

# Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung 2009-2013

Untersuchungen zur Wirkung einer schonenden Gewässerunterhaltung  
auf die Zusammensetzung und Vielfalt der Fließgewässervegetation  
und der Wirbellosenfauna

**Endbericht - Ergebnisse 2009-2013**



---

Hamburg, Oktober 2014

Auftraggeber:

Landesverband der Wasser- und Bodenverbände  
Schleswig-Holstein

Auftragnehmerin:

Dipl.-Biol. Gabriele Stiller  
Biologische Kartierungen und Gutachten, Hamburg

# Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung 2009-2013

Untersuchungen zur Wirkung einer schonenden Gewässerunterhaltung  
auf die Zusammensetzung und Vielfalt der Fließgewässervegetation  
und der Wirbellosenfauna

## Endbericht - Ergebnisse 2009-2013

- Auftraggeber: Landesverband der Wasser- und Bodenverbände  
Schleswig-Holstein (LWBV)  
Rolandskoppel 28 - 24784 Westerrönfeld
- Fachliche Begleitung: Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume  
des Landes Schleswig-Holstein (LLUR)  
Hamburger Chaussee 25 - 24220 Flintbek
- Auftragnehmerin: Dipl.-Biol. Gabriele Stiller  
Biologische Kartierungen und Gutachten  
Jaguarstieg 6 - 22527 Hamburg
- Tel.: (040) 40 18 80 95  
Fax: (040) 40 18 80 96  
e-Mail: Gabriele.Stiller@t-online.de
- Bearbeitung: Dipl.-Biol. Gabriele Stiller  
(Projektleitung, Gewässerunterhaltung, Makrophyten, Struktur)
- Dipl.-Biol. EurProBiol Friederike Eggers  
EGGERS BIOLOGISCHE GUTACHTEN, Hamburg  
(Makrozoobenthos, Struktur)

Hamburg, 19. Oktober 2014

### Titelfotos

---

Pilotstrecke Eider: links nach letztmaliger herkömmlicher Gewässerunterhaltung im Jahr 2009 und rechts nach 3-maliger schonender Gewässerunterhaltung mit Stromstrichmahd im Jahr 2013

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Aufgabenstellung und Ausgangssituation</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Pilotstrecken, Untersuchungskonzept und Projektablauf</b>	<b>2</b>
2.1	Pilotstrecken	2
2.2	Untersuchungskonzept sowie Termin- und Ablaufplan	6
<b>3</b>	<b>Methoden</b>	<b>9</b>
3.1	Gewässerstruktur	9
3.1.1	Strukturgütekartierung	9
3.1.2	Sohlvermessung an der Mühlenbarbeker Au	10
3.2	Gewässerflora	11
3.2.1	Abschnittsuntersuchung gemäß PHYLIB	11
3.2.2	Dauerflächenuntersuchungen	12
3.2.3	Transektuntersuchungen	12
3.2.4	Strukturelle Begleitparameter	13
3.3	Gewässerfauna	14
3.3.1	PERLODES	14
3.3.2	Detailuntersuchungen	15
3.3.3	Auswertungen	15
3.3.4	Strukturelle Begleitparameter	16
3.4	Aufbereitung und Auswertung der Daten	17
<b>4</b>	<b>Umstellung der Gewässerunterhaltung und Fazit zur Einführung der schonenden Gewässerunterhaltung</b>	<b>18</b>
<b>5</b>	<b>Ergebnisse der Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung 2009-2013</b>	<b>27</b>
5.1	Gewässerstruktur und Strukturgüte	27
5.1.1	Ausgewählte Einzelparameter	27
5.1.2	Strukturgütebewertung	31
5.2	Gewässerflora	33
5.2.1	Ökologischer Zustand	33
5.2.2	Dauerflächenuntersuchungen	41
5.2.3	Transektuntersuchungen	42
5.2.4	Strukturelle Begleitparameter	45
5.3	Gewässerfauna	50
5.3.1	Ökologischer Zustand	50
5.3.2	Detailuntersuchungen	62
5.3.3	Strukturelle Begleitparameter	68
5.4	Einflussfaktoren	71
<b>6</b>	<b>Zusammenfassender Überblick über die Ergebnisse 2009-2013</b>	<b>76</b>
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>88</b>
<b>8</b>	<b>Literatur</b>	<b>92</b>
8.1	Zitierte Literatur	92
8.2	Bestimmungsliteratur	94
8.2.1	Gewässerflora	94
8.2.2	Gewässerfauna	95

## Anhang - Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung - Ergebnisse 2009-2013

### Gewässersteckbriefe

- Gewässersteckbriefe der fünf Pilotstrecken

### Gewässerunterhaltung

- Fotodokumentation letztmalige intensive Unterhaltung in 2009
- Bearbeitungspläne „schonende Gewässerunterhaltung“ 2010-2013 inkl. Sedimentationsmessung Mühlenbarbeker Au
- Fotodokumentation der Umstellung auf schonende Gewässerunterhaltung in 2010
- *Fotodokumentation Gewässerunterhaltung*

### Gewässerstruktur 2009 + 2013

- Fotodokumentation Strukturkartierung Pilotstrecken
- Daten der Strukturkartierung
- *Berechnung Substratdiversität sowie Struktur Gütebewertung*

### Makrophyten

- Artenlisten aller Makrophytenuntersuchungen an den fünf Pilotstrecken
- Bewertungsparameter WRRL-Untersuchungen
- Schematische Vegetationskarten der Dauerflächen
- Transektuntersuchungen: Makrophytendaten und strukturelle Begleitparameter
- *PHYLIB-Kartierprotokolle, -Berichte und -Import- und Exporttabellen*
- *Transekt-Erfassungsbögen inkl. Strukturdaten, „Techn Beschreibung“ Transektleiter*
- *Fotodokumentation Dauervermarkung + PHYLIB-Messstellen*

### Makrozoobenthos

- Artenlisten WRRL-Untersuchungen an den fünf Pilotstrecken sowie Angabe der Bewertungsparameter
- Darstellung von Taxa-, Arten- und Individuenzahlen sowie Strömungs- und Habitatpräferenzen, Dominanzanalysen, strukturelle Begleitparameter
- *MZB\_Detail\_Artenlisten*
- *MZB\_PERLODES\_Autecological + MZB\_Detail\_Autecological*
- *MZB\_strukturelle Begleitparameter*
- *WRRL-Importmappen, PERLODES-Exporttabellen*
- *Fotodokumentation PERLODES-Stationen*

### Sonstiges

- Darstellung der Ergebnisse der statistischen Auswertungen
- *Gewässerchemie: Daten des LLUR für die fünf Pilotstrecken 2010-2013*
- *Untersuchungsdesign und Vermarkungsplan Endstand 24.03.2010*

Hinweis: *kursiv hinterlegte Dateien finden sich ausschließlich auf CD*

### Anlage CD

Endbericht ..... GU-2009-2013  
Anhang zum Endbericht ..... GU-2009-2013-Anhang

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Überblick über die Lage der ausgewählten Fließgewässer bzw. Pilotstrecken	2
Abb. 2:	Lage und Verteilung der Probestellen, Transekte (inkl. Dauervermarkung) und Stationen der Makrophyten- und Makrozoobenthos-Untersuchungen an den Pilotstrecken	7
Abb. 3:	Dauervermarkung der Untersuchungsstrecken an der wasserseitigen Uferböschung vor Beginn der Geländearbeiten im Frühjahr 2010	8
Abb. 4:	Überblick über den Verlauf der Untersuchungen zur Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung im Zeitraum 2009-2013	8
Abb. 5:	Einrichten und Einmessen von Dauervermarkungen zur Überwachung des Sedimentations- bzw. Erosionsverhaltens an der Mühlenbarbeker Au (oben) sowie Dokumentation der Ausgangssituation im September 2012 durch den DSV Mühlenbarbek	10
Abb. 6:	Transektkartierung: Transekt-Leiter mit Richtschnur über den Gewässerquerschnitt (links) und Detail mit zwei Plots (rechts)	13
Abb. G1:	Intensive GU in 2009: Pilotgewässer Treene (oben links), Beste (oben rechts), Eider (Mitte links), Linau (Mitte rechts) und Mühlenbarbeker Au (unten)	19
Abb. G2:	Bearbeitungsplan „Stromstrichmahd“ zur Einführung einer schonenden Gewässerunterhaltung an den fünf Pilotstrecken	20
Abb. G3:	Vergleich der an der Mühlenbarbeker Au eingesetzten Mähkörbe im Hinblick auf Größe und Ausführung - links: 3 m breiter „offener“ Mähkorb mit Gitterstäben (2010+2011); rechts: 4 m breiter Mähkorb mit schmalen Lochblecheinsatz (2012+2013)	22
Abb. G4:	Schonende GU in 2013: Pilotgewässer Treene beim Krauten der Sohle ab der Mitte (oben links) sowie Mühlenbarbeker Au (oben rechts) und Beste, wo die Böschungsfüße auf beiden Uferseiten geschont wurden. An der Beste wurden außerdem die aufkommenden Gehölze von der Mahd ausgenommen. (unten rechts)	23
Abb. G5:	Schonende GU in 2013: An den Pilotgewässern Eider und Linau sind die Unterhaltungswechsel gut sichtbar und die wechselseitig entstandenen uferparallelen Röhrichtbänke wurden weiter geschont.	24
Abb. S1:	<u>Struktur</u> : Pilotgewässer Linau im November 2009 (links) und im Frühjahr 2014 (rechts): Beispiel für die Entwicklung von uferparallelen Längsbänken durch die wechselseitige Unterhaltung.	29
Abb. S2:	<u>Struktur</u> : Substratdiversität (SD) nach Shannon (MÜHLENBERG 1993) für die jeweils fünf Kartierabschnitte an den fünf Pilotstrecken von Treene (T), Eider (E), Mühlenbarbeker Au (M), Linau (L) und Beste (B)	30
Abb. M1:	<u>Makrophyten</u> : Anzahl <u>submerser</u> Makrophytentaxa bei verschiedenen Untersuchungsmethoden für das Jahr 2013 im Vergleich	33
Abb. M2:	Makrophyten: Anzahl der im Rahmen der WRRL-Untersuchung nach PHYLIB in den Jahren 2009-2013 nachgewiesenen submersen (oben) und emersenen (unten) Makrophytentaxa an den fünf Pilotstrecken	34
Abb. M3:	Makrophyten: Prozentuale Deckung der submersen (oben) und emersenen (unten) Makrophyten im Rahmen der WRRL-Untersuchung nach PHYLIB für die Jahre 2009-2013 an den fünf Pilotstrecken	35
Abb. M4:	Makrophyten: Prozentuale Gesamtdeckung der submersen und emersenen Makrophyten im Rahmen der WRRL-Untersuchung nach PHYLIB für die Jahre 2009-2013 an den fünf Pilotstrecken	36
Abb. M5:	Makrophyten: Anzahl der im Rahmen der WRRL-Untersuchung nach PHYLIB für die Jahre 2009-2013 an den fünf Pilotstrecken nachgewiesenen Wuchsformtypen (ohne Helophyten, BiA 2013)	37

Abb. M6: Makrophyten: Vergleich der Median-, Minimum- und Maximumwerte für Evenness (E) und Referenzindex (RI) gemäß dem PHYLIB-Verfahren für alle Gewässer vor (2009+2010) und nach (2011-2013) Umstellung der Unterhaltung .....	40
Abb. M7: Treene: Vergleich der räumlichen Verteilung der vorherrschenden Makrophyten an den drei Dauerflächen (DF1-DF3) in den Jahren 2010 (oben) und 2013 (unten) .....	41
Abb. M8: Relative Häufigkeit sowie quantitative Anteile des Auftretens der submersen und emersen Makrophyten für alle sieben Transekte gemeinsam für die Jahre 2010-2013 am Beispiel der Treene .....	43
Abb. M9: Relative Häufigkeit sowie quantitative Anteile des Auftretens der submersen und emersen Makrophyten für alle sieben Transekte gemeinsam für die Jahre 2010-2013 am Beispiel der Mühlenbarbeker Au .....	44
Abb. M10: Substratzusammensetzung und Verteilung vor (oben) und nach (unten) Umstellung der Unterhaltung (= GU) von kompletter Unterhaltung der Sohle auf wechselseitiges Krauten der Sohle am Beispiel der Pilotstrecke Eider .....	46
Abb. M11: Zusammenhang und Entwicklung von emersen Makrophyten (MP, grün), Substratsortierung und Tiefenvarianz am Beispiel der Pilotstrecke Eider, hier: Transekt T6 .....	47
Abb. M12: Treene: Tiefenprofil pro Transekt der Untersuchungsjahre 2010, 2012 und 2013 im Vergleich - P1-P37 = Anzahl der Plots/Messpunkte über den Gewässerquerschnitt .....	48
Abb. B1: <u>Makrozoobenthos</u> : Taxazahlen im Vergleich (2010-2013) - WRRL-Untersuchungen .....	50
Abb. B2: Makrozoobenthos: Artenzahlen im Vergleich (2010-2013) - WRRL-Untersuchungen .....	51
Abb. B3: Makrozoobenthos: Individuenzahlen im Vergleich (2010-2013) - WRRL-Untersuchungen .....	52
Abb. B4: Makrozoobenthos: Anzahl der strömungsliebenden Arten im Vergleich (2010-2013) - WRRL-Untersuchungen .....	52
Abb. B5: Makrozoobenthos: Anzahl der Phytalbesiedler im Vergleich (2010-2013) - WRRL-Untersuchungen .....	53
Abb. B6: Makrozoobenthos: Anzahl der Steine- und Kiesbesiedler im Vergleich (2010-2013) - WRRL-Untersuchungen .....	54
Abb. B7: Makrozoobenthos: Score-Werte der Allgemeinen Degradation (AD) über die Untersuchungsjahre im Vergleich sowie Darstellung des Medianwertes (2011-2013) - WRRL-Untersuchungen .....	55
Abb. B8: Makrozoobenthos: Entwicklung der Median-, Minimum- und Maximumwerte der Allgemeinen Degradation (AD) über alle Gewässer pro Untersuchungsjahr (2010-2013) - WRRL-Untersuchungen .....	56
Abb. B9: Makrozoobenthos: Score-Werte des German Fauna Index (GFI) über die Untersuchungsjahre im Vergleich sowie Darstellung des Medianwertes (2011-2013) - WRRL-Untersuchungen .....	57
Abb. B10: Makrozoobenthos: Entwicklung der Median-, Minimum- und Maximumwerte des German Fauna Index (GFI) über alle Gewässer pro Untersuchungsjahr (2010-2013) - WRRL-Untersuchungen .....	57
Abb. B11: Makrozoobenthos: Score-Werte der Anteile an Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera (EPT) über die Untersuchungsjahre im Vergleich sowie Darstellung des Medianwertes (2011-2013) - WRRL-Untersuchungen .....	58
Abb. B12: Makrozoobenthos: Score-Werte der Anzahl der Trichoptera (T) über die Untersuchungsjahre im Vergleich sowie Darstellung des Medianwertes (2011-2013) - WRRL-Untersuchungen .....	58
Abb. B13: Makrozoobenthos: Entwicklung der Saprobienindex-Werte über die Untersuchungsjahre (2010-2013) - WRRL-Untersuchungen .....	59

Abb. B14: Makrozoobenthos: Entwicklung der Summe der Gewichtungen über die Untersuchungsjahre (2010-2013) - Bewertungsrahmen Fließgewässer Schleswig-Holstein .....	62
Abb. B15: Makrozoobenthos: Taxazahlen der Insekten im Vergleich (2010-2013) - Detailuntersuchungen .....	63
Abb. B16: Makrozoobenthos: Artenzahlen der Insekten im Vergleich (2010-2013) - Detailuntersuchungen .....	64
Abb. B17: Makrozoobenthos: Mittelwerte der Individuenzahlen der Insekten im Vergleich (2010-2013) - Detailuntersuchungen .....	64
Abb. B18: Makrozoobenthos: Anzahl der strömungsliebenden Arten der Insekten im Vergleich (2010-2013) - Detailuntersuchungen .....	65
Abb. B19: Makrozoobenthos: Anzahl der Steine- und Kiesbesiedler der Insekten im Vergleich (2010-2013) - Detailuntersuchungen .....	66
Abb. B20: Makrozoobenthos: Anzahl der Phytalbesiedler der Insekten im Vergleich (2010-2013) - Detailuntersuchungen .....	67
Abb. B21: Makrozoobenthos: Köcherfliegenlarve <i>Cheumatopsyche lepida</i> aus der Treene (links) und der Käfer <i>Helophorus avernicus</i> aus der Mühlenbarbeker Au (rechts) .....	68
Abb. B22: Strukturelle Begleitparameter: Substratzusammensetzung in der Mühlenbarbeker Au vor Umstellung der Gewässerunterhaltung 2010 (links) und im Jahr 2013 (rechts) im Vergleich .....	69
Abb. B23: Strukturelle Begleitparameter: Substratzusammensetzung in der Eider vor Umstellung der Gewässerunterhaltung 2010 (links) und im Jahr 2013 (rechts) im Vergleich .....	69
Abb. B24: Strukturelle Begleitparameter: Gewässertiefenmessungen in der Treene 2013 .....	70
Abb. 7: Pilotstrecke Eider: „Zaunpflege“ mit dem Herbizid Roundup® im Sommer 2013 (links) und die Folgen der Behandlung im Winter 2013/2014 (o. re.). Kahle Uferböschungen, die verstärkt durch Trittschäden (u. re.) zu massiven Uferabbrüchen und Sedimenteinträgen ins Gewässer geführt haben. ....	71
Abb. 8: Pilotstrecke Linau: abgängige Ufervegetation im Sommer 2011 (links) - rechts Längsbänke (03/2014), die sich durch die wechselseitige Unterhaltung entwickelt haben und Kennzeichnung von aus dem angrenzenden Acker kommenden Dränagen (rote Pfeile) .....	72
Abb. 9: Minimum-, Maximum- und Mittelwerte für die Jahre 2010-2013 für Ammonium und ortho-Phosphat für Messstellen im Bereich der fünf Pilotstrecken (Datenquelle: LLUR Dez. 2014) .....	73
Abb. 10: Minimum-, Maximum- und Mittelwerte für die Jahre 2010-2013 für den biochemischen Sauerstoffbedarf (BSB <sub>5</sub> ) für Messstellen im Bereich der fünf Pilotstrecken (Datenquelle: LLUR Dez. 2014) .....	74
Abb. 11: Darstellung der Wirkung einer schonenden Gewässerunterhaltung auf die Gewässerstrukturen sowie die Qualitätskomponenten Makrophyten und Makrozoobenthos .....	77
Abb. 12: Treene: links GU bis 2009: einseitige Böschungs- und komplette Sohlmahd - rechts GU ab 2010: wechselseitiges Krauten der Sohle und abschnittsweise Böschungsmahd auf der Arbeitsseite .....	78
Abb. 13: Eider: links GU bis 2009: beidseitige Böschungs- und komplette Sohlmahd in einem Arbeitsgang - rechts GU ab 2010: durch wechselseitiges Krauten der Sohle mit abschnittsweiser Böschungsmahd auf der Arbeitsseite hat sich ein schlängelnder Stromstrich entwickelt .....	80
Abb. 14: Mühlenbarbeker Au: links GU bis 2009: einseitige Böschungsmahd (Schlegeln) und komplette Sohlräumung - rechts GU ab 2010: wechselseitiges Krauten der Sohle und abschnittsweise Böschungsmahd auf der Arbeitsseite .....	82

Abb. 15:	Linau: links GU bis 2009: einseitige Böschungs- und halbseitige Sohlmahd - rechts GU ab 2010: wechselseitiges Krauten der Sohle (ca. 1/3 der Sohle) sowie einseitige Böschungsmahd zur Ausmagerung des Brennesselbestandes .....	83
Abb. 16:	Beste: links GU bis 2009: beidseitige Böschungs- und komplette Sohlmahd - rechts GU ab 2010: wechselseitiges Krauten der Sohle und abschnittsweise Böschungsmahd auf der Arbeitsseite mit aufkommenden Ufergehölzen .....	85

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Stammdaten der ausgewählten Fließgewässer bzw. Pilotstrecken .....	2
Tab. 2:	Lage der Pilotstrecke an der Treene .....	3
Tab. 3:	Lage der Pilotstrecke an der Eider .....	4
Tab. 4:	Lage der Pilotstrecke an der Mühlenbarbeker Au .....	5
Tab. 5:	Lage der Pilotstrecke an der Linau .....	5
Tab. 6:	Lage der Pilotstrecke an der Beste .....	6
Tab. G1:	Überblick über die bis einschließlich 2009 an den fünf Pilotstrecken praktizierte intensive Gewässerunterhaltung .....	18
Tab. G2:	Zeitlicher Vor-Ort-Aufwand der herkömmlichen und schonenden Gewässerunterhaltung im Vergleich 2009 bis 2013 .....	25
Tab. S1:	<u>Struktur</u> : Vergleich der Bewertung ausgewählter Einzelparameter vor (2009) und nach (2013) Umstellung der Gewässerunterhaltung, für die jeweils fünf Kartierabschnitte an den fünf Pilotstrecken von Treene (T), Eider (E), Mühlenbarbeker Au (M), Linau (L) und Beste (B) sowie Mittelwerte (MW) für die einzelnen Gewässer bzw. alle Gewässer zusammen. ....	28
Tab. S2:	<u>Struktur</u> : Liste der Einzelparameter, die durch die Umstellung der Gewässerunterhaltung Verbesserungen erfahren haben und darüber Verbesserungen der höheren Einheiten bei der Struktur Gütebewertung (LAWA, verändert nach AHRENS 2007) bewirken. ....	31
Tab. M1:	<u>Makrophyten</u> : Vegetationstypen nach dem BMF-Verfahren (BIA 2013) an der fünf Pilotstrecken über den Untersuchungszeitraum 2009-2013 - WRRL-Untersuchungen .....	38
Tab. M2:	Makrophyten: Ergebnisvergleich 2009-2013 - WRRL-Untersuchungen gem. dem BMF-Verfahren (BIA 2013) .....	39
Tab. M3:	Makrophyten: Ergebnisvergleich 2009-2013 - WRRL-Untersuchungen gem. dem PHYLIB-Verfahren (SCHAUMBURG et al. 2012) .....	39
Tab. M4:	Variabilitätskoeffizient für die Tiefenprofile vor (2010) und nach (2013) Umstellung der Gewässerunterhaltung, für die jeweils sieben Transekte an den fünf Pilotstrecken von Treene, Eider, Mühlenbarbeker Au, Linau und Beste sowie Mittelwerte (MW) über alle sieben Transekte für die einzelnen Gewässer. ....	49
Tab. B1:	<u>Makrozoobenthos</u> : Ergebnisvergleich 2010-2013 WRRL-Untersuchungen.....	54
Tab. B2:	Makrozoobenthos: Ergebnisvergleich 2010-2013 - Bewertungsrahmen Fließgewässer Schleswig-Holstein .....	61
Tab. 7:	Gesamtschau über die Wirkung der in 2010 eingeführten schonenden Gewässerunterhaltung (= sGU) auf die untersuchten Parameter Gewässerstruktur, Makrophyten und Makrozoobenthos an den fünf Pilotstrecken Treene, Eider, Mühlenbarbeker Au, Linau und Beste auf der Grundlage der Ergebnisse der WRRL- und Detailuntersuchungen 2009-2013 .....	87



## 1 Aufgabenstellung und Ausgangssituation

Im Zusammenhang mit der Verbesserung des ökologischen Zustands von Fließgewässerkörpern gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) wurde die „Optimierung der Gewässerunterhaltung“ als flächendeckende konzeptionelle Maßnahme in die Bewirtschaftungspläne der Flussgebietseinheiten Schleswig-Holsteins aufgenommen.

Vor diesem Hintergrund galt es die Wirkung einer schonenden Gewässerunterhaltung auf die Qualitätskomponenten Makrophyten und Makrozoobenthos zu monitoren. Hierzu wurden fünf Fließgewässerstrecken auf einer Länge von 500 m, in denen die Gewässerunterhaltung umgestellt wurde, über einen Zeitraum von fünf Jahren im Rahmen des Projekts „Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung 2009-2013“ untersucht.

Anhand der Untersuchungen sollte geprüft werden, inwieweit durch die Einführung der schonenden Gewässerunterhaltung eine Erhöhung der Vielfalt bzw. Abundanzverschiebungen innerhalb der Makrophyten und eine Verbesserung der Gewässerstruktur erreicht werden können, die zur Regeneration des Makrozoobenthos führen.

Um die Wirkung einer veränderten Gewässerunterhaltung auf die Qualitätskomponenten zu belegen, sollten zusätzlich zur Anwendung der WRRL-konformen Bewertungsverfahren spezielle Untersuchungsmethoden zur Erfassung von kurzfristigen Veränderungen erarbeitet und durchgeführt werden. Aus diesem Grund war vor Projektbeginn ein entsprechendes Untersuchungskonzept zu entwickeln.

Mit der Umsetzung ihres im Zuge des Vergabeverfahrens entwickelten Untersuchungskonzeptes und der Durchführung der darin geplanten Untersuchungen wurde Dipl.-Biol. Gabriele Stiller, Biologische Kartierungen und Gutachten, im Jahr 2009 durch den Landesverband der Wasser- und Bodenverbände Schleswig-Holstein (LWBV) beauftragt. Die fachliche Begleitung des Projektes erfolgte durch die AG Fließgewässerregeneration des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (LLUR).

Nach Erarbeitung des Untersuchungskonzeptes und Auswahl der Gewässer bzw. der 500 m langen Pilotstrecken wurden im Jahr **2009** erste Untersuchungen zur Erfassung des Status quo der Gewässerstruktur und der Makrophyten durchgeführt und die bis dahin praktizierte intensive Gewässerunterhaltung dokumentiert. Im Frühjahr bzw. Sommer **2010** erfolgte die Erfassung des Ist-Zustandes des Makrozoobenthos und der Makrophyten sowie ausgewählter Strukturparameter und im Anschluss daran die Umstellung auf eine schonende Gewässerunterhaltung. Dabei wurde an allen fünf Gewässern zur Herstellung eines schlängelnden Stromstrichs ein wechselseitiges Krauten der Sohle durchgeführt und die Uferböschung einseitig abschnittsweise gemäht. Die Arbeiten wurden lagegenau dokumentiert, so dass sie in gleicher Art und in gleichem Umfang in den Folgejahren erneut durchgeführt werden konnten.

In den Jahren **2011-2013** erfolgte das Monitoring von Veränderungen durch die Umstellung der Gewässerunterhaltung, indem die Untersuchungen an den ausgewählten Gewässern Treene, Eider, Mühlenbarbeker Au, Linau und Beste nach dem vorliegenden Untersuchungskonzept sowie dem Termin- und Ablaufplan jeweils erneut durchgeführt wurden. Im vorliegenden Endbericht werden die Ergebnisse der Erfassung der Makrophyten, des Makrozoobenthos und der Gewässerstruktur für die fünf Untersuchungsjahre 2009-2013 vergleichend im Hinblick auf stattgefundene Veränderungen vorgestellt und vor dem Hintergrund der veränderten Gewässerunterhaltung diskutiert.

## 2 Pilotstrecken, Untersuchungskonzept und Projektablauf

### 2.1 Pilotstrecken

Die Auswahl der Fließgewässer bzw. der Pilotstrecken erfolgte aus einer vom Auftraggeber vorgegebenen Anzahl von Gewässern, die durch Vor-Ort-Begehungen auf Eignung überprüft wurden, in Abstimmung mit dem LWBV, den örtlichen Wasser- und Bodenverbänden und dem LLUR. Dabei war zu beachten, dass es sich um bislang möglichst intensiv unterhaltene Gewässer handelt. Darüber hinaus sollten die infrage kommenden Gewässer möglichst den LAWA-Fließgewässer-Typen 14 oder 16, d. h. den sand- bzw. kiesgeprägten Tieflandbächen angehören. Die folgende Abbildung 1 zeigt die Lage der für die Erfolgskontrolle ausgewählten Fließgewässer bzw. Pilotstrecken.

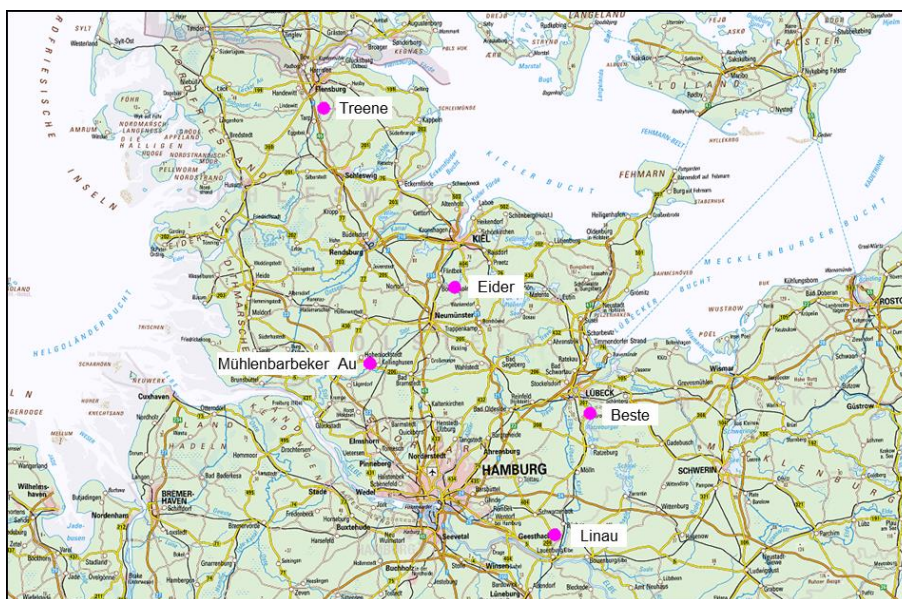


Abb. 1: Überblick über die Lage der ausgewählten Fließgewässer bzw. Pilotstrecken

Die Pilotstrecken liegen an den Gewässern Treene, Eider, Mühlenbarbeker Au, Linau und der Beste. Es befinden sich hierunter zwei sandgeprägte (FG-Typ 14) und zwei kiesgeprägte (FG-Typ 16) Fließgewässer sowie ein Gewässer, das als organisch geprägt (FG-Typ 19) eingestuft ist. Aufgrund der vorgefundenen Situation kann hier jedoch ebenfalls von einem sandgeprägten Gewässer ausgegangen werden. Auch hinsichtlich der Größe ergeben sich zwei Gruppen mit je ca. 7-8 m und mit 3-4 m Breite, so dass gute Vergleichsmöglichkeiten der Ergebnisse bestehen. In Tabelle 1 sind die wesentlichen Kenn-  
daten der fünf Gewässer bzw. der Pilotstrecken zusammengefasst.

Tab. 1: Stammdaten der ausgewählten Fließgewässer bzw. Pilotstrecken


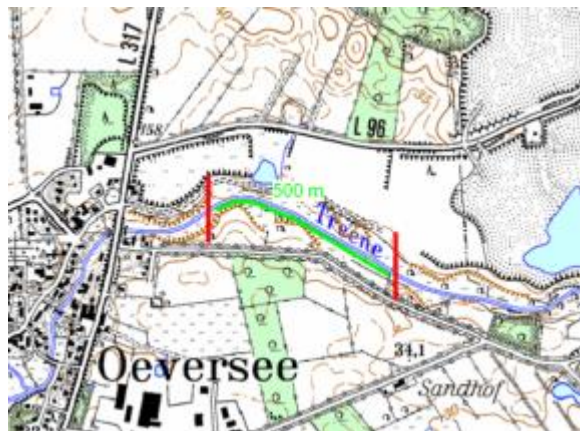
BAG	WK	Gewässername	FG-Typ	Breite [m]	RW	HW	Messstellen-Nr.
6	tr_08_a	Treene - nördl. Sandhof	14	7,0-8,0	3528837	6064067	123784
10	oei_03	Eider - nördl. Fischerhof	16	4,0	3571319	6005614	120932
16	mst_06	Mühlenbarbeker Au - nördl. B206	14	3,5	3544240	5981080	121564
22	elk_04	Linau - östl. Lüttau	16	3,5	3604078	5924906	121565
31	mtr_10	Beste - östl. Gremmelsbg.	14 (19)	7,0	3589944	5963647	127077

Die ausgewählten Pilotstrecken liegen an von der Struktur her einheitlich gestalteten Gewässern, deren Gewässerlauf sich gestreckt oder in kleineren Teilabschnitten auch schwach geschwungen durch die Landschaft zieht. Breiten- und Tiefenvarianzen sowie Breiten- und Krümmungserosion sind gering. Die zu Projektbeginn in 2009 in der Regel von Sand geprägte Sohle und die Ufer waren fast durchgängig ohne Besonderheiten und nur in wenigen Abschnitten waren ungenutzte Uferstreifen oder eine naturnahe Nutzung der Aue zu beobachten. Weitere Details zur Gewässerstruktur einschließlich der durch die Umstellung der Unterhaltung stattgefundenen strukturellen Veränderungen finden sich in Kapitel 5.1 und in den Tabellen AS1-AS5 im Anhang. Nachstehend werden die ausgewählten Gewässer und die Lage der Pilotstrecken kurz vorgestellt.

Die Treene kommt aus dem Treßsee westlich von Großsolt im Kreis Schleswig-Flensburg, verläuft von hier aus zunächst in westliche Richtung, dann über eine lange Strecke gen Süden, wieder in westlicher Richtung und mündet nach etwa 73 Kilometern in die Eider. Ihr Lauf beginnt im östlichen Hügelland und auf dem Weg zur Mündung durchfließt sie weitere unterschiedliche Fließgewässerlandschaften: die Niedere Geest, Niederungen mit Moorgebieten und schließlich die Marsch.

Die ausgewählte Pilotstrecke der Treene liegt unterhalb des Treßsees und östlich der Ortslage Oeversee (Tab. 2) in etwa am Übergang vom östlichen Hügelland zur Niederen Geest. In diesem Bereich fließt sie in westliche Richtung durch landwirtschaftlich genutzte Flächen. Sie gehört zum Einzugsgebiet der Eider und wird dem Fließgewässertyp 14, den sandgeprägten Fließgewässern, zugeordnet (LANU 2001).

Tab. 2: Lage der Pilotstrecke an der **Treene**



BAG	WK	Gewässername	FG-Typ	RW	HW	MS-Nr.
6	tr_08_a	Treene	14	3528837	6064067	123784
						
Blick gewässeraufwärts			Lage der 500 m langen Pilotstrecke			

Die Eider entspringt als Dröge Eider südlich des Bothkamper Sees im Kreis Plön. Von hier aus fließt sie zunächst nach Norden, danach in westliche Richtung, um dann wiederum nordwärts zu fließen bis sie auf Höhe des Flemhuder Sees in den Nord-Ostsee-Kanal mündet. Bis Rendsburg nimmt der Kanal die Eider auf. Dort „entspringt“ sie neu und fließt in südwestliche Richtung mehr oder weniger parallel zum Nord-Ostsee-Kanal, biegt dann nach Norden ab und mündet schließlich in einem großen Bogen in nordwestlicher Rich-

tung nach 188 km bei Tönning in die Nordsee. Auf ihrem langen Weg durchfließt sie fast alle Fließgewässerlandschaften Schleswig-Holsteins.

Die Pilotstrecke befindet sich im östlichen Hügelland östlich von Bordesholm und nördlich von Fischerhof im Kreis Rendsburg-Eckernförde (Tab. 3). Hier fließt die Eider in südwestlicher Richtung durch landwirtschaftlich genutzte Flächen. Die Gewässerstrecke wird dem Fließgewässertyp 16, den kiesgeprägten Fließgewässern, zugeordnet (LANU 2001).

