

Andreas Engels, Falko Hartmann und Christian Jokiel

Untersuchungen zum Befestigen von Totholzelementen in Fließgewässern

Totholz stellt in Fließgewässern eine bedeutende Rolle als Lebensraum und Nahrungsgrundlage dar. Bei einer Unterhaltungsmaßnahme im Jahr 2011 sind verschiedene Möglichkeiten der Verankerung des Totholzes umgesetzt worden. Die ausgeführten Varianten und die dazugehörige Bewertungsmatrix werden im Folgenden erläutert.

1. Einleitung und Zielsetzung

Totholz beeinflusst insbesondere die Morphologie, Ökologie, Hydraulik und den Stoffhaushalt von Fließgewässern sowie die umgebende Flora und Fauna. Es bietet Schutz- und Lebensraum und dient vielen Lebewesen als Nahrungsgrundlage. Ein natürlicher Eintrag findet in vielen Gewässern jedoch nicht oder nur unzureichend statt. Im Rahmen von Trittsteinkonzepten wird daher vermehrt Totholz künstlich in Fließgewässern eingebracht. Um zu verhindern, dass das Holz abdriftet und direkt oder indirekt Schäden an Bauwerken, Schiffen oder sogar zu einer Gefahr für Menschenleben führt, ist oftmals eine Befestigung erforderlich.

Im Jahr 2011 wurden in Zusammenarbeit zwischen dem Aggerverband – Gummersbach und der Ingenieurbüro Holzem & Hartmann GmbH – Neunkirchen-Seelscheid, im Zuge der „NRW-Lachslachgewässer Bröl, Umsetzung KNEF, 1. Phase“ vier Abschnitte des Waldbrölbaches im Bergischen Land (NRW – Einzugsgebiet Sieg) renaturiert. Bei dem Gewässer handelt es sich um einen „Talauenbach des Grundgebirges“. Im Rahmen der Maßnahme wurde Totholz auf verschiedene Arten am bzw. im Gewässer befestigt.

2. Varianten der Totholzbefestigung

Im Rahmen der Renaturierung wurden 16 Totholzelemente mit sechs unterschiedlichen Varianten befestigt. Dabei wurden Bäume, teilweise mit Wurzelballen, teilweise mit Baumkronen verwendet. Der Einbauzustand im Jahr 2011, der Befesti-

gungszustand im Jahr 2014 und die morphologischen Wirkung auf das Gewässer der jeweiligen Einbauvariante wurden untersucht und die Varianten im Rahmen einer Bachelorarbeit bewertet.

2.1 Variante I – Rundhölzer am Ufer

Das Totholzelement wird schräg in Fließrichtung eingebracht, sodass die Krone in das Fließgewässer ragt. Der Wurzelballen des Baumes ist zu entfernen. Befestigt wird das Totholz am Ufer des Gewässers mittels Rundhölzern, die in den Boden eingeschlagen werden (Bild 1).

Zustand der Befestigung nach drei Jahren

Die eingeschlagenen Rundhölzer und Schraubverbindungen weisen kaum Verwitterungserscheinungen auf.

Totholzzustand

Landseitig ist das Totholz gut erhalten. Der in das Gewässer ragende Teil der Krone ist hingegen nur noch teilweise vorhanden.

Wirkung

Aufgrund des schlechten Zustandes des Totholzes ist die Wirkung nur noch sehr gering.

2.2 Variante II – Eingraben gegen Fließrichtung

Der Totholzstamm wird schräg gegen die Fließrichtung eingebracht. Dabei ragt die Wurzel in das Gewässer, der Stamm wird ohne Krone in das Ufer eingegraben. Einige größere Äste des Baumes bleiben vorhanden, um einen größeren Widerstand gegen das Herausziehen zu leisten (Bild 2).



Bild 1: Variante 1 – Einbauzustand (Quelle: IB Holzem & Hartmann)



Bild 2: Variante 2 – Totholzzustand (Quelle: Engels, Andreas)

Zustand der Befestigung nach drei Jahren

Der Boden zwischen Wurzelbällen und Ufer ist abgetragen worden, wodurch der eingegrabene Stamm mittlerweile ca. 1 m freiliegt. Die Befestigung ist nach wie vor standsicher.

Totholzzustand

Der eingebrachte Wurzelballen ist mittlerweile vollständig bewachsen. Die sich am Ufer befindenden Pflanzen haben sich dort angesiedelt. Kleinere Wurzelstränge wurden abgetragen (Bild 2).

