauten Buschmaterial abbaut, sich dadurch die Kolkbildung nicht weiter verlagert und nicht weitere Uferbereiche gesichert werden müssen.

In allen drei Abschnitten hat sich gezeigt, dass sich an den Einbindebereichen in das unverbaute, natürliche Ufer nach fünf Jahren Standzeit bisher keine weitergehenden Auskolkungen anschlie-ßen. Der sonst dargestellte Übergang vom Wasserbaustein auf das ungeschützte Ufer scheint durch die Verwendung mittels technisch-biologischer Ufersicherung eine funktionierende Alter-native zu sein. Das Fortschreiten des Kolkproblems kann - bei vergleichbaren Situationen - durch die Anwendung von technisch-biologischen Ufersicherungen nach derzeitigem Kenntnisstand gestoppt oder zumindest verringert werden. Eine weitere Beobachtung ist jedoch erforderlich. Letzteres gilt insbesondere auch für den ca. 20 m langen, unverbauten Bereich zwischen Stein-schüttung und Spreitlage bei Versuchsstrecke 2. Dieses Stück konnte 2014 nicht gesichert wer-den.

4 Vegetationsentwicklung

Die Vegetationsentwicklung an den drei Versuchsstrecken wurde durch ein Monitoring begleitet. Gegenstand dieses Kapitels ist die Dokumentation der pflanzensoziologischen Bestandserfassungen von 2013 bis 2018 sowie die Analyse und Bewertung der bisherigen und die Prognose der zukünftigen Vegetationsentwicklung.

Außerdem werden Hinweise und Empfehlungen für die weitere Vorgehensweise und ggf. erforderliche Unterhaltungsmaßnahmen benannt.

Auf der Grundlage der Biotoptypenkartierung zum Unterhaltungsplan Lesum/Wümmemündung durch das Büro WWK im Jahr 2012 (BfG 2013) erfolgten zur Dokumentation der ökologischen Entwicklung an den Versuchsstrecken 2013 (vor Beginn der Maßnahme) sowie 2014 und 2016 vegetationskundliche Erfassungen durch die BfG. Die vorerst abschließende vegetationskundliche Erhebung wurde 2018 wiederum vom Büro WWK durchgeführt.

Die nachfolgende Betrachtung bezieht sich auf die Vegetationsentwicklung im Bereich der sogenannten vorderen Schilfzone zwischen der Baumaßnahme und einer landseitigen definierten Ausdehnung, welche durch die BfG für jede der drei Versuchsstrecken vor Beginn der Maßnahme 2013 festgelegt wurde (siehe Tab. 4-1 bis 4-3).

Die Entwicklungen und der aktuelle Zustand werden zudem durch Fotos dokumentiert (siehe auch Fotodokumentation aus dem Jahr 2018 im Anhang). Die Flächen wurden außerdem am 26.09.2018 ergänzend durch Luftbilder mittels Drohnenbefliegung durch die BfG photographisch erfasst Vgl. Anhang 4).

4.1 Methoden

Die Untersuchungsflächen wurden 2013 von der BfG für die einzelnen Versuchsstrecken festgelegt. Die hier vorgenommene vergleichende Betrachtung bezieht sich auf die Entwicklung der Vegetation in der sogenannten „vorderen Schilfzone“. Die Bedingungen am jeweiligen Tag der Kartierung sind in den Tab. 4-1 bis Tab. 4-3 dargestellt.

Tab. 4-1: Kartierbedingungen Versuchsstrecke 1 (Wümme-km 17,31 – 17,39, linkes Ufer)

Untersuchungsjahr	2013	2014	2016	2018
Datum	17.10.2013	14.07.2014	06.07.2016	11.07.2018
Uhrzeit	Ab 9:50 Uhr	Ab 8:10 Uhr	k. A.	Ab 8:30 Uhr
Wasserstand	Ebbe → Tnw	Flut → Thw	k. A.	Tnw → Flut
Witterungsbedingungen	Regen, Wind	Sonne	k. A.	Zeitweise Regen
Begehrbarkeit	Anfahrt an Schilfbestand mit Arbeitsboot nicht möglich, Kartierung vom Boot aus	Anfahrt mit Arbeitsboot bis an Schilfbestand, möglich, jedoch Fläche nicht begehbar, Kartierung vom Boot aus	k. A.	Fläche von Land aus vollständig begehbar
Aufnahmefläche	vordere Schilfzone, ca. 7 m tief (wasserseitige Begrenzung: gerade Linie entlang der intakten Schilfkanten = "vordere Schilfnasen"; landseitige	vordere Schilfzone, ca. 7 m tief (wasserseitige Begrenzung: Buschkiste; landseitige Begrenzung: gerade Linie im Schilfbestand	vordere Schilfzone, ca. 7 m tief (wasserseitige Begrenzung: Buschkiste; landseitige Begrenzung: gerade Linie im Schilfbestand	vordere Schilfzone, ca. 7 m tief (wasserseitige Begrenzung: Buschkiste; landseitige Begrenzung: gerade Linie im Schilfbestand

Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK

Untersuchungsjahr	2013	2014	2016	2018
	Begrenzung: gerade Linie in Schilfbestand	parallel Buschkiste	parallel Buschkiste	parallel Buschkiste

Tab. 4-2: Kartierbedingungen Versuchsstrecke 2 (Wümme-km 17,00 – 17,08, rechtes Ufer)

Untersuchungsjahr	2013	2014	2016	2018
Datum	17.10.2013	15.07.2014	06.07.2016	11.07.2018
Uhrzeit	k. A.	Ab 9:30 Uhr	k. A.	Ab 10:15 Uhr
Wasserstand	Tnw → Flut	Thw → Ebbe	k. A.	Tnw → Flut
Witterungsbedingungen	Regen, starker Wind	Sonne	k. A.	zeitweise Regen
Begehrbarkeit	Anfahrt an Schilfbestand nicht möglich, Kartierung vom Boot aus	Anfahrt an Schilfbestand nicht möglich, Kartierung vom Boot aus	k. A.	Anfahrt mit Boot bis an untere Spreitlage, Fläche vollständig begehbar
Aufnahmefläche	vordere Schilfzone, ca. 2 - 5m tief (wasserseitige Begrenzung: gerade Linie entlang der intakten Schilfkanten = "vordere Schilfnasen"; landseitige Begrenzung: gerade Linie in Schilfbestand	vordere Schilfzone, ca. 2 - 5m tief, wasserseitige Begrenzung: vordere Schilfkante = landseitige Grenze der obersten Spreitlage, landseitige Begrenzung: gerade Linie im Schilfbestand parallel zur Spreitlage	vordere Schilfzone, ca. 2 - 5m tief, wasserseitige Begrenzung: vordere Schilfkante = landseitige Grenze der obersten Spreitlage, landseitige Begrenzung: gerade Linie im Schilfbestand parallel zur Spreitlage	vordere Schilfzone, ca. 2 - 5m tief, wasserseitige Begrenzung: vordere Schilfkante = landseitige Grenze der obersten Spreitlage, landseitige Begrenzung: gerade Linie im Schilfbestand parallel zur Spreitlage

Tab. 4-3: Kartierbedingungen Versuchsstrecke 3 (Wümme-km 16,18 – 16,24, rechtes Ufer)

Untersuchungsjahr	2013	2014	2016	2018
Datum	17.10.2013	15.07.2014	06.07.2016	11.07.2018
Uhrzeit	Ab 9:50 Uhr	Ab 8:10 Uhr	k. A.	Ab 11:15 Uhr
Wasserstand	Thw	Thw	k. A.	Tnw
Witterungsbedingungen	Regen, Wind	Sonne	k. A.	Regen
Begehrbarkeit	Anfahrt an Schilfbestand bereichsweise möglich, Kartierung vom Boot aus	Maßnahme nur ansatzweise sichtbar, Kartierung vom Boot aus	k. A.	Anfahrt mit Boot bis an untere Spreitlage, Fläche vollständig begehbar
Aufnahmefläche	vordere Schilfzone, ca. 7 m tief (wasserseitige Begrenzung: gerade Linie entlang der intakten Schilfkanten = "vordere Schilfnasen"; landseitige Begrenzung: gerade Linie in Schilfbestand	vordere Schilfzone, ca. 7 m tief (wasserseitige Begrenzung: Buschkiste landseitige Begrenzung: gerade Linie im Schilfbestand parallel zur (obersten) Buschkiste	vordere Schilfzone, ca. 7 m tief (wasserseitige Begrenzung: obere Buschkiste landseitige Begrenzung: gerade Linie im Schilfbestand parallel zur (obersten) Buschkiste	vordere Schilfzone, ca. 7 m tief (wasserseitige Begrenzung: obere Buschkiste landseitige Begrenzung: gerade Linie im Schilfbestand parallel zur (obersten) Buschkiste

Innerhalb der Aufnahmeflächen wurden die Pflanzen auf Artniveau bestimmt und ihre Artmächtigkeit (d. h. Abundanz/Dominanz) gemäß der Braun-Blanquet-Skala geschätzt (BRAUN-BLANQUET 1964). Die Deckungsklasse 2 der Braun-Blanquet-Skala wurde in 2m, 2a, und 2b verfeinert (REICHELDT & WILMANN 1973).