Tab. 3: Lage der Pilotstrecke an der **Eider**

BAG	WK	Gewässername	FG-Typ	RW	HW	MS-Nr.
10	oei_03	<b>Eider</b>	16	3571319	6005614	120932
 <p>Blick gewässeraufwärts</p>			 <p>Lage der 500 m langen Pilotstrecke</p>			


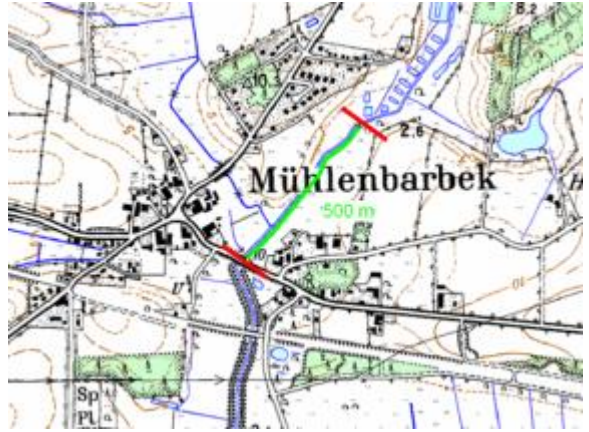
Die Mühlenbarbeker Au ist 11 Kilometer lang und entspringt südwestlich von Hennstedt im Kreis Steinburg. Von hier aus fließt sie in südwestlicher Richtung und mündet südlich der Ortslage Mühlenbarbek in die Stör, zu deren Einzugsgebiet sie auch gehört. Der Quellbereich befindet sich auf der Hohen Geest. Unterhalb von Mühlenbarbek bis zur Mündung hin durchfließt die Mühlenbarbeker Au einen schmalen Streifen der Fließgewässerlandschaft der Niederungen und Mooregebiete und schließlich die Marsch.

Die Pilotstrecke findet sich östlich der Ortslage von Mühlenbarbek und fließt hier in südwestlicher Richtung (Tab. 4). Ihre Aue wird landwirtschaftlich genutzt. Die Gewässerstrecke wird dem Fließgewässertyp 14, den sandgeprägten Fließgewässern, zugeordnet (LANU 2001).



Die Linau entspringt östlich von Schwarzenbek, fließt von hier aus in südlicher, dann in westlicher Richtung und biegt in einem Bogen nach Osten ab, wo sie bei Witzeetze in den Elbe-Lübeck-Kanal mündet. Sie ist rund 20 Kilometer lang und liegt im Kreis Herzogtum Lauenburg. Über weite Strecken durchfließt die Linau die Hohe Geest bis sie kurz vor ihrer Mündung in die Fließgewässerlandschaft der Niederungen und Mooregebiete eintritt (LANU 2001). Sie gehört zum Einzugsgebiet der Elbe.

Die Pilotstrecke findet sich nordöstlich von Lüttau und fließt in nordöstliche Richtung zum Elbe-Lübeck-Kanal (Tab. 5). Der Gewässerlauf wird von landwirtschaftlichen Flächen gesäumt und dem Fließgewässertyp 16, den kiesgeprägten Fließgewässern, zugeordnet (LANU 2001).

Tab. 4: Lage der Pilotstrecke an der **Mühlenbarbeker Au**

BAG	WK	Gewässername	FG-Typ	RW	HW	MS-Nr.
16	mst_06	<b>Mühlenbarbeker Au</b>	14	3544240	5981080	121564
 <p>Blick gewässeraufwärts</p>			 <p>Lage der 500 m langen Pilotstrecke</p>			

Tab. 5: Lage der Pilotstrecke an der **Linau**


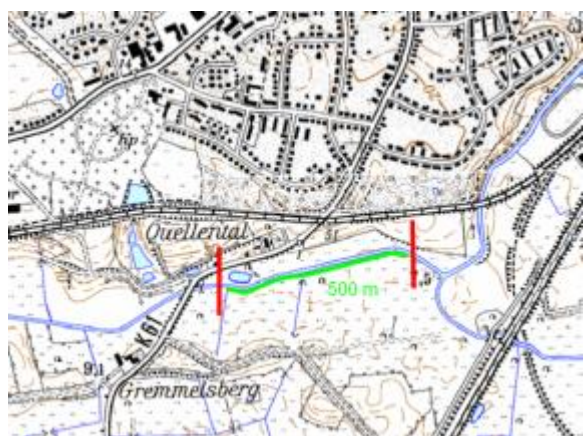
BAG	WK	Gewässername	FG-Typ	RW	HW	MS-Nr.
22	elk_04	<b>Linau</b>	16	3604078	5924906	121565
 <p>Blick gewässeraufwärts</p>			 <p>Lage der 500 m langen Pilotstrecke</p>			

Die Beste entsteht aus dem Zusammenfluss aus Norder- und Süderbeste bei Blumendorf im Kreis Stormarn und fließt in nordöstlicher Richtung bis zu ihrer Mündung in die Trave in Bad Oldesloe. Die Norderbeste entspringt östlich von Nahe, die Süderbeste östlich von Bargtheide. Die Beste mit ihren zwei genannten Quellbächen ist insgesamt 39,5 km lang. Sie durchfließt das Östliche Hügelland und gehört zum Einzugsgebiet der Trave.

Die ausgewählte Pilotstrecke findet sich südlich von Bad Oldesloe (Tab. 6). Das Gewässer fließt hier in östliche Richtung und ist dem Fließgewässertyp 19, den organisch geprägten Fließgewässern, zugeordnet (LANU 2001). Aufgrund der vorgefundenen Situation kann hier jedoch eher von einem sandgeprägten Gewässer (FG-Typ 14) ausgegangen werden.

Die Pilotstrecken von Treene, Eider und Mühlenbarbeker Au liegen in FFH-Gebieten. Außerdem sind die fünf ausgewählten Gewässer im Bereich der Pilotstrecken und teils darüber hinaus als sog. Vorranggewässer für eine oder mehrere der Qualitätskomponenten Makrophyten, Makrozoobenthos und/oder Fische in Schleswig-Holstein eingestuft (MLUR 2009).

Tab. 6: Lage der Pilotstrecke an der **Beste**

BAG	WK	Gewässername	FG-Typ	RW	HW	MS-Nr.
31	mtr_10	<b>Beste</b>	19	3589944	5963647	127077
 <p>Blick gewässeraufwärts</p>			 <p>Lage der 500 m langen Pilotstrecke</p>			

## 2.2 Untersuchungskonzept sowie Termin- und Ablaufplan

Das Untersuchungskonzept beinhaltet Untersuchungen zur Erfassung von Veränderungen der Makrophyten- (MP) und der Makrozoobenthosgemeinschaften (MZB) in den ausgewählten Gewässern. Des Weiteren werden zusätzlich zu den biologischen Komponenten mögliche Veränderungen der Gewässermorphologie überwacht.

Die nachstehende Abbildung 2 zeigt das speziell für die Erfolgskontrolle entwickelte Untersuchungsdesign. Dargestellt ist zum einen die gesamte 500 m lange Pilotstrecke, deren Unterhaltung umgestellt werden sollte. Zum Ausschluss von störenden Randeffekten wurden innerhalb dieser 500 m langen Strecke auf jeder Seite 100 m als Pufferzone abgegrenzt.

Innerhalb der so verbleibenden 300 m langen sog. Untersuchungsstrecke wurden die eigentlichen Aufnahmen von Flora und Fauna sowie Detail-Untersuchungen zur Gewässermorphologie vorgesehen. Danach wurden Detail-Erfassungen der Qualitätskomponenten an mehreren Stationen (MZB: D1-D3) bzw. Dauerflächen (MP: DF1-DF3) und entlang von Transekten (MP: T1-T7) durchgeführt, während die WRRL-Untersuchungen nach PHYLIB bzw. PERLODES jeweils an einem zentral gelegenen Abschnitt (MP-PHYLIB, MZB-PE) stattfanden.

Um die Untersuchungsergebnisse statistisch auswerten zu können, erfolgte die Auswahl der Lage der Probestellen bzw. Stationen innerhalb der Untersuchungsstrecke zufallsverteilt und für alle Pilotstrecken gleich. Hierzu wurden die Untersuchungsstellen vor der

Geländebegehung festgelegt, um eine subjektive Auswahl anhand der vor Ort herrschenden Struktur, Flora und/oder Fauna auszuschließen. Aus Gründen der Gleichverteilung der Untersuchungsstellen und damit es nicht zu Überschneidungen der einzelnen Stationen kommt, wurde dabei eine der MZB-Stationen (D3) in den Beginn der gewässerabwärts liegenden Pufferzone hineingerückt, ohne dass sich hierdurch Nachteile für die Station bzw. die Ergebnisse ergeben.

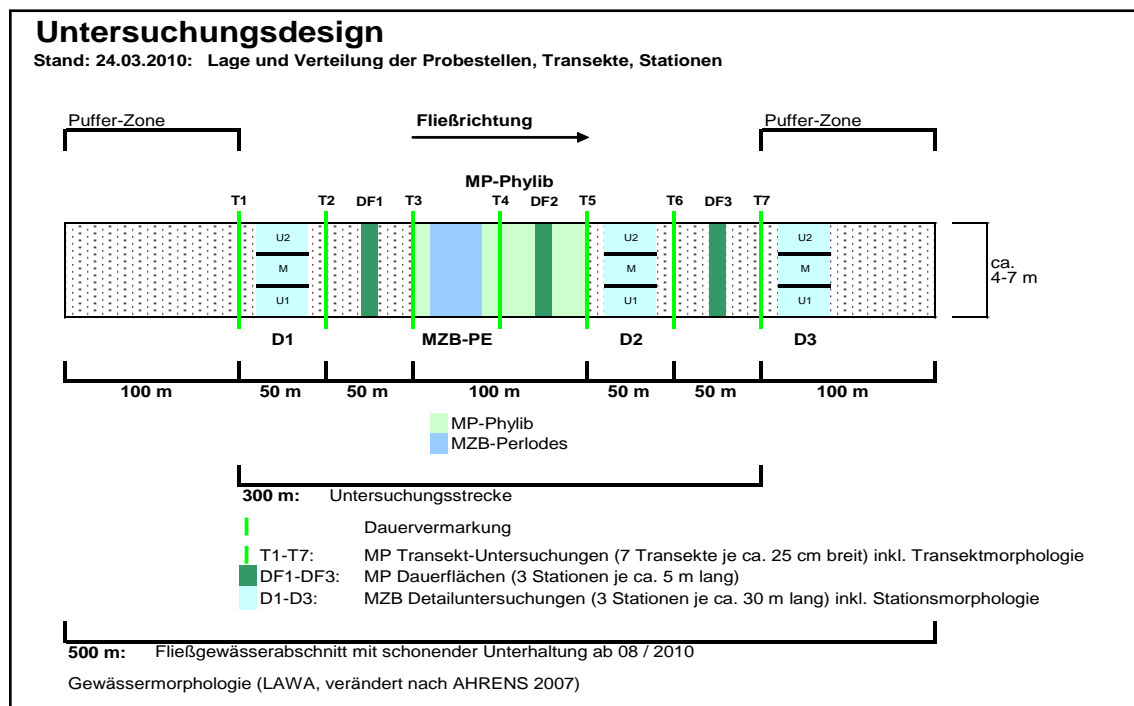


Abb. 2: Lage und Verteilung der Probestellen, Transekte (inkl. Dauervermarkung) und Stationen der Makrophyten- und Makrozoobenthos-Untersuchungen an den Pilotstrecken

Zum exakten Wiederauffinden von Untersuchungsstellen reichen im Rahmen einer Erfolgskontrolle GPS-Daten mit einer Messgenauigkeit von ca. 4-5 m nicht aus. Aus diesem Grund war eine Dauervermarkung der 500 m langen Pilotstrecken vor Beginn der weiteren Geländearbeiten im Frühjahr 2010 notwendig.

Hierzu wurden an den 300 m langen Untersuchungsstrecken innerhalb der Pilotstrecken jeweils an einem der beiden Gewässerufer sieben Pflöcke (T-Profil aus Stahl mit Kunststoffschutzkappe) in der Nähe der Weidezäune im Boden versenkt (Abb. 3). Die Pflöcke ragen 10 bis max. 20 cm aus dem Boden heraus und befinden sich im wasserseitigen Uferböschungsbereich, so dass es hierdurch keinerlei Beeinträchtigungen der angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen gibt.

Die Dauervermarkungen entsprechen der Lage der Makrophyten-Transekte T1-T7 (Abb. 2). Von diesen im Abstand von 50 m angelegten und durchnummerierten Fixpunkten ausgehend können alle übrigen Probestellen bzw. Stationen zur Probenahme jeweils mittels Bandmaß exakt ermittelt werden.

Vor Beginn der jährlichen Wiederaufnahme der Geländearbeiten (März/April) wurden die eingerichteten Dauervermarkungen jeweils zunächst aufgesucht, kontrolliert und teilweise instandgesetzt.



Abb. 3: Dauervermarkung der Untersuchungsstrecken an der wasserseitigen Uferböschung vor Beginn der Geländearbeiten im Frühjahr 2010

Das Untersuchungsprogramm erstreckte sich über eine Dauer von fünf Jahren, und zwar von 2009 bis 2013. Der folgende Termin- und Ablaufplan (Abb. 4) zeigt den Verlauf der Untersuchungen zur Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung bzw. den Abschluss des Projektes mit dem Jahr 2013.

Hiernach war die Erfassung des Ist-Zustandes bei intensiver Unterhaltung für alle Komponenten mit den Jahren 2009 und 2010 abgeschlossen und im Herbst 2010 hat die Umstellung auf eine schonende Gewässerunterhaltung stattgefunden.

Mit dem Jahr 2011 wurde mit dem Monitoring von Veränderungen nach Umstellung der Gewässerunterhaltung begonnen und die schonende Unterhaltung am Ende der Saison erneut durchgeführt. In den Jahren 2012 und 2013 wurde das Monitoring von Veränderungen fortgesetzt und das komplette Untersuchungsprogramm einschließlich Durchführung der schonenden Gewässerunterhaltung jeweils wiederholt.

Anstehende Untersuchungen / Leistungen	Nullwerte / Ausgangszustand														
	1. U-Jahr		2. U-Jahr			3. U-Jahr			4. U-Jahr			5. U-Jahr			
	2009	2009	2010	2010	2010	2011	2011	2011	2012	2012	2012	2013	2013	2013	
	S	H+W	F	S	H+W	F	S	H+W	F	S	H+W	F	S	H+W	
Organisation + FG-Auswahl	✓														
Gewässermorph. / Überblick		✓												✓	
Gewässerunterhalt. + Doku		✓			✓			✓			✓			✓	
MZB-PERLODES			✓			✓			✓			✓			
MZB Stationsunters. + Morph.			✓			✓			✓			✓			
MP-PHYLIB	✓			✓			✓			✓			✓		
MP Flächenansatz				✓			✓			✓			✓		
MP Transekt-Unters. + Morph.				✓			✓			✓			✓		
Zwischenbericht		✓			✓			✓			✓				
Auswertung + Endbericht														✓	

Abb. 4: Überblick über den Verlauf der Untersuchungen zur Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung im Zeitraum 2009-2013 - (F=Frühjahr, S=Sommer, H+W=Herbst+Winter)



### 3 Methoden

Nachfolgend werden die Methoden der gemäß Termin- und Ablaufplan in den Jahren 2009 bis 2013 durchgeführten Untersuchungen beschrieben. Dabei handelt es sich um die Untersuchung der Makrophyten und des Makrozoobenthos gemäß den gültigen WRRL-Methoden (PHYLIB bzw. PERLODES) sowie verschiedene speziell für die Erfolgskontrolle konzipierte Detailuntersuchungen zu Flora und Fauna. Darüber hinaus werden die in 2009 und 2013 durchgeführten Untersuchungen zur Erfassung der Gewässerstruktur und die Bewertung der Strukturgüte beschrieben. Die genaue Lage bzw. Verteilung sämtlicher Probestellen ist in Abbildung 2 (Kap. 2.2) dargestellt.

#### 3.1 Gewässerstruktur

##### 3.1.1 Strukturgütekartierung

Zur Dokumentation von Veränderungen der Gewässermorphologie im Bereich der fünf ausgewählten Pilotstrecken wurde zu Beginn des Projektes im Jahr 2009 und mit Abschluss des Projektes im Jahr 2013 jeweils eine Bestandsaufnahme der Struktur durchgeführt, d. h. nach letztmaliger intensiver und nach viermaliger schonender Unterhaltung.

Zur Vergleichbarkeit der Daten waren die Untersuchungen jeweils zur gleichen Jahreszeit, und zwar im November durchgeführt worden. Trotz des zum Kartierzeitpunkt im Jahr 2009 teilweise erhöhten Wasserstandes waren die Gewässerstrecken vor allem durch die vorangegangenen Unterhaltungsmaßnahmen gut einsehbar und damit auch gut zu kartieren. In 2013 herrschten mittlere Wasserstände vor.

Die Aufnahme erfolgte nach dem auf die Landesverhältnisse in Schleswig-Holstein angepassten „Vor-Ort-Verfahren“ der LAWA (LAWA 2000 verändert nach AHRENS 2007). Dazu sind die fünf Gewässerstrecken in je fünf Hundert-Meter-Abschnitte eingeteilt (vgl. Abb. 2, Kap. 2.2) und im Zuge der Vor-Ort-Begehungen kartiert worden. Dabei kam ein vom LLUR zur Verfügung gestelltes Feldprotokoll-Formular in Papierform zum Einsatz. Insgesamt wurden für jeden Abschnitt 32 Einzelparameter im Gelände aufgenommen, von denen der überwiegende Teil in die Bewertung einfließt. Für das korrekte Ausfüllen der Bögen wurden die Definitionen zu den einzelnen Merkmalen aus der Kartieranleitung der LAWA zugrunde gelegt (LAWA 2000).

Zum Einmessen der Abschnitte kam ein GPS-Gerät (GPS-Empfänger, GARMIN eTrex Venture (2002), Genauigkeit 4-5 m gemäß Anzeige) zum Einsatz. Die Nummerierung der Gewässerabschnitte erfolgte flussaufwärts. Gleiches gilt für die Gewässerbegehungen. Zur Abschätzung der Sohl- und Wasserspiegelbreite sowie der Profil-, Einschnitts- und Wassertiefe kamen zwei in zehn Zentimeterabschnitten markierte ca. zwei Meter lange Aluminiumstäbe zum Einsatz.

Zur Bewertung der Strukturgüte, die mit einer Software des LLUR erfolgt, werden die erhobenen Einzelparameter gemäß Bewertungsverfahren in sechs Hauptparameter zusammengefasst: Laufentwicklung, Längsprofil, Sohlenstruktur, Querprofil, Uferstruktur und Gewässerumfeld. Diese fließen dann in die Gesamtbewertung bzw. in die getrennte Bewertung von Sohle, Ufer und Land ein. Die Einstufung der Kartierabschnitte erfolgt wie bei den biologischen Bewertungsverfahren in fünf Bewertungsklassen, den Strukturgüteklassen (vgl. Tabelle Strukturgütebewertung auf CD).

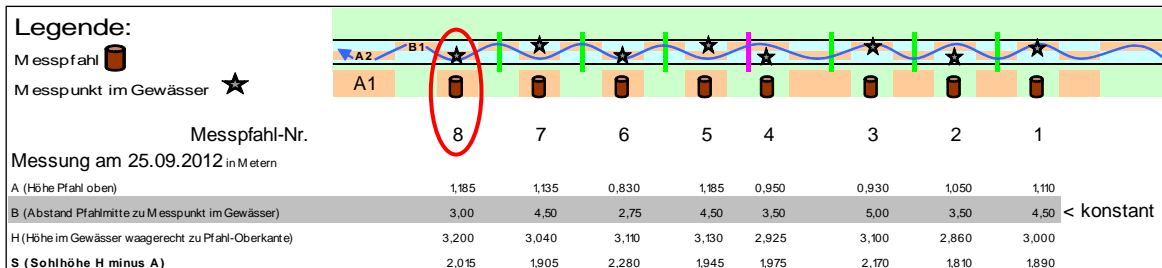
Nachdem die Auswertung der Strukturdaten der Ersterfassung im Jahr 2009 durch Herrn Ahrens vom LLUR durchgeführt worden war, hat er aus Gründen der Vergleichbarkeit auch die Daten in 2013 ausgewertet. Ferner stand Herr Ahrens für die anschließende Diskussion und Plausibilitätsprüfung (vgl. Kap. 5.1.2) der Daten zur Verfügung.

### 3.1.2 Sohlvermessung an der Mühlenbarbeker Au

An der Mühlenbarbeker Au war im Bereich der Pilotstrecke bis zum Jahr 2009 jährlich eine Sohlräumung durchgeführt worden (vgl. Kap. 4), da die Unterhaltungspflichtigen im betroffenen Abschnitt von einem Eintrag von Sedimenten ausgegangen sind. Mit der Umstellung der Unterhaltung auf Stromstrichmähd erfolgte seit Herbst 2010 keinerlei Entnahme von Sohlsubstraten, so dass der Verband hier eine verstärkte Auflandung befürchtete.

Aus diesem Grund hat sich der DSV Mühlenbarbek zur Überwachung des Sedimentations- bzw. Erosionsverhaltens innerhalb der Pilotstrecke entschlossen. Hierzu wurde die Sohlhöhe der 500 m langen Pilotstrecke der Mühlenbarbeker Au im Anschluss an die Unterhaltung im Herbst 2012 erstmals vermessen. Dabei wurden entlang des Ufers insgesamt acht Holzpfähle in den Boden gerammt und ihre Höhe mit einem Nivelliergerät gemessen (Abb. 5, oben). Ausgehend hiervon wurde die Sohlhöhe gemessen. Die ausgewählten Messpunkte richten sich nach dem Bearbeitungsplan, wobei jeweils vier Abschnitte mit Sohlmähd und vier unbearbeitete Abschnitte vermessen wurden (Abb. 5, unten).

Im Jahr 2013 wurde die Höhenmessung der Sohle erstmals wiederholt und die ermittelten Zahlen mit denen der Ersterfassung aus 2012 im Hinblick auf stattgefundenen Sedimentations- und/oder Erosionsprozesse innerhalb der Pilotstrecke verglichen.



Zeichnung + Tabelle: Dipl.-Biol. Cordelia Triebstein, WV Bekau

Abb. 5: Einrichten und Einmessen von Dauervermarkungen zur Überwachung des Sedimentations- bzw. Erosionsverhaltens an der Mühlenbarbeker Au (oben) sowie Dokumentation der Ausgangssituation im September 2012 durch den DSV Mühlenbarbek

## 3.2 Gewässerflora

Die Erhebungen zu den Makrophyten fanden jeweils im August statt. Zusätzlich zu den Hauptuntersuchungen im Sommer wurden in allen Untersuchungsjahren jeweils im Frühjahr und Herbst wiederum kurze Begehungen der Pilotstrecken durchgeführt, um weitere Informationen über die saisonale Entwicklung der Makrophyten zu sammeln.

Nachdem die Makrophyten an den Pilotstrecken zu Beginn des Projektes im Jahr 2009 zunächst ausschließlich nach WRRL (MP-PHYLIB) untersucht worden waren, wurde ab 2010 jeweils das gesamte Untersuchungsprogramm bestehend aus Abschnittsuntersuchung (MP-PHYLIB), Dauerflächen- (DF1-DF3) und Transektuntersuchungen (T1-T7) sowie Erhebung der Strukturparameter (Substrat, Gewässertiefe, Strömung sowie besondere Laufstrukturen) durchgeführt.

Die Bestimmung der Pflanzenarten erfolgte überwiegend im Gelände. Lediglich kritische Taxa (*Callitriche*) wurden im Labor bestimmt. Die verwendete Bestimmungsliteratur findet sich in Kapitel 8.2.1. Die Nomenklatur der Makrophyten richtet sich nach der „Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands“ (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT 2003). Die Geländedaten bzw. Bewertungsergebnisse finden sich im Anhang und/oder auf CD.

### 3.2.1 Abschnittuntersuchung gemäß PHYLIB

Die Abschnittskartierung zur Ermittlung des ökologischen Zustands der Makrophyten gemäß WRRL wurde nach dem PHYLIB-Verfahren (SCHAUMBURG et al. 2006) durchgeführt. Hiernach erfolgte die Erfassung der Makrophyten durch einmalige Geländebegehung. Im Bereich der Pilotstrecken wurde jeweils der mittlere 100 m lange Abschnitt (vgl. Abb. 2, Kap. 2.2) beprobt und die im Feldprotokoll der PHYLIB-Handlungsanweisung abgefragten Daten vollständig erhoben (vgl. Kartierprotokolle auf CD). Zusätzlich zu den nach PHYLIB geforderten Angaben zur Pflanzenmenge nach KOHLER (1978) wurde die Deckung der einzelnen Taxa nach LONDO (1975) geschätzt und die Gesamtdeckung aller Makrophyten (getrennt nach Hydro- und Helophyten) in Prozent angegeben. Pro Probestelle wurden außerdem mindestens zwei Fotografien angefertigt.

Zur Bewertung der Makrophyten kamen zwei Verfahren zur Anwendung, um die Ergebnisse auf Plausibilität prüfen zu können. Dabei handelt es sich zum einen um das zuvor angeführte PHYLIB-Verfahren und zum anderen um ein an die Landesverhältnisse von Schleswig-Holstein angepasstes landeseigenes Bewertungsverfahren. Da es über die Untersuchungsjahre für beide Verfahren jeweils eine Aktualisierung (SCHAUMBURG et al. 2006 bzw. 2012, STUHR & JÖDICKE 2003, BIA 2013) gab, wären die in den jeweiligen Untersuchungsjahren mit den verschiedenen Versionen ermittelten Ergebnisse nicht direkt vergleichbar. Mit Projektabschluss wurden daher alle Daten der Untersuchungsjahre 2009-2012 mit den für das Untersuchungsjahr 2013 gültigen Versionen ausgewertet, so dass die Daten aller Untersuchungsjahre entsprechend vergleichbar sind.

Zur Bewertung des ökologischen Zustands nach PHYLIB kam die Software-Version 4.1, Stand 02.10.2012, zur Anwendung (SCHAUMBURG et al. 2012, Vers. 13.08.12). Die Bewertung des ökologischen Zustands nach PHYLIB erfolgt gewässertypspezifisch, wobei der Fließgewässertyp anhand von Geländedaten und dem Talbodengefälle bestimmt wird. Hiernach ergab sich in Abstimmung mit dem LLUR (nachrichtl. Fr. Hamann, 03/2011) für alle Pilotstrecken der PHYLIB-FG-Typ „Niederungsfließgewässer“ (TNk bzw. TNm).

Für die Bewertung des ökologischen Zustands der Makrophyten nach dem landeseigenen Verfahren wurde die aktualisierte Version des sog. BMF-Verfahren eingesetzt (BIA 2013). Hierbei wurden Hydrophytentaxa, die emers im Gewässer wuchsen, wie z. B. die Schwabenblume (*Butomus umbellatus*), dem hydrophytischen Vegetationstyp zugeordnet (hier: Vallisneride). Bei der Auswertung der Dauerflächen und Transekte (vgl. Kap. 3.2.2 und 3.2.3) wurden sie, aufgrund ihrer strukturgebenden Funktion im Gewässer als emers wachsend den submers wachsenden gegenüber gestellt. Sämtliche Geländedaten sowie Bewertungsergebnisse finden sich im Anhang (vgl. Tab. AM1-AM6) und/oder auf CD.

### 3.2.2 Dauerflächenuntersuchungen

Wie bei der Abschnittsuntersuchung handelt es sich bei der Dauerflächenuntersuchung um einen flächenhaften Ansatz. Dabei fokussiert sich die Beobachtung jedoch auf einen kleineren Ausschnitt innerhalb der Untersuchungsstrecke. Der Vorteil dieser Methode ist, dass aufgrund der geringeren Flächengröße die quantitative Erfassung der Pflanzen präziser durchgeführt werden kann als dies bei dem 100 m langen PHYLIB-Kartierabschnitt der Fall ist und Veränderungen somit eindeutiger erfasst werden können.

Bei diesem Flächenansatz werden innerhalb einer fest umgrenzten Fläche (Dauerfläche) Artenzusammensetzung, Pflanzenmenge nach KOHLER (1978) bzw. Pflanzendeckung nach LONDO (1975) oder in Prozent für jede einzelne Art sowie die Gesamtdeckung für alle Arten in Prozent erfasst. Darüber hinaus wurden die dominanten Arten in Form einer Vegetationskarte flächenhaft skizziert (vgl. Abb. AM1-AM5 im Anh.).

Insgesamt wurden drei Dauerflächen (DF1-DF3) je Pilotstrecke angelegt und über die Jahre untersucht. Sie erstrecken sich über den Gewässerquerschnitt und weisen eine Länge von 5 m auf. Je nach Gewässerbreite haben sie eine Größe von ca. 15-40 qm, so dass die Anforderungen an das Minimumareal (DIERSSEN 1990) erfüllt sind. Ziel dieses Ansatzes ist es die räumliche Verteilung (Mosaik, Zonierung), den strukturellen Aufbau und die saisonale Dynamik bzw. Sukzession der Makrophytenbestände sowie deren Veränderungen im Untersuchungszeitraum zu erfassen.

### 3.2.3 Transektuntersuchungen

Für die Transektuntersuchungen wurden im Bereich der Pilotstrecken jeweils 7 Band-Transekte (T1-T7) über den Gewässerquerschnitt untersucht (PEDERSEN et al. 2006). Innerhalb dieser Transekte wurden die Artenzusammensetzung und die Deckung der einzelnen Makrophytentaxa in Prozent in einzelnen aneinander gereihten 25 x 25 cm großen Quadraten, sog. Plots, erhoben und dokumentiert. Zusätzlich wurden die Taxa nach Wuchsformen (emers, submers, amphibisch) unterschieden (vgl. Transekt-Erfassungsbögen auf CD).

Um reproduzierbare Vegetationsaufnahmen mittels der Plotfolge über den Gewässerquerschnitt durchzuführen zu können, wurde eigens für die Geländearbeiten eine sog. Transekt-Leiter bemessen, entwickelt und gefertigt (vgl. Abb. 6 sowie technische Beschreibung auf CD). Die Transekt-Leiter besteht aus zwei 1,25 m langen Segmenten aus Aluminiumprofil, die je nach Gewässerbreite temporär verbunden werden können. Für die Kartierung der Makrophyten an den Transekten der Pilotstrecken erfolgt die Halterung der Transekt-Leiter über vier bis sechs Stativerdspieße inkl. höhenverstellbarer Transekt-Leiter-Auflager. So kann die Transekt-Leiter mit ihren Plots ober- sowie unterhalb der Was-

seroberfläche genutzt bzw. versetzt werden. Der Auf- und Umbau der Transekt-Leiter erfolgte jeweils entlang einer Richtschnur.



Abb. 6: Transektkartierung: Transekt-Leiter mit Richtschnur über den Gewässerquerschnitt (links) und Detail mit zwei Plots (rechts)

Im Gegensatz zu den zuvor beschriebenen Flächenansätzen (vgl. Kap. 3.2.1 und 3.2.2) steht bei dieser Methode nicht die Fläche im Vordergrund, sondern die sich über die Transekte und Plots ergebende große Zahl von Einzelergebnissen. Hiermit können die relative Häufigkeit und die Mengenanteile der am Bestandsaufbau beteiligten Arten miteinander verglichen und die Dominanzstrukturen dargestellt werden (vgl. Abb. AM6-AM10 im Anh.).

### 3.2.4 Strukturelle Begleitparameter

Parallel zu den floristischen Erfassungen wurden ausgewählte Strukturparameter im Bereich der zuvor beschriebenen Makrophyten-Transekte erhoben (T1-T7; Transektmorphologie). In Anlehnung an LIETZ & BRUNKE (2008) waren folgende für Flora und Fauna strukturgebende bzw. relevante Parameter ausgewählt worden:

- Substrat, Gewässertiefe, Strömungsverhältnisse und das Vorhandensein von besonderen Laufstrukturen, wie z. B. Holz / Totholz

Die Parameter Substrat und Tiefe wurden über den Gewässerquerschnitt entlang der Makrophyten-Transekte in jedem einzelnen Plot erhoben (vgl. Transekt-Erfassungsbögen auf CD). Die Messung der Tiefe erfolgte jeweils in der Plotmitte mit einem Teleskopstab mit 5-Zentimetereinteilung. Beim Substrat wurde für jeden Plot die dominante Korngröße (Ton, Sand, Kies, Steine, Blöcke, Schlamm) gemäß dem PHYLIB-Feldprotokoll dokumentiert. Die Erfassung der Strömungsdiversität und der besonderen Laufstrukturen erfolgte in Anlehnung an das LAWA-Verfahren zur Gewässerstrukturgütekartierung (LAWA 2000) jeweils über das gesamte Transekt (vgl. auch MZB, Kap. 3.3.4).

Die Erhebung dieser Daten dient als Grundlage für die Ermittlung der Substratdiversität, Tiefenvarianz und Strömungsdiversität innerhalb Makrophyten-Transekte und als Grundlage für die Ermittlung von Zusammenhängen zwischen der geänderten Gewässerunterhaltung sowie der Gewässerstruktur und den biologischen Qualitätskomponenten.

### 3.3 Gewässerfauna

Die Makrozoobenthosuntersuchungen wurden grundsätzlich jeweils Ende März durchgeführt. Im ersten Untersuchungsjahr gilt dies auch für die Mühlenbarbeker Au und die Linau. Die übrigen drei Gewässer konnten 2010 aufgrund der lang anhaltenden Schnee- und Frostperiode mit anschließendem Hochwasser in den Gewässern erst in der ersten Aprilhälfte beprobt werden. Gleiches gilt für das letzte Untersuchungsjahr 2013, da auch in diesem Jahr Schnee und Eis noch bis Anfang April andauerten.

#### 3.3.1 PERLODES

Die Beprobung des Makrozoobenthos erfolgte nach den Vorgaben des „Methodischen Handbuches Fließgewässerbewertung“ mittels Multi-Habitat-Sampling (MEIER et al. 2006).

An jeder Pilotstrecke wurde ein Gewässerabschnitt von 20-50 m Länge beprobt (MZB-PE). Die Lage der Stationen ist der Abbildung 2 (Kap. 2.2) zu entnehmen. An jeder Station sind zunächst die verschiedenen Habitattypen / -strukturen aufgenommen, die Anteile der unterschiedlichen Typen in 5 %-Stufen abgeschätzt und im Feldprotokoll vermerkt worden (vgl. Tab. MZB\_strukturelle Begleitparameter auf CD). Ein 5 %-iger Substrat-Anteil entspricht einer Teilprobe, so dass sich eine Gesamtprobe aus 20 Teilproben analog 100 % zusammensetzt.

Die 20 Teilproben wurden gepoolt, vor Ort in eine weiße Schale gegeben und einzelne Exemplare empfindlicher Faunengruppen, die bei der weiteren Aufarbeitung der Probe beschädigt würden, wie die Eintagsfliegen, exemplarisch herausgesammelt. Diese Tiere wurden getrennt von der Gesamtprobe weiterbearbeitet und später als Einzelfunde der Gesamtprobe zugerechnet. Je nach Umfang ist die Probe dann in ein bis mehrere Gefäße (1 l bzw. 2 l) überführt worden.

Zur Reduzierung größerer Probevolumina ist vor Ort ein Teil des Materials (Holz, grobpartikuläres Material, wie Laub u. a.) gespült, sorgfältig nach Wirbellosen durchgesehen und verworfen worden. Zur sofortigen Konservierung kam 96 %-iger Ethanol zum Einsatz, der nach erfolgter Probenahme im Labor mehrfach aufgefrischt wurde.

Die Aufarbeitung des Probenmaterials erfolgte im Labor. Zunächst sind, wie methodisch gefordert, jeder Poolprobe fünf Unterproben von insgesamt 30 möglichen entnommen, schonend gesiebt (Maschenweite = 2.000 µm) und die in der Grobfraction vorhandenen Individuen unter dem Binokular aussortiert worden. Wurde die erforderliche Individuenzahl von mindestens 350 Individuen in diesem ersten Durchgang nicht erreicht, mussten weitere Teilproben entnommen und aufgearbeitet werden.