Wirkung

Durch alle eingebrachten Elemente dieser Befestigungsvariante wird eine Strömungsdiversität hervorgerufen. Die Verringerung der Gewässerbreite durch die Wurzeln führt zu einer Beschleunigung der Fließgeschwindigkeit. Zudem bilden sich hinter den Wurzelbällen Kehrwasserbereiche. Dort ist es zu Sedimentationen und Ablagerungen von organischem Material gekommen. Dieser Bereich schafft einen neuen Lebensraum am Ufer und dient als Nahrungsgrundlage. Durch die zuvor angesprochene Erhöhung der Fließ-

geschwindigkeit hat sich in der Gewässermittle ein Kolk gebildet.

2.3 Variante III – Findlinge

Das Totholzelement besteht aus einem Baum ohne Wurzelbällen. Je Stamm werden drei Findlinge am Totholz befestigt. Hierfür werden Reaktionsanker in zuvor erstellte Bohrungen in die Steine eingebracht und anschließend jeweils eine Ringmutter auf die Anker aufgeschraubt. Vor der Befestigung der Stämme mittels Stahlseilen, werden die Findlinge komplett in die Gewässersohle eingegraben (Bild 3).

Befestigungszustand nach drei Jahren

Die Befestigungen sind stabil. In einigen Fällen hat sich das Stahlseil geringfügig gelockert, eine Verdriftung ist jedoch nicht zu befürchten. Bei den Findlingen sind Auswaschungen des Sohlmaterials festzustellen. Die Lagestabilität ist derzeit noch gegeben, muss aber weiter beobachtet werden.

Totholzzustand

Die Hölzer sind drei Jahre nach Ihrem Einbau gut erhalten. Der Großteil der Krone ist noch vorhanden und weist keinen hohen Zerfallsgrad auf.

Wirkung

Besonders der Kronenbereich des Totholzes weist bei allen eingebauten Elementen eine große rückhaltende Wirkung auf. Im dichten und strukturreichen Bereich sammeln sich Blätter und feines Totholz. Außerdem haben sich, vor allem unter der Krone, Schotterbänke gebildet. Die Elemente fördern die Tiefendiversität sowie die gewünschte Ufererosion innerhalb der Bereiche.

2.4 Variante IV – Fels

Die Ausführung der vierten Variante ähnelt der Variante 3 in Bezug auf die Befestigungsart. Allerdings werden keine Findlinge eingebracht, sondern die Reaktionsanker werden direkt in anstehenden Fels gebohrt. Das Totholz wird mittels eines Stahlseils und einer Stahlseilklemme verspannt. Das Stahlseil wird durch die Ringmutter und um den Stamm gelegt (Bild 4).

Befestigungszustand nach drei Jahren

Die Befestigungen weisen keine Versagenserscheinungen auf und sind weiterhin stabil.

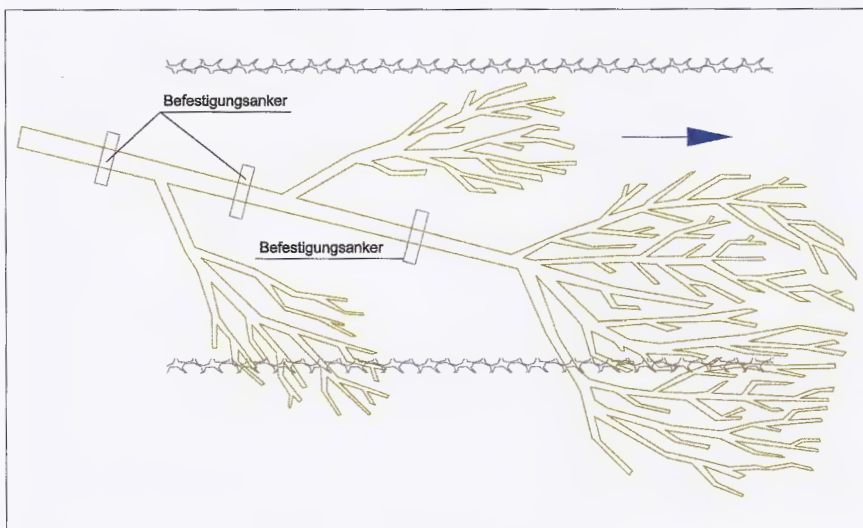


Bild 3: Variante 3 – Draufsicht; Quelle: IB Holzem & Hartmann)



Bild 4: Variante 4 – Einbauzustand II
(Quelle: IB Holzem & Hartmann)



Bild 5: Variante 5 – Einbauzustand II
(Quelle: IB Holzem & Hartmann)

Totholzzustand

Die Totholzelemente weisen kaum sichtbare Veränderungen auf. Lediglich kleine Äste der Krone sind nicht mehr vorhanden.