4.2 Ergebnisse

Für die drei Versuchsstrecken erfolgen jeweils eine kurze photographische Dokumentation mit Beschreibung der Bestandsituation 2013 bis 2018 sowie die tabellarische Darstellung der Vegetationsaufnahmen.

4.2.1 Versuchsstrecke 1

Wümme-km 17,31 – 17,39, linkes Ufer



17.10.2013

Abb. 4-1:

Uferzone vor Beginn der Maßnahme mit Erosionskante und weggebrochenen Schilfbulten.

Foto BfG, K. Behrendt



15.07.2014

Abb. 4-2:

1. Vegetationsperiode nach Maßnahmenherstellung.

Schilf ist insgesamt sehr hochwüchsig und vital; Schlickbereiche zwischen Schilfnasen z. T. mit Jungpflanzen. Zwei umgesiedelte Schilfbulte sind angewachsen. Mit Schlick aufgefüllte Bereiche landseitig der Buschkiste sind noch ohne Schilfjungtriebe.

Foto BfG, K. Behrendt

Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK



6.7.2016

Abb. 4-3:

3. Vegetationsperiode nach
Maßnahmenherstellung.

Der Schilfbestand dehnt sich
Richtung Buschkiste aus,
aufgefüllte Schlickflächen
hinter Buschkiste mit Schilf-
jungtrieben.

Foto BfG, B. Hoppe



11.7.2018

Abb. 4-4:

5. Vegetationsperiode nach
Maßnahmenherstellung.
Schilf hochwüchsig und vital.
Bestand hat sich auf dem
überwiegenden Teil der Flä-
che bis nahe der Buschkiste
ausgedehnt.

Foto WWK, S. Knopp



11.9.2018

Abb. 4-5:

5. Vegetationsperiode nach
Maßnahmenherstellung.
Luftaufnahme durch Droh-
nenbefliegung.

Foto BfG, M4

Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK

Tab. 4-4: Vegetationsaufnahmen Versuchsstrecke 1 (2013 – 2018)

RL = Rote Liste, NI/HB = Niedersachsen/Bremen, D = Deutschland, BArtSchV = Bundesartenschutzverordnung, § = besonders geschützte Art

Lfd. Nummer der Aufnahme	RL NI/HB	RL D	BArt- SchV	1	2	3	4
Fluss				Wümme	Wümme	Wümme	Wümme
Fluss-km				17,39 - 17,31	17,39 - 17,31	17,39 - 17,31	17,39 - 17,31
Uferseite				links	links	links	links
Untersuchungsgebiet/Versuchsstrecke				V1	V1	V1	V1
Aufnahme-Datum				17.10.	14.07.	06.07.	11.07.
Aufnahmejahr				2013	2014	2016	2018
Gesamtdeckung pflanzlicher Bewuchs [%]				60	60	75	85
Gesamtdeckung vegetationsloses Watt [%]				40	überflutet	15	15
Deckung Krautschicht [%]				60	60	75	85
Deckung Strauchschicht [%]				0	0	0	0
Deckung Baumschicht [%]				0	0	0	0
Höhe Krautschicht [m]				ca. 3	3 - 3,5	ca. 3,5	ca. 3,5
Artenzahl				4	8	9	12
Arten der Röhrichte und Großseggenriede							
<i>Phragmites australis</i>				4	4	4	5
<i>Rumex hydrolapathum</i>				.	+	+	+
<i>Lycopus europaeus</i>				+	.	+	.
<i>Lythrum salicaria</i>				.	+	1	.
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>				.	.	1	+
<i>Phalaris arundinacea</i>				+	.	.	.
<i>Alisma plantago-aquatica</i>				.	.	.	r
<i>Nasturtium officinale</i>				.	.	.	+
übrige Arten der Krautschicht							
<i>Calystegia sepium</i>				+	+	.	r
<i>Polygonum lapathifolium ssp. lapathifolium</i>				.	+	1	.
<i>Lemna minor</i>				.	1	.	.
<i>Rumex obtusifolius</i>				.	r	r	.
<i>Bidens frondosa</i>				.	.	r	r
<i>Polygonum hydropiper</i>				.	.	.	2m
<i>Salix x rubens</i>				.	1	.	.
<i>Angelica archangelica</i>				.	.	r	.
<i>Rumex crispus</i>				.	.	.	+
<i>Epilobium hirsutum</i>				.	.	.	+
<i>Hedera helix</i>				.	.	.	r
<i>Callitriche spec.</i>				.	.	.	+

Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK

4.2.2 Versuchsstrecke 2

Wümme-km 17,00 – 17,08, rechtes Ufer



17.10.2013

Abb. 4-6:

Uferzone vor Beginn der
Maßnahme mit Erosionskan-
te.

Foto BfG, K. Behrendt



15.07.2014

Abb. 4-7:

1. Vegetationsperiode nach
Maßnahmenherstellung

Schilf insgesamt vital;
Schlickauffüllung oberhalb
der Spreitlage mit jungen
Schilftrieben, Schilf reicht
überwiegend bis an die
Spreitlage.

Foto BfG, K. Behrendt

Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK



6.7.2016

Abb. 4-8:

3. Vegetationsperiode nach
Maßnahmenherstellung

Der Schilfbestand wächst
überwiegend bis unmittelbar
oberhalb der Spreitlage.

Foto BfG, B. Hoppe



11.7.2018

Abb. 4-9:

5. Vegetationsperiode nach
Maßnahmenherstellung.
Schilf ist weiterhin hoch-
wüchsig und vital. Schilf-
bestand hat sich oberhalb der
Spreitlage etabliert. Weitere
Röhrichtarten treten am
Schilfrand auf der Schlickflä-
che auf. Die Überschlickung
reicht bis in den oberen
Spreitlagenbereich.

Foto WWK, S. Knopp



11.9.2018

Abb. 4-10:

5. Vegetationsperiode nach
Maßnahmenherstellung.
Luftaufnahme Drohnenbe-
fliegung.

Foto BfG, M4

Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK

Tab. 4-5: Vegetationsaufnahmen Versuchsstrecke 2 (2013 – 2018)

RL = Rote Liste, NI/HB = Niedersachsen/Bremen, D = Deutschland, BArtSchV = Bundesartenschutzverordnung, § = besonders geschützte Art

Lfd. Nummer der Aufnahme	RL NI/HB	RL D	BArt- SchV	1	2	3	4
Fluss				Wümme	Wümme	Wümme	Wümme
Fluss-km				17,00- 17,08	17,00- 17,08	17,00- 17,08	17,00- 17,08
Uferseite				rechts	rechts	rechts	rechts
Untersuchungsgebiet/Versuchsstrecke				V2	V2	V2	V2
Aufnahmejahr				2013	2014	2016	2018
Aufnahme-Datum				17.10.	15.07.	06.07.	11.07.
Gesamtdeckung pflanzlicher Bewuchs [%]				70	70	90	90
Gesamtdeckung vegetationsloses Watt [%]				30	30	10	10
Deckung Krautschicht [%]				60	70	90	90
Deckung Strauchschicht [%]				2	2	5	0
Deckung Baumschicht [%]				20	20	5	8
Höhe Krautschicht [m]				ca. 2,5	ca. 2,5	ca. 2,5	ca. 2,5
Artenzahl				7	16	10	19
Baumschicht							
<i>Populus x canadensis</i>				2a	2a	1	1
<i>Salix x rubens</i>				2b	2b	.	.
<i>Salix fragilis</i>				.	.	.	2a
Arten der Röhrichte und Großseggenriede							
<i>Phragmites australis</i>				4	4	5	5
<i>Lycopus europaeus</i>				1	1	+	1
<i>Rumex hydrolapathum</i>				1	1	+	1
<i>Lythrum salicaria</i>				.	1	1	2m
<i>Rorippa amphibia</i>				.	r	2a	2a
<i>Phalaris arundinacea</i>				2a	.	.	+
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>				.	.	+	1
<i>Senecio paludosus</i>	2	3		.	+	.	.
<i>Iris pseudacorus</i>			§	.	.	.	r
<i>Poa palustris</i>				.	.	.	+
<i>Nasturtium officinale</i>				.	.	.	+
übrige Arten der Krautschicht							
<i>Agrostis stolonifera</i>				2a	.	.	+
<i>Epilobium hirsutum</i>				.	2a	.	+
<i>Caltha palustris</i>	3	V		.	+	.	r
<i>Polygonum hydropiper</i>				.	.	+	1
<i>Urtica dioica ssp. dioica</i>				.	1	.	.
<i>Calystegia sepium</i>				.	1	.	.

Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK

Lfd. Nummer der Aufnahme	RL NI/HB	RL D	BArt- SchV	1	2	3	4
<i>Filipendula ulmaria</i>				.	1	.	.
<i>Poa spec.</i>				.	+	.	.
<i>Ranunculus spec.</i>				.	r	.	.
<i>Cardamine amara</i>				.	r	.	.
<i>Glechoma hederacea</i>				.	.	+	.
<i>Ranunculus repens</i>				.	.	r	.
<i>Bidens frondosa</i>				.	.	.	+
<i>Callitriche spec.</i>				.	.	.	r
<i>Rumex crispus</i>				.	.	.	r

Im Bereich der vorderen Schilfzone steht etwa Höhe der MThw-Linie ein zerfallender Baumstumpf einer alten Bruch-Weide, auf dem die Vegetation 2016 und 2018 gesondert erfasst wurde.



11.7.2018

Abb. 4-11:

Alter, zerfallender Baumstumpf einer Bruch-Weide

Foto WWK, S. Knopp

Tab. 4-6: Vegetation auf dem Baumstumpf (2016, 2018)

RL = Rote Liste, NI/HB = Niedersachsen/Bremen, D = Deutschland, BArtSchV = Bundesartenschutzverordnung, § = besonders geschützte Art

Lfd. Nummer der Aufnahme	RL NI/HB	RL D	BArt- SchV	1	2
Aufnahmejahr				2016	2018
Aufnahme-Datum				06.07.	11.07.
Artenzahl				12	22
Strauchschicht					
<i>Salix fragilis</i>				2a	2a
Krautschicht					
<i>Senecio paludosus</i>	2	3		+	+
<i>Nasturtium officinale</i>				r	r

Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK

Lfd. Nummer der Aufnahme	RL NI/HB	RL D	BArt- SchV	1	2
<i>Agrostis stolonifera</i>				+	+
<i>Epilobium hirsutum</i>				+	+
<i>Senecio paludosus</i>				+	+
<i>Anthriscus sylvestris</i>				2a	1
<i>Filipendula ulmaria</i>				1	1
<i>Urtica dioica</i> ssp. <i>dioica</i>				+	.
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i>				+	.
<i>Carex</i> spec.				+	.
<i>Epilobium angustifolium</i>				1	.
<i>Phragmites australis</i>				.	2a
<i>Phalaris arundinacea</i>				.	1
<i>Mentha aquatica</i>				.	1
<i>Dactylis glomerata</i>				.	1
<i>Lycopus europaeus</i>				.	+
<i>Lythrum salicaria</i>				.	+
<i>Festuca arundinacea</i>				.	+
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>				.	+
<i>Rorippa sylvestris</i>				.	+
<i>Poa trivialis</i>				.	+
<i>Galium aparine</i>				.	+
<i>Salix x rubens</i>				.	r
<i>Carex pseudocyperus</i>				.	r
<i>Alnus glutinosa</i>				.	r

4.2.3 Versuchsstrecke 3

Wümme-km 16,18 – 16,24, rechtes Ufer



16.09.2012

Abb. 4-12:

Uferzone zum Zeitpunkt der Biotopkartierung zum Unterhaltungsplan Lesum / Wümmemündung mit Erosionskante und abgängigen Schilfbulten.

Foto WWK, S. Knopp



12.10.2013

Abb. 4-13:

Uferzone vor Beginn der Maßnahme mit Erosionskante.

Foto BfG, K. Behrendt

Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK



15.07.2014

Abb. 4-14:

1. Vegetationsperiode nach
Maßnahmenherstellung

Schilf insgesamt vital;
Schlickbereiche zwischen
Schilfnasen noch ohne
Schilfjungtriebe, viele Keim-
linge auf Wattfläche sowie
einige krautige Arten (De-
ckung ca. 10 %). Maßnahme
bisher stabil.

Foto BfG, K. Behrendt



6.7.2016

Abb. 4-15:

3. Vegetationsperiode nach
Maßnahmenherstellung

Neue schilfseitige Buschkis-
te.

Foto BfG, B. Hoppe



11.7.2018

Abb. 4-16:

5. Vegetationsperiode nach
Maßnahmenherstellung. Vi-
taler Schilfbestand bis zum
Rand der 1. Buschkistenrei-
he. Lokal Schilf und Jung-
triebe im Schlickbereich zwi-
schen 1. und 2. Buschkisten-
reihe. Pfahlwand abgängig,
In der Folge auch 2. Busch-
kistenreihe streckenweise
nicht mehr lagestabil.

Foto WWK, S. Knopp

Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK



11.9.2018

Abb. 4-17:

5. Vegetationsperiode nach
Maßnahmenherstellung.
Luftaufnahme durch Drohnen-
befliegung.

Foto BfG, M4

Tab. 4-7: Vegetationsaufnahmen Versuchsstrecke 3 (2013 – 2018)

RL = Rote Liste, NI/HB = Niedersachsen/Bremen, D = Deutschland, BArtSchV = Bundesartenschutzverordnung, § = besonders geschützte Art

Lfd. Nummer der Aufnahme	RL NI/HB	RL D	BArt- SchV	1	2	3	4
Fluss				Wümme	Wümme	Wümme	Wümme
Fluss-km				16,24 - 16,18	16,24 - 16,18	16,24 - 16,18	16,24 - 16,18
Uferseite				rechts	rechts	rechts	rechts
Untersuchungsgebiet/Versuchsstrecke				V3	V3	V3	V3
Aufnahmejahr				2013	2014	2016	2018
Aufnahme-Datum				17.10.	15.07.	06.07.	11.07.
Gesamtdeckung pflanzlicher Bewuchs [%]				80	70	60	80
Gesamtdeckung vegetationsloses Watt [%]				20	40	40	20
Deckung Krautschicht [%]				80	70	60	80
Deckung Strauchschicht [%]				10	5	5	4
Deckung Baumschicht [%]				0	0	0	0
Höhe Krautschicht [m]				ca. 3,5	4 - 5	ca. 3,5	ca. 3,5
Artenzahl				10	16	9	13
Strauchschicht							
<i>Salix viminalis</i>				1	1	1	1
<i>Salix alba</i>				+	.	.	.
Arten der Röhrichte und Großseggenriede							
<i>Phragmites australis</i>				5	4	4	5
<i>Phalaris arundinacea</i>				1	+	+	1
<i>Lycopus europaeus</i>				+	+	+	+
<i>Lythrum salicaria</i>				1	+	1	1

Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK

Lfd. Nummer der Aufnahme	RL NI/HB	RL D	BArt- SchV	1	2	3	4
<i>Rumex hydrolapathum</i>				.	r	.	r
<i>Senecio paludosus</i>	2	3		.	r	.	r
<i>Rorippa amphibia</i>				.	.	1	1
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>				.	.	r	r
<i>Nasturtium officinale</i>				.	+	.	.
<i>Glyceria maxima</i>				.	.	.	+
übrige Arten der Krautschicht							
<i>Mentha x verticillata</i>				1	2a	.	r
<i>Rorippa sylvestris</i>				1	1	.	.
<i>Ranunculus repens</i>				+	1	.	.
<i>Polygonum lapathifolium ssp. lapathifolium</i>				.	+	.	+
<i>Polygonum hydropiper</i>				.	.	1	1
<i>Agrostis stolonifera</i>				2a	.	.	.
<i>Salix alba</i>				+	.	.	.
<i>Eupatorium cannabinum</i>				.	+	.	.
<i>Filipendula ulmaria</i>				.	+	.	.
<i>Cardamine amara</i>				.	+	.	.
<i>Rumex obtusifolius</i>				.	+	.	.
<i>Poa spec.</i>				.	.	+	.