Die Artdiagnostik der Tiere erfolgte entsprechend der operationellen Taxaliste. Dazu wurden die Organismen in Alkohol unter dem Binokular bestimmt. War die Angabe der Art nicht möglich, ist die nächst höhere systematische Gruppe (Gattung, Unterfamilie, Familie) genannt. Angaben zur Bestimmungsliteratur finden sich in Kapitel 8.2.2. Die Nomenklatur richtet sich nach der Taxaliste in PERLODES (ASTERICS 4.0.3). Die Ergebnisse sind in Artenlisten zusammengestellt (vgl. Tab. AB1-AB5 im Anh. und auf CD) und die Abundanzangaben auf einen Quadratmeter standardisiert (Individuen/m<sup>2</sup>).

### 3.3.2 Detailuntersuchungen

Die Detailuntersuchungen fanden am gleichen Tag wie die Erfassungen nach WRRL statt (vgl. Kap. 3.3.1). An jeder der fünf Pilotstrecken wurden drei Stationen (D1-D3) von etwa 30 m Länge festgelegt und jeweils in drei Probenahmebereiche (M = Gewässermittelpunkt; U1 = rechtes Ufer; U2 = linkes Ufer) aufgeteilt (vgl. Abb. 2, Kap. 2.2).

Die Aufnahmen orientieren sich hier ebenfalls an den vorhandenen Habitat- / Substrattypen, die ebenfalls prozentual geschätzt und im Feldprotokoll vermerkt wurden (vgl. Tab. MZB\_strukturelle Begleitparameter“ auf CD). Anschließend wurden insgesamt 10 Teilproben auf die Substratanteile verteilt und zu einer Gesamtprobe zusammengeführt. Die so gewonnene Probe wurde vor Ort in eine weiße Schale gegeben und einzelne Exemplare empfindlicher Faunengruppen, die bei der weiteren Aufarbeitung der Probe beschädigt würden, wie die Eintagsfliegen, exemplarisch herausgesammelt. Diese Tiere wurden getrennt von der Gesamtprobe weiterbearbeitet und später als Einzelfunde der Gesamtprobe zugerechnet. Je nach Umfang ist die Probe dann in ein bis mehrere Gefäße (1 l bzw. 2 l) überführt worden.

Zur Einengung größerer Probenvolumina ist vor Ort ein Teil des Materials (Holz, Laub u. a.) gespült, sorgfältig nach Wirbellosen durchgesehen und verworfen worden. Zur sofortigen Konservierung kam 96 %-iger Ethanol zum Einsatz, der nach erfolgter Probenahme im Labor mehrfach aufgefrischt wurde.

Die Aufarbeitung des Probenmaterials erfolgte im Labor. Zunächst sind jeder Poolprobe drei Unterproben von insgesamt 15 möglichen entnommen, schonend gesiebt (Maschenweite = 2.000 µm) und die in der Grobfraction vorhandenen Individuen unter dem Binokular aussortiert worden. War die erforderliche Individuenzahl von mindestens 350 Individuen in diesem ersten Durchgang nicht erreicht, mussten weitere Teilproben entnommen werden. Ergänzend ist die nicht bearbeitete Restprobe in eine große weiße Schale (41 x 27 cm) überführt und unter der Lichtlupe (0,75-fache Vergrößerung) nach Insekten (Larven und Imagines) durchgesehen worden, um möglichst alle Arten dieser Tiergruppe zu erfassen.

Von den aussortierten Organismen wurden alle Insekten mit Ausnahme der Zweiflügler (Diptera) bestimmt. Dazu sind die Tiere in Alkohol unter dem Binokular angeschaut und determiniert worden. War die Angabe der Art nicht möglich, ist die nächst höhere taxonomische Gruppe (Gattung, Unterfamilie, Familie) genannt. Angaben zur Bestimmungsliteratur finden sich in Kapitel 8.2.2. Die Nomenklatur richtet sich nach der Taxaliste in PERLODES (ASTERICS 4.0.3). Die Ergebnisse sind in Artenlisten zusammengestellt (vgl. Tab. MZB\_Detail\_Artenlisten auf CD) und die Abundanzangaben auf einen Quadratmeter standardisiert (Individuen/m<sup>2</sup>).

### 3.3.3 Auswertungen

Die PERLODES-Proben wurden mit Hilfe der **Bewertungs-Software ASTERICS** ausgewertet ([www.fliesgewaesserbewertung.de](http://www.fliesgewaesserbewertung.de)). Im Ergebnis werden hiernach die ökologische Zustandsklasse und der Saprobienindex berechnet. Da es über die Untersuchungsjahre mehrere Aktualisierungen der Software gab, wären die in den jeweiligen Untersuchungsjahren mit den verschiedenen Versionen ermittelten Ergebnisse nicht direkt vergleichbar. Daher wurden mit Projektabschluss in 2013 alle Daten der Untersuchungsjahre 2010, 2011 und 2012 noch einmal mit der für das Untersuchungsjahr 2013 gültigen **Programm-**

**Version 4.0.3** ausgewertet, so dass die Daten aller Untersuchungsjahre entsprechend vergleichbar sind.

Außerdem kam zum Vergleich der Lebensgemeinschaften über die Jahre der „**Ökologische Bewertungsrahmen Fließgewässer aus Schleswig-Holstein**“ (HOLM 1989) zum Einsatz. Allerdings ist bei der Betrachtung der Ergebnisse der faunistischen Besiedlung der Pilotstrecken nach dem Bewertungsrahmen zu berücksichtigen, dass jeweils nur eine Probenahme aus dem Frühjahr zur Verfügung stand, während dem Bewertungsrahmen generell drei Probenahmen (Frühjahr, Frühsommer und Herbst) zugrunde liegen. Daher können die Ergebnisse nach dem Ökologischen Bewertungsrahmen hier nur als Anhaltspunkte gewertet werden.

Bei der Auswertung der PERLODES-Proben wurde über die Jahre auch eine **Dominanzanalyse** durchgeführt. Dies bedeutet, dass für jede faunistische Großgruppe deren Prozentanteil an der Gesamtindividuenzahl ermittelt wurde. Diese Prozentanteile sind von Hand berechnet worden und entstammen nicht der Ergebnistabelle aus dem ASTERICS-Programm, da für die Berechnungen jeweils die komplette Artenliste zugrunde gelegt wurde. Bei PERLODES bleiben die Dipterenpuppen (bis auf die der Kriebelmücken) bei der Bewertung unberücksichtigt.

Außerdem wurden bei der Bewertung des jeweiligen Artinventars die **Strömungspräferenzen** der einzelnen Spezies herangezogen. Dabei bedeutet: RB = rheobiont, RP = rheophil (strömungsliebend), RL = rheo- bis limnophil, LR = limno- bis rheophil, LP = limnophil (Stillgewässer liebend), LB = limnobiont und IN = indifferent. Die Einstufungen der Arten wurden den autökologischen Tabellen aus PERLODES entnommen (Tab. MZB\_PERLODES\_Autecological auf CD). Für die Arten, die in den Detailuntersuchungen zusätzlich zu denen aus den PERLODES-Proben nachgewiesen wurden, ist gleichfalls eine Autökologietabelle aus PERLODES erzeugt worden (Tab. MZB\_Detail\_Autecological auf CD). Für die Bewertung wurden ausschließlich Arten und Artgruppen herangezogen. Alle höheren systematischen Einheiten wie Gattungen u. a. blieben unberücksichtigt. Außerdem ist hier die Wasserassel *Proasellus coxalis* zu erwähnen, die nach PERLODES als rheobiont eingestuft wird. Tatsächlich kommt diese Art in sehr unterschiedlichen Gewässertypen vor, so dass sie in Absprache mit dem LLUR (nachrichtl. Fr. Holm) bei den vorliegenden Untersuchungen als indifferente Spezies in die Bewertung eingeht.

Bei der Ermittlung der **Habitatpräferenzen** der Arten wurde ebenfalls auf die PERLODES-Einstufungen zurückgegriffen (Tab. MZB\_PERLODES\_Autecological sowie MZB\_Detail\_Autecological auf CD). Auch hier wurden bei der Bewertung neben Arten noch Artgruppen berücksichtigt (s. o.). Der überwiegende Teil der Makrozoobenthosorganismen besiedelt mehrere Substrate. Bei der Zusammenstellung ist für die einzelnen Arten immer das bevorzugte Substrat berücksichtigt worden. Zu den Mischformen wurden Arten gezählt, die zwei oder mehr Substrate zu gleichen Teilen besiedeln.

### 3.3.4 Strukturelle Begleitparameter

Parallel zu den faunistischen Erfassungen wurden an jeder Station ausgewählte Strukturparameter aufgenommen: Substrat, Tiefe, Strömung und besondere Laufstrukturen (vgl. Tab. MZB\_strukturelle Begleitparameter“ auf CD). Die wiederholte Aufnahme dieser Parameter auch bei den Makrozoobenthosuntersuchungen ist notwendig, da die Ergebnisse der faunistischen Besiedlung mit den jeweiligen Strukturparametern korreliert werden



sollten, um mögliche Veränderungen im Besiedlungsbild durch die gewässerschonende Unterhaltung zu belegen.

Die Aufnahme des Substrats erfolgte, wie in Kapitel 3.3.1 und 3.3.2 beschrieben, mit dem „Feldprotokoll zur Feststellung der Teilproben“ aus dem „Handbuch der Fließgewässerbewertung“ (MEIER et al. 2006), in dem die prozentualen Anteile der im jeweiligen Untersuchungsabschnitt vorgefundenen Habitat- / Substrattypen notiert wurden. An den PERLODES-Stationen erfolgte die Schätzung über den gesamten Untersuchungsabschnitt (MZB-PE), beim Detailverfahren an den drei Stationen D1-D3 jeweils in der Gewässermitte und den zwei Ufern getrennt (M, U1, U2). An einigen Pilotstrecken war die Trübung des Wassers am Probenahmetag so stark, dass die Schätzung der Substrate nach der Probenahme erfolgen musste. Dabei wurden die Teilproben regelmäßig und nach dem „erfühlten“ Sediment über den Untersuchungsabschnitt verteilt.

Außerdem wurde je Station die Wassertiefe über den gesamten Gewässerquerschnitt (MZB-PE, D1-D3) an mindestens 10 Punkten gemessen. Die Messpunkte lagen 2010 je nach Gewässerbreite zwischen rund 30 und 70 cm seit 2011 standardisiert für alle Gewässer 30 cm auseinander. Gemessen wurde mit einem Teleskopstab mit Fünf-Zentimetereinteilung jeweils am oberen Ende der Probestrecken. Aus den ermittelten Wassertiefen lässt sich später die Tiefenvarianz ableiten.

Die Aufnahme der Strömung erfolgte in Anlehnung an das LAWA-Verfahren zur Gewässerstrukturgütekartierung (LAWA 2000) indem an den PERLODES-Stationen über den gesamten Gewässerquerschnitt, an den Detailverfahren-Stationen nach Ufern und Gewässermitte getrennt, die verschiedenen Strömungsarten (glatt, geripgelt, u. a.) aufgenommen, deren Anteile geschätzt und notiert wurden. Darüber hinaus wurden besondere Laufstrukturen (hierzu gehören: Totholzverkläuserungen, Sturzbäume, Inselbildungen, Laufgabelungen, Laufweitungen und Laufverengungen) ebenfalls gemäß LAWA (2000) an den Stationen aufgenommen und dokumentiert.

### 3.4 Aufbereitung und Auswertung der Daten

Die untersuchten Parameter wurden wie zuvor beschrieben ausgewertet und in den einzelnen Kapiteln u. a. tabellarisch und/oder grafisch dargestellt (vgl. Kap. 5.1 bis 5.3).

Um festzustellen, ob die nach Unterhaltungsumstellung beobachteten Veränderungen der Qualitätskomponenten Makrophyten und Makrozoobenthos sowie der Gewässerstruktur zufällig oder signifikant sind, wurden ausgewählte Untersuchungsergebnisse bzw. Parameter außerdem statistisch ausgewertet (LOZÁN & KAUSCH 2007, TREMP 2005). Dabei wurden die Daten entweder für den gesamten Datensatz aller fünf Fließgewässer oder für die einzelnen Pilotstrecken getrennt betrachtet.

Die statistischen Auswertungen erfolgten mit dem Programm STATEasy (LOZÁN 2013, LOZÁN & KAUSCH 2007). Die Signifikanzprüfung der untersuchten Parameter vor und nach Umstellung der Unterhaltung erfolgte mittels t-Test für verbundene Stichproben und Normalverteilung. Sofern keine Normalverteilung vorlag kam der verteilungsunabhängige Wilcoxon-Test für Paardifferenzen zum Einsatz (vgl. Tab. A1 im Anh.).

#### 4 Umstellung der Gewässerunterhaltung und Fazit zur Einführung einer schonenden Gewässerunterhaltung

Im Jahr 2009 wurde die Gewässerunterhaltung (GU) an den Pilotstrecken „wie bisher“, d. h. intensiv, durchgeführt. In Abstimmung mit den zuständigen Mitarbeitern der örtlichen Wasser- und Bodenverbände und den ausführenden Lohnunternehmern, wurden die Unterhaltungsmaßnahmen jeweils vor Ort begleitet. Dabei wurden Art, Umfang und eingesetzte Geräte vollständig dokumentiert und fotografisch festgehalten (vgl. auch Fotodokumentation im Anhang sowie auf CD).

Außerdem wurden die Unterhaltungsmaßnahmen sowie Häufigkeit und Zeitpunkt der Unterhaltung für die Vergangenheit sowie Besonderheiten oder weitere Informationen zu den Gewässerstrecken bei den zuständigen Wasser- und Bodenverbänden angefragt und ebenfalls dokumentiert. Das Ergebnis der Recherchen und der Vor-Ort-Begleitung der Arbeiten in 2009 ist in der folgenden Tabelle G1 zusammengestellt.

Tab. G1: Überblick über die bis einschließlich 2009 an den fünf Pilotstrecken praktizierte intensive Gewässerunterhaltung (vgl. auch Abb. G1 auf der nächsten Seite)

Gewässername	Gewässerunterhaltung			
	Art	Umfang	Geräte	Häufigkeit / Zeitpunkt
Treene	Böschungsmahd	1-seitig (jährl. im Wechsel)	Bagger und Mähkorb (4 m)	1x jährlich Aug.-Sept.
	Sohlmahd / Krauten	gesamte Sohle		
	zwei hintereinander geschaltete Arbeitsgänge: erst Böschung auf der Arbeitsseite, dann Sohlmahd			
Eider	Böschungsmahd	beidseitig	Bagger und Mähkorb (4 m)	1x jährlich Aug.-Sept.
	Sohlmahd / Krauten	gesamte Sohle		
	gegenüberliegende Böschung, Sohle und Böschung auf der Arbeitsseite in einem Arbeitsgang			
Mühlenbarbeker Au	Böschungsmahd	1-seitig (jährl. im Wechsel)	Schlegler	1x jährlich Sept.-Okt.
	Sohlräumung	gesamte Sohle	Bagger und Grabenschaufel	
	Böschungsmahd auf der Arbeitsseite und Sohlraumung in zwei getrennten Arbeitsgängen			
Linau	Böschungsmahd	1-seitig (jährl. im Wechsel)	Frontmäher (obere Böschung); Seitenmäher (untere Böschung)	1x jährlich Aug.-Sept.
	Sohlmahd / Krauten	< 2/3 der Sohle	Handsensen, Harken	
	drei getrennte Arbeitsgänge: obere Böschung, untere Böschung, Sohle			
Beste	Böschungsmahd	1- bis beidseitig	Bagger und Mähkorb (4 m)	1x jährlich Aug.-Sept.
	Sohlmahd / Krauten	gesamte Sohle		
	Sohle und Böschung in einem Arbeitsgang			

Es zeigt sich, dass die fünf Pilotstrecken bis 2009 auf verschiedene Weise unterhalten wurden. Dabei können drei Gruppen mit zunehmender Intensität der Unterhaltung unterschieden werden, wobei die Unterschiede in der Unterhaltung der Gewässersohle stärker ausgeprägt sind als bei der Böschungsmahd, die alle Strecken ebenfalls erfahren.

Bisher bereits relativ schonend wurde an der Linau mit der Handsense weniger als 2/3 der Sohle gekrautet. Die in Schleswig-Holstein häufigste Art der Unterhaltung, nämlich Sohlmahd mit Mähkorb wurde bei Treene, Eider und Beste angewandt. An der Mühlenbarbeker Au fand die Unterhaltung in Form einer Räumung mit Grabenschaufel statt. Nachfolgend sind die ausgeführten Arbeiten an einem Foto beispielhaft dargestellt. (Abb. G1). Eine ausführliche Fotodokumentation findet sich im Anhang und auf CD.



Abb. G1: **Intensive GU in 2009:** Pilotgewässer Treene (oben links), Beste (oben rechts), Eider (Mitte links), Linau (Mitte rechts) und Mühlenbarbeker Au (unten) - Beschreibung der durchgeführten Maßnahmen vgl. Tab. G1

Ausgehend von der beschriebenen weitgehend intensiven Unterhaltung mit ein- oder beidseitiger Böschungsmahd und kompletter Sohlmahd bzw. in einem Fall Sohlräumung

mit viel „Beifang“ an Wirbellosen und Wirbeltieren im Jahr 2009 wurde die Unterhaltung im Jahr 2010 umgestellt. Dabei sollte die Umstellung auf eine schonende Gewässerunterhaltung in Form einer Stromstrichmahd erfolgen. Das Mähen bzw. Krauten einer leicht schlängelnden Stromrinne führt u. a. zu unterschiedlichen Strömungsverhältnissen und Sedimentsortierung im Gewässerbett, d. h. zur Entwicklung von gewässertypischen Strukturen.

Die Untersuchungen zur Gewässerstruktur im Jahr 2009 hatten gezeigt, dass die Pilotstrecken nahezu keine Tiefenvarianz und eine überwiegend monotone Gewässersohle aufweisen, so dass kein vom Gewässer „vorgegebener“ Stromstrich vorhanden war. Da auch durch die teils dichten Makrophytenbestände kein Fließquerschnitt erkennbar war, sollte der Stromstrich durch ein wechselseitiges Krauten der Sohle gemäß dem folgenden Bearbeitungsplan (Abb. G2) entwickelt werden. Da bei einer Umstellung der Unterhaltung auch die Praktikabilität und Wirtschaftlichkeit berücksichtigt werden müssen, wurde darauf geachtet, dass kein Wechsel der Arbeitsseite bzw. der Arbeitsgeräte notwendig wurde.

Der in Abbildung G2 dargestellte Wechsel der zu bearbeitenden Seite richtet sich nach der Mäanderlänge. Nach MADSEN & TENT (2000) entspricht eine vollständige Mäanderlänge eines Tieflandgewässers der 10-14-fachen Länge der sog. „arbeitenden Breite“ des Gewässers, d. h. je breiter ein Gewässer ist, desto länger ist der Mäander. Hiernach ergibt sich für die 7-8 m breiten Pilotstrecken an Treene und Beste eine Mäanderlänge von ca. 100 m. Für die 3-4 m breiten Pilotstrecken Eider, Mühlenbarbeker Au und Linau entspricht der Mäander ca. 50 m. Somit muss der Wechsel der zu bearbeitenden Strecke nach ca. 50 m bzw. ca. 25 m erfolgen.

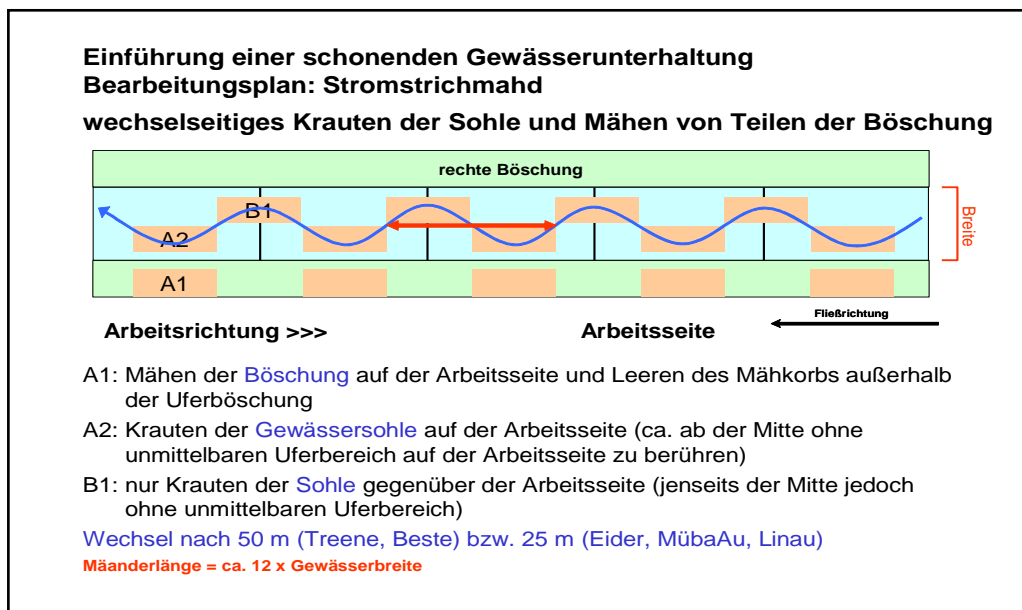


Abb. G2: Bearbeitungsplan „Stromstrichmahd“ zur Einführung einer schonenden Gewässerunterhaltung an den fünf Pilotstrecken

Außer der Sohlmahd wurde auch eine einseitige abschnittsweise Böschungsmahd eingeplant. Dies erschien zur besseren Sicht auf die Gewässersohle insbesondere bei den schmalen Gewässern notwendig. Die Arbeiten wurden von einer Seite aus mit Bagger und Mähkorb bzw. im Fall der Linau mit Frontmäher und Handsense jeweils entgegen der Fließrichtung durchgeführt.

Der in Abbildung G2 dargestellte Bearbeitungsplan wurde wegen der abweichenden Mä-  
anderlängen sowie anderer Besonderheiten individuell für die einzelnen Gewässer ange-  
passt. Die Pläne wurden zur Umstellung der Unterhaltung im Jahr 2010 mit den zuständi-  
gen Wasser- und Bodenverbänden abgestimmt und der Zeitpunkt der Unterhaltung sowie  
die einzusetzenden Geräte koordiniert.

Unmittelbar vor Beginn der Unterhaltung wurden die Wechsellpunkte entlang der Arbeits-  
seite der Pilotstrecken mit Pflanzstäben abgesteckt und die Bearbeitungspläne sowie der  
Hintergrund der Umstellung der Gewässerunterhaltung mit dem Lohnunternehmer bzw.  
Baggerführer vor Ort durchgesprochen. Anschließend wurde die Durchführung der Arbei-  
ten angeleitet und durchgängig begleitet.

Im Zuge der Unterhaltung wurde ferner darauf geachtet, dass die Sohle und die unmittel-  
baren Uferbereiche am Böschungsfuß durchweg geschont wurden, indem die Mindest-  
Schnitthöhe von 10-20 cm sowohl beim Krauten der Sohle als auch beim Mähen der Bö-  
schung eingehalten wurde. Nach jedem Arbeitsgang wurde das Mähgut außerhalb des  
Gewässerprofils abgelegt und der Mähkorb entsprechend leer ins Gewässer eingetaucht.  
Somit wurde nicht nur der Unterhaltungsumfang durch die Stromstrichmahd reduziert,  
sondern auch die Arbeiten ordnungsgemäß und schonend ausgeführt.

Nach Abschluss der Unterhaltungsarbeiten erfolgte die Dokumentation der tatsächlichen  
Ausführung, um das räumliche Muster von geschonten und gekrauteten Bereichen über  
die Monitoringjahre hinweg beibehalten zu können (räumliche Konstanz).

Nach Umstellung der Unterhaltung im Jahr 2010 fand in den Jahren 2011, 2012 und 2013  
jeweils die Wiederholung der schonenden Gewässerunterhaltung statt, wobei vor Beginn  
der Unterhaltungsarbeiten die Pilotgewässerstrecken im Hinblick auf augenscheinlich  
stattgefundene Veränderungen hin gemeinsam mit dem Lohnunternehmer bzw. Bagger-  
führer besichtigt und die Bearbeitungspläne unter Berücksichtigung der hierbei erlangten  
Erkenntnisse durchgesprochen wurden. Danach wurde die Durchführung der Arbeiten  
angeleitet und wie bisher durchgängig begleitet.

Die eigentlichen Arbeiten konnten über die Jahre an allen Gewässern im Wesentlichen  
nach den in 2010 ausgeführten Bearbeitungsplänen durchgeführt und damit das räumli-  
che Muster gefestigt werden. An einigen Stellen waren die Unterhaltungswechsel und  
damit der Stromstrich zunehmend gut erkennbar.

Nach Abschluss der Unterhaltungsarbeiten erfolgte jeweils die Dokumentation der tat-  
sächlichen Ausführung, um evtl. Abweichungen von den Vorgaben festzuhalten. Hierzu  
gehörten nicht abgestimmte Arbeiten am Gewässer (anfängliches Schlegeln der Bö-  
schung durch Anlieger an Linau und Beste), nicht befahrbare Bereiche (Eider) oder durch  
die schonende Böschungsmahd aufkommende Gehölze (Beste). Sie wurden entspre-  
chend dokumentiert, um ihren Einfluss bzw. die Entwicklungen über die Jahre zu be-  
obachten. Die im Monitoringzeitraum ausgeführten Bearbeitungspläne inkl. der Abwei-  
chungen für die fünf Pilotstrecken finden sich im Anhang sowie auf CD.

Während die Bearbeitungspläne an allen Pilotstrecken eingehalten werden konnten, gab  
es hinsichtlich der eingesetzten Geräte bzw. der Bearbeiter, d. h. Baggerfahrer und  
Handunterhalter, über die Monitoringzeitraum Veränderungen. Von Wechseln der Bear-  
beiter waren nahezu alle Strecken betroffen. An den Pilotstrecken von Treene und Linau  
gab es dagegen keinerlei Abweichungen bei den eingesetzten Geräten im Vergleich zur  
Umstellung in 2010. An der Beste wurde der ursprünglich 4 m breite Mähkorb ab 2011

eigenständig durch das Lohnunternehmen durch einen 3 m breiten Mähkorb ersetzt. Dies geschah jedoch nicht aus Gründen einer schonenden Arbeitsweise, sondern da das Unternehmen sich durch den kleineren Mähkorb beim Umsetzen zwischen den Gewässern Zeitvorteile verspricht.

An der Eider konnte - nachdem aufgrund hoher Wasserstände in 2011 nicht unterhalten wurde - in 2012 die Unterhaltung erneut wie geplant durchgeführt werden. Allerdings kam hier anstatt eines 4 m breiten Mähkorbs wie bei der Umstellung der Unterhaltung in 2010 nun ein 3 m breiter Mähkorb zum Einsatz. Auch hier kam der aus Sicht der schonenden Gewässerunterhaltung zu befürwortende „kleinere“ Mähkorb vor allem durch den zwischenzeitlich erfolgten Wechsel des Lohnunternehmers und damit der Gerätschaften zustande und weniger aufgrund der Vorgaben der schonenden Gewässerunterhaltung (vgl. Hinweise zur Beste oben).

Auch bei der Mühlenbarbeker Au gab es einen Wechsel des unterhaltenden Unternehmens. Hier ist seit 2012 der Betriebshof des Wasserverbandes Bekau für die Gewässerunterhaltung zuständig. Da der Maschinenpark des Betriebshofs zum Zeitpunkt der Unterhaltung nur über einen 4 m-Mähkorb verfügte und ein 3 m-Mähkorb nicht ausgeliehen werden konnte, musste die Unterhaltung mit dem 4 m-Mähkorb durchgeführt werden (Abb. G3). Da der Mähkorb außerdem einen schmalen Lochblecheinsatz aufweist, kam es im Zuge der Unterhaltung in 2012 gegenüber den Vorjahren zu einer leicht erhöhten Entnahme von Sohls substrat, in dem wiederum Neunaugen-Querder festgestellt werden konnten. Letztere wurden gesammelt und entsprechend zurückgesetzt. Die Beobachtungen zeigen jedoch, dass in Kombination mit einem neuen Baggerführer das „gröbere“ Gerät wiederum zu vermehrtem Beifang und Entnahme von Sohls substrat führt und wie wichtig der Einsatz von „passendem“ Gerät für die Gewässerunterhaltung ist.



Abb. G3: Vergleich der an der Mühlenbarbeker Au eingesetzten Mähkörbe im Hinblick auf Größe und Ausführung - links: 3 m breiter „offener“ Mähkorb mit Gitterstäben (2010+2011); rechts: 4 m breiter Mähkorb mit schmalen Lochblecheinsatz (2012+2013)

In 2013 gab es im Vergleich zu 2012 keine weiteren Veränderungen. Somit kam an der Eider erneut der 3 m breite Mähkorb zum Einsatz, während an der Mühlenbarbeker Au wiederum nur der 4 m breite Mähkorb mit schmalen Lochblecheinsatz zur Verfügung stand. Dennoch konnten hier vor allem durch den Einsatz und das Einfühlungsvermögen des Baggerfahrers im Vergleich zum Vorjahr die Arbeiten noch einmal schonender ausgeführt werden. So wurde noch weniger Substrat und damit auch kaum Neunaugen-Querder im Zuge der Unterhaltung entnommen.

Dennoch wird der Verband weiterhin motiviert das Arbeitsgerät der Gewässerbreite und dem Vorkommen sensibler Arten anzupassen und künftig auf einen 3 m breiten Mähkorb umzusteigen. Abbildung G4 zeigt die Treene (oben links), die mit 8 m doppelt so breit ist wie die oben rechts abgebildete 4 m breite Mühlenbarbecker Au, die beide zurzeit mit einem 4 m breiten Mähkorb unterhalten werden. Es wird deutlich, dass gerade in schmalen Gewässern eine schonende Arbeitsweise umso schwieriger ist, desto größer die Mähkorbbreite ist.



Abb. G4: **Schonende GU in 2013:** Pilotgewässer Treene beim Krauten der Sohle ab der Mitte (oben links) sowie Mühlenbarbecker Au (oben rechts) und Beste, wo die Böschungsfüße auf beiden Uferseiten geschont wurden. An der Beste wurden außerdem die aufkommenden Gehölze von der Mahd ausgenommen. (unten rechts).

Generell wurden mit Einführung der schonenden Unterhaltung an allen Pilotstrecken im Zuge der Durchführung der Arbeiten die Sohle und die unmittelbaren Uferbereiche am Böschungsfuß (Abb. G4) durchweg geschont, indem darauf geachtet wurde, dass die Mindest-Schnitthöhe von 10-20 cm sowohl beim Krauten der Sohle als auch beim Mähen der Böschung eingehalten wurde.

Vor allem durch die schonende Böschungsmahd hat sich mittlerweile an allen Pilotstrecken ein üppiger uferparalleler Röhrichtsaum ausgebildet - entweder emers im Gewässer wurzelnd oder als schwimmende Matten (Abb. G4 und G5). Letztere festigen sich zunehmend und bilden so, wie die emers wachsenden Röhrichte, Längsbänke entlang der Ufer aus, die für Einengung und damit wechselnde Strömungsverhältnisse in den Gewässern sorgen. Diese Beobachtungen werden auch durch die Untersuchungen zu den Qualitätskomponenten Makrophyten und Makrozoobenthos und den strukturellen Begleitparametern bestätigt (vgl. Kap. 5.1 bis 5.3).



Abb. G5: **Schonende GU in 2013:** An den Pilotgewässern Eider und Linau sind die Unterhaltungswechsel gut sichtbar und die wechselseitig entstandenen uferparallelen Röhrichtbänke wurden weiter geschont.

Als weiteres **Fazit** kann festgehalten werden, dass es seit Umstellung der Gewässerunterhaltung in 2010 nahezu keinerlei „Beifang“ an größeren Wirbellosen- und Wirbeltieren gab und kein Substrat aus der Sohle entnommen wurde. Schließlich kam es im gesamten Zeitraum seit Einführung der schonenden Gewässerunterhaltung zu keinerlei Abflussproblemen an den bzw. durch die Pilotstrecken, so dass Art und Umfang der Unterhaltung offenbar ausreichend waren.

Seit Beginn des Projekts wurde der vor Ort durch die Unterhaltung entstehende Zeitaufwand jeweils dokumentiert, um Aussagen zum Zeitaufwand der schonenden Unterhaltung im Vergleich zur herkömmlichen Unterhaltung im Rahmen der Erfolgskontrolle zu erhalten. In der folgenden Tabelle G2 ist der Zeitaufwand der reinen Unterhaltungsarbeiten vor Ort für die Jahre 2009 bis 2013 aufgeführt. Darüber hinaus enthält die Tabelle wesentliche Änderungen der Rahmenbedingungen, wie Wechsel des ausführenden Unternehmens und damit des Baggerführers und Änderungen bei den eingesetzten Geräten.

Wie aus der Tabelle hervorgeht, liegt der Zeitaufwand für die schonende Unterhaltung bei der Treene von Anfang an deutlich unter dem Aufwand der herkömmlichen Unterhaltung. Bei der Beste war der zeitliche Aufwand mit Einführung der schonenden Unterhaltung unter sonst gleichen Bedingungen zunächst gesunken, dann jedoch gestiegen. Grund für den Anstieg ist der in 2011 erfolgte Wechsel des Mähkorbs von 4 m auf 3 m Breite, den der Lohnunternehmer eigenständig durchgeführt hat, da er sich - wie bereits erwähnt - hiervon Zeit- und Kostenvorteile beim Umsetzen zwischen den Gewässern verspricht, was in Tabelle G2 nicht berücksichtigt ist. Im Jahr 2013 lag der Aufwand trotz 3 m-Mähkorb wieder deutlich unter dem Aufwand der herkömmlichen Unterhaltung aus dem Jahr



2009. D. h. der verringerte Umfang der Unterhaltung hat hier die Reduzierung der Mähkorbgröße kompensiert.

Bei der Eider ist der zeitliche Aufwand nach Umstellung gestiegen und zwar vor allem seit dem auch hier die Mähkorbbreite, aus den bei der Beste angeführten Gründen, reduziert worden war. Hinzu kommt, dass hier in 2009 und 2010 kurze Abschnitte nicht gemäht bzw. durch den Anlieger unterhalten wurden, was schwer zu bilanzieren war. Insgesamt besteht hier noch Einsparungspotenzial, wobei die extrem geringen Zeiten der herkömmlichen Unterhaltung jedoch vermutlich nicht erreicht werden, da die Arbeiten an dem relativ strukturreichen Gewässer sorgsamer und damit langsamer ausgeführt werden müssen.