Wirkung

Ähnlich wie bei der zuvor beschriebenen Variante 3 kommt es bei dieser Variante durch die rechenartige Wirkung der Krone zu Ablagerungen von organischem

Material. Zudem sind auch hier hinter und unter dem Totholz Schotterbänke entstanden.

2.5 Befestigungsvariante V – Anbinden an Baum

Der Totholzbaum wird schräg in Fließrichtung in das Gewässer eingebracht. Die Krone wird am Baum belassen und der Wurzelballen entfernt. Das Totholzele-

ment ist an einem ufernahen Baum mittels eines Stahlseils zu befestigen. Dabei ist zu beachten, dass das Wachstum des Baumes nicht beeinträchtigt wird. Mit Hilfe von Stahlseilklemmen ist das Element zu verspannen. Zum Schutz des Baumes wird der Stamm mit einem Jutegewebe umwickelt und ein PE-Rohr um das Stahlseil gelegt. Alternativ können zur Befestigung Baumgurte verwendet werden (**Bild 5**).

Befestigungszustand

Die Befestigungen sind in allen Fällen sehr gut erhalten. An den „lebenden“ Bäumen sind keine Beeinträchtigungen zu erkennen. Die Stahlseile liegen bei allen Elementen locker an. Dadurch hat das Totholz die Möglichkeit sich etwas zu bewegen. In der Regel wird das Totholz ausreichend festgehalten, allerdings sind zwei Tothölzer offensichtlich durch die Schlaufen gerutscht und abgetrieben. Demnach ist auf eine ausreichende Sicherung des Stahlseils zu achten.

Totholzzustand

Die noch vorhandenen Elemente haben sich innerhalb der drei Jahre kaum verändert. Die Kronen sind etwas lichter und die Stämme mit Moos und anderen Pflanzen bewachsen.

Wirkung

Die vorhandenen Tothölzer haben sich teilweise in der Lage geändert. Die gewünschte Bewegungsfreiheit führt dazu, dass sich die Elemente an das Ufer anlegen. Teilweise entstehen Stillwasserberei-

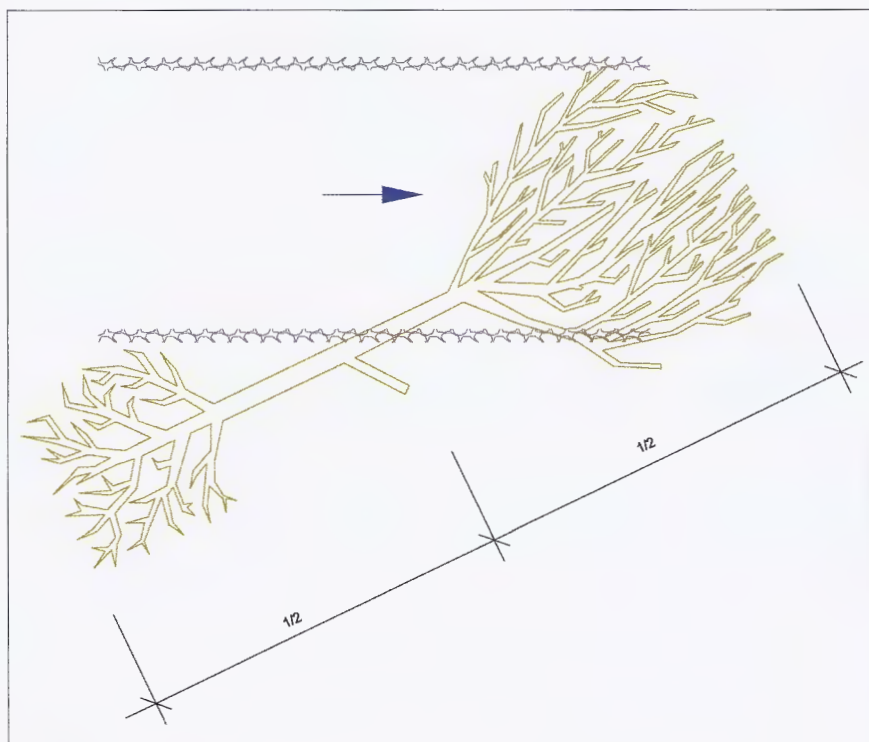


Bild 6: Variante 6 – Draufsicht (Quelle: IB Holzem & Hartmann)

che zwischen Ufer und Totholz. Die Strömung wird durch das Totholz umgeleitet und organisches Material kann sich im ruhigeren Bereich anlagern. Durch die Strömungsumleitung kann das Ufer bei Hochwasser vor Erosion geschützt werden. Des Weiteren haben sich hinter einigen Totholzelementen Schotterbänke ausgebildet. In den Kronen wird organisches Material zurückgehalten. Morphologisch gesehen verursachen die mit dieser Variante befestigten Elemente nur geringe Veränderungen.