4.3 Auswertung und Analyse

4.3.1 Versuchsstrecke 1

Im Sommer 2018 erreicht der Vegetationsbestand in der Maßnahmenfläche eine Gesamtdeckung von ca. 85 % (2014: 60 %, 2016: 75 %). Schilf (*Phragmites australis*) dominiert mit über 80 % Deckung und macht wie in den Jahren zuvor den Großteil des Pflanzenaufwuchses aus. Hinzu kommen mit geringer Deckung weitere typische Arten der Röhrichte vor wie Fluss-Ampfer (*Rumex hydrolapathum*), Wasser-Ehrenpreis (*Veronica anagallis aquatica*), Gewöhnlicher Froschlöffel (*Alisma plantago-aquatica*) u. a. Mit höherer Individuenzahl tritt der sommerannuelle Wasserpfeffer (*Polygonum hydropiper*) als ein charakteristischer Vertreter der Zweizahn-Schlammufergesellschaften auf.

Insgesamt liegt die Artenzahl mit 12 krautigen Pflanzen geringfügig höher als in den Vorjahren (2014: 8; 2016 9 Arten).

Lediglich im Bereich des Maßnahmenanfangs ist auf etwa 7 m Länge eine weitgehend vegetationslose Wattfläche verblieben (s. u.).

Die vegetationskundliche Entwicklung hat in fünf Jahren zu einem weitgehend geschlossenen Schilfbestand landseitig der Buschkiste geführt. Die Gesamtdeckung des pflanzlichen Bewuchses nahm entsprechend von 60 % auf ca. 85 % zu. Räumlich lassen sich dabei zwei Bereiche unterscheiden.

Auf ca. 90 % der Fläche reicht der Schilfbewuchs inzwischen bis nahe an die Buschkiste heran. Die Ausdehnung des Schilfs über die letzten Jahre ist auch durch Lagevermessungen des WSA Bremen dokumentiert (vgl. Anhang 8.3).

Am Anfang der Maßnahmenfläche - etwa bei Wümme-Km 17,31 - ist dagegen eine vegetationslose Wattfläche auf etwa 10 m Länge verblieben. Augenscheinlich liegen die Geländehöhen hier niedriger gegenüber dem angrenzenden Schilfbestand (siehe Abb. 8-6), was auch durch eingemessene Längsprofile des WSA Bremen mit Höhenunterschieden von ca. 0,2 bis ca. 0,5 m dokumentiert wird. Dieser Abschnitt war zum Kartierzeitpunkt bei Tnw im Juli 2018 deutlich wasserzünftig (vgl. Abb. 8-5), möglicherweise ist der Bereich Bestandteil des Prielsystems, das den angrenzenden Schilfbestand entwässert.

Fazit und Hinweise

Ufererosion und das Abbrechen der Schilfkante konnten durch die wasserseitige Buschkiste mit vorgelagerter Spreitlage vermieden werden. Der Schilfbestand hat sich deshalb bisher gut entwickelt. Sofern die Funktion der Ufersicherung bzw. des Erosionsschutzes weiterhin gewährleistet ist, ist davon auszugehen, dass sich hier ein stabiler Schilfbestand etablieren kann. Besonderes Augenmerk sollte auf die Funktionsfähigkeit der Ufersicherung vor dem wasserzünftigen, offenen Wattbereich gelegt werden, da hier die Schilfentwicklung offensichtlich gehemmt ist.

4.3.2 Versuchsstrecke 2

Im Sommer 2018 erreicht der Vegetationsbestand der vorderen Schilfzone mit einer Gesamtdeckung von 90 % den gleichen Wert wie 2016, 2014 betrug die Gesamtdeckung 70 %. Schilf (*Phragmites australis*) dominiert dabei mit nahezu 90 % Deckungsanteil und macht wie in den Jahren zuvor den Großteil des Pflanzenaufwuchses aus. Der Bestand reicht fast durchgängig bis an den oberen Rand der Spreitlage heran. Hier treten mit geringer bis mäßiger Deckung zahlreiche weitere typische Arten der Röhrichte auf, u. a. Ufer-Wolfstrapp (*Lycopus europaeus*), Fluss-Ampfer (*Rumex hydrolapathum*), Wasser-Ehrenpreis (*Veronica anagallis aquatica*) und Blut-Weiderich (*Lythrum salicaria*). Die Wasser-Sumpfkresse (*Rorippa amphibia*) bildet im Übergang der Spreitlage zum Schilf örtlich dichte Bestände.

Insgesamt liegt die Artenzahl mit 19 krautigen Pflanzen deutlich höher als im Jahr 2016, wo 10 Arten registriert werden konnten, 2014 waren es insgesamt 16 Arten.

In dem nahezu geschlossenen Schilfbestand steht etwa in Höhe der MThw-Linie ein zerfallender Baumstumpf einer alten Bruch-Weide, der als Sonderstandort einzustufen ist. Mit insgesamt 22 Pflanzenarten, darunter das in der Roten Liste Niedersachsen/Bremen stark gefährdete Sumpfgreiskraut (*Senecio paludosus*), weist er eine bemerkenswerte bzw. artenreiche Flora auf.

Der Verlauf der Schilfkante wurde vom WSA Bremen 2014, 2015 und 2016 sowie im Jahr 2018 eingemessen. Die Entwicklung des Schilfbestandes hat nach Fertigstellung der Maßnahme zu einer Stabilisierung und in Teilbereichen (etwa Wümme-Km 17,005 bis 17,025) auch zu einer deutlichen Ausdehnung des Schilfs geführt, wie die Messungen (vgl. Anhang 8.3) sowie die Bestandserfassung 2018 zeigen. Schilf wächst 2018 nahezu durchgängig bis an den landseitigen Rand der Spreitlage.

Unmittelbar oberhalb des Maßnahmenbeginns (etwa oberstrom Wümme-Km 17,00) ist 2018 ein deutlicher landseitiger Versatz in der Uferlinie sowie an der Schilfkante vorhanden, wodurch die Spreitlage der Strömung hier eine höhere Angriffsfläche bietet und so ihre Lagestabilität mög-

licherweise gefährdet wird (s. Abb. 8-7, Abb. 8-8). Dieser Bereich konnte 2014 nicht fertiggestellt werden.

Fazit und Hinweise

Ufererosion und das weitere Abbrechen der Schilfkante konnten durch die Stabilisierung der Böschung durch die Maßnahme erfolgreich gestoppt bzw. verhindert werden. Der angrenzende Schilfbestand hat sich seit 2014 vital und stabil entwickelt und wieder deutlich ausgedehnt.

Sofern die Funktion der Ufersicherung als Erosionsschutz weiterhin gewährleistet ist, ist auch der Fortbestand des Schilfs gesichert. Besonderes Augenmerk sollte jedoch auf die Funktionsfähigkeit der Ufersicherung am Beginn der Maßnahme gelegt werden, wo unmittelbar oberhalb der Uferbereich durch Erosion geschädigt ist. Ggf. ist eine nachträgliche Sicherung sinnvoll.

4.3.3 Versuchsstrecke 3

Die Gesamtdeckung des pflanzlichen Bewuchses erreicht 2018 mit ca. 80 % im Vergleich den höchsten Wert (2014: 70 %, 2016: 60 %). Dies liegt in erster Linie an der deutlichen Ausdehnung des Schilfs (*Phragmites australis*). Hinzu kommen mit geringerer Deckung typische Arten der Röhrichte wie Ufer-Wolfstrapp (*Lycopus europaeus*), Blut-Weiderich (*Lythrum salicaria*), Rohr-Glanzgras (*Phalaris arundinacea*) u. a. Häufiger findet sich die Wasser-Sumpfkresse (*Rorippa amphibia*) auf der schmalen Wattfläche zwischen Buschkiste und Schilfbestand. Auch das nach RL NI/HB stark gefährdete Sumpf-Greiskraut (*Senecio paludosus*) wurde mit einem Exemplar in dieser Uferzone gefunden.