Tab. G2: Zeitlicher Vor-Ort-Aufwand der herkömmlichen und schonenden Gewässerunterhaltung im Vergleich 2009 bis 2013; Details zur intensiven Unterhaltung vgl. Tab. G1

Vergleich Zeitaufwand			2009	2010	2011	2012	2013
GU herkömmlich - schonend			herkömmlich	Umstellung	1. Wiederholung	2. Wiederholung	3. Wiederholung
Gewässer	Breite (m)	Strecke (m)	rot = Änderungen des Lohnunternehmens gegenüber dem Vorjahr				
Treene	7,5	600,0	1-seitige BM+SK	wechselseitiges Krauten der Sohle und abschnittsweise BM			
			Baggerführer 1	Baggerführer 2	Baggerführer 2	Baggerführer 2	Baggerführer 2
			4 m MK	4 m MK	4 m MK	4 m MK	4 m MK
	Aufwand (h)		5,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Eider	3,5	500,0	2-seitige BM+SK	wechselseitiges Krauten der Sohle und abschnittsweise BM			
			Baggerführer 1	Baggerführer 1	GU ausgefallen	Baggerführer 2	Baggerführer 2
			4 m MK	4 m MK	GU ausgefallen	3 m MK	3 m MK
	Aufwand (h)		1,5	2,0	0,0	4,0	4,0
MübaAu	4,0	500,0	1-seitige BM+SR	wechselseitiges Krauten der Sohle und abschnittsweise BM			
			Baggerführer 1	Baggerführer 1	Baggerführer 1	Baggerführer 2	Baggerführer 2
			3 m Schaufel	3 m MK	3 m MK	4 m MK m. Lochbl.	4 m MK m. Lochbl.
	Aufwand (h)		4,0	3,0	3,5	2,5	3,0
Linau	3,5	500,0	1-seitige BM mit Front- + Seitenmäher, 2/3 SK mit Handsense	wechselseitiges Krauten der Sohle und abschnittsweise BM			
			4 Mann	4 (teilw.) / 2 Mann inkl. Zaun demontieren	4 Mann	4 Mann	4 Mann
	Aufwand (h)		6,0	5,0 / 10,0	8,0	5,0	5,0
Beste	7,5	500,0	1-seitige BM+SK	wechselseitiges Krauten der Sohle und abschnittsweise BM			
			Baggerführer 1	Baggerführer 2	Baggerführer 1	Baggerführer 2	Baggerführer 2
			4 m MK	4 m MK	3 m MK	3 m MK	3 m MK
	Aufwand (h)		3,5	2,5	3,0	3,5	2,5

Bei der Mühlenbarbeker Au liegen die Zeiten für die schonende Unterhaltung wiederum unter denen der herkömmlichen Unterhaltung. Interessanterweise ist hier der Zeitaufwand durch den Einsatz des 4 m breiten Mähkorbs gegenüber dem ursprünglich 3 m breiten Gerät nicht wesentlich verringert. Dies liegt daran, dass der Baggerführer hier aufgrund der großen Mähkorbbreite besonders vorsichtig vorgehen muss, um z. B. nicht in die Sohle zu greifen oder in die Böschungsfüße zu gelangen.

Bei der Handunterhaltung an der Linau war der zeitliche Aufwand mit Umstellung der Unterhaltung zunächst stark angestiegen, konnte jedoch durch Optimierung der Arbeitsabläufe gesenkt werden und liegt seit 2012 sogar unter dem ursprünglichen Aufwand bei herkömmlicher Unterhaltung.

Als **Fazit** zum zeitlichen Aufwand kann festgehalten werden, dass der Bearbeitungsaufwand der schonenden Gewässerunterhaltung an vier der fünf Gewässer im Jahr 2013 unter dem bei herkömmlicher Unterhaltung in 2009 liegt. Darüber hinaus zeigt sich, dass ein Wechsel des ausführenden Lohnunternehmens und damit der Baggerführer bzw. Arbeiter zunächst zu erhöhtem Aufwand führen, da z. B. Orts- und vor allem Gewässerkennnisse fehlen. Aber auch Kenntnisse über schonende Gewässerunterhaltung sind mitunter bei neuem Personal nicht vorhanden und es mangelt an Übung in der Anwendung und Umsetzung der Technik, so dass beides erst entsprechend vermittelt werden muss.

Da mit der Umstellung der Gewässerunterhaltung auf Stromstrichmähd an der Mühlenbarbeker Au seit Herbst 2010 keinerlei Entnahme von Sohlsubstraten mehr erfolgte, befürchtete der zuständige Verband hier eine verstärkte Auflandung. Aus diesem Grund hatte sich der DSV Mühlenbarbek zur Überwachung des Sedimentations- bzw. Erosionsverhaltens innerhalb der Pilotstrecke entschlossen.

Die auf Anregung und mit Unterstützung des DSV Mühlenbarbek im Jahr 2012 begonnene Vermessung der Sohlhöhe (vgl. Kap. 3.1.2) wurde im Jahr 2013 erstmals wiederholt. Von den acht Messpunkten wiesen je drei Erosions- bzw. Sedimentationserscheinungen auf, während zwei Stellen unverändert sind. Dabei liegen jedoch mit drei Ausnahmen alle Werte deutlich unter 10 cm. Nur drei Werte sind mit 12-32 cm größer und damit nennenswert, wobei es sich in zwei Fällen um Erosion und in einem Fall um eine Auflandung handelt. Die Summe aller Abträge (-0,59 m) liegt in jedem Fall deutlich unter der Summe der Aufträge (+0,26 m). Insgesamt sind die festgestellten Veränderungen minimal und vor allem nicht gerichtet. Dies vor dem Hintergrund des (noch) sehr kleinen Datenpools.

Die Ergebnisse der Sohlvermessung an der Mühlenbarbeker Au für die Jahre 2012 und 2013 sowie die über die Jahre 2010 bis 2013 ausgeführten Bearbeitungspläne für die fünf Pilotstrecken finden sich im Anhang sowie auf CD.

## 5 Ergebnisse der Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung 2009-2013

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Erfassung der Makrophyten und des Makrozoobenthos sowie der Gewässerstruktur für die Untersuchungsjahre 2009-2013 im Hinblick auf stattgefundene Veränderungen und vor dem Hintergrund der veränderten Gewässerunterhaltung vorgestellt. Details zu den Untersuchungen finden sich im Anhang.

### 5.1 Gewässerstruktur und Strukturgüte

Um einen Überblick über die Gewässerstruktur zu erhalten wurden die Pilotstrecken im Jahr 2009, d. h. vor der Umstellung der Unterhaltung, und im Jahr 2013, also nach 4-maliger schonender Unterhaltung, mit dem sog. „Vor-Ort-Verfahren“ (LAWA, verändert nach AHRENS 2007) kartiert und die Strukturgüte ermittelt. Darüber hinaus wurden ausgewählte Strukturparameter zusätzlich bei der Durchführung der biologischen Untersuchungen erfasst. Die Ergebnisse dieser im Rahmen der Makrophyten- und Makrozoobenthosuntersuchungen erfassten Strukturparameter werden in den jeweiligen Kapiteln (vgl. Kap. 5.2 und 5.3) vorgestellt. Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse der Strukturkartierung bzw. der Strukturgütebewertung beschrieben.

#### 5.1.1 Ausgewählte Einzelparameter

Mit der Strukturkartierung nach dem „Vor-Ort-Verfahren“ wurden insgesamt 32 Einzelparameter für jeden der fünf Kartierabschnitte der fünf Pilotstrecken erhoben. Die in den Jahren 2009 und 2013 erhobenen Daten finden sich in den Tab. AS1-AS5 im Anhang. In den Tabellen aus 2013 sind alle gegenüber der Ersterfassung in 2009 eingetretenen Veränderungen farblich markiert. Die sich aus den Geländedaten ergebenden Bewertungen für 2009 und 2013 sind in einer Tabelle auf CD zusammengeführt. Im Folgenden werden zunächst nur die Einzelparameter betrachtet.

Hiernach kann für die Entwicklung der 32 Einzelparameter festgehalten werden:

- Viele der 32 Einzelparameter haben keinerlei Veränderungen erfahren, da erwartungsgemäß nicht alle Gewässerstrukturen von der Gewässerunterhaltung und damit auch nicht von einer Umstellung der Unterhaltung betroffen sind und
- sofern Veränderungen für Einzelparameter eingetreten sind, handelt es sich fast durchweg um Verbesserungen, während Verschlechterungen eher die Ausnahme sind.

In Tabelle S1 sind die sechs Einzelparameter zusammengestellt, die sich am deutlichsten bzw. signifikant über alle Gewässer hinweg verbessert haben. Hierbei handelt es sich um die Parameter Längsbänke, Strömungsdiversität und Tiefenvarianz, Substratzusammensetzung und Substratdiversität sowie den Uferbewuchs.

Während die Eider bei allen sechs Parametern Verbesserungen erfahren hat, konnten für die Beste am wenigsten Besserungen verzeichnet werden. Hier gab es nur geringfügige Aufwertungen bei der Substratzusammensetzung bzw. in einem Abschnitt bei der Tiefenvarianz. Bei der Mühlenbarbeker Au haben fünf und bei Treene und Linau immerhin vier der genannten Parameter teils über die gesamte 500 m lange Strecke eine positive Entwicklung erfahren, wie es auch anhand der Mittelwerte für die Pilotstrecken deutlich wird. Es zeigt sich jedoch, dass fast alle Bewertungen weiterhin von einem guten (2) Ergebnis

entfernt sind. Lediglich die Substratdiversität erreicht diese Wertstufe nach Umstellung der Unterhaltung an Treene, Eider und Mühlenbarbeker Au abschnittsweise bzw. war bei der Linau bereits vor Umstellung gut und hat dieses Niveau gehalten.

Tab. S1: **Struktur:** Vergleich der Bewertung ausgewählter Einzelparameter vor (2009) und nach (2013) Umstellung der Gewässerunterhaltung, für die jeweils fünf Kartierabschnitte an den fünf Pilotstrecken von Treene (T), Eider (E), Mühlenbarbeker Au (M), Linau (L) und Beste (B) sowie Mittelwerte (MW) für die einzelnen Gewässer bzw. alle Gewässer zusammen. - Unterschiede der ausgewählten Einzelparameter über alle Gewässer signifikant (Wilcoxon-Test,  $p < 0,01$ )

Bewertungen / Güteklassen Strukturkartierung (LAWA, verändert nach AHRENS 2007):

1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = mäßig, 4 = unbefriedigend, 5 = schlecht

Verbesserung = grün und Verschlechterung = rosa hinterlegt

Gewässer	Längsbänke		Strömungsdiversität		Tiefenvarianz		Substratzusammensetzung		Substratdiversität		Uferbewuchs			
	2009	2013	2009	2013	2009	2013	2009	2013	2009	2013	links		rechts	
											2009	2013	2009	2013
T1	5	2	3	3	4	4	3	3	3	2	4	4	4	3
T2	5	4	3	3	4	4	4	3	3	2	4	4	4	4
T3	5	4	3	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4
T4	5	5	3	3	4	4	4	3	3	3	4	3	4	3
T5	5	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4
MW	5	3,8	3	3	4	4	3,8	3,2	3	2,8	4	3,8	4	3,6
E1	5	4	4	3	4	3	4	3	5	2	3	3	3	3
E2	5	3	4	3	4	3	4	3	3	2	4	3	4	3
E3	5	4	5	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	3
E4	5	4	5	3	4	4	3	3	3	2	4	3	4	3
E5	5	4	4	3	4	3	3	3	3	2	4	3	4	3
MW	5	3,8	4,4	3,2	4	3,4	3,6	3	3,6	2,2	3,8	3	3,8	3
M1	5	5	5	4	4	3	4	4	5	3	4	3	4	3
M2	5	5	5	4	4	3	4	4	5	5	4	4	4	4
M3	5	4	5	4	4	3	4	4	5	4	4	4	4	4
M4	5	4	5	3	4	3	4	4	5	3	4	4	4	4
M5	4	4	4	3	3	3	3	3	4	2	4	4	4	4
MW	4,8	4,4	4,8	3,6	3,8	3	3,8	3,8	4,8	3,4	4	3,8	4	3,8
L1	5	4	4	4	4	4	4	3	2	2	4	3	4	3
L2	5	4	4	4	4	4	4	3	2	2	4	3	4	3
L3	5	3	4	4	4	4	3	3	2	2	4	3	4	3
L4	5	4	4	4	4	4	3	3	2	2	4	3	4	3
L5	5	4	4	3	4	4	3	3	2	2	4	3	4	3
MW	5	3,8	4	3,8	4	4	3,4	3	2	2	4	3	4	3
B1	5	5	4	4	3	2	5	4	5	5	4	4	4	4
B2	5	5	4	4	3	3	5	4	5	5	4	4	4	4
B3	5	5	4	4	3	3	5	4	5	5	4	4	4	4
B4	5	5	4	4	3	3	4	4	5	5	4	4	4	4
B5	5	5	4	4	3	3	4	4	5	4	4	4	4	4
MW	5	5	4	4	3	2,8	4,6	4	5	4,8	4	4	4	4
MW T1-B5	5,0	4,2	4,0	3,5	3,8	3,4	3,8	3,4	3,7	3,0	4,0	3,5	4,0	3,5

Eine Entwicklung, die mit Ausnahme an der Beste überall zu beobachten ist, ist das Aufkommen von Längsbänken oder zumindest von Ansätzen solcher Strukturen, was ebenfalls positiv bewertet wird. Die folgende Abbildung S1 zeigt die Pilotstrecke an der Linau, wo bis 2009 in Handunterhaltung eine einseitige Böschungs- und Sohlmahd stattfand. Dies hat zu einem monotonen Gewässerverlauf mit einförmiger Gewässerbreite geführt (linkes Foto). In der Folge gab es kaum Strömungsdiversität und keine Tiefenvarianz. Die teils durch den ehemaligen Ausbau auf der Sohle vorkommenden Steine und Kiese waren oft übersandet.

Durch die seit 2010 durchgeführte wechselseitige Gewässerunterhaltung (vgl. Kap. 4) mit schonen der Uferböschungen insbesondere im Mittelwasserbereich sind an der Linau zunächst schwimmende Röhrichtmatten entstanden. Da diese Bereiche bei der jährlichen Unterhaltung regelmäßig geschont wurden, haben sich die Röhrichtmatten durch Sedimentation von Feinsedimenten zunehmend gefestigt und grenzen sich heute deutlich vom übrigen Gewässerbett ab.

Wie in Abbildung S1, rechts, erkennbar ist, sorgen die uferparallelen Röhrichtbänke für eine Einengung des Gewässerlaufs bei Mittel- und Niedrigwasser. Dies führt mittelfristig zur Erhöhung der Strömungsdiversität und der Tiefenvarianz und in der Folge zur Substratsortierung. Anhand der mit der Strukturkartierung erhobenen Daten kann diese Entwicklung bei der Linau (noch) nicht nachgewiesen werden, zeigt sich jedoch bereits bei Eider und Mühlenbarbeker Au, die ebenfalls Längsbänke entwickelt haben (vgl. Tab. S1). Für die Linau zeichnen sich diese Entwicklungen jedoch über die Detailstrukturkartierungen ab, die im Zuge der biologischen Untersuchungen durchgeführt wurden (vgl. Kap. 5.2 und 5.3).



Abb. S1: **Struktur:** Pilotgewässer Linau im November 2009 (links) und im Frühjahr 2014 (rechts): Beispiel für die Entwicklung von uferparallelen Längsbänken durch die wechselseitige Unterhaltung.

Die Einengung des Gewässerbetts führt bei den Verbänden bzw. den Mitgliedern mitunter zu Befürchtungen um den ordnungsgemäßen Abfluss. Hier zeigt sich jedoch, dass dieser in keiner Weise gefährdet ist, da sich die Röhrichtpflanzen bei hohen Wasserständen in die Strömung legen und die Uferbänke einfach überströmt werden, so dass das gesamte Gewässerbett dann für den Abfluss zur Verfügung steht. Nach Rückgang des Hochwassers richten sich die Pflanzen auf und dienen erneut als Strömunglenker.

Außer an der Mühlenbarbeker Au hat es an allen Pilotgewässern eine Zunahme der Anzahl der besiedelbaren Substrate gegeben, die zu einer Verbesserung des Parameters Substratzusammensetzung geführt hat. Außer den Hartsubstraten (Kies, Steine) sind es

vor allem die Makrophyten, die als Strukturelement hinzugekommen sind. Letztere werden durch den verringerten Unterhaltungsumfang geschont und verbleiben damit zum Teil auch nach der Unterhaltung im Gewässer. Die Hartsubstrate wurden teilweise, wie bei der Linau beschrieben, durch veränderte Strömungsverhältnisse frei gespült.

Was die Substratdiversität anbelangt, so zeigt sich anhand der Bewertungen in Tabelle S1, dass 12 Kartierabschnitte Verbesserungen und ein Abschnitt eine Verschlechterung erfahren hat. Dementsprechend scheinen 12 der insgesamt 25 Abschnitte im Jahr 2013 gegenüber der Ersterfassung unverändert. Ein Blick auf den errechneten Shannonindex, der den Bewertungen zugrunde liegt, in Abbildung S2 zeigt jedoch, dass dieser mit drei Ausnahmen (T5, L3, B4) durchweg für alle Gewässer bzw. Kartierabschnitte gestiegen ist. D. h. die vorhandenen Substrate haben durch die Umstellung der Gewässerunterhaltung eine signifikant bessere Gleichverteilung erfahren als dies bei herkömmlicher Unterhaltung der Fall war.

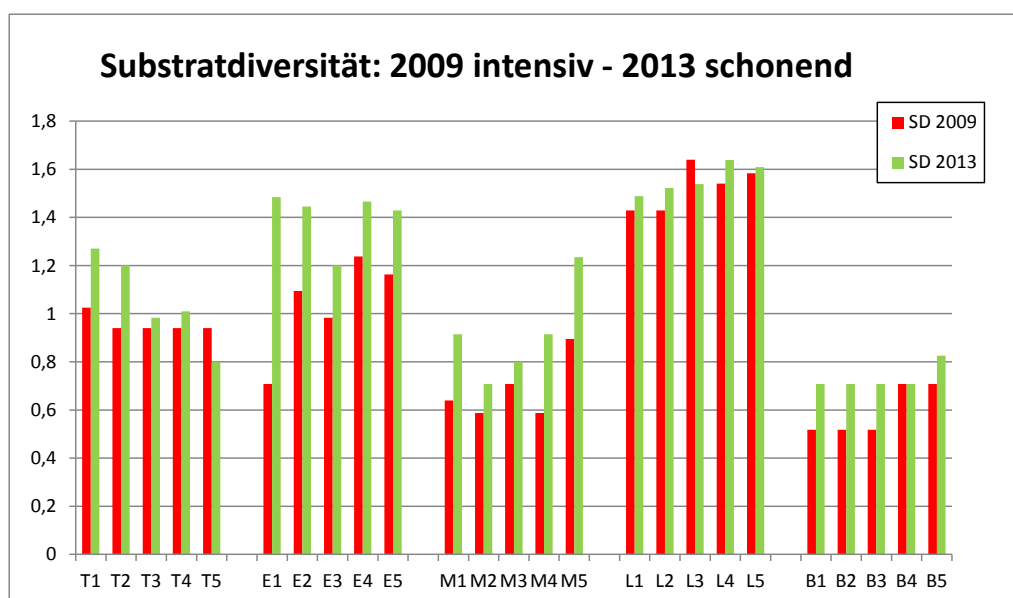


Abb. S2: **Struktur:** Substratdiversität (SD) nach Shannon (MÜHLENBERG 1993) für die jeweils fünf Kartierabschnitte an den fünf Pilotstrecken von Treene (T), Eider (E), Mühlenbarbeker Au (M), Linau (L) und Beste (B) - Unterschiede signifikant (t-Test,  $p < 0,01$ )

Ein weiterer Parameter, der von der Umstellung der Unterhaltung profitiert hat, ist der Uferbewuchs. Die Uferböschungen aller fünf Pilotstrecken wurden ursprünglich von teils ruderalisierten Gras- und/oder Krautfluren dominiert. Während Gehölze völlig fehlten, waren Röhrichtpflanzen zumindest kleinflächig eingestreut. Mit Umstellung der Unterhaltung war an den Gewässern die Böschungsmahd bis auf kurze Abschnitte auf der Arbeitsseite eingestellt worden (vgl. Kap. 4).

Ausgehend von den vorhandenen Vegetationsbeständen haben sich nach nunmehr 4-maliger schonender Unterhaltung bzw. Aussetzen der Böschungsmahd vor allem an der Eider und der Linau üppige Röhrichtbestände entwickelt, die bei der Eider noch von gewässertypischen Hochstauden begleitet werden. An der Beste sind in einem Abschnitt erste Gehölze aufgekommen, die jedoch aufgrund der Kleinräumigkeit nicht bei der Bewertung zu Buche schlagen. Insgesamt ist der Uferbewuchs im Jahr 2013 an der Hälfte der Kartierabschnitte der Kategorie „Röhricht“ zuzuordnen und hat damit eine Aufwertung erfahren (Tab. S1).

### 5.1.2 Strukturgütebewertung

Zur Bewertung der Strukturgüte werden die im Gelände erhobenen Einzelparameter gruppiert, und zwar zu den sechs Hauptparametern Laufentwicklung, Längsprofil, Sohlenstruktur, Querprofil, Uferstruktur und Gewässerumfeld. Hierüber werden dann die Bereiche Sohle, Ufer und Land und schließlich die Gesamtstrukturgüte eines Abschnitts bewertet (LAWA, verändert nach AHRENS 2007).

Je nachdem wie viele Einzelparameter sich verändern und/oder wie groß die Veränderung ist, wirkt sich dies auf die Hauptparameter, die Bereiche und schließlich auf das Endergebnis der Strukturgüte aus.

In der folgenden Tabelle S2 sind die im vorangegangenen Kapitel 5.1.1 vorgestellten sechs Einzelparameter, die durch Umstellung der Gewässerunterhaltung signifikante Verbesserungen erfahren haben, aufgeführt. Darüber hinaus ist aus der Tabelle ersichtlich, welchem Hauptparameter bzw. Bereich der jeweilige Einzelparameter zugeordnet ist, und auf den sich die Verbesserungen dann entsprechend auswirken.

Tab. S2: **Struktur:** Liste der Einzelparameter, die durch die Umstellung der Gewässerunterhaltung Verbesserungen erfahren haben und darüber Verbesserungen der höheren Einheiten bei der Strukturgütebewertung (LAWA, verändert nach AHRENS 2007) bewirken.

Einzelparametern	Hauptparameter	Bereiche	Gesamt
Längsbänke	Laufentwicklung	Sohle	Strukturgüte
Strömungsdiversität	Längsprofil		
Tiefenvarianz			
Substratzusammensetzung	Sohlenstruktur		
Substratdiversität			
Uferbewuchs	Uferstruktur	Ufer	

Wie im Methodenteil beschrieben erfolgte die Verrechnung der Einzelparameter zur Strukturgütebewertung mit einer beim LLUR vorhandenen Software, und zwar sowohl im Jahr 2009 als auch für das Jahr 2013. Die hiermit errechneten Bewertungsergebnisse sollten an dieser Stelle gegenübergestellt und auf stattgefundene Veränderungen hin diskutiert werden.

Im Zuge der Plausibilitätsprüfung der einzelnen Bewertungsergebnisse bzw. des Vergleichs der Daten 2009 und 2013 fielen jedoch Unstimmigkeiten auf: Zum einen waren einige der bereits in 2009 mit der LLUR-Software ausgewerteten Daten offenbar fehlerhaft berechnet worden, so dass diese durch Herrn Ahrens vom LLUR in 2013 neu berechnet wurden. Zum anderen wurden die Parameter Substratdiversität und Substratzusammensetzung für das Jahr 2013 über die Software nachweislich falsch berechnet, so dass diese händisch ermittelt (vgl. Tab. „Berechnung Substratdiversität“ auf CD) und die Strukturgüte erneut berechnet wurde. Aufgrund der festgestellten fehlerhaften Berechnungen wurde schließlich eine Überarbeitung der Software durch das LLUR ins Auge gefasst.

Eine abschließende Gegenüberstellung aller Daten aus 2009 und 2013 inkl. der vorgenommenen Korrekturen in einer Gesamtschau ergab erneut Unstimmigkeiten (vgl. Tabelle „Strukturgütebewertung“ auf CD): Obwohl sich Einzelparameter, wie im vorangegangenen Kapitel dargestellt, verbessert hatten, führten die hierauf aufbauenden Berechnungen höherer Ebenen, wie die Hauptparameter, mitunter zu einem schlechteren Ergebnis. Damit erschienen auch die Bewertungen für die Bereiche Sohle, Ufer, Land und schließlich die Gesamtbewertung der Strukturgüte nicht zuverlässig.

Aus diesem Grund musste im vorliegenden Bericht auf die Interpretation der Endergebnisse der Strukturgüte verzichtet werden und es wurden lediglich die Veränderungen der Einzelparameter, die anhand der Geländedaten eindeutig sind, interpretiert (vgl. Kap. 5.1.1). Sobald die LLUR-Software fehlerfrei läuft, könnten die Daten aus 2009 und 2013 noch einmal komplett neu berechnet und im Hinblick auf Veränderungen der Gesamtbewertung interpretiert werden. Da die Laufzeit des Projektes verlängert wurde, könnte dies im nächsten Endbericht geschehen, sofern ein Software-Update vorliegt.

Als **Fazit** im Hinblick auf Veränderungen der Strukturgüte durch die Umstellung der Gewässerunterhaltung kann jedoch festgehalten werden, dass es durch die festgestellten Verbesserungen der oben genannten sechs Einzelparameter zu einer Aufwertung insbesondere der Hauptparameter Laufentwicklung, Längsprofil, Sohlenstruktur und Uferstruktur gekommen ist. Hierüber ergeben sich Verbesserungen in den Bereichen Sohle und Ufer, während der Bereich Land keine Veränderungen erfährt, da er von der Gewässerunterhaltung nicht direkt beeinflusst ist.

Was das Endergebnis der Strukturgütebewertung anbelangt, so führen die signifikanten Verbesserungen der sechs Einzelparameter in der Gesamtbewertung zwar zu Verbesserungen. Diese dürften sich jedoch in den Nachkommastellen äußern, da „nur“ diese 6 der 32 Einzelparameter offenbar direkt von der Unterhaltung betroffen sind.

Von den Einzelparametern, die von der Umstellung der Gewässerunterhaltung profitiert haben, gehören jedoch insbesondere die Strömungsdiversität, die Tiefenvarianz und die Substratdiversität zu den strukturgebenden bzw. relevanten Parametern für Flora und Fauna (LIETZ & BRUNKE 2008), so dass ihre Verbesserungen maßgeblich mit zu der nachgewiesenen Regeneration der Makrophyten und vor allem des Makrozoobenthos an den Pilotstrecken geführt haben, wie im Folgenden ausgeführt wird (vgl. Kap. 5.2 und 5.3).



## 5.2 Gewässerflora

Nachdem in den Jahren 2009 und 2010 der Ist-Zustand der Makrophyten (= Ausgangssituation) an den Pilotstrecken vor Umstellung der Unterhaltung erfasst worden war, erfolgte in den Jahren 2011 bis 2013 das Monitoring von Veränderungen der Vegetationsbestände nach Einführung der schonenden Gewässerunterhaltung. Hierzu wurden die Makrophytenbestände an den fünf Pilotstrecken gemäß dem vorliegenden Untersuchungskonzept mit drei verschiedenen Methoden untersucht (vgl. Kap. 2.2 und 3.2. Dabei handelt es sich um die PHYLIB-Abschnittskartierung zur Bewertung des ökologischen Zustands gemäß WRRL, die auch 2009 durchgeführt wurde, sowie um Dauerflächenuntersuchungen zur Dokumentation der räumlichen Verteilung der Makrophytenbestände. Ferner wurden die Makrophyten einschließlich ausgewählter Strukturparameter über den Gewässerquerschnitt in einzelnen aneinander gereihten Plots entlang von sieben Transekten je Gewässer erfasst.

Die folgende Abbildung M1 zeigt die Anzahl der submersen Makrophyten, die jeweils mit den verschiedenen Methoden und bei allen Untersuchungen zusammen an den fünf Pilotstrecken nachgewiesen wurden am Beispiel für das Untersuchungsjahr 2013. Als Ergebnis hieraus kann festgehalten werden, dass alle drei Methoden das Arteninventar gut abbilden. Mit wenigen Ausnahmen unterscheiden sich die Artenzahlen für die Dauerflächen- bzw. Transektuntersuchungen nur geringfügig von den über die Abschnittskartierung nach PHYLIB nachgewiesenen Artenzahlen (Abb. M1). Insgesamt bilden alle drei Methoden das Arteninventar gut ab und ergänzen sich. Sämtliche Details der Geländedaten finden sich in den Tabellen AM1-AM5 im Anhang.

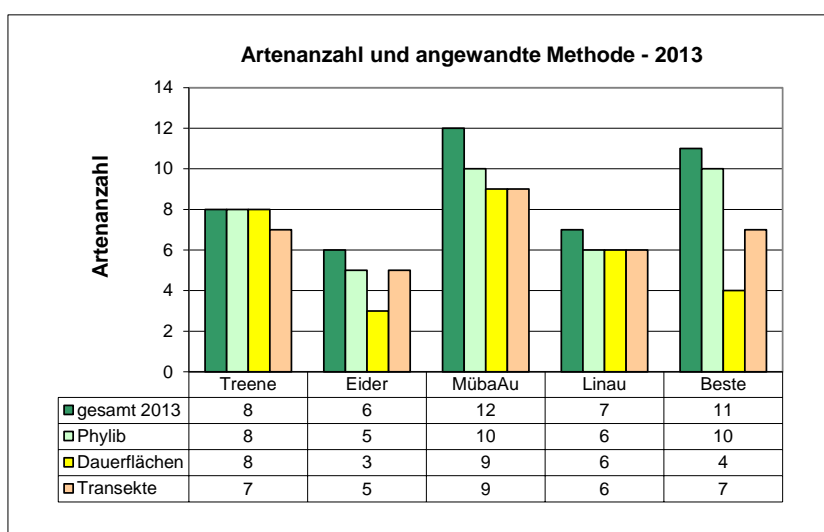


Abb. M1 **Makrophyten:** Anzahl submerser Makrophytentaxa bei verschiedenen Untersuchungsmethoden für das Jahr 2013 im Vergleich

### 5.2.1 Ökologischer Zustand

Was die submersen Makrophyten anbelangt, so sind gemäß der Abschnittskartierung nach PHYLIB die Mühlenbarbeker Au und die Beste mit jeweils 10 Taxa im Jahr 2013 die beiden artenreichsten unter den Pilotstrecken. Die Treene liegt mit 8 Arten im Mittelfeld, während Eider und Linau mit 5 bzw. 6 submersen Taxa die Schlusslichter unter den fünf Pilotstrecken bilden (Abb. M2, oben).

Somit ist seit Umstellung der Gewässerunterhaltung an vier Gewässern (Treene, Eider, Mühlenbarbeker Au und Linau) ein leichter Rückgang der **Artenzahl** der submersen Pflanzen zu verzeichnen. Lediglich bei der Beste ist eine Zunahme der submers wachsenden Makrophyten zu beobachten. Bei den ausgefallenen bzw. den bei der Beste hinzugekommenen Arten handelt es sich sowohl um Gütezeiger als auch um Störzeiger (vgl. Tab. AM1-AM5 im Anh.), so dass sich hier auch kein Trend in der qualitativen Bestandsentwicklung im Zusammenhang mit der Umstellung der Unterhaltung ergibt.

Bei den emersen Makrophyten zeichnet sich dagegen ein Trend der Artenzunahme seit Einführung der schonenden Unterhaltung ab, wie die untere Grafik der folgenden Abbildung M2 zeigt. Hiernach weisen drei der fünf Pilotstrecken (Eider, Linau und Beste) seit Einführung der schonenden Gewässerunterhaltung höhere Artenzahlen auf als vor Umstellung. Bei der Mühlenbarbeker Au stagniert die Zahl emerser Taxa. An der Treene hat die Zahl der emersen Makrophyten nach Umstellung der Unterhaltung zunächst abgenommen, um bis 2013 wieder leicht anzusteigen.

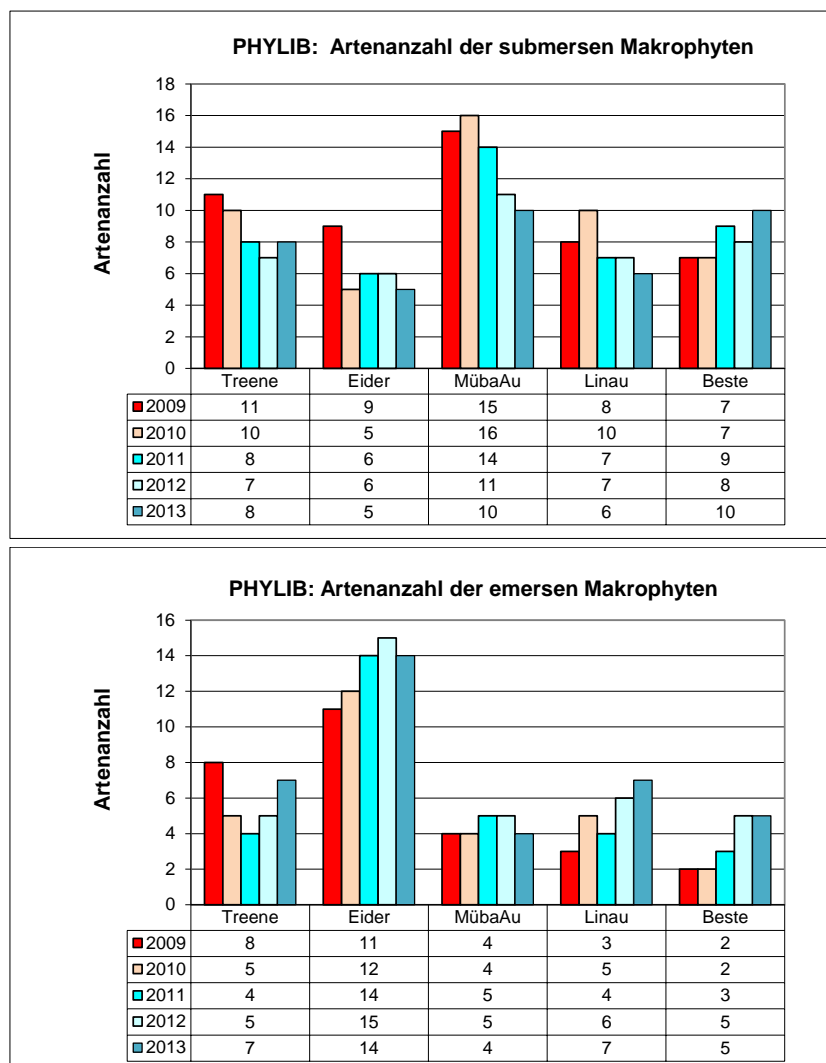


Abb. M2: **Makrophyten:** Anzahl der im Rahmen der WRRL-Untersuchung nach PHYLIB in den Jahren 2009-2013 nachgewiesenen submersen (oben) und emersen (unten) Makrophytentaxa an den fünf Pilotstrecken

Als Ursachen für die Zunahme der emersen Taxa kommen die Reduzierung der Böschungsmahd und die Schonung des Böschungsfußes bei der Mahd infrage. Hierdurch werden mahdempfindliche Arten, wie z. B. Wasserkresse (*Rorippa amphibia*), Sumpf-Ver-gissmeinnicht (*Myosotis scorpioides*) oder Bittersüßer Nachtschatten (*Solanum dulcamara*), im Wasserwechselbereich gefördert (vgl. Kap. 4 sowie STILLER 2006).

Das Aufkommen der emersen Makrophyten sorgt jedoch gleichzeitig für Konkurrenzdruck durch Beschattung, was wiederum zum Rückgang der submersen Arten geführt haben kann, wie auch die Entwicklung der **prozentualen Deckung** der beiden Pflanzengruppen in der folgenden Abbildung M3 zeigt. Hiernach hat die Pflanzendeckung der submersen Taxa an Treene und Linau seit der Umstellung der Gewässerunterhaltung teils deutlich abgenommen, während sie bei den übrigen Gewässern stagniert oder geringfügig auf und ab pendelt. Gleichzeitig hat bei fast allen Gewässern die Deckung der emersen Makrophyten mehr oder weniger deutlich zugelegt, was eine stärkere Beschattung der Sohle mit sich bringt und damit den Wuchsraum der submersen Makrophyten einschränkt.