2.6 Variante VI – Eingraben in Fließrichtung

Die Befestigungsart der sechsten Variante ähnelt der Zweiten. Hierbei kann entweder der Wurzelballen oder die Krone in das Fließgewässer eingebracht werden. Die Wurzel oder Krone zeigt dabei schräg in Fließrichtung, während der Rest des Totholzbaumes im Ufer eingegraben wird (Bild 6).

Befestigungszustand nach drei Jahren

Der Zustand der Befestigung ist als sehr gut zu beschreiben. Das Ufer wurde teilweise abgetragen, allerdings nicht so stark wie es bei Variante 2 der Fall ist. Die Befestigung entspricht annähernd dem Einbauzustand und ist nicht beeinträchtigt.

Totholzzustand

Die Zustände der eingebrachten Elemente sind sehr unterschiedlich. Einige sind vollkommen bewachsen, andere wiederum sind frei von größerem Bewuchs. Das Totholz ist in allen Fällen fast vollständig vorhanden.

Wirkung

Die Strömung wird durch das Totholz abgelenkt und beschleunigt und führt zur Erosion der Gewässersohle. Somit initiiert diese Variante eine Tiefendiversität innerhalb des eingebrachten Bereichs. Während die Strömung am Totholz entlang abgelenkt wird, bildet sich hinter dem Ele-

Tab. 1 | Kriterienübersicht

Kriterium	Gewichtung
Kosten	10 %
Dauerhaftigkeit	40 %
Lagestabilität	60 %
Vandalismus	10 %
Verwitterung	20 %
Erneuerungsfähigkeit	20 %
Befestigungserneuerung	30 %
Totholzerneuerung	70 %
Totholzarten	10 %
Wirksamkeit	20 %

Tab. 2 | Variantenbewertung – Befestigung innerhalb des Gewässers

	Variante I „Rundhölzer“		Variante II „Eingraben“		Variante III „Findlinge“		Variante IV „Fels“		Variante V „Anbinden“		Variante VI „Eingraben“	
	Pkt.	Pkt.*	Pkt.	Pkt.*	Pkt.	Pkt.*	Pkt.	Pkt.*	Pkt.	Pkt.*	Pkt.	Pkt.*
Kosten [10 %]	3,00	0,30	4,00	0,40	2,00	0,20	3,00	0,30	4,00	0,40	4,00	0,40
ungefähre Nettokosten	ca. 790,00 €		ca. 490,00 €		ca. 1.010,00 €		ca. 780,00 €		ca. 600,00 €		ca. 530,00 €	
Dauerhaftigkeit [40 %]	4,50	1,80	4,10	1,64	4,10	1,64	3,70	1,48	2,80	1,12	4,10	1,64
Lagestabilität [60 %]	5,00	3,00	5,00	3,00	5,00	3,00	4,00	2,40	3,00	1,82	5,00	3,00
Vandalismus [10 %]	5,00	0,50	5,00	0,50	5,00	0,50	5,00	0,50	2,00	0,20	5,00	0,50
Verwitterung [20 %]	5,00	1,00	3,00	0,60	3,00	0,60	4,00	0,80	4,00	0,80	3,00	0,60
Erneuerungsfähigkeit [20 %]	3,40	0,68	0,00	0,00	4,40	0,88	4,70	0,94	5,00	1,00	0,00	0,00
Befestigungserneuerung [30 %]	2,00	0,60	0,00	0,00	3,00	0,90	4,00	1,20	5,00	1,50	0,00	0,00
Totholzerneuerung [70 %]	4,00	2,80	0,00	0,00	5,00	3,50	5,00	3,50	5,00	3,50	0,00	0,00
Totholzarten [10 %]	1,00	0,10	3,00	0,30	4,00	0,40	4,00	0,40	3,00	0,30	3,00	0,30
Wirksamkeit [20 %]	1,00	0,20	5,00	1,00	4,00	0,80	3,00	0,60	3,00	0,60	4,00	0,80
Gesamt	3,08		3,34		3,92		3,72		3,42		3,14	

ment ein Kehrwasserbereich. Dort lagert sich organisches Material und Sediment an. Unter den Elementen sind zum Teil ebenfalls kleinere ausgespülte Bereiche entstanden. Im Wurzelballen selbst sind zeitweise Vögel aufzufinden, die entweder Material für ihr Nest suchen oder das Totholz direkt als Nest benutzen.