Insgesamt liegt die Artenzahl mit 13 krautigen Pflanzen höher als im Jahr 2016, wo insgesamt 9 Arten registriert wurden, 2014 waren es insgesamt 16 Arten, von denen einige, die nicht als typische Röhrichtpflanzen anzusehen sind, in den Folgejahren nicht mehr registriert wurden.

2016 wurde an der Schilfkante eine neue Buschkiste errichtet. 2018 wächst ein vitaler Schilfbestand landseitig bis unmittelbar an diese Buschkiste, örtlich dringen einzelne Pflanzen darüber hinaus bis in die wasserseitig vorgelagerte Wattfläche zwischen erster und zweiter Buschkistenreihe vor.

Die Pfahlwand, die als unterster Teil der Anlage als Fußsicherung die erheblichen Höhenunterschiede in der Maßnahmenfläche abfangen sollte, ist 2018 weitgehend abgängig, was in der Folge auch zu Lageverschiebungen der darüber liegenden Buschkistenreihe geführt hat. Sollte die Wand wegbrechen, wären auch die Buschkistenreihen gefährdet und damit der Schutz des Schilfbestandes sowie des Ufers vor Erosion nicht mehr gegeben

Fazit und Hinweise

Ufererosion und das Abbrechen der Schilfkante konnten durch die neue schilfseitige Buschkiste bisher vermieden werden. Der Schilfbestand hat sich angrenzend gut entwickelt, so dass der Fortbestand der Buschkiste für eine stabile Röhrichtvegetation sorgt. Die Funktion der gesamten Ufersicherungsmaßnahme ist durch die abgängige Pfahlwand gefährdet. Wie in Kapitel 3.6 dargestellt, plant der Außenbezirk Farge aber, die Ufersicherung instandzusetzen und anhand der gesammelten Erfahrungen ggf. umzubauen.

5 Zusammenfassende Einschätzung

An allen drei Versuchsstrecken haben die gewählten Bauweisen die fortschreitende Ufererosion beendet und die dahinter liegenden Vegetationsbestände gesichert. Die Buschkisten und Spreitlagen bei Versuchsstrecke 1 und 2 waren bis jetzt (5 Jahre) sehr lagestabil und erforderten keine Nacharbeiten. Das Schilf hat sich in die Uferbefestigungen ausgedehnt und es entwickeln sich wieder stabile Bestände. Dabei waren auch das Einbringen von Sediment hinter den Buschkisten und das Verpflanzen einzelner Bulte hilfreich.

Eine Erklärung für einen schilffreien Abschnitt von ca. 10 m bei Versuchsstrecke 1 gibt es bisher nicht.

Der ungesicherte Übergang zwischen Spreitlage und angrenzender Steinschüttung bei Versuchsstrecke 2 wird im Winter 2019/2020 geschlossen.

Versuchsstrecke 3 war von Anfang an am problematischsten. Hier waren mehrere Nacharbeiten erforderlich, somit war bisher der bauliche Aufwand hier am größten. Auch hier konnte jedoch die Erosion erfolgreich gestoppt und der Schilfbestand und der Deich dahinter gesichert werden.

Aus naturschutzfachlicher Sicht haben alle drei Versuchsstrecken zum Erfolg geführt. Die hochwertigen Schilfbestände wurden gesichert, ohne dass weitere Steinschüttungen in die Landschaft eingebracht werden mussten. Ihre Naturnähe und ihr Erlebniswert werden damit weniger beeinträchtigt.

Auch aus bautechnischer Sicht ist der Einsatz organischer Materialien eine gute Alternative zu Ufersicherungen aus Schüttsteinen. Der damit verbundene Aufwand ist mit dem Einsatz von Wasserbausteinen aufgrund der unterschiedlichen Langlebigkeit nur eingeschränkt vergleichbar. Nach überschläglicher Ermittlung wäre eine konservative Verlängerung der bestehenden Deckwerke mit Wasserbausteinen in der Herstellung ca. ein Viertel günstiger. Unter Berücksichtigung der mit den alternativen Bauweisen verbundenen ökologischen Optimierungen erscheint dieser bauliche Mehraufwand vertretbar. Da bei den erstellten Versuchsstrecken viele Details erst vor Ort ausprobiert und von Abschnitt zu Abschnitt neue Erfahrungen gesammelt wurden, sind bei den gewählten alternativen Bauweisen zukünftig in Bezug auf diesen Wert auch noch Einsparungen zu erwarten. Der weitere Beobachtungs- und Unterhaltungsaufwand wurde nicht quantifiziert.

Die alternativen Arbeiten scheinen auch ausschreibungsfähig zu sein, auch wenn die Leistungsbeschreibung anspruchsvoller ist als bei einer Steinschüttung.

An den Spreitlagen sind nach fünfjähriger Standzeit die ersten Instandsetzungsarbeiten notwendig. Die Buschkisten wurden bislang nicht nachgepackt. Die bei Variante 3 gewählte Bauweise, insbesondere die Holzpfahlwand mit den vorbereiteten Wandelementen, erreichte auf Dauer nicht die gewünschte Stabilität und erforderte mehrere Nacharbeiten. Hier wird für die zukünftige Instandsetzung eine Vorgehensweise auf Grundlage der gesammelten Erfahrungen ausgearbeitet. Nach erster Einschätzung wird die Bauart aus Abschnitt 1, also die Kombination aus Buschkiste mit Spreitlage, favorisiert.

Die Frage, inwieweit mit der weicheren Bauweise eine weitere Kolkbildung und verstärkte Erosion an den Randbereichen verhindert oder zumindest eingeschränkt werden kann, kann noch nicht abschließend beantwortet werden. In allen drei Abschnitten hat sich gezeigt, dass sich an den Einbindebereichen in das unverbaute, natürliche Ufer nach fünf Jahren Standzeit keine wei-

Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümmen
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK

tergehenden Auskolkungen anschließen. Das Fortschreiten des Kolkproblems kann - bei vergleichbaren Situationen - durch die Anwendung von technisch-biologischen Ufersicherungen somit bis auf weiteres gestoppt werden. Eine weitere Beobachtung speziell dieser Bereiche ist jedoch notwendig.

Die Stabilität der Bauwerke und die daraus resultierenden Erfahrungen werden in die Unterhaltungsstrategie für die tidebeeinflussten Fließgewässer des WSA Weser-Jade-Nordsee eingehen.

6 Literatur

BfG (2013): Lesum-Wümmemündung. Erläuterungsbericht zur Bestandserfassung (Langfassung). BfG – 1784. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz.

BfG (2014): Unterhaltungsplan Lesum-Wümmemündung. Berücksichtigung ökologischer Belange bei der Unterhaltung. BfG – 1811. Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz.

Braun-Blanquet, J. (1964): Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Aufl.

DWA (2016): Merkblatt DWA-M 519. Technisch-biologische Ufersicherungen an großen und schiffbaren Binnengewässern. Hennef 2016.

Garve, E. (2004): Rote Liste und Florenliste der Farn- und Blütenpflanzen in Niedersachsen und Bremen. 5. Fassung. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 1/2004.

Karras, K., D. Wahl & S. Wennkamp (2015): Ein Unterhaltungsplan für die Lesum und die Wümmemündung. IWSV Nr. 1/15.

Metzing, D., N. Hofbauer, G. Ludwig & G. Matzke-Hajek (Red.) (2018): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 7: Pflanzen. Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.), Bonn-Bad Godesberg. Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (7). 784 S.

Reichelt, G. & O. Wilmanns (1973): Vegetationsgeographie. Westermann, Braunschweig.

Wisskirchen, R. & H. Haeupler (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. Eugen Ulmer Verlag GmbH & Co., Stuttgart.

WWK (2019): Technisch-biologische Ufersicherung an drei Versuchsstrecken an der Wümme - Ergebnisse der Vegetationsentwicklung 2013 bis 2018. Im Auftrag der BfG.