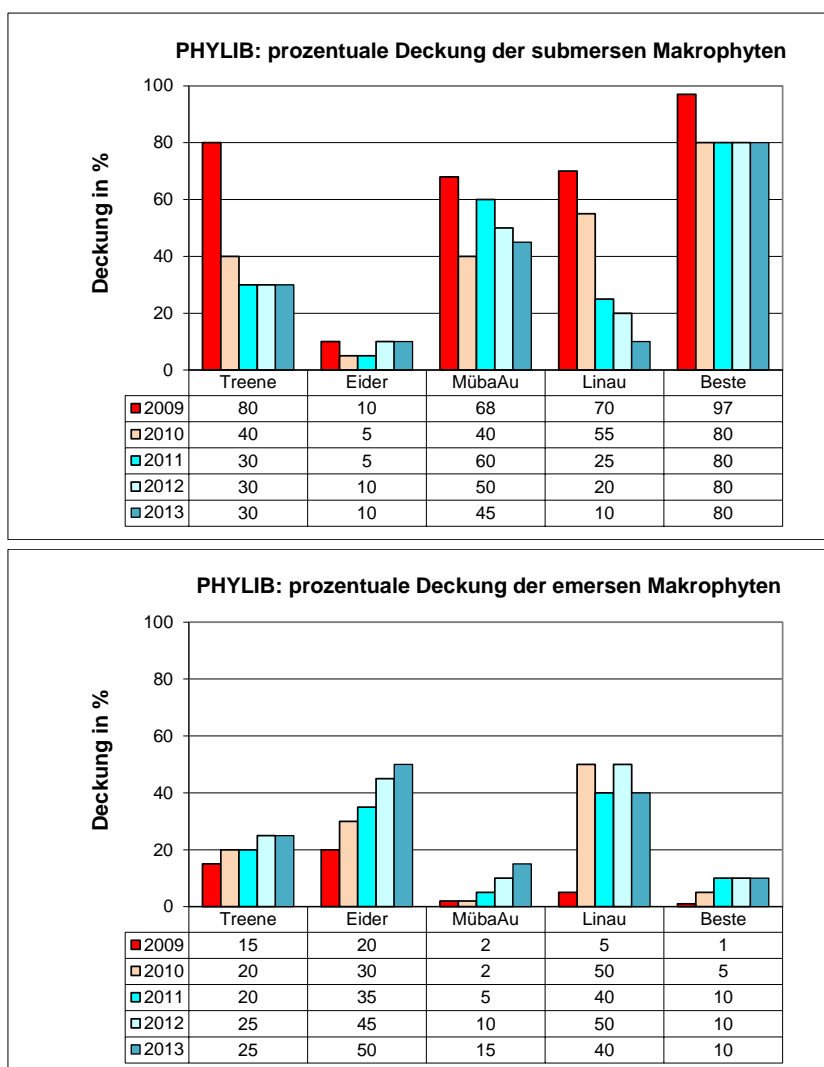


Abb. M3: **Makrophyten:** Prozentuale Deckung der submersen (oben) und emersen (unten) Makrophyten im Rahmen der WRRL-Untersuchung nach PHYLIB für die Jahre 2009-2013 an den fünf Pilotstrecken

Hinweis: Aufgrund ihrer strukturgebenden Funktion im Gewässer wurden emers wachsende hydrophytische Taxa (z. B. *Butomus umbellatus*) bei dieser Auswertung zu den emersen Makrophytentaxa gezählt, obwohl sie bei der Bewertung nach BIA (2013) als hydrophytischer Vegetationstyp (hier: Vallisneride) gewertet werden (Tab. M1 sowie AM1-AM5 im Anh.).

Ein Blick auf die Gesamtdeckung der submersen und emersen Makrophyten (Abb. M4) zeigt, dass die Zunahme der emersen teils durch die Abnahme der submersen Makrophyten kompensiert wurde. Somit ist es seit Umstellung der Unterhaltung und Reduzierung des Unterhaltungsumfanges nicht zu der von den unterhaltungspflichtigen Wasser- und Bodenverbänden generell befürchteten Zunahme der Pflanzenmenge und auch nicht zu Behinderungen des ordnungsgemäßen Abflusses gekommen.

Stattdessen hat die Gesamtdeckung bei vier Gewässern (Treene, Mühlenbarbeker Au, Linau und Beste) abgenommen oder ist gleich geblieben. Nur an der Eider hat der Bewuchs seit Umstellung der Unterhaltung zugenommen, liegt jedoch noch deutlich unter dem der übrigen Pilotstrecken.

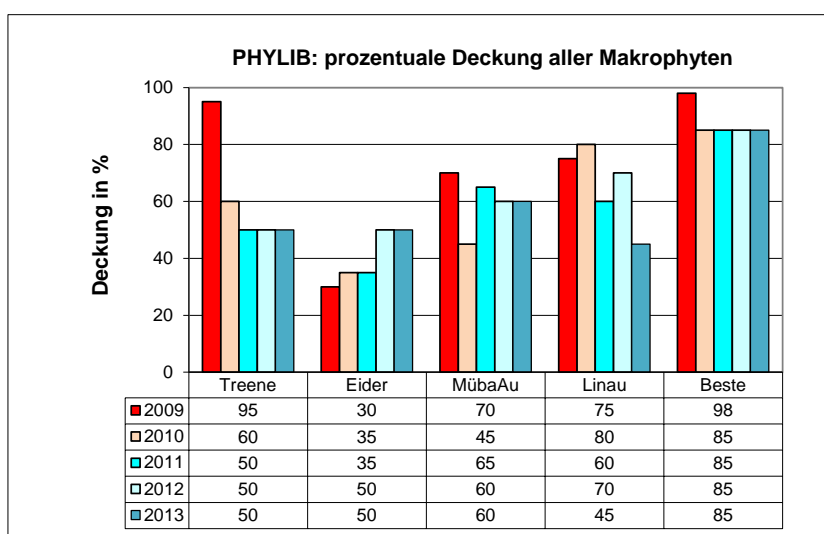


Abb. M4: **Makrophyten:** Prozentuale Gesamtdeckung der submersen und emersen Makrophyten im Rahmen der WRRL-Untersuchung nach PHYLIB für die Jahre 2009-2013 an den fünf Pilotstrecken

Hinweis: Die dargestellte geschätzte Gesamtdeckung kann aufgrund von Überlappungen einzelner Pflanzen unter der Summe der Deckungen von submersen und emersen Makrophyten liegen und max. 100 % erreichen (vgl. BiA 2013).

Nicht nur hinsichtlich der Artenzahlen und der Makrophytendeckung, sondern auch im Hinblick auf die Anzahl der **Wuchsformen** als Maß für die Strukturvielfalt der Bestände zeigen die Makrophytenbestände der Pilotstrecken Unterschiede (Abb. M5). Am besten schneiden hier über die Jahre und auch im Jahr 2013 Treene und Mühlenbarbeker Au mit sieben bis acht Wuchsformtypen ab. Eider, Linau und Beste weisen nach Umstellung der Unterhaltung lediglich vier bis fünf Wuchsformtypen auf. Insgesamt hat es an den einzelnen Gewässern im Monitoringzeitraum nur geringfügige Veränderungen bei den Wuchsformtypen gegeben. Eine Ausnahme hiervon macht die Linau, wo über den Monitoringzeitraum drei Wuchsformtypen ausgefallen sind.

Eine gerichtete Entwicklung der Zahl der Wuchsformtypen ist seit Umstellung der Gewässerunterhaltung ähnlich wie bei den Artenzahlen (s. o.) an den fünf Pilotstrecken bislang nicht festzustellen. Offenbar ist mit der Einführung einer schonenden Unterhaltung nicht unmittelbar eine Zunahme dieser beiden Parameter verbunden, wie andere Untersuchungen in Schleswig-Holstein gezeigt haben (STILLER 2006). Ursache hierfür ist u. a., dass negativ zu wertende Störzeiger zwar ausfallen, mit deren Wegfall jedoch nicht unmittelbar Gütezeiger und/oder Leitbild-konforme Arten einwandern z. B. mangels Wiederbesiedlungspotenzial. Somit kann es bei Umstellung der Unterhaltung auch zum Rückgang der

Anzahl der Arten und/oder Wuchsformtypen kommen. Entscheidend sind daher auch die Artenzusammensetzung und Abundanzen bzw. die prozentualen Anteile unterschiedlicher Arten zueinander, die den ökologischen Zustand ergeben, wie die folgenden Ergebnisse zeigen (vgl. auch Kap. 5.2.2 und 5.2.3).

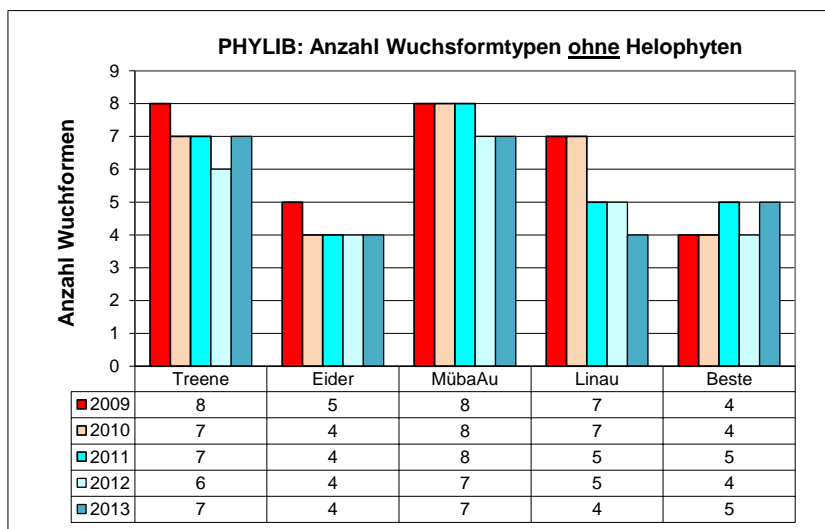


Abb. M5: **Makrophyten:** Anzahl der im Rahmen der WRRL-Untersuchung nach PHYLIB für die Jahre 2009-2013 an den fünf Pilotstrecken nachgewiesenen Wuchsformtypen (ohne Helophyten, BIA 2013)

Für die Ermittlung der Vegetationstypen und des ökologischen Zustands nach dem Schleswig-Holstein-eigenen Bewertungsverfahren von STUHR & JÖDICKE (2003) steht seit Ende 2013 eine aktualisierte Verfahrensanleitung, das sog. **BMF-Verfahren**, zur Verfügung (BIA 2013). Damit die hiermit für 2013 ermittelten Bewertungsergebnisse mit denen aus den Vorjahren vergleichbar sind, wurden alle bisherigen Daten mit dieser neuen Version ausgewertet.

Die Einstufung der Makrophytenbestände in die Vegetationstypen nach dem BMF-Verfahren ergibt für die beiden großen Gewässer Treene und Beste keine Veränderungen über den Untersuchungszeitraum (Tab. M1). An Eider, Mühlenbarbeker Au und Linau haben dagegen Abundanzverschiebungen zu Wechseln der Vegetationstypen geführt.

Nach wie vor herrscht an der Treene mit der Igelkolben-Gesellschaft (*Sparganium emersum*-G.) ein Leitbild-konformer Vegetationstyp vor, während der Kamm-Laichkraut-Bestand (Parvopotamiden-Typ) an der Beste als Störzeiger gewertet wird.

Aufgrund der Dominanz der submers und emers wachsenden Schwanenblume (*Butomus umbellatus*) war der Bestand an der Eider bis 2011 ebenfalls der Leitbild-konformen Igelkolben-Gesellschaft (*Sparganium emersum*-G.) zugeordnet worden. Da durch die schonende Unterhaltung, wie beschrieben, die ufernahen Makrophyten gefördert wurden, wird der Makrophytenbestand nunmehr von Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) dominiert, was zur Einstufung in den nicht Leitbild-konformen Helophyten-Typ führt.

An der Mühlenbarbeker Au herrschte zu Beginn und am Ende des Monitoringzeitraums das für den Fließgewässertyp nicht Leitbild-konforme Ährige Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*) vor. Zwischenzeitlich dominierten hier 1-jährige Kleinlaichkräuter. Diese werden

hier jedoch aufgrund der Umstellung der Unterhaltung von Sohlräumung auf Sohlmahd zunehmend durch die mehrjährigen Arten abgelöst werden.

Der Vegetationsbestand der Linau war vor Einführung der schonenden Unterhaltung von Kamm-Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*) und Wasserpest-Arten (*Elodea nuttallii*, *E. canadensis*) geprägt und den entsprechenden nicht Leitbild-konformen Vegetationstypen zugeordnet (Tab. M1). Nach Umstellung der Unterhaltung konnte ein Rückgang der submersen Makrophyten insbesondere des Kamm-Laichkrauts (*Potamogeton pectinatus*) beobachtet werden, so dass der verbleibende von Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) dominierte Makrophyten-Bestand dem Helophyten-Typ zugeordnet wurde.

Sowohl an der Eider als auch an der Linau sind die submersen Makrophytenbestände nach Umstellung der Unterhaltung offenbar zunehmend schütter ausgebildet. Ursache hierfür dürfte einerseits die Konkurrenz der ufernah wachsenden emersen Makrophyten sein (s. o.). Andererseits kann die erhöhte Strömungsgeschwindigkeit im Stromstrich eine Ansiedlung von submersen Makrophyten erschweren. Hier muss die weitere Entwicklung zeigen, wie submerse Makrophyten von den veränderten Bedingungen profitieren können.

Bei den nennenswerten Veränderungen, die seit Umstellung der Unterhaltung insbesondere bei den Begleitarten aufgetreten sind, handelt es sich um die kontinuierliche Zunahme des Wasserhahnenfußes (*Ranunculus penicillatus*) bei der Treene bei gleichzeitiger Abnahme der als Störzeiger eingestuften Wasserpest (*Elodea canadensis*). Bei der Mühlenbarbeker Au haben Gütezeiger bzw. Leitbild-konforme Arten (*Callitriche hamulata*, *Sparganium emersum*) und Störzeiger (*Elodea canadensis*, *Potamogeton pusillus*) sowohl abgenommen als auch zugenommen.

An der Beste, wo nach wie vor das Kamm-Laichkraut deutlich dominiert, haben immerhin Anzahl und Anteil an Begleitarten und damit die floristische Vielfalt gegenüber vor Umstellung der Unterhaltung leicht zugenommen, wie insbesondere die Detailuntersuchungen zeigen (vgl. Kap. 5.2.2 und 5.2.3). Außer an der Eider wird nach dem Rückgang der submersen Makrophyten nun auch die Linau von emersen Makrophytenbeständen geprägt, die aufgrund ihrer Wuchsweise für strukturelle Veränderungen im Gewässer sorgen (vgl. Kap. 5.1 und 5.2.4).

Tab. M1: **Makrophyten:** Vegetationstypen nach dem BMF-Verfahren (BIA 2013) an der fünf Pilotstrecken über den Untersuchungszeitraum 2009-2013 - WRRL-Untersuchungen - Der Helophyten-Typ wurde nach STUHR & JÖDICKE (2003) ermittelt, d. h. wenn Helophytendeckung > 50 % der Gesamtdeckung aller Makrophyten.

Gewässername	Vegetationstyp herkömmliche GU		Vegetationstyp schonende GU		
	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Treene</b>	<i>Sparganium emersum</i> -Gesell.	<i>Sparganium emersum</i> -Gesell.	<i>Sparganium emersum</i> -Gesell.	<i>Sparganium emersum</i> -Gesell.	<i>Sparganium emersum</i> -Gesell.
<b>Eider</b>	<i>Sparganium emersum</i> -Gesell.	<i>Sparganium emersum</i> -Gesell.	<i>Sparganium emersum</i> -Gesell.	Helophyten-Typ.	Helophyten-Typ..
<b>Mühlenbarbeker Au</b>	Myriophylliden-Typ	Parvopotamiden-Typ	Parvopotamiden-Typ	Myriophylliden-Typ	Myriophylliden-Typ
<b>Linau</b>	Parvopotamiden-Typ	Elodeiden-Ceratophyllum-Typ	Helophyten-Typ	Helophyten-Typ.	Helophyten-Typ..
<b>Beste</b>	Parvopotamiden-Typ	Parvopotamiden-Typ	Parvopotamiden-Typ	Parvopotamiden-Typ	Parvopotamiden-Typ

Hinweis zum BMF-Verfahren: Generell sollte der Helophyten-Typ nur zum Tragen kommen, wenn die Helophyten dominant gegenüber allen Hydrophyten auftreten. Nach Rücksprache mit einem der Verfasser des Verfahrens Herrn J. Stühr im Dezember 2014 bestand Einigkeit darüber, dass das Bewertungsverfahren in diesem Punkt überarbeitet werden könnte.

Das Ergebnis der Bewertung des ökologischen Zustands nach dem BMF-Verfahren zeigt die folgende Tabelle M2. Hiernach ist der Makrophytenbestand der Treene in 2013 in einem guten (2) Zustand. Eider, Mühlenbarbeker Au und Beste weisen einen mäßigen (3) Zustand auf, während die Linau als „unbefriedigend“ (4) eingestuft ist.

Einzige Änderung seit Umstellung der Unterhaltung in 2010 ist hiernach die Verschlechterung des Makrophytenzustands in der Linau in 2013 von „mäßig“ (3) auf „unbefriedigend“ (4). Darüber hinaus haben sich im Monitoringzeitraum auch unabhängig von der Unterhaltungsumstellung Änderungen bei den Zustandsbewertungen ergeben.

Da sich die bisher vorherrschenden Vegetationstypen seit der Erstkartierung nicht geändert haben (Treene, Beste) oder wenn, dann von einem nicht Leitbild-konformen Vegetationstyp in den anderen (Eider, Mühlenbarbeker Au und Linau; Tab. M1 sowie Tab. AM1-AM5 im Anh.), ist vor allem der Wegfall von Wuchsformtypen, deren Anzahl beim BMF-Verfahren mit bewertet wird, für die veränderten Bewertungsergebnisse verantwortlich.

Tab. M2: **Makrophyten:** Ergebnisvergleich 2009-2013 - WRRL-Untersuchungen gemäß dem BMF-Verfahren (BIA 2013)

BMF-Verfahren	ÖZK herkömmliche GU		ÖZK schonende GU		
	2009	2010	2011	2012	2013
Treene	2	3	3	3	2
Eider	3	4	4	3	3
MübaAu	3	3	3	3	3
Linau	3	3	3	3	4
Beste	3	3	3	3	3

Bewertungen gem. WRRL: ÖZK 1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = mäßig, 4 = unbefriedigend, 5 = schlecht

Auch nach dem **PHYLIB-Verfahren** hat es über den Monitoringzeitraum Veränderungen bei der Bewertung gegeben (Tab. M3), wobei die Bewertungsergebnisse nach Umstellung der Unterhaltung stabiler erscheinen als zuvor. Insgesamt sind die Veränderungen in der Bewertung jedoch auch hiernach gering, was aus gutachterlicher Sicht anhand der stattgefundenen beschriebenen Veränderungen plausibel erscheint.

Tab. M3: **Makrophyten:** Ergebnisvergleich 2009-2013 - WRRL-Untersuchungen gemäß dem PHYLIB-Verfahren (SCHAUMBURG et al. 2012) - Bewertungen vgl. Tab. M2

PHYLIB-Verfahren	ÖZK herkömmliche GU		ÖZK schonende GU		
	2009	2010	2011	2012	2013
Treene	3	2	3	3	3
Eider	4	3	3	3	3
MübaAu	3	3	2	3	3
Linau	5	4	4	4	4
Beste	4	4	4	4	4

Hinweis: Die Unterschiede in der Bewertung der Gewässer mit den beiden Bewertungsverfahren resultieren in erster Linie daraus, dass das BMF-Verfahren im Gegensatz zu PHYLIB die Anzahl der Wuchsformtypen berücksichtigt, wodurch sich mit dem BMF-Verfahren teils bessere Bewertungen ergeben.

Hiernach befinden sich die Makrophytenbestände von Linau und Beste über die Jahre in einem unbefriedigenden (4) ökologischen Zustand, was für die Beste auch der tatsächlichen Situation gerechter wird als das Ergebnis des BMF-Verfahrens (s. o.). Diese Einstufung (4) erscheint aus gutachterlicher Sicht auch für die Eider - entgegen der aktuellen BMF- und PHYLIB-Bewertungen (3) - eher angemessen. Treene und Mühlenbarbeker Au sind in einem mäßigen (3) Zustand - immerhin mit Tendenz zu „gut“ (2). Damit verfehlen die Makrophyten an allen Pilotstrecken das Ziel der WRRL, den guten ökologischen Zustand, und sind weiter zu verbessern.

Die ökologische Zustandsklasse der Makrophytenbestände der fünf Pilotstrecken zeigt sowohl nach dem BMF-Verfahren als auch nach dem PHYLIB-Verfahren somit seit der Erstkartierung bzw. der Umstellung der Gewässerunterhaltung keine Tendenz - weder zur Verschlechterung noch zur Verbesserung.

Betrachtet man jedoch die einzelnen dem PHYLIB-Verfahren bei der Bewertung zugrunde liegenden Indices, wie die Eveness als Maß für die Vielfalt bzw. Gleichverteilung der Pflanzenbestände und den Referenzindex, so zeigen sich erste Tendenzen. In Abbildung M6 sind der Median sowie die Minimum- und Maximumwerte für die Eveness und die Referenzindices jeweils für alle fünf Pilotstrecken für die beiden Untersuchungsjahre vor Einführung der schonenden Gewässerunterhaltung (2009 und 2010) und die drei Jahre nach Umstellung (2011, 2012 und 2013) dargestellt (vgl. Tab. AM6 im Anh.).

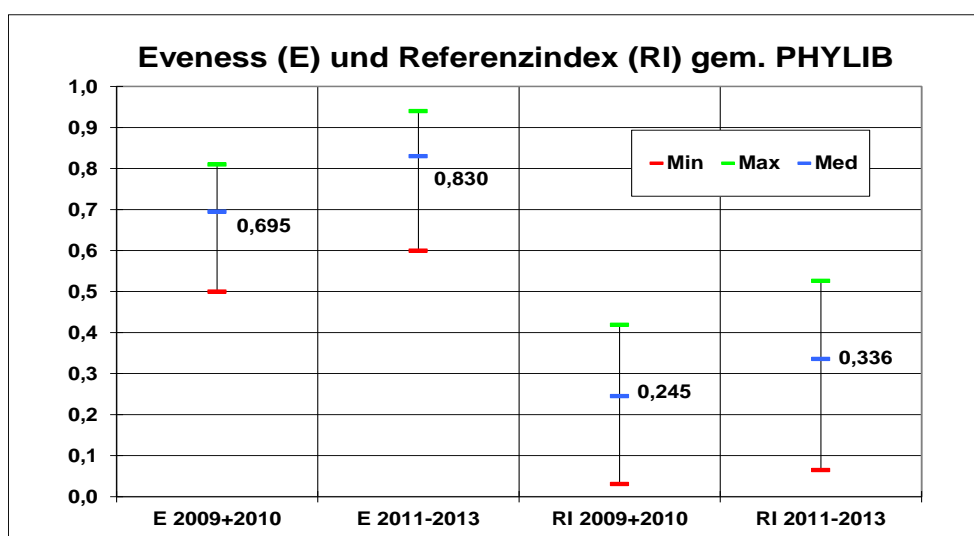


Abb. M6: **Makrophyten:** Vergleich der Median-, Minimum- und Maximumwerte für Eveness (E) und Referenzindex (RI) gemäß dem PHYLIB-Verfahren für alle Gewässer vor (2009+2010) und nach (2011-2013) Umstellung der Unterhaltung

Danach hat sich die Vielfalt der Makrophytenbestände über alle Pilotstrecken betrachtet geringfügig erhöht, wie anhand des Medians (0,695 auf 0,830) und der Minimum- und Maximumwerte für die Eveness (E) zu sehen ist. Auch der Median des Referenzindex (RI) weist eine Steigerung auf (0,245 auf 0,336), was eine geringfügige Verbesserung der gemittelten ökologischen Zustandsklasse von 3,5 auf 3,0 bedeutet, d. h. eine Tendenz von unbefriedigend hin zu mäßig. Während die Unterschiede bei den hier dargestellten Medianwerten zufällig sind, unterscheiden sich die Mittelwerte über alle Gewässer vor und nach Unterhaltungsumstellung signifikant (vgl. Berechnungen Tab. AM6 sowie Tab. A1 im Anh.).



### 5.2.2 Dauerflächenuntersuchungen

Ziel der Dauerflächenuntersuchungen ist es die räumliche Verteilung, den strukturellen Aufbau, die Sukzession der Makrophytenbestände und deren Veränderungen im Untersuchungszeitraum zu erfassen. Die schematischen Vegetationskarten der jeweils drei Dauerflächen der fünf Pilotstrecken für die Untersuchungsjahre 2010-2013 sind im Anhang dargestellt (vgl. Abb. AM1-AM5).

Seit Umstellung der Unterhaltung mit Reduzierung der Böschungsmahd konnte für alle Dauerflächen eine kontinuierliche Zunahme der uferparallelen Röhrichsäume festgestellt werden, so dass die emersen Makrophyten im Jahr 2013 an den Dauerflächen aller Pilotstrecken ihre größte Ausdehnung aufweisen. Darüber hinaus hat es bei der **räumlichen Verteilung** der submersen Makrophyten teilweise Verschiebungen gegeben. Dabei haben die deutlichsten Veränderungen seit Umstellung der Gewässerunterhaltung an der Treene stattgefunden, wie die folgende Abbildung M7 zeigt.

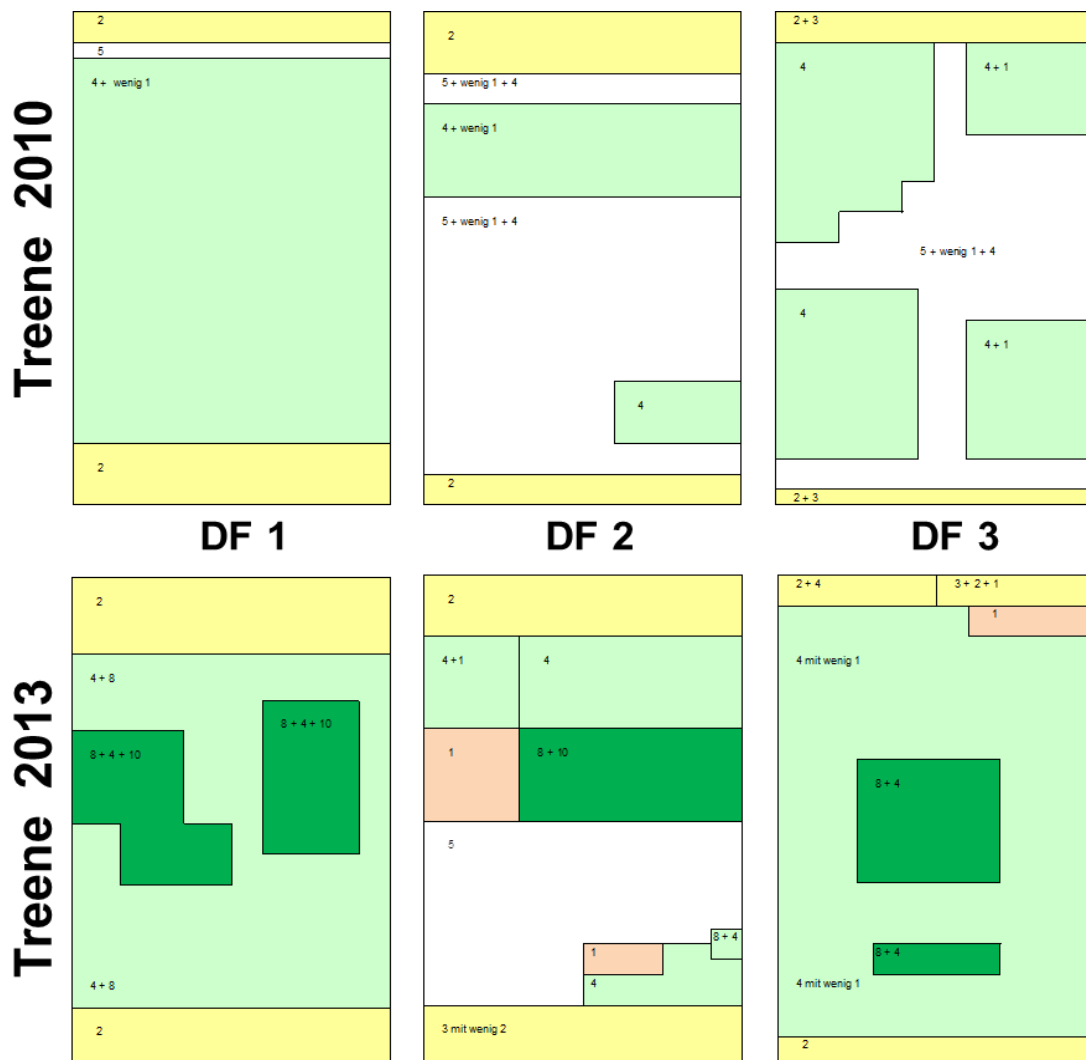


Abb. M7: Treene: Vergleich der räumlichen Verteilung der vorherrschenden Makrophyten an den drei Dauerflächen (DF1-DF3) in den Jahren 2010 (oben) und 2013 (unten) - Legende s. rechts (Details vgl. Abb. AM1 im Anh.)

- Rohrglanzgras / Schilf
- Wasserpest
- Wasserstern
- Igelkolben
- Wasserhahnenfuß

Hiernach ist der erstmals in 2012 von weiteren Arten durchsetzte ehemals relativ einförmige, flächig wachsende Igelkolben-Bestand (*Sparganium emersum*) an der Treene auch im Jahr 2013, d. h. drei Jahre nach Umstellung der Gewässerunterhaltung, von weiteren Arten durchsetzt. Dabei konnte sich der Pinselblättrige Wasserhahnenfuß (*Ranunculus penicillatus*) halten bzw. sein Areal sogar leicht ausdehnen (vgl. auch Abb. AM1 im Anh.). Der in 2012 eigene Bestände bildende Wasserstern (*Callitriche* sp.) ist dagegen wieder zurückgegangen, während die Wasserpest (*Elodea canadensis*) in 2013 kleine abgrenzbare Pflanzenpolster bildete.

Bei der Eider hat es aufgrund der geringen Pflanzenmenge hinsichtlich der räumlichen Verteilung bei den submersen Makrophyten über die Jahre kaum Änderungen gegeben (vgl. Abb. AM2 im Anh.). Und bei der Beste ist der submers siedelnde Makrophytenbestand nach wie vor flächig ausgebildet (vgl. Abb. AM5 im Anh.). Bei der Mühlenbarbeker Au hatte sich der vor Umstellung der Unterhaltung mosaikartig auf der Sohle verteilte Makrophytenbewuchs im Jahr 2012 an allen drei Dauerflächen verdichtet und weitgehend flächig entwickelt (vgl. Abb. AM3 im Anh.). Dies gilt auch für 2013, wobei sich jedoch die Abundanzen der vorherrschenden Arten erneut verschoben haben.

Die Linau zeigt im Jahr 2013 die deutlichsten Veränderungen gegenüber den Vorjahren durch den Wegfall des Kamm-Laichkrautes (*Potamogeton pectinatus*; vgl. Kap. 5.2.1). Hier ist die Sohle nahezu frei von submersen Makrophyten und der Bewuchs beschränkt sich auf uferparallel wachsende üppige Röhrichtsäume (vgl. Abb. AM4 im Anh.).

Insgesamt haben sich die erstmals in 2012 beobachteten Veränderungen der räumlichen Verteilung der submersen Makrophytenbestände bei Treene und Mühlenbarbeker Au im Jahr 2013 bestätigt. Außerdem hat es bei der Linau einen deutlichen Wandel in der räumlichen Besiedlung des Gewässers gegeben. Somit haben drei Jahre nach Umstellung der Unterhaltung, drei der fünf Pilotstrecken Veränderungen der räumlichen Verteilung der submersen und emersen Makrophytenbestände und damit im strukturellen Aufbau der Makrophytenbestände erfahren.

Insbesondere die Entwicklung der üppigen uferparallelen Röhrichtsäume hat auch für strukturelle Veränderungen des Gewässerbettes an den Pilotstrecken gesorgt. Durch die üppigen Pflanzenbestände, die sich zunehmend in Form von Längsbänken festigen, wurde der Abfluss auf einen schmaleren Stromstrich konzentriert, worüber es zu positiven Veränderungen der Strömungsdiversität, Tiefenvarianz und Substratdiversität gekommen ist, wie die Auswertungen in den Kapiteln 5.1.1 und 5.2.4 zeigen.

### 5.2.3 Transektuntersuchungen

Im Vergleich zu den zuvor beschriebenen Flächenansätzen (vgl. Kap. 5.2.1 und 5.2.2) steht bei den Transektuntersuchungen nicht die Fläche im Vordergrund, sondern die sich über die Transekte und Plots ergebende große Zahl von Einzelergebnissen. Hiermit sollen die relative Häufigkeit und die Mengenanteile der am Bestandsaufbau beteiligten Arten miteinander verglichen und die Dominanzstrukturen dargestellt werden.

In den Abbildungen AM6-AM10 im Anhang sind die Ergebnisse der Auswertung „relative Häufigkeit“ und „quantitative Anteile“ des Auftretens der submersen und emersen Makrophyten aus den Jahre 2010-2013 für die einzelnen Transekte aller fünf Pilotstrecken dargestellt. Darüber hinaus wurden jeweils die Daten für alle Transekte eines Untersuchungsjahres zusammengefasst. Nachfolgend werden die Ergebnisse exemplarisch für

zwei der Pilotstrecken vorgestellt: An der Treene zeigen auch die Transektuntersuchungen die zuvor bei den Dauerflächen festgestellten Entwicklungen, wie Abbildung M8 (oben) anhand der relativen Häufigkeit, d. h. der **Frequenz** des Auftretens der Arten im Vergleich zu den Vorjahren, zeigt. Zwar wird die Makrophytengemeinschaft der Treene weiterhin von Igelkolben (*Sparganium emersum*) dominiert. Die Zahl der Vorkommen des Wasserhahnenfußes (*Ranunculus penicillatus*) entlang der Transekte hat jedoch in 2012 und 2013 gegenüber vor der Umstellung der Unterhaltung zugenommen. Gleichzeitig hat die Zahl der Vorkommen der Wasserpest (*Elodea canadensis*) abgenommen, aber auch der Wasserstern (*Callitriche* sp.) ist zurückgegangen. Darüber hinaus beteiligen sich in 2011 und 2013 Wasserlinsen (*Lemna minor*, *L. trisulca*, *Spirodela polyrhiza*) am Bestandsaufbau, die jedoch als Wasserschweber nur sporadisch in den Fließgewässern auftreten und daher auf die Bestandsentwicklung wenig Einfluss haben. Anders dagegen die emersenen Makrophyten, die in der Grafik als Ganzes zusammengefasst sind. Ihre Frequenz hat nach Umstellung der Unterhaltung kontinuierlich zugenommen.