2.7 Weitere Befestigungsvarianten

Meist werden gegenüber den vorgestellten Varianten hierbei zusätzliche Befestigungen angebracht. Bei einigen Elementen, wie zum Beispiel dem Einsatz von Faschinen oder dem Einbau von Doppelbuhnen, handelt es sich eher um massive wasserbauliche Maßnahmen als um Totholzelemente.

Erwähnenswert ist auch das Einbringen von Totholz in das Gewässer ohne weitere Befestigung. Hierbei sind die Wurzeln oder Bäume so groß, dass das Eigengewicht ein Abdriften verhindert. Bei solchen Elementen ist jedoch zu prüfen, ob zum Beispiel größere Äste etc. separat gesichert werden müssen.

3. Bewertung der Varianten

Um die Varianten sachgerecht beurteilen zu können, wurden fünf Hauptkategorien und teilweise weitere Unterkategorien aufgestellt. In **Tabelle 1** sind die für die Bewertung herangezogenen Kriterien und deren Gewichtung dargestellt.

Eine Bewertungsmatrix wurde erstellt, innerhalb der die unterschiedlichen Varianten miteinander verglichen wurden (**Tabelle 2**). Bei den dort angegebenen Kosten handelt es sich um den Mittelwert

des Ausschreibungsergebnisses aus dem Jahr 2011. Für die Variante „Anbinden“ wurde noch die Zusatzvariante 5a mit zusätzlicher Lagesicherung bewertet. So kann zum Beispiel durch einen zusätzlichen Anker am Totholzbaum ein Abdriften verhindert werden.

Zu beachten ist, dass diese Matrix nicht in Form einer allgemeinen Rangordnung zu lesen ist, da bei einer spezifischen Bewertung die jeweiligen örtlichen Randbedingungen berücksichtigt werden müssen. So lässt sich die Variante des „Anbindens“ selbstverständlich nur dort einsetzen, wo am Ufer Bäume vorhanden sind und eine Zustimmung des Eigentümers vorliegt. Variante „Fels“ kann nur dort umgesetzt werden, wo Fels in der Sohle vorhanden ist.

4. Fazit

Durch das Einbringen von Totholz in ein Gewässer, wird eine Vielzahl positiver Effekte erzielt. Die künstlich eingebrachten Elemente müssen in der Regel befestigt werden. Im Rahmen einer Bachelorarbeit wurden verschiedene Varianten der Totholzbefestigung betrachtet.

Eine Bewertungsmatrix wurde entwickelt, mit der die Varianten miteinander verglichen werden können. Diese stellt jedoch keine Klassifizierung im herkömmlichen Sinne dar, da die einzusetzenden Befestigungen abhängig von den örtlichen Bedingungen sind. Weiterhin sind die gewünschten Wirkungen auf das Gewässer zu berücksichtigen, die durch das Einbringen des Totholzes erzielt werden sollen.

Autoren

B. Eng. Andreas Engels

Grabenweg 5
53859 Niederkassel

Dipl.-Ing. (FH) Falko Hartmann

Ingenieurbüro Holzem & Hartmann GmbH
Sankt-Franziskus-Weg 2
53819 Neunkirchen-Seelscheid
Tel. 02247/9167-0
Fax. 02247/9167-20
neunkirchen@ibholzem-hartmann.de

Prof. Dr.-Ing. Christian Jokiel

Lehr- und Forschungsgebiet Wasserbau und Wasserwirtschaft
Leiter Labor für Wasser und Umwelt (LWU)
Institut für Baustoffe, Geotechnik, Verkehr und Wasser (BGVW)
Fakultät für Bauingenieurwesen und Umwelttechnik
Betzdorfer Straße 2
50679 Köln

SP Zusatzservice für Abonnenten von „Springer für Professionals | Energie + Umwelt“

Zum Thema **Renaturierung**

Suche

finden Sie unter www.springerprofessional.de 373 Beiträge, davon 240 im Fachgebiet Energie + Umwelt

Stand: November 2015

Medium

- Online-Artikel (9)
- Kompakt-Dossier (1)
- Interview (5)
- Zeitschriftenartikel (198)
- Buchkapitel (159)
- Nachrichten (1)

Sprache

- Deutsch (369)
- Englisch (4)

Von der Redaktion empfohlen

Kramer, M. (Hrsg.): Interdisziplinäre Aspekte der Ökosystemrenaturierung. In: Integratives Umweltmanagement. 1. Auflage. Wiesbaden: Gabler Verlag, 2010.
www.springerprofessional.de/1836438