7 Abkürzungen

Abb.	Abbildung
ABz	Außenbezirk
BArtSchV	Bundesartenschutzverordnung
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
D	Deutschland
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
ggf.	gegebenenfalls
HB	Hansestadt Bremen
k. A.	keine Angabe
MThw	Mittleres Tidehochwasser
NI	Niedersachsen
RL	Rote Liste
Thw	Tidehochwasser
Tnw	Tideniedrigwasser
u. a.	unter anderem
WSA	Wasserstraßen- und Schifffahrtsamt

8 Anhang

8.1 Darstellung der Bauweisen



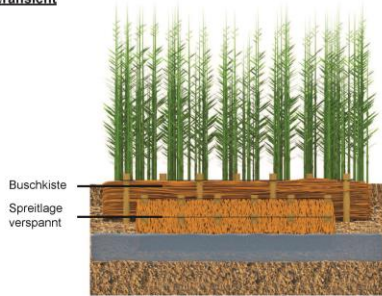
WSV.de

Technisch-biologische Ufersicherung

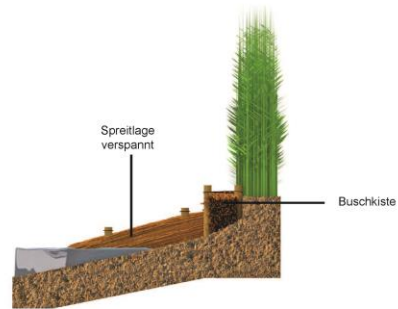


Variante 1

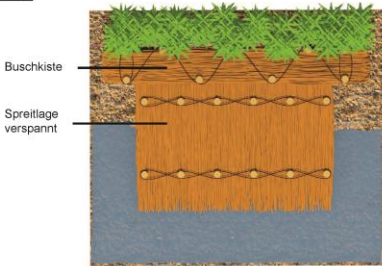
Vorderansicht



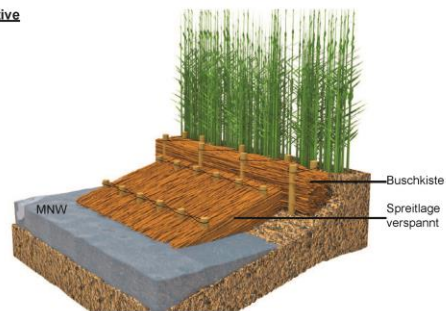
Seitenansicht



Draufsicht



Perspektive



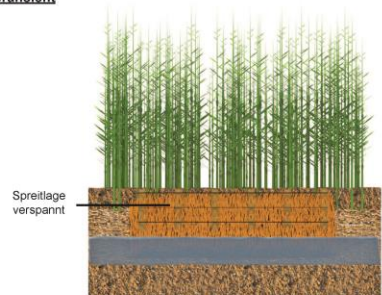
WSV.de

Technisch-biologische Ufersicherung

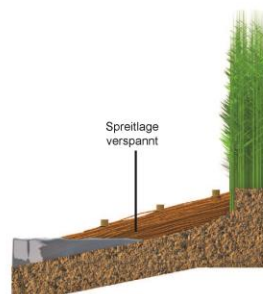


Variante 2

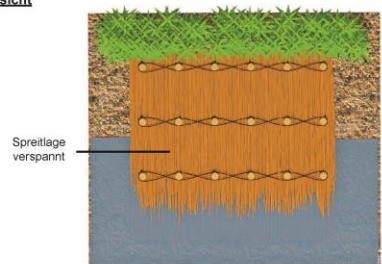
Vorderansicht



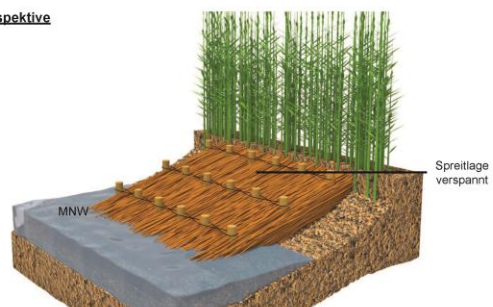
Seitenansicht



Draufsicht



Perspektive



Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK



Technisch-biologische Ufersicherung

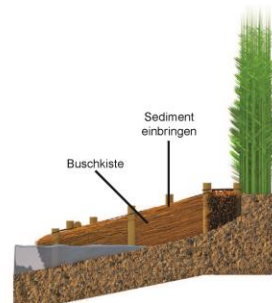


Variante 3

Vorderansicht



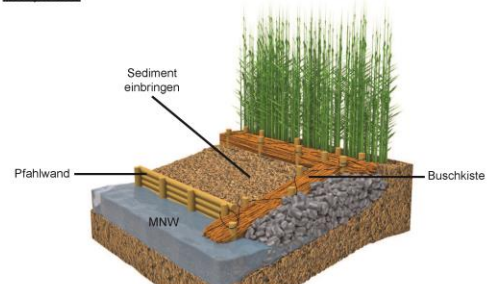
Seitenansicht



Draufsicht



Perspektive



8.2 Fotodokumentation der Bauausführung

Versuchsstrecke 1 (Fotos: ABz Farge)



Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK



Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK

Versuchsstrecke 2 (Fotos: ABz Farge)



Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK



Versuchsstrecke 3 (Fotos: ABz Farge, BfG)



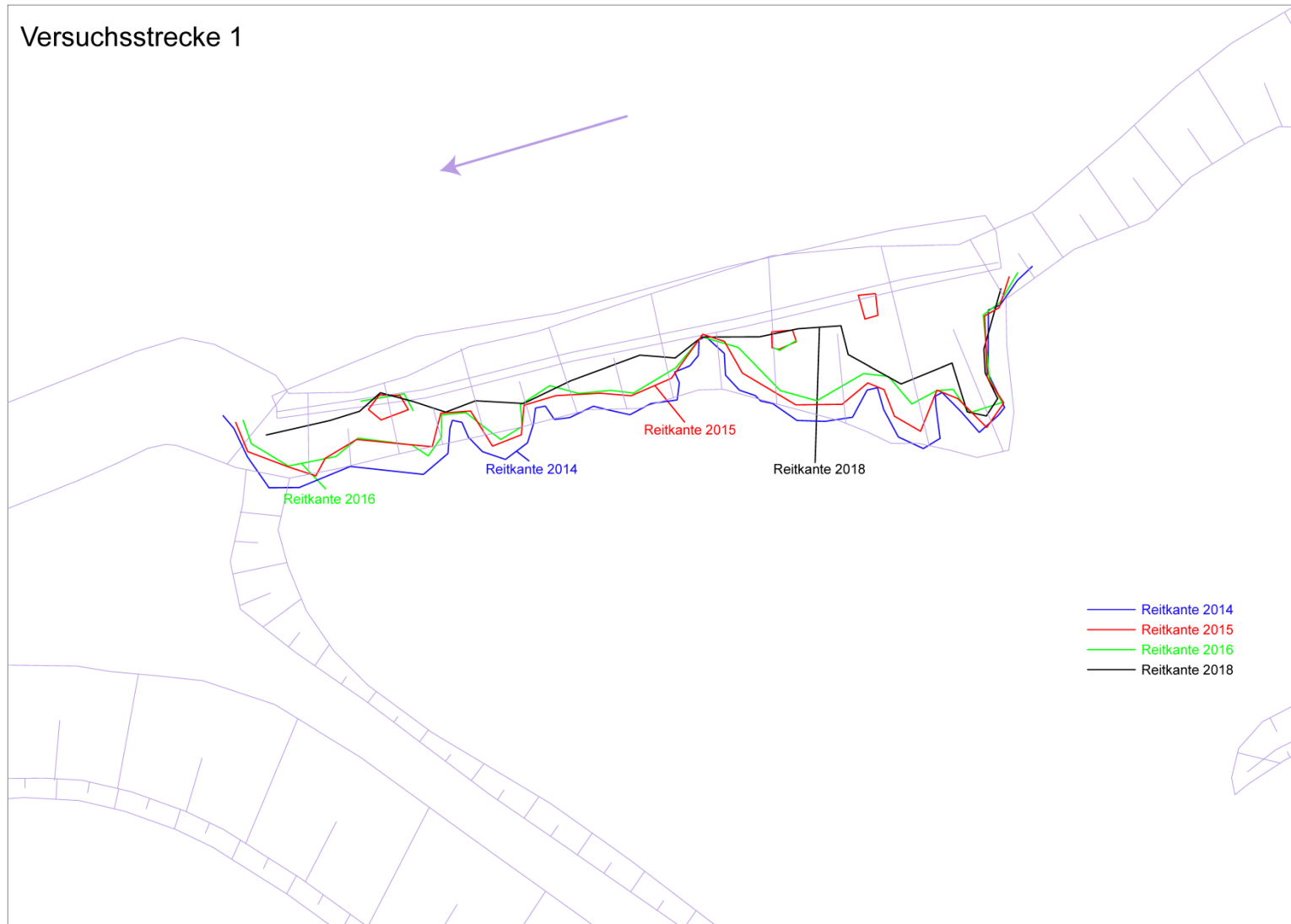
Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK



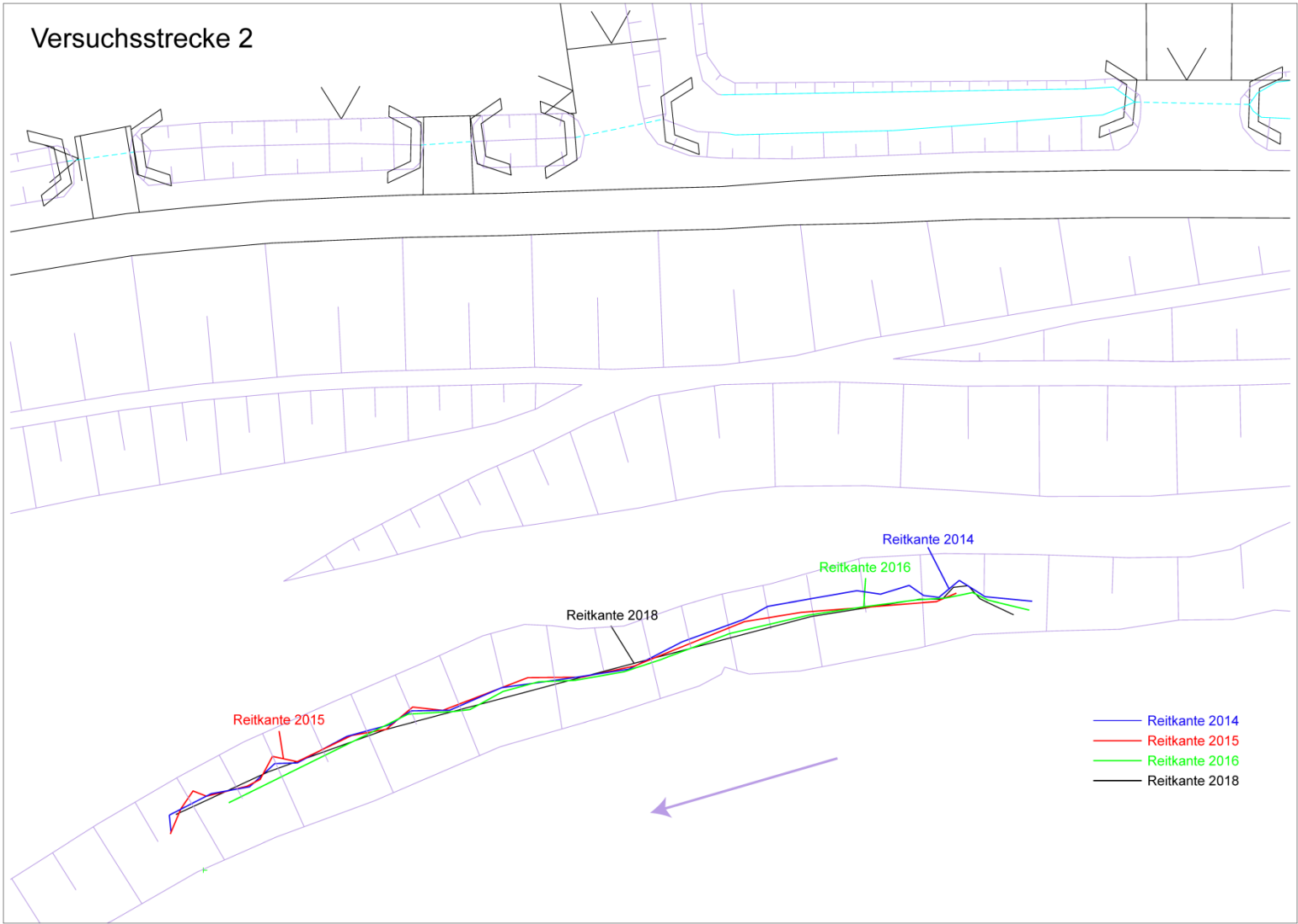
Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümmme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK



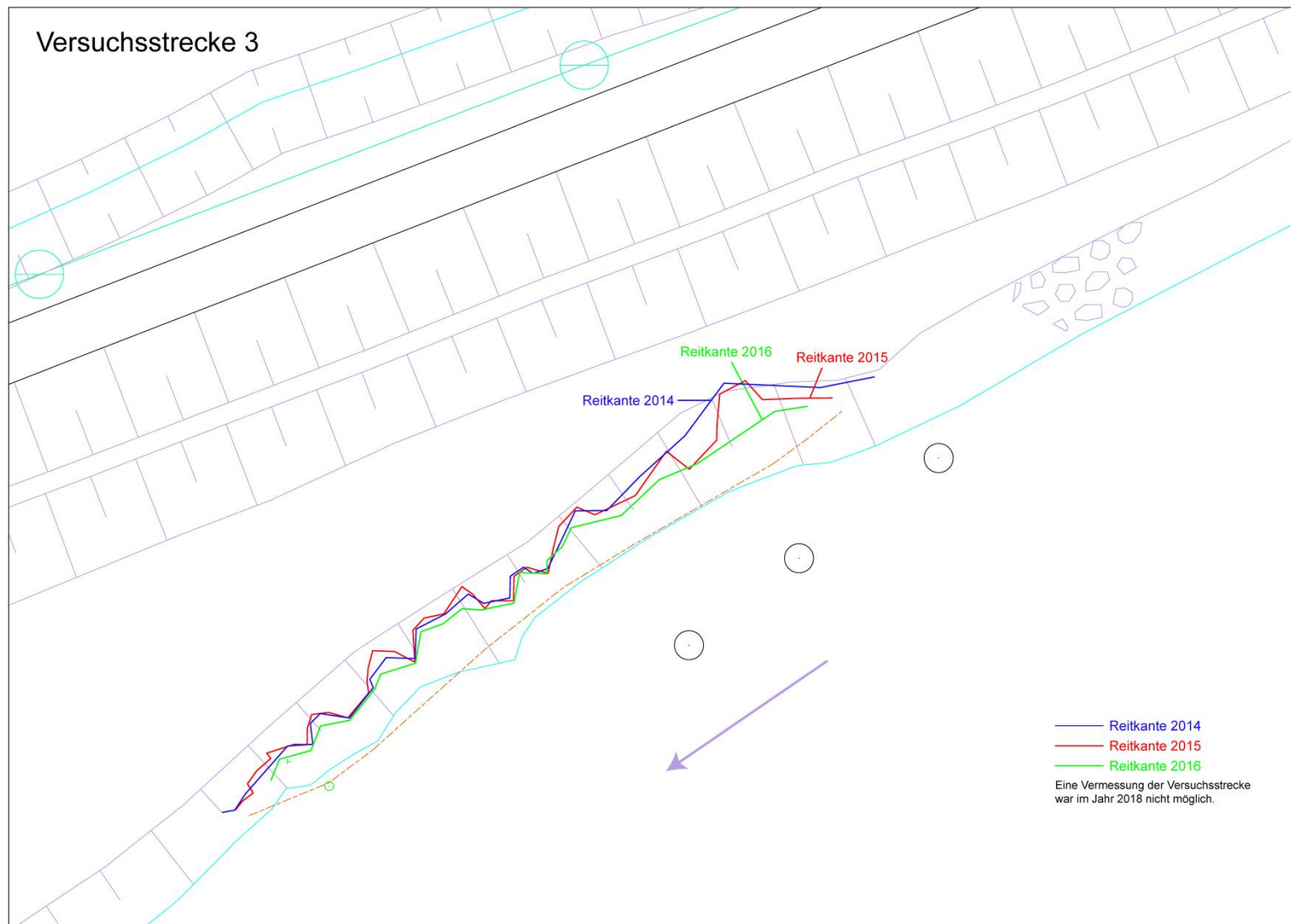
8.3 Lage der Reitkante (Vermessungsergebnisse des WSA)



Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümmme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK

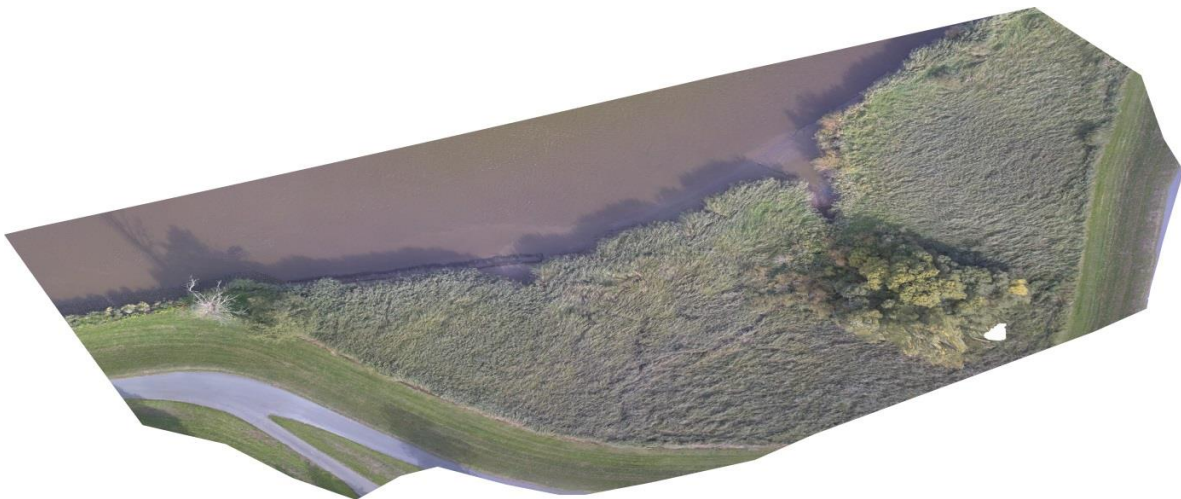


Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümmme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK



8.4 Ergebnisse der Drohnenbefliegung

Versuchsstrecke 1 (Fotos: BfG, M4-Fernerkundung)



Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK

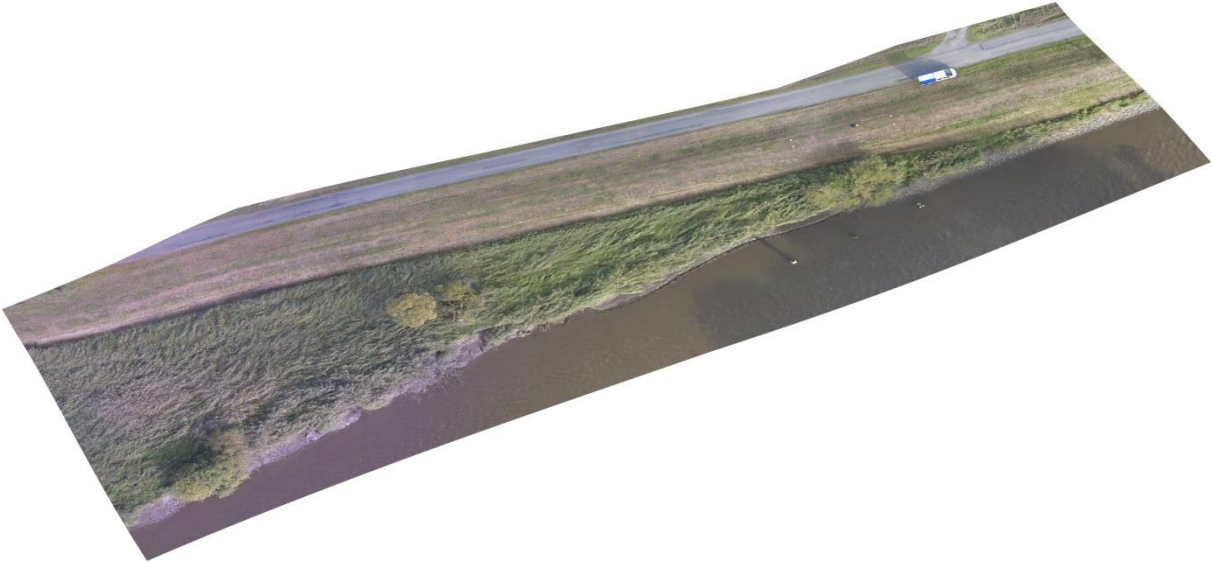
Versuchsstrecke 2 (Fotos: BfG, M4-Fernerkundung)



Versuchsstrecke 3 (Fotos: BfG, M4-Fernerkundung)



Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümmme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK



8.5 Fotodokumentation 2018

Alle Fotos wurden am 11.07.2018 aufgenommen.



Versuchsstrecke 1

Abb. 8-1:

Blick stromauf auf Spreitlage
und Buschkiste

Foto WWK, S. Knopp



Versuchsstrecke 1

Abb. 8-2:

Der Schilfbestand reicht örtlich
bis an die Buschkiste

Foto WWK, S. Knopp

Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK



Versuchsstrecke 1

Abb. 8-3:

Vegetation (hier Wasserpfeffer und Schilf) im „aufgeschlickten“ Bereich hinter der Buschkiste

Foto WWK, S. Knopp



Versuchsstrecke 1

Abb. 8-4:

Vegetationsfreie Wattfläche am Anfang der Maßnahme

Foto WWK, S. Knopp



Versuchsstrecke 1

Abb. 8-5:

Vegetationsfreie Wattfläche am Anfang der Maßnahme, Rinnsale deuten auf Entwässerungsfunktion für angrenzenden Schilfbestand, eventuell Bestandteil des Prielsystems

Foto WWK, S. Knopp

Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK



Versuchsstrecke 1

Abb. 8-6:

Absenkung der Geländehöhe (siehe Hilfslinie über der Buschkiste und Pfeil) im Bereich der Wattfläche

Foto WWK, S. Knopp



Versuchsstrecke 2

Abb. 8-7:

Blick stromauf auf den Bereich am Beginn der Maßnahme mit Übergang Spreitlage zu unbefestigten Ufer mit Erosionsschäden

Foto WWK, S. Knopp



Versuchsstrecke 2

Abb. 8-8:

Blick stromab auf den Bereich am Beginn der Maßnahme mit Schilfversatz und Ufer mit Erosionsschäden

Foto WWK, S. Knopp

Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK



Versuchsstrecke 2

Abb. 8-9:

Wasser-Sumpfkresse im
Wattbereich zwischen
Spreitlage und Schilf

Foto WWK, S. Knopp



Versuchsstrecke 2

Abb. 8-10:

Der Schilfbestand wächst
überwiegend bis zum Rand
der Spreitlage

Foto WWK, S. Knopp



Versuchsstrecke 2

Abb. 8-11:

Wasser-Sumpfkresse,
Fluss-Ampfer und Blut-
Weiderich im Wattbereich
zwischen Spreitlage und
Schilf

Foto WWK, S. Knopp

Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK



Versuchsstrecke 2

Abb. 8-12:

Auf dem verrottenden Baumstumpf einer ehemaligen Bruch-Weide wurden 22 Pflanzenarten festgestellt

Foto WWK, S. Knopp



Versuchsstrecke 2

Abb. 8-13:

Wasser-Ehrenpreis im Wattbereich zwischen Spreitlage und Schilf

Foto WWK, S. Knopp



Versuchsstrecke 3

Abb. 8-14:

Blick stromauf auf den Maßnahmenbereich mit abgängiger Pfahlwand

Foto WWK, S. Knopp

Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK



Versuchsstrecke 3

Abb. 8-15:

Die Wattfläche zwischen den beiden Buschkisten ist überwiegend ohne Vegetation

Foto WWK, S. Knopp



Versuchsstrecke 3

Abb. 8-16:

Die abgängige Pfahlwand war als Fußsicherung für die steile Uferböschung angelegt worden

Foto WWK, S. Knopp



Versuchsstrecke 3

Abb. 8-17:

Auch die Buschkiste der 2. Reihe ist nach Ausfall der Pfahlwand nicht mehr lagestabil

Foto WWK, S. Knopp

Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK



Versuchsstrecke 3

Abb. 8-18:

Der Schilfbestand wächst bis in die obere Buschkiste

Foto WWK, S. Knopp



Versuchsstrecke 3

Abb. 8-19:

Die obere Buschkiste wurde 2016 hergestellt

Foto WWK, S. Knopp



Versuchsstrecke 3

Abb. 8-20:

Schilf dringt örtlich bis in die Wattfläche zwischen den Buschkisten vor

Foto WWK, S. Knopp

Technisch-biologische Ufersicherungen an drei Versuchsstrecken an der Wümme
WSA Weser-Jade-Nordsee/ABz Farge, BfG, WWK