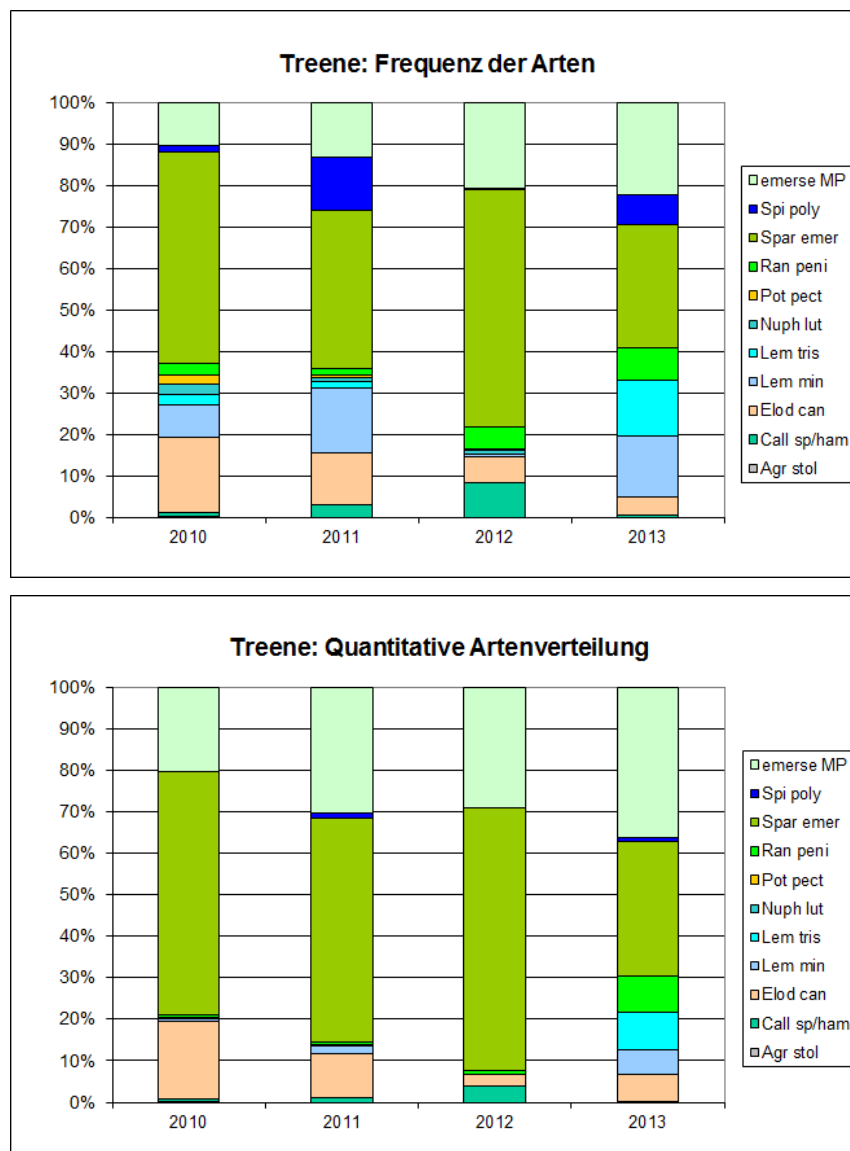


Abb. M8: Relative Häufigkeit (oben) sowie quantitative Anteile des Auftretens (unten) der submersen und emersenen Makrophyten für alle sieben Transekte gemeinsam für die Jahre 2010-2013 am Beispiel der Treene (vgl. auch Abb. AM6 im Anh.)

Die **quantitative Artenverteilung** (Abb. M8, unten) zeigt deutlicher die Steigerung der Vielfalt des Makrophytenbestandes an der Treene als die relative Häufigkeit. Während bis 2012 nur ein bis zwei submerse Arten und die emersen Makrophyten am Bestandaufbau beteiligt waren, hat nun der Wasserhahnenfuß (*Ranunculus penicillatus*) einen Anteil von ca. 10 % am Gesamtbestand. Auch der Anteil der emersen Makrophyten hat gegenüber dem Igelkolben (*Sparganium emersum*) zugenommen, so dass die Dominanz des Igelkolbens in der Treene leicht rückläufig ist.

Auch bei der Mühlenbarbeker Au zeigt die Auswertung der Plots bzw. Transekte eine deutliche Zunahme des Anteils der emersen am Bestandaufbau der Makrophyten (Abb. M9). Außerdem ist hier gegenüber der Ausgangssituation in 2010 vor allem der Anteil der Störzeiger (v. a. 1-jährige Kleinlaichkräuter und Wasserpest, *Elodea canadensis*, rosa, rote und orange Farbtöne) zurückgegangen (Abb. M9, unten).

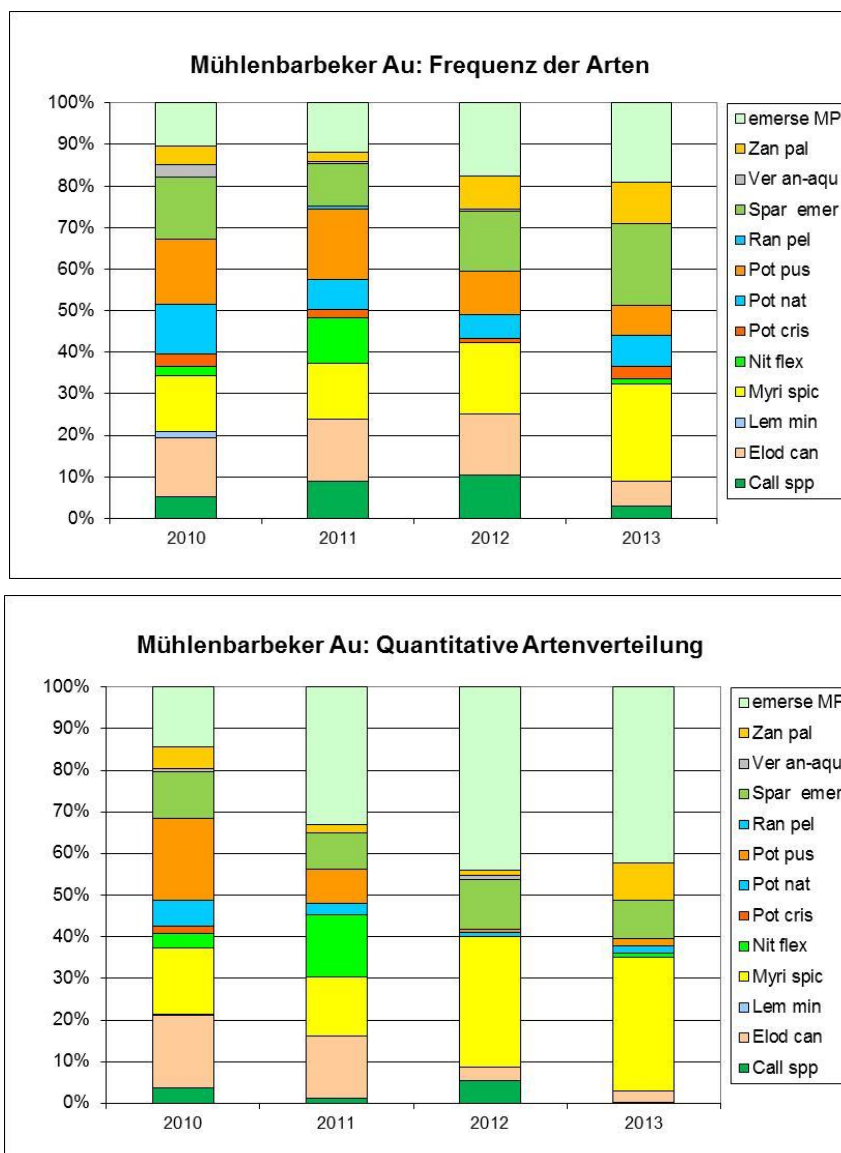


Abb. M9: Relative Häufigkeit (oben) sowie quantitative Anteile des Auftretens (unten) der submersen und emersen Makrophyten für alle sieben Transekte gemeinsam für die Jahre 2010-2013 am Beispiel der Mühlenbarbeker Au (vgl. auch Abb. AM8 im Anh.)

Da bei der Mühlenbarbeker Au bislang keine neuen Arten hinzugekommen sind, hat die floristische Vielfalt des Makrophytenbestandes an der Mühlenbarbeker Au abgenommen. Was die mengenmäßige Verteilung anbelangt, so herrschen in 2013 neben den emersen Makrophyten mehrjährige Arten (*Myriophyllum spicatum*) bzw. Leitbild-konforme Taxa (*Sparganium emersum*) vor, die von der Umstellung der Unterhaltung von Sohlräumung auf Sohlmahd profitieren (Abb. M9, unten).

Die Makrophytenbestände von Eider, Linau und Beste zeigen noch keine derartigen Entwicklungen (vgl. Abb. AM7, AM9 und AM10 im Anh.). Grund hierfür dürfte u. a. das vor der Umstellung der Unterhaltung fast vollständige Fehlen von Leitbild-konformen Arten bzw. Gütezeigern innerhalb dieser Pilotstrecken sein. Hier hängt die Entwicklung der Vegetationsbestände vom Wiederbesiedlungspotenzial von oberhalb ab, so dass es hier u. U. länger dauert bis messbare Veränderungen eintreten.

#### 5.2.4 Strukturelle Begleitparameter

Im Bereich der Makrophyten-Transekte (T1-T7) wurden jeweils parallel zu den floristischen Erfassungen ausgewählte Strukturparameter über den Gewässerquerschnitt erhoben (vgl. Erfassungsbögen auf CD). Die Daten und Abbildungen zur Substratverteilung und die Tiefenprofile der Untersuchungsjahre 2010-2013 finden sich im Anhang in den Abbildungen AM11-AM15.

Hiernach wird das **Substrat** bei Treene und Mühlenbarbeker Au auch im Jahr 2013 nach wie vor deutlich von Sand dominiert. Bei der Treene ist jedoch eine minimale Zunahme der gröberen Fraktionen (Kiese und Steine) seit Umstellung der Gewässerunterhaltung zu verzeichnen. Auch in der Beste wird das Sohlsubstrat seit der Erstkartierung von Sand geprägt. Allerdings weist der Sand mitunter höhere Anteile an Feinkies auf, so dass diese Substratbereiche hier erstmals 2012 als Sand/Kies-Gemisch aufgenommen wurden.

Die Pilotstrecken an Eider und Linau zeigten bereits vor Umstellung der Unterhaltung höhere Anteile an Kies und Steinen, wobei es sich bei der Linau um Reste des Sohlverbaus handelt. Der Anteil der Hartsubstrate hat seit Umstellung der Gewässerunterhaltung in beiden Gewässern zugenommen, und zwar vor allem auf Kosten von Sand und Schlamm, die vor Umstellung der Unterhaltung höhere Anteile aufwiesen als dies in 2013 der Fall ist.

Grund hierfür dürfte die erhöhte Fließgeschwindigkeit sein, die als Folge der Einengung des Gewässerlaufs durch emerse Makrophyten und schwimmende Röhrichtmatten beobachtet werden konnte (vgl. Kap. 4 und 5.2.2). An den Pilotstrecken von Treene, Eider und Linau fiel ferner auf, dass die Sohle im Untersuchungsjahr 2013 deutlich fester war als in den Vorjahren. Dagegen war die Sohle in der Beste und vor allem in der Mühlenbarbeker Au eher instabil und weiterhin durch Sanddrift gekennzeichnet.

Am Beispiel der Eider soll die Entwicklung der Substratzusammensetzung und Verteilung des Substrats im Längsverlauf und über den Gewässerquerschnitt und der Bezug zur wechselseitigen Unterhaltung der Sohle vorgestellt werden. Die folgende Abbildung M10 zeigt den Substrataufbau der sieben untersuchten Transekte T1-T7 vor Umstellung der Unterhaltung in 2010 und nach schonender Unterhaltung im Jahr 2013.

Im Jahr 2010, d. h. nach der letzten kompletten Unterhaltung der Sohle, wurde die Sohle im Bereich der sieben Transekte mit Ausnahme von T1 von Sand und/oder Schlamm geprägt (Abb. M10, oben). Abbildung M10, unten, zeigt die sieben Transekte nach mehrmaliger wechselseitiger Unterhaltung der Sohle, wobei die Unterhaltungsseite (links / rechts)

angegeben ist. Hieraus geht hervor, dass dort, wo die Unterhaltung jeweils durchgeführt wurde, heute Kies als Substrat auf der Sohle vorherrscht und dort, wo keine Unterhaltung stattfand Schlamm abgelagert wurde. Darüber hinaus ist die kiesige Sohle 2013 deutlich fester als die ehemals sandig-schlammige Sohle in 2010.

### Eider - 2010: Sohle weich

T1	sch ki ki ki ki ki ki ki sch sch	GU komplett
T2	sch sch sch sch sch sch sch sch sch sch sch sch	GU komplett
T3	sch sch sch sa sa sa sch sch sch sch sch sch sch	GU komplett
T4	sch sch sch sch sch sch sa sch sch sch sch sch sch	GU komplett
T5	sch sch sch sa sa sa sa sa sa sa sa sa sch st st	GU komplett
T6	sch sch sch sch sa sa sa sa sa sa sa sa sa sa sa sch sch sch	GU komplett
T7	sa sa sa sa sa ki ki sa ki ki sa sa sa	GU komplett

### Eider - 2013: Sohle fester bis hart

T1	sa sa ki ki ki sa ki ki ki ki e	GU links
T2	sch sa sa ki ki ki ki ki ki ki sa sa sch sch	GU links
T3	e sch ki ki ki ki ki ki sch sch sch	GU links
T4	sch ki ki ki ki ki ki sa sa sa sa sa sch sch	GU links
T5	sch sch sch sch sch sch sch sch sch ki ki ki ki ki sch sch sch	GU rechts
T6	sch sch sch sch sch sch sch sch sch sa ki ki ki ki sa sa sa sa	GU rechts
T7	sch sch sch sch sch ki ki ki ki ki ki ki sch sch	GU rechts

Abb. M10: Substratzusammensetzung und Verteilung vor (oben) und nach (unten) Umstellung der Unterhaltung (= GU) von kompletter Unterhaltung der Sohle auf wechselseitiges Krauten der Sohle am Beispiel der Pilotstrecke Eider

Legende: ki = Kies, sa = Sand, sch = Schlamm, st = Stein; T1-T7 = Transekte

Die folgende Abbildung M11 zeigt den Zusammenhang zwischen wechselseitiger Unterhaltung und der Entwicklung von emersen Makrophyten, Substratsortierung und Tiefenvarianz am Beispiel von Transekt T6 an der Pilotstrecke Eider.

Im Jahr 2010 herrschte auf der Sohle im Bereich von Transekt T6 Sand, zu den Rändern hin auch Schlamm, vor. Die Tiefe über den Querschnitt war einheitlich ausgebildet. An den Rändern fanden sich schmale Röhrichtsäume. Nach Umstellung der Unterhaltung in 2010 musste die Unterhaltung in 2011 ausgesetzt werden, da die angrenzenden Flächen bedingt durch anhaltende Regenfälle kaum befahrbar waren, ohne dass es jedoch Abflussprobleme an der Eider gab, so dass erst im Jahr 2012 die Wiederholung der wechselseitigen Unterhaltung erfolgte.

Die Untersuchung von Transekt T6 ergab im Jahr 2012 ein leichtes Einschneiden in die sandige Gewässersohle. Im Jahr 2013 wies das Querprofil eine asymmetrische Tiefenverteilung und deutliche Substratsortierung auf: Dort, wo nicht unterhalten worden war (links), hatten sich die emersen Makrophyten ausgedehnt, aufgrund der hier ufernah verringerten Strömung für Sedimentation von Feinsubstrat und Auflandung mit verringerten Gewässertiefen gesorgt. Durch die emersen Makrophyten wurde der Querschnitt eingengt und das Wasser auf die rechte Hälfte der Sohle gelenkt, wo es sich bedingt durch

höhere Fließgeschwindigkeiten in die Sandauflage bis zum lagestabilen Kies eingeschnitten und den Stromstrich vertieft hat.

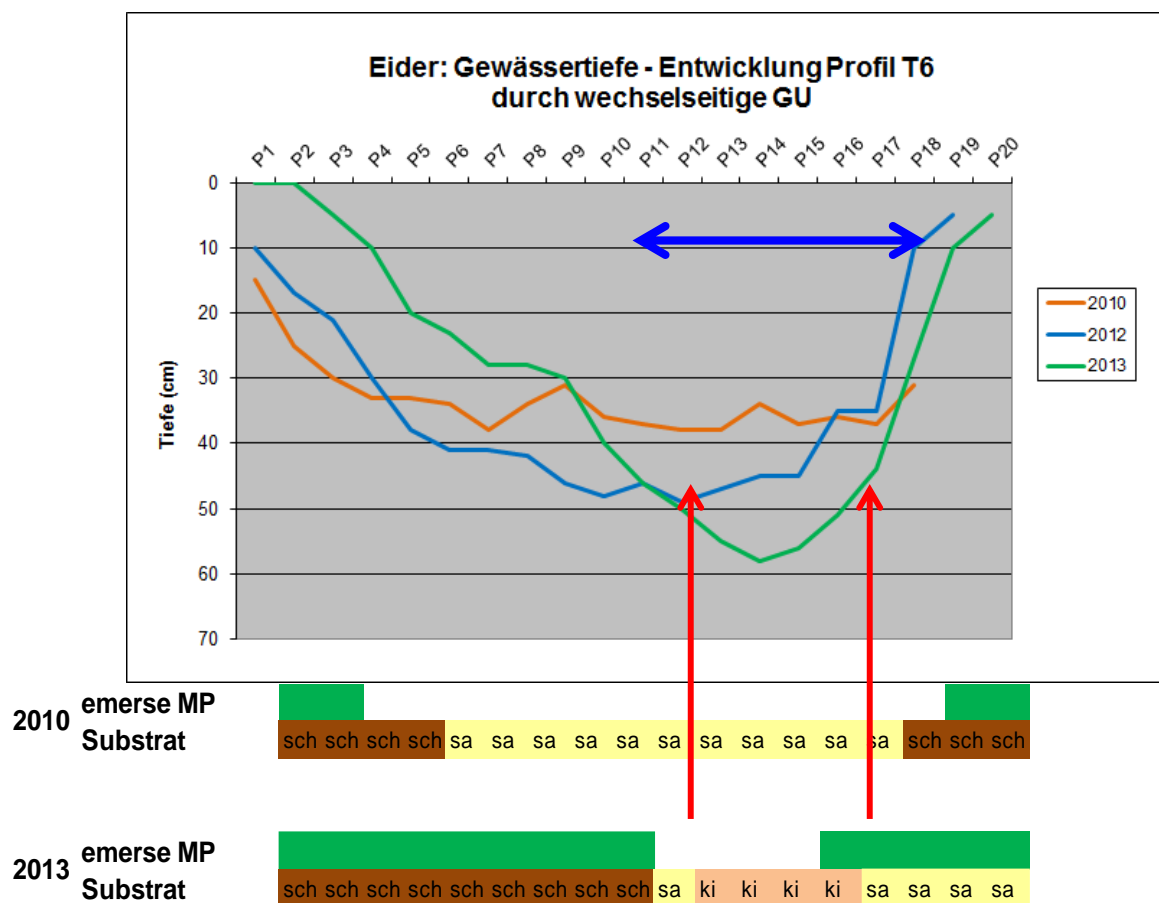


Abb. M11: Zusammenhang und Entwicklung von emersen Makrophyten (MP, grün), Substratsortierung und Tiefenvarianz am Beispiel der Pilotstrecke Eider, hier: Transekt T6 (vgl. Abb. M10) - wechselseitige Gewässerunterhaltung (GU) hier auf der rechten Seite (blauer Pfeil) - Legende: ki = Kies, sa = Sand, sch = Schlamm,

Wie bereits für die Linau beschrieben (vgl. Kap. 5.1.1), haben die durch die wechselseitige Unterhaltung entstandenen uferparallelen Röhrichte auch an der Eider für eine Einengung des Gewässerlaufs bei Mittel- und Niedrigwasser gesorgt. Dies hat am Beispiel von T6 zur Erhöhung der Strömungsdiversität und der Tiefenvarianz und in der Folge zur Substratsortierung geführt.

Ein Vergleich der **Tiefenprofile** ergibt auch für die Treene eine deutlich erhöhte Tiefenvarianz wie Abbildung M12 zeigt. Im Jahr 2010 wies die Pilotstrecke sowohl im Längs- als auch im Querprofil Tiefenunterschiede von ca. 10 cm auf, während in 2013 Differenzen von bis zu über 50 cm sowohl im Quer- als auch im Längsprofil gemessen wurden (vgl. auch Abb. AM11 im Anh.). Dabei zeichnet sich die wechselseitige Unterhaltung hier weniger deutlich ab als dies bei der Eider, wie oben beschrieben, der Fall ist.

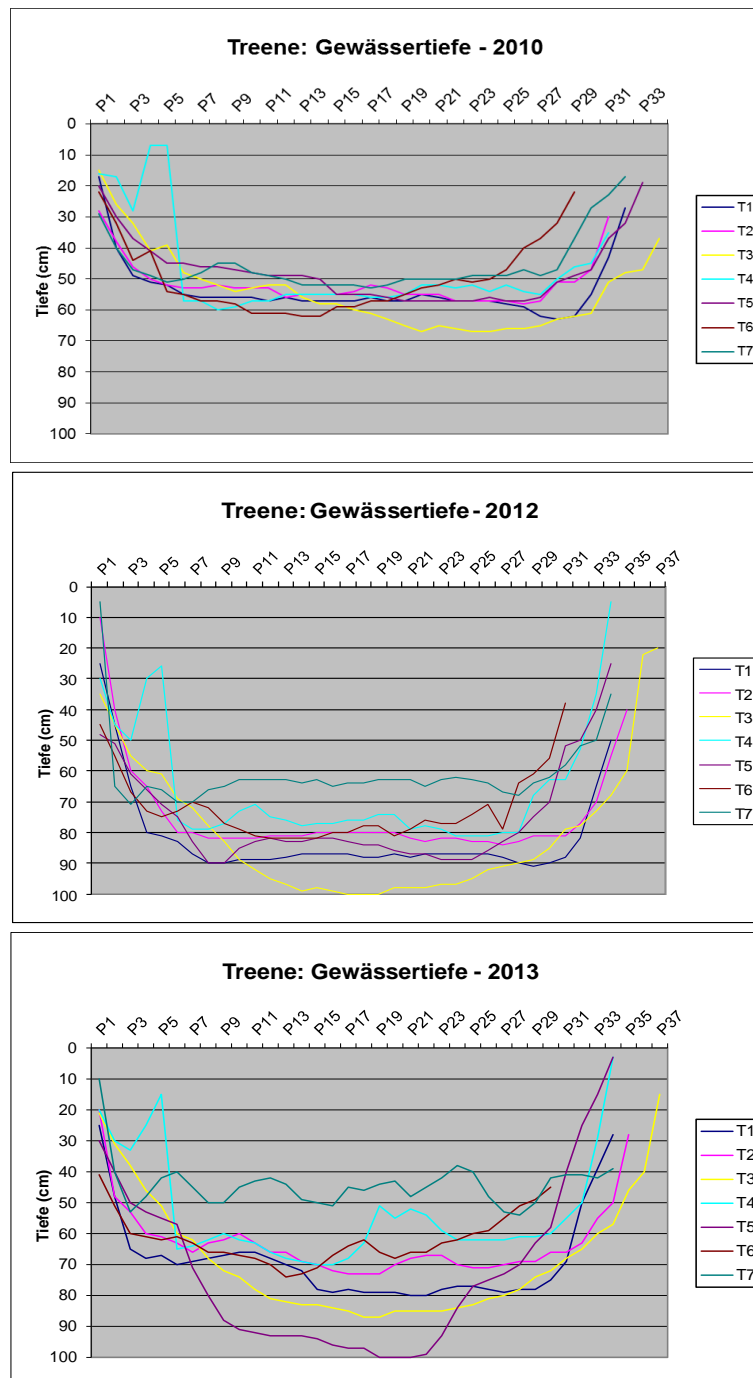


Abb. M12: Treene: Tiefenprofil pro Transekt der Untersuchungsjahre 2010, 2012 und 2013 im Vergleich - P1-P37 = Anzahl der Plots/Messpunkte über den Gewässerquerschnitt

Im Gegensatz zu diesem Ergebnis, das anhand der Transektuntersuchungen ermittelt wurde, hatte die Tiefenvarianz über die Strukturgütekartierung (vgl. Kap. 5.1.1) bei der Treene keine Veränderung ergeben. Dies kann daran liegen, dass die Untersuchungen zu unterschiedlichen Zeiten (Sommer und Winter) erfolgen und die Gewässer entsprechend der Jahreszeiten hier Abweichungen zeigen. Wahrscheinlicher ist jedoch die Tatsache, dass die Detailuntersuchungen die tatsächliche Situation genauer erfassen.

Der Vergleich der grafischen Darstellungen der Tiefenprofile ergibt für die übrigen Gewässer ebenfalls ein deutlich „unordentlicheres“ Bild der Profile nach der Umstellung der Un-



terhaltung als zuvor, wo die Sohle einheitlich ohne Höhen und Tiefen war (vgl. Abb. AM12-AM15 im Anh.). Darüber hinaus weist die Beste erneut am meisten Tiefenvariabilität über das Längsprofil auf, während Mühlenbarbeker Au und Linau eher im Querprofil variieren.

Um die Variabilität der Tiefen vor und nach der Umstellung der Unterhaltung zu ermitteln, kann die Abweichung vom Mittelwert, also die Standardabweichung eingesetzt werden. Da die Transektmessungen 2010 und 2013 jedoch bei unterschiedlichen Wasserständen erfolgten, ergeben sich stark unterschiedliche Mittelwerte. Aus diesem Grund wurde der Variabilitätskoeffizient für die einzelnen Transekte berechnet, der für Stichproben mit unterschiedlichen Mittelwerten geeignet ist (LOZÁN & KAUSCH 2007, TREMP 2005).

In Tabelle M4 sind die Variabilitätskoeffizienten für die Tiefenprofile vor und nach der Umstellung der Unterhaltung für die je sieben Transekte der Pilotstrecken aufgeführt. Hier-nach zeigen Eider und Linau deutliche Erhöhungen der Tiefenvarianzen über alle Profile. Es folgt die Treene mit teils noch beachtlichen Zunahmen. Die Beste zeigt nur minimale Veränderungen. Und die Mühlenbarbeker Au wies vor Umstellung der Unterhaltung eine größere Tiefenvarianz auf. Dies kann eine Folge der Eingriffe in die Sohle im Zuge der vorangegangenen Räumung sein. (Anmerkung: Was jedoch keineswegs für Sohlräumungen zur Erhöhung der Tiefenvarianz spricht.)

Die Unterschiede der Tiefenvarianz sind bei der Betrachtung über alle Pilotstrecken signifikant (vgl. Tab. A1 im Anh.). Bei einer separaten Betrachtung der Fließgewässertypen sind nur die Ergebnisse der kiesgeprägten Gewässer Eider und Linau signifikant.

Tab. M4: Variabilitätskoeffizient (VK) in Prozent für die Tiefenprofile vor (2010) und nach (2013) Umstellung der Gewässerunterhaltung, für die jeweils sieben Transekte an den fünf Pilotstrecken von Treene, Eider, Mühlenbarbeker Au, Linau und Beste sowie Mittelwerte (MW) über alle sieben Transekte für die einzelnen Gewässer. - Unterschiede über alle Gewässer und für Eider und Linau allein signifikant (Wilcoxon-Test,  $p < 0,02$ )

Tran-sekte	Treene		Eider		MübaAu		Linau		Beste	
	2010	2013	2010	2013	2010	2013	2010	2013	2010	2013
<b>T1</b>	17,83	20,91	26,39	20,52	20,77	26,55	43,71	90,05	20,77	20,17
<b>T2</b>	13,98	18,44	28,27	37,21	13,77	18,20	21,25	62,39	10,80	13,21
<b>T3</b>	23,57	28,96	28,87	42,91	23,15	12,36	28,90	48,95	16,82	19,61
<b>T4</b>	32,66	32,70	18,30	23,63	36,92	24,98	16,42	38,98	12,22	11,72
<b>T5</b>	21,81	37,57	52,93	60,38	25,94	14,68	20,16	51,67	15,32	16,96
<b>T6</b>	23,22	12,82	24,52	61,24	27,68	26,62	22,83	31,08	22,39	19,23
<b>T7</b>	19,90	16,89	40,37	79,87	28,02	21,66	29,22	52,69	20,61	20,15
<b>MW</b>	21,85	24,04	31,38	46,54	25,18	20,72	26,07	53,69	16,99	17,29

Die fünf Pilotstrecken wiesen vor der Einführung der schonenden Gewässerunterhaltung keinerlei bzw. maximal geringe Tiefenvarianz auf - sowohl im Längs- als im Querprofil. Nach mehrmaliger wechselseitiger Unterhaltung hat insbesondere bei den kleinen kiesgeprägten Gewässern Eider und Linau die Tiefenvarianz deutlich zugenommen vermutlich da hier Feinsedimente umgelagert wurden. Für Mühlenbarbeker Au, Treene und Beste sind kaum bzw. weniger deutliche Erhöhungen der Tiefenvarianz nachgewiesen worden, da Tiefenunterschiede der überwiegend sandigen Sohle durch Sanddrift rasch egalisiert werden können.

### 5.3 Gewässerfauna

Im Frühjahr 2010 wurde an den fünf Pilotstrecken von Treene, Eider, Mühlenbarbeker Au, Linau und Beste das Makrozoobenthos erfasst und damit die Ausgangssituation aufgenommen. Im Herbst des gleichen Jahres ist dann die schonende Gewässerunterhaltung eingeführt worden. Im Anschluss daran wurden jeweils im Frühjahr 2011 bis 2013 Monitoringuntersuchungen der Gewässerfauna durchgeführt, um mögliche Veränderungen der Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften zu dokumentieren. Im Rahmen der Erfassungen kamen zwei verschiedene Methoden zum Einsatz: das PERLODES-Verfahren nach WRRL zur Bestimmung des ökologischen Zustands (vgl. Kap. 5.3.1) und ein Detailverfahren (vgl. Kap. 5.3.2). Die Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt. Bei der Betrachtung der Ergebnisse - vor allem an der Mühlenbarbeker Au - ist zu berücksichtigen, dass der Winter 2012/2013 besonders lang anhaltend war mit Eis und Schnee noch bis Ende März. Die Probenahme in der Mühlenbarbeker Au Anfang April (02.04.2013) zeigte, dass viele Tiere in ihrer Entwicklung noch zurück waren, daher wurden die Untersuchungen der übrigen Gewässer um gut zwei Wochen nach hinten verschoben.

#### 5.3.1 Ökologischer Zustand

Die Untersuchung nach WRRL (MZB-PERLODES) weist die Eider vor Umstellung der Gewässerunterhaltung mit 25 **Taxa**<sup>1</sup> als taxaärmste, die Beste mit 58 Taxa als taxa-stärkste Pilotstrecke aus (Abb. B1 und Tab. AB6 im Anh.), was auch den Detailuntersuchungen entspricht. Seit Umstellung der Gewässerunterhaltung liegen die Taxazahlen an Treene und Eider - an der Linau ab 2012 - durchweg höher als 2010. An der Mühlenbarbeker Au gilt dies auch bis 2012. An der Beste sind bisher nur geringe Schwankungen der Taxazahlen zu beobachten (Abb. B1).

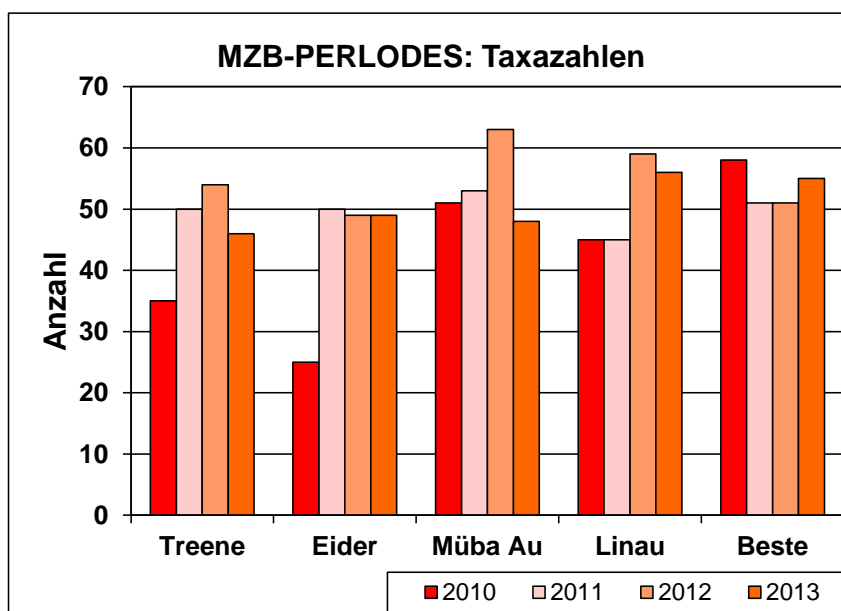


Abb. B1: **Makrozoobenthos: Taxazahlen im Vergleich (2010-2013) - WRRL-Untersuchungen**

<sup>1</sup> = allgemeine Bezeichnung für eine systematische Kategorie z. B. Art, Familie, Ordnung

Die Entwicklung der **Artenzahlen** zeigt ein ähnliches Bild (Abb. B2). Die Lebensgemeinschaft der Eider stellt sich vor Umstellung der Gewässerunterhaltung mit nur 8 determinierten Arten im Vergleich als artenärmste, die Beste mit 27 Arten als artenreichste Pilotstrecke dar. Dieser Befund entspricht dem der Detailuntersuchungen (vgl. Kap. 5.3.2). Nach Umstellung der Gewässerunterhaltung sind an Treene, Eider, Mühlenbarbeker Au und Linau im Rahmen aller Monitoringuntersuchungen durchgehend höhere Artenzahlen registriert worden (Abb. B2 sowie Tab. AB6 im Anh.). An der Beste gilt dies gleichfalls für die Erfassungen aus 2012 und 2013.

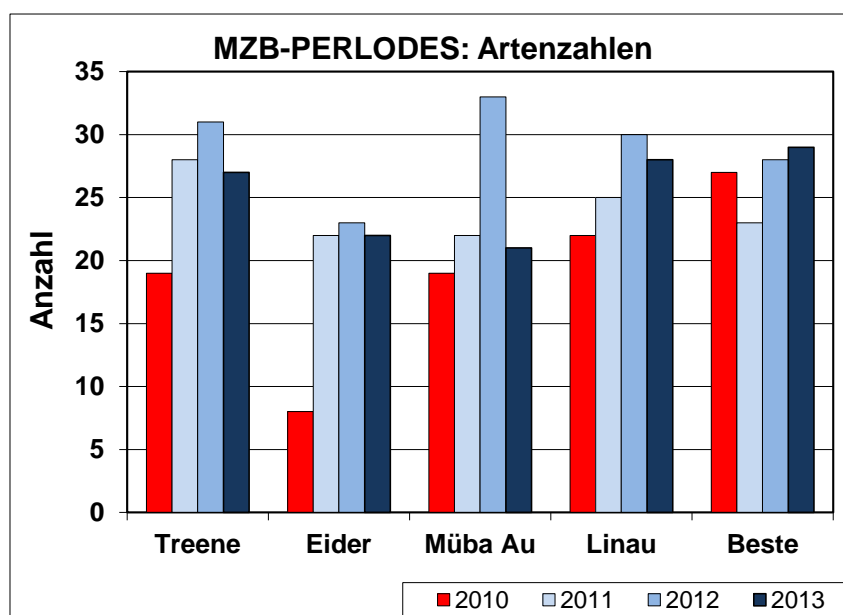


Abb. B2: **Makrozoobenthos:** Artenzahlen im Vergleich (2010-2013) - WRRL-Untersuchungen - Unterschiede 2010 zu 2013 signifikant (t-Test,  $p < 0,025$ )

Hohe bzw. steigende Taxa- und Artenzahlen sind zwar positiv im Hinblick auf die Erhöhung der Diversität der Makrozoobenthoslebensgemeinschaft zu sehen. Dennoch sind sie nicht allein ausschlaggebend für die Bewertung des ökologischen Zustands, solange nicht auch wertgebende und vor allem bewertungsrelevante Taxa und Arten darunter sind, wie die Ergebnisse der Zustandsbewertung zeigen (s. u.).

In Abbildung B3 sind die registrierten **Individuenzahlen** der fünf Pilotstrecken über die vier Untersuchungsjahre dargestellt. Vor Umstellung der Gewässerunterhaltung stellt sich die Mühlenbarbeker Au als die individuenreichste Pilotstrecke heraus (7.675 Ind./m<sup>2</sup>), die Eider als individuenärmste (996 Ind./m<sup>2</sup>, vgl. Tab. AB6 im Anh.). 2013 sind in der Linau im Vergleich die meisten (5.254 Ind./m<sup>2</sup>) und in der Beste die wenigsten Individuen (1.108 Ind./m<sup>2</sup>) gezählt worden. Die Individuenzahlen unterliegen natürlicherweise Schwankungen, aber es lassen sich Tendenzen erkennen: An Eider und Linau konnten nach Umstellung der Gewässerunterhaltung durchgängig höhere Individuenzahlen über die Untersuchungsjahre aufgenommen werden. Gleiches gilt für die Treene in den Jahren 2012 und 2013. In der Mühlenbarbeker Au ist demgegenüber eine Abnahme der Individuenzahlen seit Umstellung der Gewässerunterhaltung zu verzeichnen. In der Beste ist kein deutlicher Trend über die Untersuchungsjahre erkennbar und bleibt die weitere Entwicklung abzuwarten.

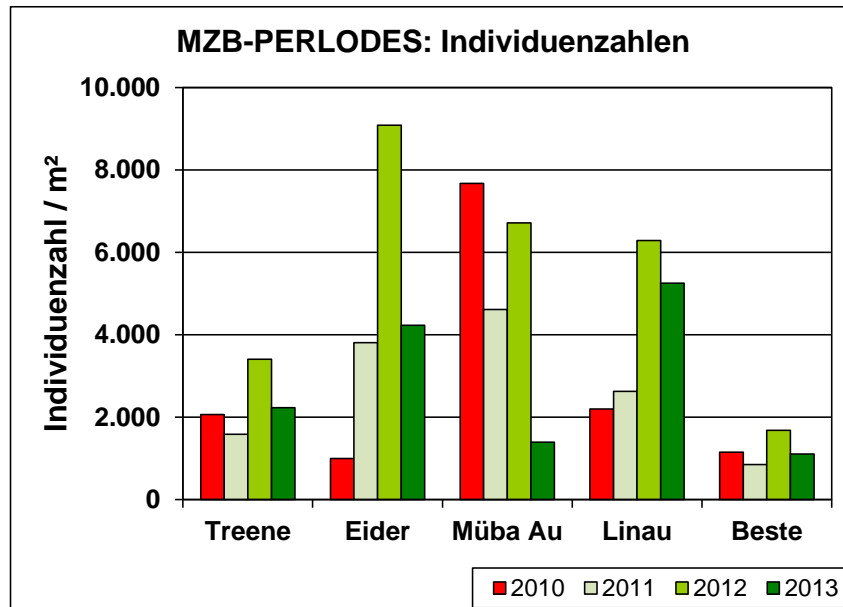


Abb. B3: **Makrozoobenthos: Individuenzahlen (2010-2013) - WRRL-Untersuchungen**

Bei der Betrachtung der **Strömungspräferenz** der erfassten Arten der fünf Pilotstrecken ist für Treene, Eider, Linau (außer in 2012) und Beste ein Anstieg der Anzahl der strömungsliebenden Arten in den Lebensgemeinschaften seit Umstellung der Gewässerunterhaltung zu beobachten (Abb. B4, vgl. Tab. AB7 im Anh.). In der Mühlenbarbeker Au ist von 2010 bis 2012 ebenfalls eine deutliche Zunahme zu verzeichnen, während die Zahl der strömungsliebenden Spezies im Rahmen der letzten Untersuchung wieder unter den Wert von 2010 fällt. Die Ergebnisse der Detailuntersuchungen zeigen hier noch einen deutlicheren Trend, da an allen Pilotstrecken nach der Unterhaltungsumstellung eine höhere Anzahl an strömungsliebenden Arten registriert wurden (vgl. Kap. 5.3.2).

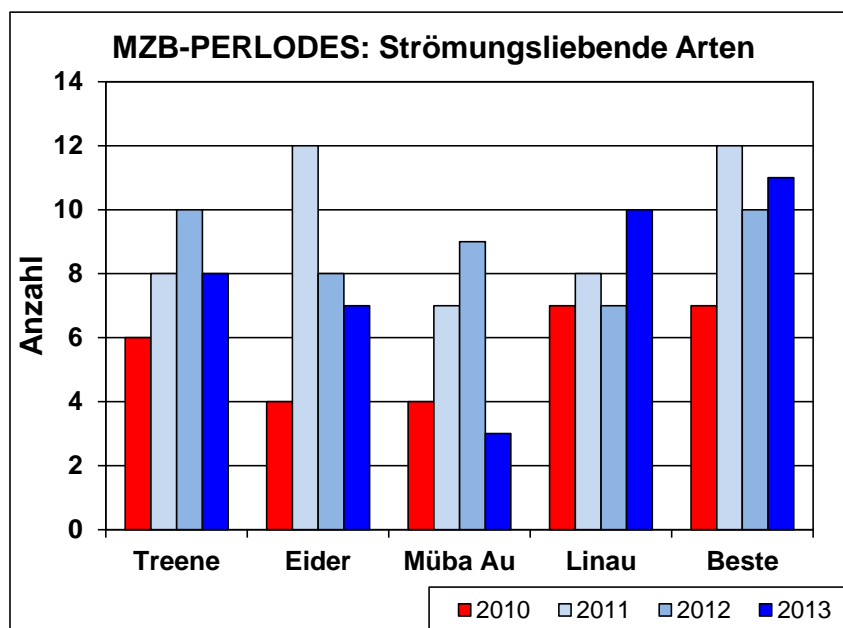


Abb. B4: **Makrozoobenthos: Anzahl der strömungsliebenden Arten im Vergleich (2010-2013) - WRRL-Untersuchungen - Ökologische Angaben aus PERLODES (vgl. Kap. 3.3.3) - Unterschiede 2010 zu 2013 signifikant (t-Test,  $p < 0,05$ )**

Im Anhang finden sich für alle Untersuchungsjahre und jede Pilotstrecke detaillierte Abbildungen zur Strömungspräferenz (vgl. Abb. AB6-AB10 im Anh.). Der Vergleich der Ergebnisse aus dem Jahr 2010 vor Umstellung der Gewässerunterhaltung mit denen aus 2013 zeigt, dass in den Lebensgemeinschaften von Treene, Eider und Linau eine mehr oder weniger deutliche Verschiebung zu den strömungsliebenden bzw. bevorzugt in strömenden Gewässern verbreiteten Arten stattgefunden hat, während in der Mühlenbarbeker Au über die Jahre kein eindeutiger Trend abzuleiten ist. In der Beste wurden im Vergleich zu den übrigen Pilotstrecken schon 2010 zahlreiche Arten dieses Anspruchstyps aufgenommen, deren Anzahl bis 2013 nur wenig gestiegen ist.

Die Analyse der **Habitatpräferenzen** der einzelnen Arten zeigt, dass die Lebensgemeinschaften der untersuchten Pilotstrecken über alle Untersuchungsjahre fast durchgängig von den typischen Phytalbesiedlern (Pflanzenbewohnern) geprägt werden (vgl. Tab. AB8 im Anh.). Dies ist bei der teils starken Makrophytenentwicklung in den Gewässern während des Sommers aufgrund fehlender Beschattung nicht verwunderlich. Außerdem ist in den Pilotstrecken durch die Unterhaltungsumstellung auch eine Zunahme von im Winterhalbjahr im Gewässer verbleibenden emersen und submersen Makrophyten zu beobachten (vgl. Mühlenbarbeker Au, Kap. 5.3.3). Diese bieten den Tieren einen Rückzugsraum in der kalten Jahreszeit. Mit Ausnahme der Beste ist in allen Pilotstrecken seit der Unterhaltungsumstellung eine Zunahme der typischen Pflanzenbesiedler zu beobachten (Abb. B5). In der Beste ist kein deutlicher Trend erkennbar und es bleibt die weitere Entwicklung abzuwarten.

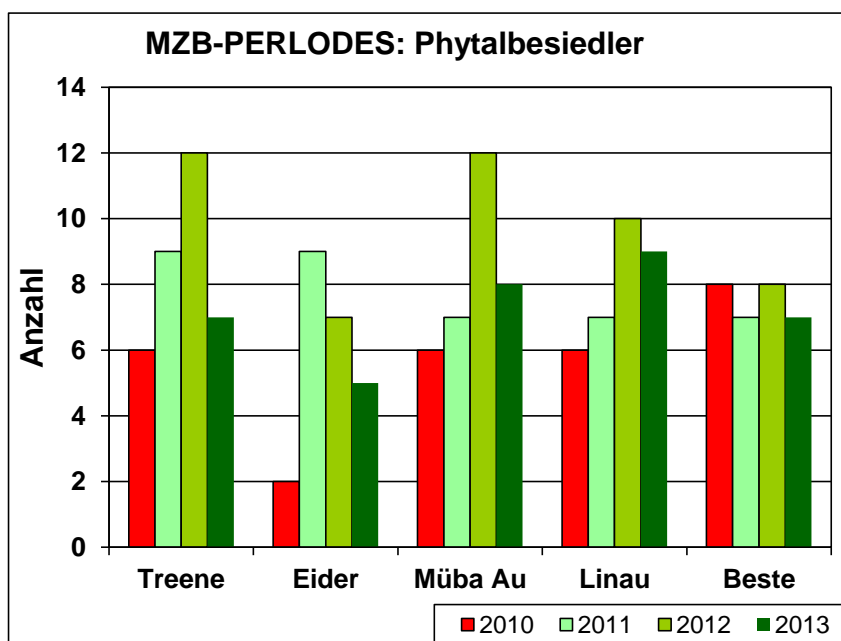


Abb. B5: **Makrozoobenthos:** Anzahl der Phytalbesiedler im Vergleich (2010-2013) - WRRL-Untersuchungen - Ökologische Angaben aus PERLODES (vgl. Kap. 3.3.3) - Unterschiede 2010 zu 2013 signifikant (t-Test,  $p < 0,05$ )

In Treene, Eider, Linau und Beste ist von 2010 bis 2013 außerdem eine Zunahme der typischen Steine- und Kiesbesiedler zu verzeichnen (Abb. B6). Dieser Befund deckt sich mit der mehr oder weniger starken Zunahme von Hartsubstraten bedingt durch die Einengung der Fließrinne durch die reduzierte Unterhaltung vor allem in den Pilotstrecken der Eider und Linau (vgl. Kap. 5.1.1, 5.2.4 und 5.3.3). In der Mühlenbarbeker Au zeigt sich

eine Zunahme der Stein- und Kiesbesiedler bis 2012, während die Anzahl dieser Gruppe 2013 wieder unter die in 2010 aufgenommene Zahl fällt. Die typischen Bewohner sandiger Substrate treten trotz des hohen Sandanteils nach wie vor in den Pilotstrecken zurück.

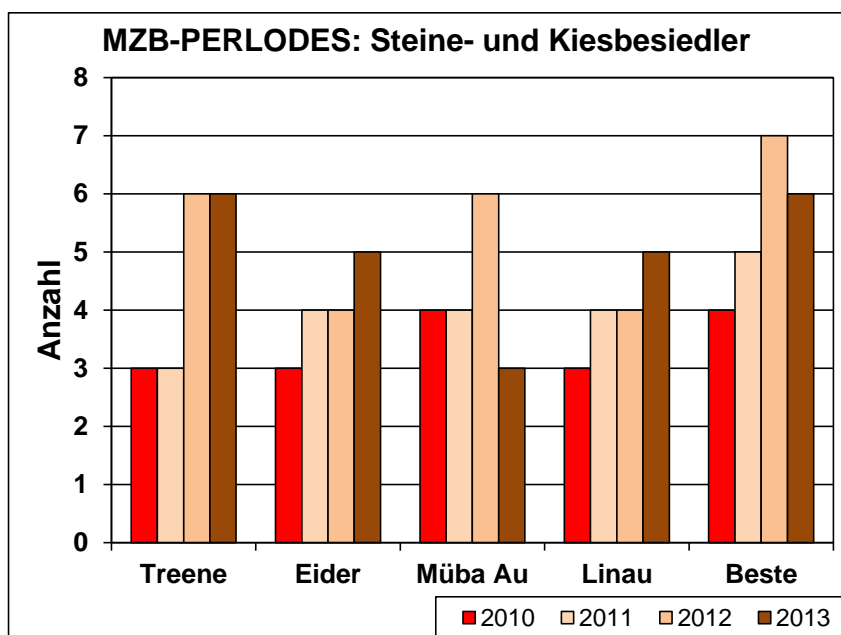


Abb. B6: **Makrozoobenthos:** Anzahl der Steine- und Kiesbesiedler im Vergleich (2010-2013) - WRRL-Untersuchungen - Ökologische Angaben aus PERLODES (vgl. Kap. 3.3.3) - Unterschiede 2010 zu 2013 signifikant (t-Test,  $p < 0,05$ )

Das **Bewertungssystem PERLODES** stuft die Lebensgemeinschaften der Pilotstrecken von Treene, Mühlenbarbeker Au und Beste im dritten Jahr nach Umstellung auf eine schonende Gewässerunterhaltung in die ökologische Zustandsklasse „mäßig“ (3), die Strecke der Eider in die Klasse „unbefriedigend“ (4) und die der Linau in die Klasse „schlecht“ (5) ein (Tab. B1).

Tab. B1: **Makrozoobenthos:** Ergebnisvergleich 2010-2013 - WRRL-Untersuchungen

Gewässer	ÖZK				Saprobie			
	2010	2011	2012	2013	2010	2011	2012	2013
Treene	5	3	3	3	3	2	2	2
Eider	5	4	5	4	3	3	3	3
MübaAu	4	3	3	3	3	2	2	2
Linau	5	5	5	5	3	3	3	3
Beste	3	3	3	3	3	2	2	2

Bewertungen gem. WRRL: ÖZK/Saprobie: 1 = sehr gut, 2 = gut, 3 = mäßig, 4 = unbefriedigend, 5 = schlecht

Im Vergleich zu den Vorjahren hat sich die Bewertung der Biozönose der Treene seit der Umstellung auf eine schonende Gewässerunterhaltung von „schlecht“ (5) vor der Umstellung auf „mäßig“ (3) danach verbessert. Auch die Einstufung der Mühlenbarbeker Au fällt

nach Umstellung der Gewässerunterhaltung besser aus: Während die Lebensgemeinschaft bei der Erstuntersuchung in die Klasse „unbefriedigend“ (4) eingestuft wurde, findet sie sich seit Einführung der schonenden Unterhaltung in der Klasse „mäßig“ (3). Die Bewertung der Lebensgemeinschaft der Eider verbesserte sich im Jahr nach Umstellung der Unterhaltung ebenfalls um eine Stufe von „schlecht“ (5) auf „unbefriedigend“ (4), liegt 2012 wieder bei „schlecht“ (5) und aktuell bei „unbefriedigend“ (4). Die Lebensgemeinschaft der Linau wird seit der Erstuntersuchung durchgängig mit „schlecht“ (5) bewertet.

Das im Vergleich schlechte Abschneiden von Eider und Linau ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass beide Gewässer durch relativ hohe Nährstoffgehalte (v. a. Ammonium) und/oder hohe organische Belastungen, was durch erhöhte Sauerstoffzehrungen zum Ausdruck kommt, gekennzeichnet sind (vgl. Kap. 5.4). Dies bestätigt sich in der schlechteren Saprobienindexeinstufung beider Gewässer (vgl. Tab. B1 und Abb. B13). Auch die Betrachtung des Spear-Pestizid-Index (= Maßzahl für die Veränderung der Wirbellosenlebensgemeinschaft durch eine kurzzeitige, gepulste Belastung durch Insektizide) zeigt, dass die Werte des Index über alle Untersuchungen im Vergleich zu den übrigen Pilotstrecken deutlich niedriger liegen (vgl. Tab. AB6 im Anh.) und damit auf eine Belastung hinweisen.

Die ökologische Zustandsklasse ergibt sich jeweils aus dem schlechteren Ergebnis aus Saprobie und Allgemeiner Degradation. Bei der Betrachtung der Score-Werte der Allgemeinen Degradation über die Jahre liegen die ermittelten Werte nach Umstellung der Gewässerunterhaltung mit Ausnahme der Linau an allen Pilotstrecken höher als davor (Abb. B7 sowie Tab. AB6 im Anh.). Dies gilt sowohl für die einzelnen Jahre als auch für die Medianwerte aus 2011 bis 2013. Bei der Linau liegt der Wert der allgemeinen Degradation nur 2011 geringfügig höher als vor der Unterhaltungsumstellung. An der Treene steigen die ermittelten Werte kontinuierlich an und nähern sich ähnlich, wie die Werte der Beste, der 0,6-Grenze. Ab diesem Wert wäre der gute ökologische Zustand in den Gewässern für das Makrozoobenthos erreicht.

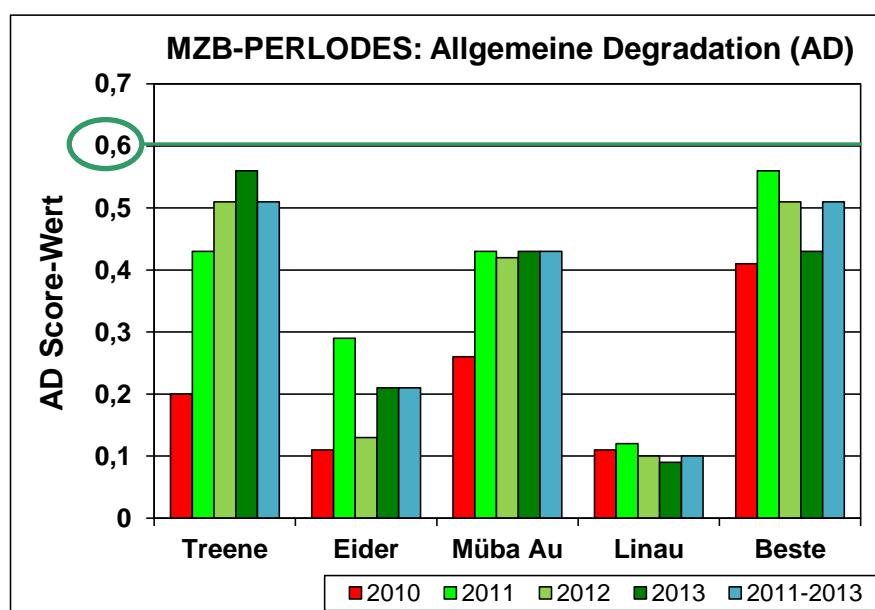


Abb. B7: **Makrozoobenthos:** Score-Werte der Allgemeinen Degradation (AD) über die Untersuchungsjahre im Vergleich sowie Darstellung des Medianwertes (2011-2013) - WRRL-Untersuchungen - grüne Linie = Grenze zum guten ökologischen Zustand gemäß PERLODES

Bei der Darstellung der ermittelten Median-, Maximum- und Minimumwerte der Score-Werte der Allgemeinen Degradation über alle Gewässer pro Untersuchungsjahr zeigt sich, dass die Medianwerte nach der Unterhaltungsumstellung deutlich höher liegen, als vor der Umstellung (Abb. B8). Gleiches gilt für die Maximumwerte, während die Minima sich kaum ändern, da die Lebensgemeinschaften der Linau und Eider weiter mit „schlecht“ bzw. „unbefriedigend“ bewertet werden und deren Werte daher entsprechend niedrig liegen.

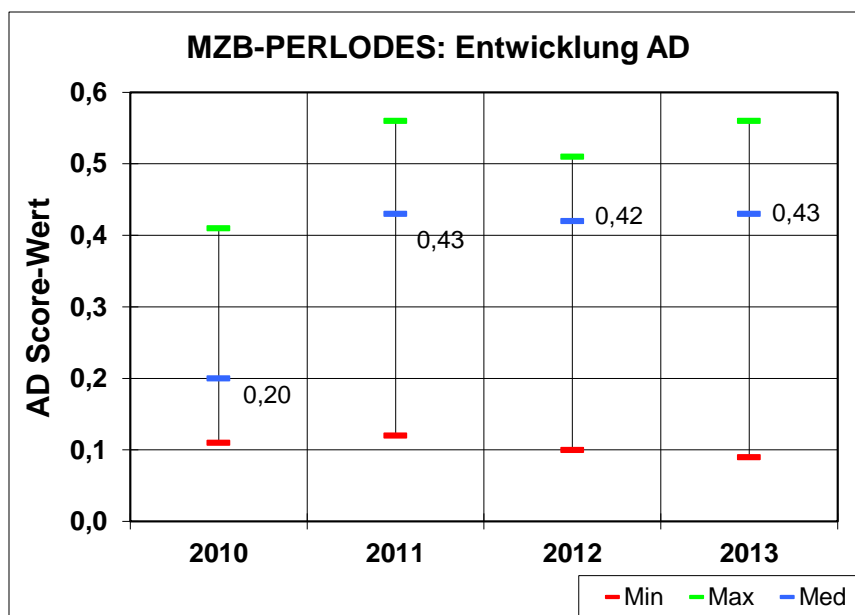


Abb. B8: **Makrozoobenthos:** Entwicklung der Median-, Minimum- und Maximumwerte der Allgemeinen Degradation (AD) über alle Gewässer pro Untersuchungsjahr (2010-2013) - WRRL-Untersuchungen

Die Allgemeine Degradation setzt sich wiederum aus unterschiedlichen sogenannten Core-Metrics zusammen, von denen im Folgenden der German Fauna Index (= GFI), der Anteil an Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera (= EPT = Eintagsfliegen, Steinfliegen und Köcherfliegen) und die Anzahl der Trichoptera (= T = Köcherfliegen) dargestellt werden.

Beim German Fauna Index (Abb. B9) ergibt sich ein ähnliches Bild, wie bei der Allgemeinen Degradation (Abb. B7). Für Treene, Mühlenbarbeker Au und Beste liegen die Score-Werte nach Umstellung der Gewässerunterhaltung auf Stromstrichmahd über alle Jahre höher, als vor Umstellung. Dies gilt sowohl für die Einzelwerte aus den Jahren nach Umstellung als auch für die daraus ermittelten Medianwerte. Besonders zu erwähnen sind die Score-Werte für die Mühlenbarbeker Au und die Beste im Jahr nach der Unterhaltungsumstellung: sie liegen mit 0,587 (Mühlenbarbeker Au) und 0,6 (Beste) im Grenzbereich zum guten ökologischen Zustand. An der Eider ist nur für 2011 ein höherer GFI ermittelt worden und an der Linau liegt der GFI mit Ausnahme von 2011 immer bei 0.

Die in Abbildung B10 dargestellten Median-, Maximum- und Minimumwerte der Score-Werte des German Fauna Index über alle Gewässer pro Untersuchungsjahr zeigen, dass die Medianwerte nach der Unterhaltungsumstellung deutlich höher liegen, als vor der Umstellung. Gleiches gilt mehr oder weniger auch für die Maximumwerte, während die



Schwankungen der Minima geringer ausfallen, da die Lebensgemeinschaften der Linau und der Eider weiter mit „schlecht“ bzw. „unbefriedigend“ bewertet werden und deren Werte daher entsprechend niedrig liegen.

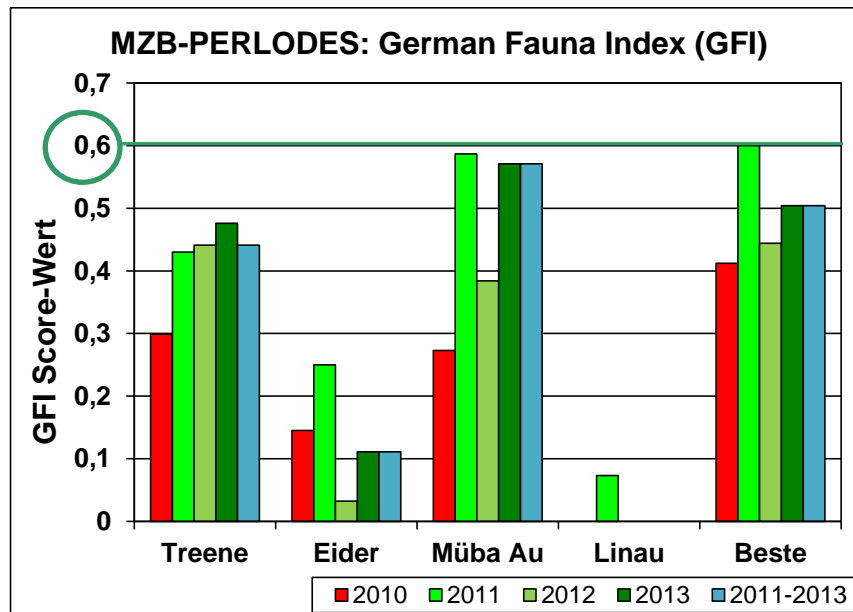


Abb. B9: **Makrozoobenthos:** Score-Werte des German Fauna Index (GFI) über die Untersuchungsjahre im Vergleich sowie Darstellung des Medianwertes (2011-2013) - WRRL-Untersuchungen - grüne Linie = Grenze zum guten ökologischen Zustand gemäß PERLODES

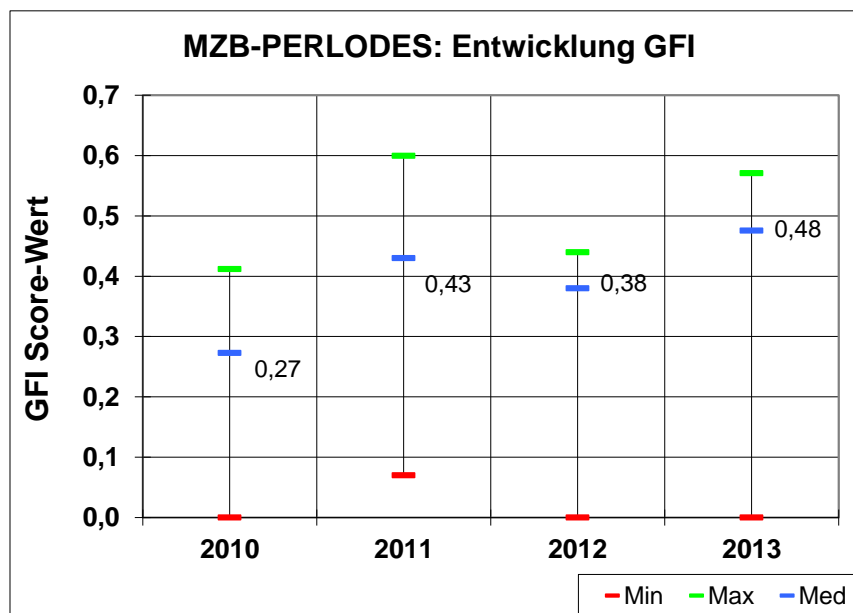


Abb. B10: **Makrozoobenthos:** Entwicklung der Median-, Minimum- und Maximumwerte des German Fauna Index (GFI) über alle Gewässer pro Untersuchungsjahr (2010-2013) - WRRL-Untersuchungen

Die Darstellung der Anteile der EPT zeigt, dass nur an der Treene ein kontinuierlicher Anstieg der Score-Werte zu verzeichnen ist (Abb. B11). An Mühlenbarbeker Au und Beste ist kein deutlicher Trend über die Jahre erkennbar. Der Median, ermittelt aus den Werten

nach der Unterhaltungsumstellung (2011 bis 2013), liegt aber auch bei diesen beiden Gewässern über dem Wert vor der Umstellung (Abb. B11). An der Eider liegen die Werte mit Ausnahme von 2011 immer bei 0 und an der Linau im Vergleich ebenfalls sehr niedrig.

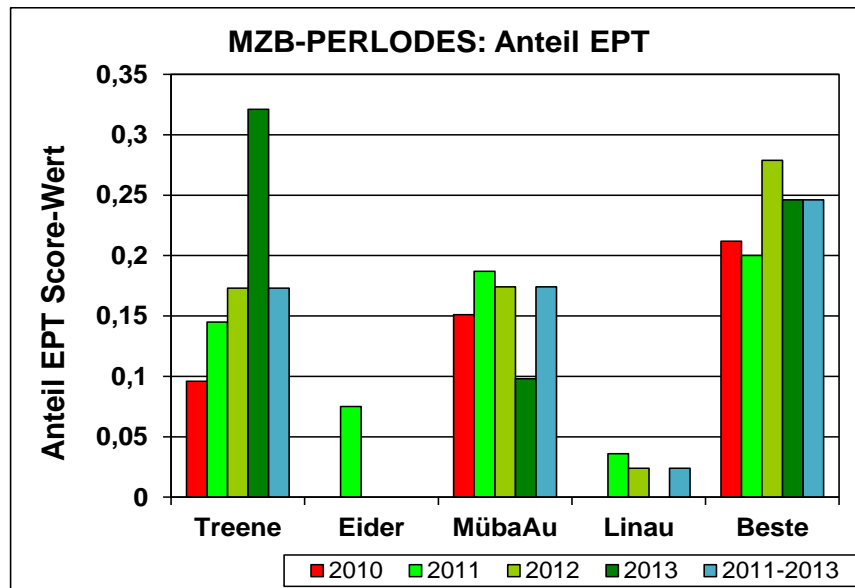


Abb. B11: **Makrozoobenthos:** Score-Werte der Anteile an Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera (EPT) über die Untersuchungsjahre im Vergleich sowie Darstellung des Medianwertes (2011-2013) - WRRL-Untersuchungen - Der gute ökologische Zustand wäre gemäß PERLODES bei dem Score-Wert von 0,6 erreicht.

Die besten Einzelergebnisse sind über die Untersuchungsjahre bei dem „Core-Metric“ der Anzahl der Trichopteren ermittelt worden. In der Treene steigen die Werte nach der Umstellung der Gewässerunterhaltung kontinuierlich bis auf den Wert 1 an, was einem sehr guten ökologischen Zustand für diesen Core-Metric entspricht (Abb. B12).

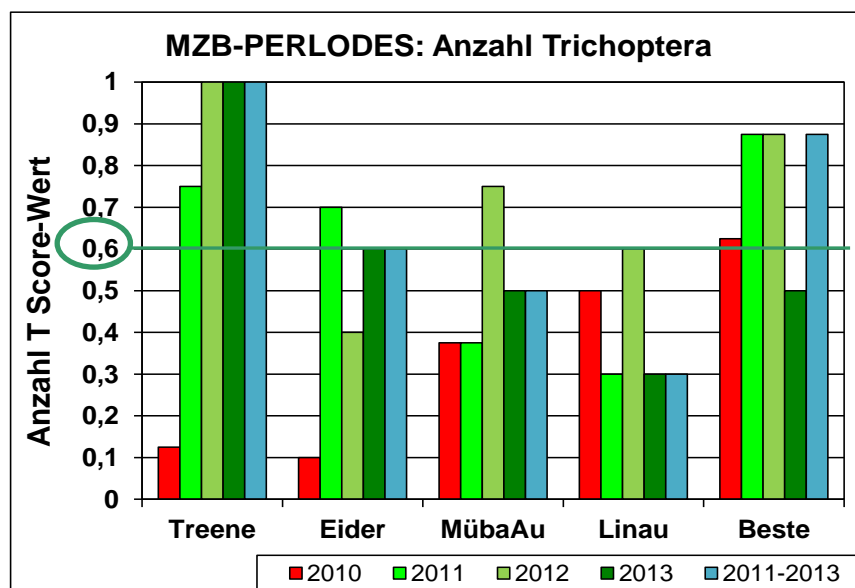


Abb. B12: **Makrozoobenthos:** Score-Werte der Anzahl der Trichoptera (T) über die Untersuchungsjahre im Vergleich sowie Darstellung des Medianwertes (2011-2013) - WRRL-Untersuchungen - grüne Linie = Grenze zum guten ökologischen Zustand gemäß PERLODES

Auch die Köcherfliegengemeinschaft der Beste liegt 2011 und 2012 bei sehr gut, fällt 2013 aber wieder auf „mäßig“ ab (zwischen dem Score-Wert 0,6 und 0,8 wäre der gute ökologische Zustand erreicht). An Eider und Mühlenbarbeker Au ist kein eindeutiger Trend zu beobachten, aber alle nach der Unterhaltungsumstellung ermittelten Werte und damit auch die Medianwerte liegen mehr oder weniger deutlich höher als vor der Umstellung. Eine Ausnahme bildet die Linau. Hier konnte nur 2012 ein besserer Wert als vor Umstellung der Gewässerunterhaltung ermittelt werden und damit liegt auch der Medianwert unter dem Wert aus 2010.

Die **saprobielle Einstufung** von Eider und Linau liegt im dritten Jahr (2013) nach der Umstellung auf schonende Gewässerunterhaltung genauso, wie schon zu Beginn der Untersuchungen unverändert bei „mäßig“ (3), während sich die Einstufung der Saprobie bei Treene, Mühlenbarbeker Au und Beste seit der Erstuntersuchung von „mäßig“ (3) auf „gut“ (2) verbessert hat (Abb. B13 sowie Tab. B1). Für das vergleichsweise durchgehend schlechtere Abschneiden der Eider und Linau sind vermutlich auch die relativ hohen Nährstoffgehalte des Wassers und/oder die organische Belastung (vergleichsweise höhere Sauerstoffzehrungen, vgl. Kap. 5.4) beider Gewässer verantwortlich. Zur Erreichung eines guten ökologischen Zustands sind also auch diese stofflichen Belastungen zu reduzieren.

Die bessere Einstufung der Lebensgemeinschaften von Treene, Mühlenbarbeker Au und Beste ist vermutlich auf die Strukturveränderungen durch die Umstellung auf schonende Gewässerunterhaltung zurückzuführen, die dann indirekt auch zu einer Veränderung in der Artenzusammensetzung führt und sich auch in der Saprobie widerspiegelt.

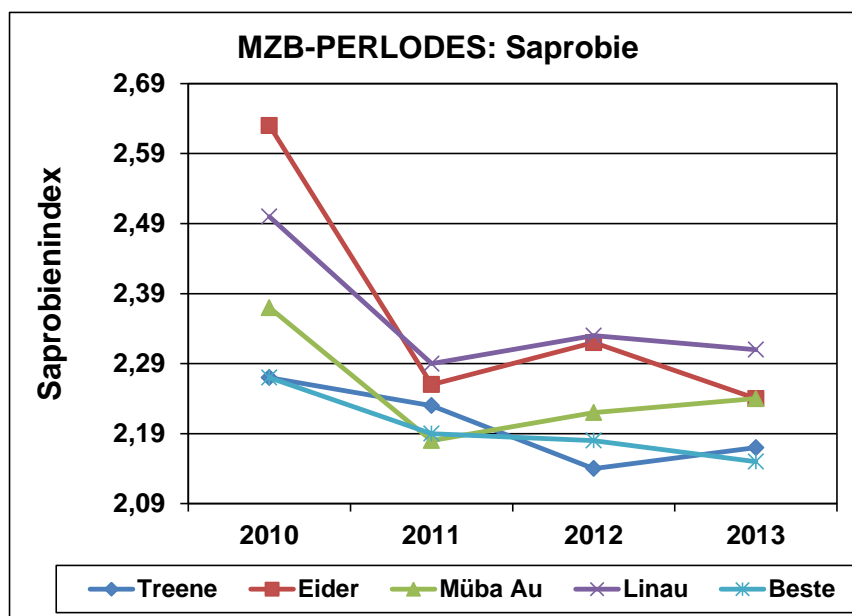


Abb. B13: **Makrozoobenthos:** Entwicklung der Saprobienindex-Werte über die Untersuchungsjahre (2010-2013) - WRRL-Untersuchungen

Die beschriebenen Verbesserungen in der Bewertung der Lebensgemeinschaften vor allem in Treene, Mühlenbarbeker Au und Beste lassen sich auch aus der **Dominanzanalyse** (vgl. Tab. AB9 im Anh.) und den Artenlisten (vgl. Tab. AB1-AB5 im Anh.) ableiten. In der Treene hat der Anteil der Krebstiere über die Untersuchungsjahre zugenommen und hier vor allem der des strömungsliebenden Bachflohkrebses *Gammarus pulex*. Außerdem hat sich der Dominanzanteil der Köcherfliegen von einem 2 %-Anteil in 2010 auf einen 26 %-Anteil in 2013 erhöht, was sich auch in der sehr guten Bewertung des Core-Metrics „Anzahl der Trichopteren“ zeigt (vgl. Abb. B12). Dabei treten seit 2012 auch verschiedene Arten der Köcherfliegengattung *Hydropsyche* im Besiedlungsbild auf, die als strömungsliebend gelten und auf Hartsubstraten siedeln. Der Anteil der Zuckmücken hat im Vergleich dazu deutlich abgenommen im Besiedlungsbild; er fiel von 71 % (2010) auf 9 % (2013).

Ähnlich sieht es in der Beste aus. Auch hier hat der Anteil der Köcherfliegen an der Gesamtlebensgemeinschaft von 3 % (2010) auf 11 % (2013) zugenommen und die Zuckmücken haben von 41 % (2010) auf 27 % (2013) abgenommen. Arten der strömungsliebenden und Hartsubstrat besiedelnde Köcherfliegengattung *Hydropsyche* wurden auch in der Beste erst nach Umstellung der Gewässerunterhaltung ab 2011 registriert.

In der Mühlenbarbeker Au sind die Zuwächse nicht so deutlich: der Anteil der Köcherfliegen nimmt von 3 % in 2010 auf 5 % in 2013 zu und auch bei den Eintagsfliegen ist ein Anstieg des Anteils bis 2012 erkennbar, von 1 % (2010) bis auf 7 % (2012). Auch in dieser Pilotstrecke nimmt der Anteil der Zuckmücken über den Untersuchungszeitraum ab, von 34 % (2010) auf 12 % (2013). Außerdem finden sich nach Umstellung der Gewässerunterhaltung einige strömungsliebende Arten in der Lebensgemeinschaft, wie der Käfer *Orectochilus villosus* und die Köcherfliegenlarve *Hydropsyche pellucidula*. Darüber hinaus ist 2013 der Fund der in Schleswig-Holstein vom Aussterben bedrohten Käferart *Helophorus arvernicus* zu erwähnen (GÜRLICH et al. 2011).

Im Besiedlungsbild der Eider hat der Anteil der Krebstiere von 4 % vor Umstellung der Gewässerunterhaltung auf 20 % in 2013 zugenommen, der vor allem auf den strömungsliebenden Bachflohkrebs *Gammarus pulex* zurückgeht. Während Eintagsfliegen, Libellen und auch Käfer nach wie vor mit einem verschwindend geringen Prozentsatz in der Lebensgemeinschaft der Eider vertreten sind, ist bei den Köcherfliegen ein Anstieg von 2 % in 2010 auf immerhin 7 % in 2013 zu verzeichnen. Dabei hat der Anteil der strömungsliebenden Gattung *Hydropsyche* vor allem bis 2012 deutlich zugenommen. Außerdem wurde 2013 erstmals die in Schleswig-Holstein stark gefährdete Flussnapfschnecke (*Ancylus fluviatilis*) in der Biozönose nachgewiesen (WIESE 1990). Der Anteil der Zuckmücken ist im Gegensatz zu den Gewässerstrecken von Treene, Mühlenbarbeker Au und Beste über den Untersuchungszeitraum von 24 % in 2010 auf 44 % in 2013 gestiegen.

In der Lebensgemeinschaft der Linau ist sowohl bei den Krebstieren als auch bei den Käfern eine Abnahme der Prozentanteile über den Untersuchungszeitraum zu beobachten: der Anteil der Krebstiere fällt von 26 % in 2010 auf 17 % in 2013, der der Käfer im gleichen Zeitraum von 5 % auf 3 %. Bei den Köcherfliegen ist, wie auch schon an allen anderen Pilotstrecken beschrieben, ein Zuwachs von 3 % vor Unterhaltungsumstellung auf 8 % 2013 zu beobachten. Die Zuckmücken bilden über alle Untersuchungsjahre die stärkste Gruppe (2010: 26 %, 2011: 44 %, 2012: 67 %, 2013: 40 %).

Die Auswertung der Artenlisten der fünf Pilotstrecken anhand der **Roten Listen Schleswig-Holsteins** zeigt, dass im Rahmen der vierjährigen Untersuchungen in allen fünf Pilot-

strecken bei den WRRL-Untersuchungen insgesamt 18 Rote Liste-Arten und weitere sechs Arten der Vorwarnlisten aufgenommen wurden, wobei in den einzelnen Proben verhältnismäßig wenig gefährdete Arten in den Lebensgemeinschaften nachgewiesen wurden (WIESE 1990, BRINKMANN & SPETH 1999, WINKLER et al. 2011, GÜRLICH et al. 2011). Die Anzahlen schwanken von null bis fünf Rote Liste-Arten pro untersuchter Probe, wobei nur einmal fünf und zwei Mal vier gefährdete Arten erfasst wurden (vgl. Tab. AB1-AB5 im Anh.). Besonders zu erwähnen ist der Fund des vom Aussterben bedrohten Käfers *Helophorus arvernicus* in der Mühlenbarbeker Au in 2013 sowie weitere fünf stark gefährdete Arten: die Schnecken *Ancylus fluviatilis* (Eider und Mühlenbarbeker Au) und *Theodoxus fluviatilis* (Beste), die Muscheln *Anodonta cygnea* (Treene, Linau), *Pisidium amnicum* (Treene, Mühlenbarbeker Au und Beste) und *P. supinum* (Beste).

Ergänzend zu der Bewertung nach PERLODES wurden die Daten der zuvor beschriebenen Wasserrahmenrichtlinienuntersuchungen auch mit dem **Ökologischen Bewertungsrahmen Fließgewässer** (HOLM 1989) ausgewertet (Tab. B2). Hierbei ist zu berücksichtigen, dass sich die Untersuchungsmethoden beider Verfahren unterscheiden - insbesondere im Hinblick auf die Anzahl der Probenahmen. Die Ergebnisse des Bewertungsrahmens dienen daher lediglich als Anhaltspunkt für die Plausibilisierung der PERLODES-Ergebnisse (vgl. Kap. 3.3.3).

Auch auf Grundlage dieser Bewertungsmatrix ist in allen Pilotstrecken eine Verbesserung zwischen 2010 und 2013 zu beobachten (Tab. B2 und Abb. B14). Alle Gewässer zeigen nach Umstellung der Unterhaltung signifikant höhere Bewertungssummen als zuvor. Ähnlich wie für die allgemeine Degradation beschrieben liegen die Werte von Treene, Eider, Mühlenbarbeker Au und Beste nach Einführung der schonenden Gewässerunterhaltung durchweg höher und die Lebensgemeinschaften werden damit besser eingestuft als vor der Umstellung (Ausnahme: 2011 an der Beste der gleiche Wert wie 2010). Gleiches gilt aufgrund der Ergebnisse des Bewertungsrahmens auch für die Linau, wo sich bei der allgemeinen Degradation noch kein deutlicher Trend abzeichnete (vgl. Abb. B7). Abbildung B14 zeigt, dass der Anstieg der Summe der Gewichtungen an Treene und Eider am höchsten ist.

Tab. B2: **Makrozoobenthos:** Ergebnisvergleich 2010-2013 - Bewertungsrahmen Fließgewässer Schleswig-Holstein (HOLM 1989) - vordere Zahl = Summe der Gewichtungen, Zahl in Klammern = Wertzahl

	2010	2011	2012	2013
<b>Treene</b>	6 (1)	9 (2)	18 (3)	18 (3)
<b>Eider</b>	2 (1)	11 (2)	11 (2)	13 (2)
<b>MübaAu</b>	8 (2)	14 (3)	11 (2)	10 (2)
<b>Linau</b>	6 (1)	8 (2)	11 (2)	12 (2)
<b>Beste</b>	12 (2)	12 (2)	17 (3)	16 (3)

Bewertungen Bewertungsrahmen: Wertzahl: 1 = extrem gestört, 2 = erheblich gestört, 3 = deutlich beeinträchtigt, 4 = weitgehend naturnah, 5 = naturnah - Unterschiede 2010 zu 2013 signifikant (t-Test,  $p < 0,05$ )

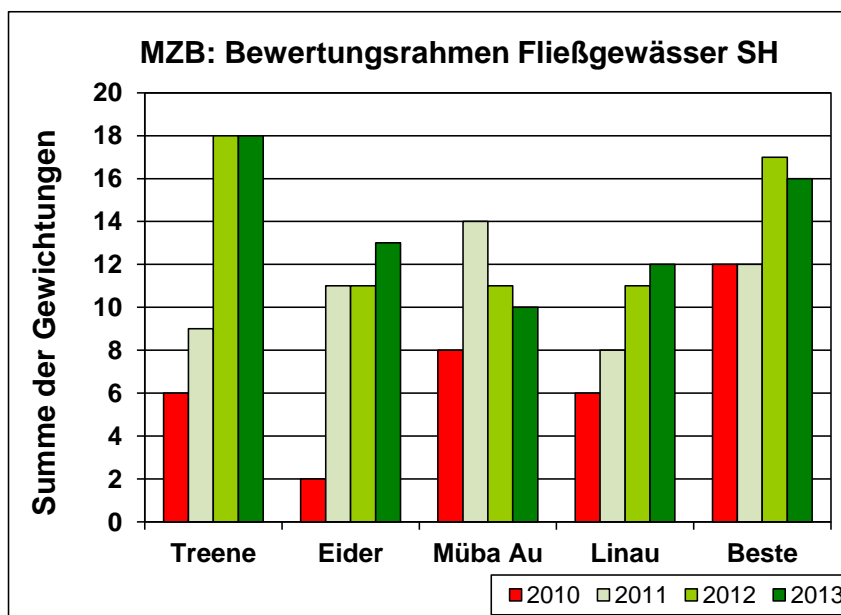


Abb. B14: **Makrozoobenthos:** Entwicklung der Summe der Gewichtungen über die Untersuchungsjahre (2010-2013) - Bewertungsrahmen Fließgewässer S-H - Unterschiede 2010 zu 2013 signifikant (t-Test,  $p < 0,05$ )

Im **Fazit** zeichnet sich bei allen beschriebenen Parametern für alle fünf Pilotstrecken seit Umstellung auf eine schonende Gewässerunterhaltung eine mehr oder weniger deutliche positive Entwicklung der Lebensgemeinschaften ab. So konnten seit der Unterhaltungsumstellung über alle Pilotstrecken gesehen signifikant höhere Artenzahlen, ein Anstieg der strömungsliebenden Arten sowie der Hartsubstrat- und Phytalbesiedler im Inventar verzeichnet werden. Dies schlägt sich an der Treene und der Mühlenbarbeker Au auch in der Verbesserung der ökologischen Zustandsklasse nieder. Die Einstufung der Treene verbessert sich sogar um zwei Klassen von „schlecht“ auf „mäßig“. Für Eider und Beste ergab sich keine Änderung in der Bewertung, aber zumindest ein Anstieg der Score-Werte der Allgemeinen Degradation. Allen Pilotstrecken gemeinsam ist darüber hinaus ein Anstieg des Köcherfliegenanteils nach der Unterhaltungsumstellung. Dies hat in Treene und Beste beim Core-Metric „Anzahl der Trichopteren“ zu einer sehr guten Bewertung geführt.

### 5.3.2 Detailuntersuchungen

Im Rahmen der Detailuntersuchungen (MZB-Detailuntersuchungen) wurden je Pilotstrecke insgesamt neun Stationen pro Untersuchungsjahr (2010-2013) beprobt und anschließend ausschließlich die Insektentaxa weiter bearbeitet und bewertet. Damit liegt den folgenden Aussagen sowohl von der Anzahl der Proben als auch vom Artenspektrum her eine deutlich andere Grundgesamtheit zugrunde als den Untersuchungen nach PERLODES. Dort wurde pro Gewässer jeweils eine Probe mit allen Gruppen des Makrozoobenthos ausgewertet. Daher sind die Ergebnisse nicht direkt mit einander vergleichbar. Die Artenlisten der Detailuntersuchungen finden sich auf CD (vgl. Tab. MZB\_Detail\_Artenlisten).

Ähnlich wie bei den MZB-PE-Untersuchungen stellt sich die Beste auch im Rahmen der Detailuntersuchungen über alle Untersuchungsjahre als die taxareichste Pilotstrecke her-

aus (2010: 46 Taxa<sup>1</sup> 2013: 56 Taxa, Abb. B15). Die Eider ist mit Ausnahme von 2011 sowohl vor als auch nach der Umstellung der Gewässerunterhaltung im Vergleich die taxaärmste Strecke (2010: 23 Taxa, 2013: 35 Taxa). An Treene, Eider und Beste liegen die **Taxazahlen** nach Umstellung der Unterhaltung durchweg höher mit kontinuierlichem Anstieg an Treene und Beste. An der Mühlenbarbeker Au waren 2012 und an der Linau 2011 und 2012 höhere Taxazahlen als vor Umstellung der Gewässerunterhaltung zu verzeichnen. Die Anzahlen der übrigen Jahre liegen niedriger als vor der Unterhaltungsumstellung. Die detaillierten Darstellungen der Taxazahlen für alle Untersuchungsjahre aller Stationen der fünf Pilotstrecken finden sich im Anhang (vgl. Tab. AB13 sowie Abb. AB1-AB5).

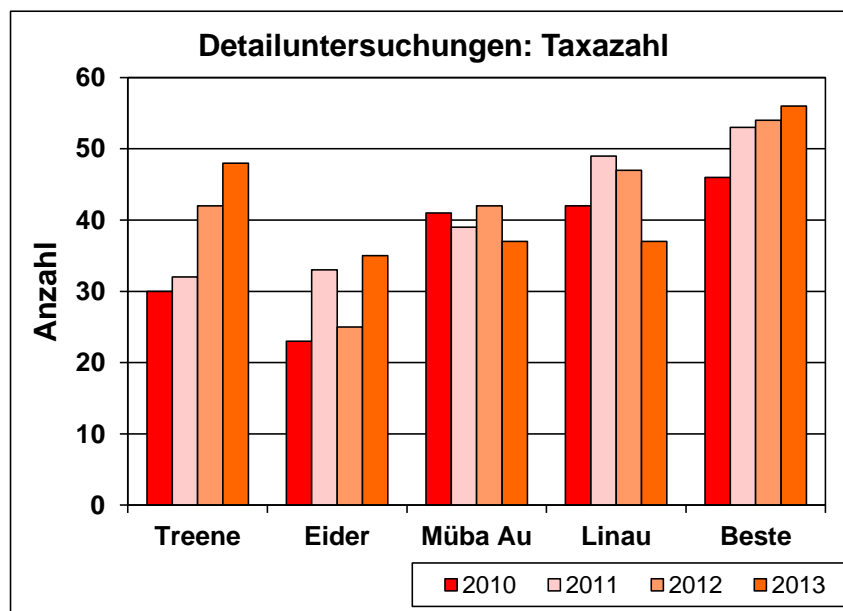


Abb. B15: **Makrozoobenthos:** Taxazahlen der Insekten im Vergleich (2010-2013) - Detailuntersuchungen

Bei den nachgewiesenen **Artenzahlen** (Abb. B16) ergibt sich ein ähnliches Bild: Die Beste ist wie in den Vorjahren auch im Jahr 2013 jeweils die artenreichste Pilotstrecke, während die Eider 2010 und 2011 gemeinsam mit der Treene, und 2012 und 2013 gemeinsam mit der Mühlenbarbeker Au, die artenärmste Strecke darstellt. In der Treene steigt die Artenzahl kontinuierlich seit Einführung der schonenden Unterhaltung. An den übrigen Pilotstrecken liegen die Artenzahlen mit Ausnahme der Mühlenbarbeker Au, in der 2013 der gleiche Wert registriert wurde wie 2010, nach Umstellung der Gewässerunterhaltung in allen Untersuchungsjahren höher als davor. Eine Darstellung der Artenzahlen für alle Untersuchungsjahre aller Stationen der fünf Pilotstrecken findet sich im Anhang (vgl. Tab. AB13 sowie Abb. AB1-AB5).

Steigende Taxa- und Artenzahlen sind jedoch nicht allein ausschlaggebend für die Bewertung der Regeneration der Wirbellosenfauna. Aus diesem Grund wurde das Arteninventar auch im Hinblick auf die Zunahme von wertgebenden bzw. fließgewässertypischen Taxa und Arten hin ausgewertet (s. u.).

<sup>1</sup> = allgemeine Bezeichnung für eine systematische Kategorie z. B. Art, Familie, Ordnung

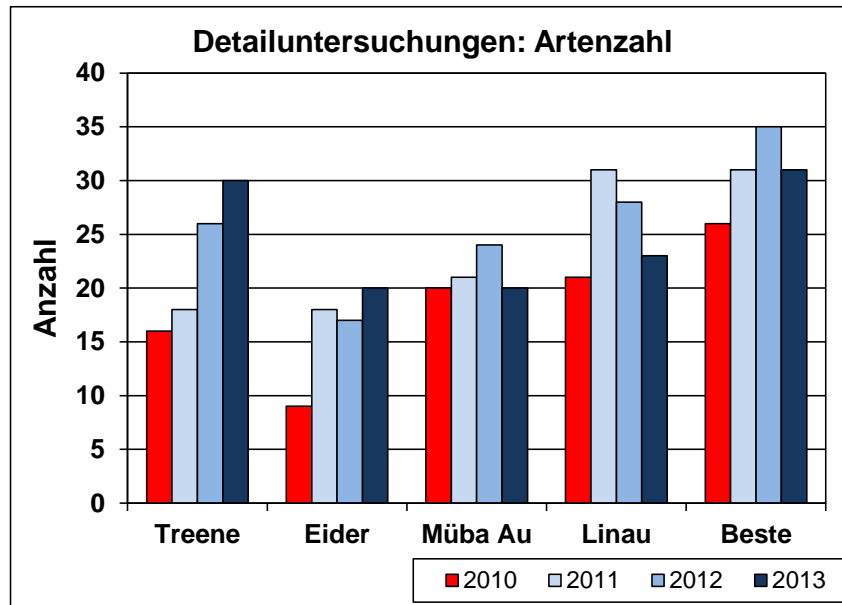


Abb. B16: **Makrozoobenthos:** Artenzahlen der Insekten im Vergleich (2010-2013) - Detailuntersuchungen- Unterschiede 2010 zu 2013 signifikant (t-Test,  $p < 0,05$ )

Die **Individuenzahlen** der Insekten schwanken an den Detailstationen über alle Untersuchungsjahre sehr stark (vgl. Tab. AB10 im Anh.). Die Darstellung der Mittelwerte der Individuenzahlen aller Detailstationen über den gesamten Monitoringzeitraum zeigt, dass an Eider, Linau und Beste in allen Jahren nach Umstellung der Gewässerunterhaltung durchgängig höhere Abundanzen registriert wurden, als davor (Abb. B17). An der Treene gilt dies ebenfalls für 2011 und 2013, an der Mühlenbarbeker Au für 2011 und 2012. Dies legt die Vermutung nahe, dass durch die reduzierte Entnahme von Pflanzen aus den Gewässern auch mehr Tiere im Gewässer verbleiben.

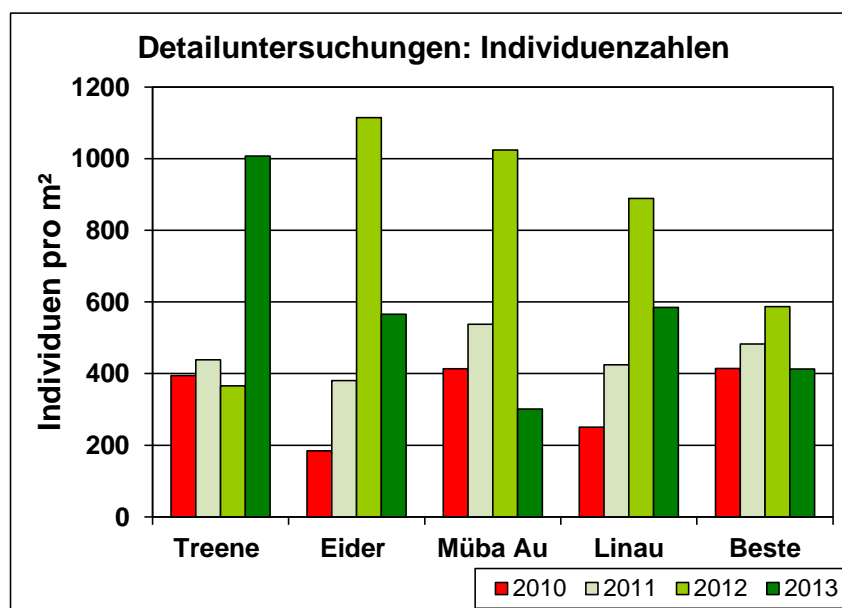


Abb. B17: **Makrozoobenthos:** Mittelwerte der Individuenzahlen der Insekten im Vergleich (2010-2013) - Detailuntersuchungen



Die Darstellungen der Individuenzahlen an den einzelnen Pilotstrecken und allen Detailstationen über den gesamten Untersuchungszeitraum finden sich im Anhang (vgl. Abb. AB1-AB5).

In der folgenden Abbildung B18 sind die Abundanzen der strömungsliebenden Insektenarten für die Pilotstrecken von 2010 bis 2013 dargestellt. An allen Untersuchungsstrecken liegen die registrierten Anzahlen strömungsliebender Arten seit Umstellung der Gewässerunterhaltung über alle Untersuchungsjahre höher als davor (vgl. Tab. AB11 im Anh.). An der Treene ist ein kontinuierlicher Anstieg der Arten dieses Anspruchstyps seit 2010 zu beobachten. An Eider und Linau gilt dies bis 2012, wobei an der Eider die Anzahl 2013 gleich hoch ist. Die detaillierte Darstellung der **Strömungspräferenzen** für die einzelnen Pilotstrecken über alle Untersuchungsjahre findet sich im Anhang (vgl. Abb. AB6-AB10 im Anh.).

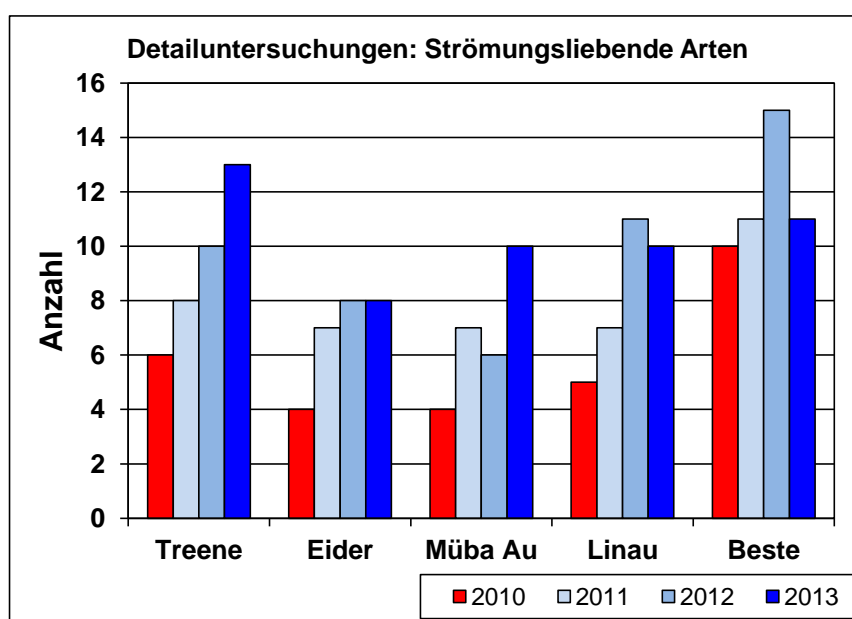


Abb. B18: **Makrozoobenthos:** Anzahl der strömungsliebenden Arten der Insekten im Vergleich (2010-2013) - Detailuntersuchungen - Ökologische Angaben aus PERLODES (vgl. Kap. 3.3.3) - Unterschiede 2010 zu 2013 signifikant (t-Test,  $p < 0,01$ )

Bei der Betrachtung aller Ergebnisse über die Untersuchungsjahre zeichnet sich in den Lebensgemeinschaften von Eider, Mühlenbarbeker Au und Linau eine Verschiebung zu den strömungsliebenden bzw. fließende Gewässer bevorzugenden Arten ab. In Treene und Beste ist sowohl bei den strömungsliebenden Spezies als auch bei den Arten, die in strömungsberuhigten Bereichen leben, ein Zuwachs zu verzeichnen.

Bei der Analyse der Daten der Detailuntersuchungen hinsichtlich der Verteilung der strömungsliebenden Arten über den Gewässerquerschnitt und hier vor allem in Hinblick auf eine Zunahme der Anzahl von strömungsliebenden Arten in den gekrauteten Bereichen ist bisher noch keine deutliche Tendenz erkennbar. Allerdings gibt es an Eider (D3U2) und Linau (D1U1) einzelne gekrautete Bereiche, in denen die strömungsliebenden Arten über die Untersuchungsjahre kontinuierlich zugenommen haben (vgl. Abb. AB6-AB10 im Anh.).

Die Betrachtung der **Habitatpräferenzen**, der im Rahmen der Detailuntersuchungen nachgewiesenen Spezies, ergibt ein anderes Bild als bei den Erfassungen nach WRRL (vgl. Kap. 5.3.1). Sind die Lebensgemeinschaften aller fünf Gewässerstrecken dort über

fast alle Untersuchungsjahre von Phytalbesiedlern geprägt, zeigen die Ergebnisse der Detailuntersuchungen in der Eider und der Beste über alle Untersuchungsjahre eine Dominanz der Steine- und Kiesbesiedler, wobei in der Eider 2013 und in der Beste 2011 und 2013 die Phytalbesiedler gleich stark vertreten waren (vgl. Tab. AB12 im Anh.). In der Linau bilden die Phytalbesiedler 2010 bis 2012 die stärkste Gruppe und werden 2013 von den Steine- und Kiesbesiedlern abgelöst. In der Treene herrschen vor Umstellungsumstellung die Phytalbesiedler vor, sind 2011 und 2013 gleich stark wie die Gruppe der Steine und Kiesbesiedler, die wiederum 2012 die stärkste Gruppe stellen. In der Mühlenbarbeker Au bildeten vor Umstellung der Gewässerunterhaltung die typischen Schlammbewohner die vorherrschende Gruppe, 2011 und 2012 die Phytalbesiedler und 2013 schließlich die Steine- und Kiesbesiedler. Dies legt die Vermutung nahe, dass sich durch die Umstellungsumstellung weniger Schlamm abgelagert hat und damit Tiere mit anderer Habitatpräferenz gefördert wurden.

Trotz des hohen Sandanteils in den Pilotstrecken sind im Vergleich nur wenige Spezies aufgenommen worden, die typischerweise sandige Substrate besiedeln, was den Untersuchungsergebnissen nach WRRL entspricht (vgl. Kap. 5.3.1).

Ähnlich wie bei den MZP-PE-Untersuchungen schon gezeigt (vgl. Abb. B5, Kap. 5.3.1), ist in Abbildung B19 zu erkennen, dass die Zahl der Hartsubstratbesiedler seit Umstellung der Gewässerunterhaltung in allen Gewässerabschnitten zugenommen hat (vgl. Tab. AB12 im Anh.). In Treene und Linau ist ein kontinuierlicher Zuwachs über die Untersuchungsjahre zu beobachten. Dieser Befund deckt sich mit der unterschiedlich großen Zunahme von Hartsubstraten im Bachbett der Pilotstrecken (vgl. Kap. 5.1, 5.2.4 und 5.3.3).

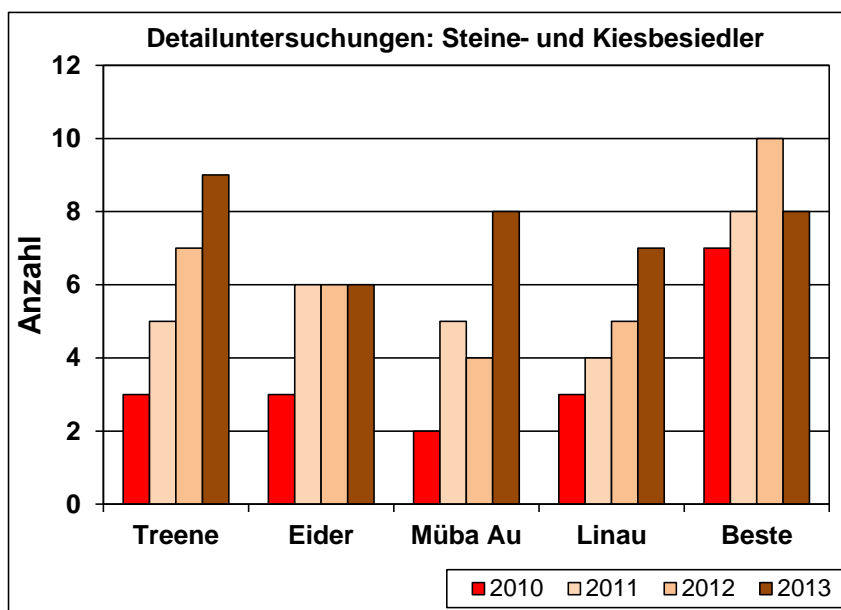


Abb. B19: **Makrozoobenthos:** Anzahl der Steine- und Kiesbesiedler der Insekten im Vergleich (2010-2013) - Detailuntersuchungen - Ökologische Angaben aus PERLODES (vgl. Kap. 3.3.3) - Unterschiede 2010 zu 2013 signifikant (t-Test,  $p < 0,01$ )

Bei den Phytalbesiedlern sind nach der Umstellungsumstellung für Treene, Eider, Mühlenbarbeker Au und Beste ebenfalls Zuwächse zu verzeichnen, die aber geringer ausfallen, als bei den Stein- und Kiesbesiedlern (Abb. B19 und Abb. B20). In der Lebensgemeinschaft der Linau steigt die Zahl von sieben Spezies vor Umstellung der Gewäs-

serunterhaltung im Jahr danach (2011) auf das Doppelte (14 Arten) und fällt bis 2013 auf sechs ab und liegt damit unter dem Wert der Erstuntersuchung.

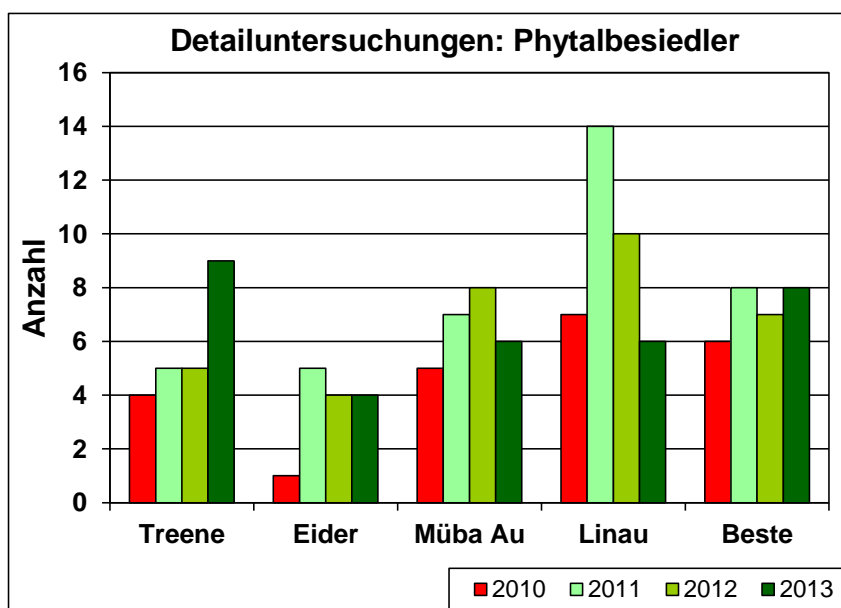


Abb. B20: **Makrozoobenthos:** Anzahl der Phytalbesiedler der Insekten im Vergleich (2010-2013) - Detailuntersuchungen - Ökologische Angaben aus PERLODES (vgl. Kap. 3.3.3) - Unterschiede 2010 zu 2013 signifikant (t-Test,  $p < 0,05$ )

Bei der Analyse der Daten der Detailuntersuchungen hinsichtlich der Verteilung der Steine- und Kiesbesiedler bzw. der Phytalbesiedler über den Gewässerquerschnitt und hier vor allem in Hinblick auf eine Zunahme der Anzahl der Stein- und Kiesbesiedler in den gekrauteten Bereichen bzw. der Phytalbesiedler in den unbearbeiteten Bereichen ist bisher noch keine deutliche Tendenz erkennbar (vgl. Tab. AB12 im Anh.). Allerdings gibt es an Eider und Linau einzelne gekrautete Bereiche (Eider = D3U2, Linau = D1U1), in denen Steine- und Kiesbesiedler über die Untersuchungsjahre kontinuierlich zugenommen haben. An beiden Stationen war auch ein Anstieg der Zahl der strömungsliebenden Arten zu beobachten (s. o.).

Die Auswertung der Artenlisten der fünf Pilotstrecken anhand der **Roten Listen Schleswig-Holsteins** zeigt, dass im Rahmen der Detailuntersuchungen über den vierjährigen Monitoringzeitraum in allen fünf Pilotstrecken insgesamt 17 Rote Liste-Arten der Insekten und weitere acht Spezies der Vorwarnlisten aufgenommen wurden, wobei in den einzelnen Proben verhältnismäßig wenig gefährdete Arten in den Lebensgemeinschaften nachgewiesen wurden (BRINKMANN & SPETH 1999, WINKLER et al. 2011, GÜRLICH et al. 2011). Die Anzahlen der erfassten Rote Liste-Arten schwanken zwischen null und fünf Spezies pro untersuchter Probe, wobei nur je einmal fünf bzw. vier gefährdete Arten (beide in der Beste) erfasst wurden (vgl. Tab. MZB\_Detail\_Artenlisten auf CD).

Besonders zu erwähnen sind die zwei Funde der vom Aussterben bedrohten Spezies, und zwar des Käfers *Helophorus arvernicus* (Abb. B21, rechts) in der Treene 2012 und der Köcherfliegenlarve *Cheumatopsyche lepida* (Abb. B21, links) in der Beste von 2010 bis 2012. Darüber hinaus fanden sich noch drei stark gefährdeten Arten: die Eintagsfliegenlarve *Baetis buceratus*, der Käfer *Elmis maugetii* sowie die Köcherfliegenlarve *Hydro-*

*psyche saxonica*, die alle ausschließlich in der Beste nachgewiesen wurden (vgl. Tab MZB\_Detail\_Artenlisten auf CD).



Abb. B21: **Makrozoobenthos**: Köcherfliegenlarve *Cheumatopsyche lepida* aus der Treene (links) und der Käfer *Helophorus avernicus* aus der Mühlenbarbeker Au (rechts)

Auch die Auswertung der im Detailverfahren untersuchten Insekten zeigt im **Fazit**, dass sich bei allen beschriebenen Parametern für alle fünf Pilotstrecken seit Umstellung auf eine schonende Gewässerunterhaltung eine mehr oder weniger deutliche positive Entwicklung der Lebensgemeinschaften abzeichnet. So konnten seit der Unterhaltungsumstellung über alle Pilotstrecken gesehen signifikant höhere Artenzahlen und ein Anstieg der strömungsliebenden Arten unter den Insekten verzeichnet werden. Außerdem ist in allen Pilotstrecken ein ebenfalls signifikanter Zuwachs bei den Hartsubstratbesiedlern in der Gruppe der Insekten zu beobachten, was sich mit der unterschiedlich starken Zunahme von größeren Substraten in den Pilotstrecken deckt, die vermutlich durch die Einengung des Gewässerlaufes durch die reduzierte Unterhaltung freigespült werden.

### 5.3.3 Strukturelle Begleitparameter

Im Rahmen der Makrozoobenthosuntersuchungen wurden jeweils strukturelle Parameter wie Substratzusammensetzung und Wassertiefen über den Gewässerquerschnitt sowie besondere Laufstrukturen aufgenommen (vgl. Tab. MZB\_strukturelle Begleitparameter auf CD sowie Abb. AB11-AB15 im Anh.).

Bei der Betrachtung der **Substratzusammensetzung** des Gewässerlaufes der Beste zeigen sich über die Untersuchungsjahre nur wenige Änderungen. Das Gewässerbett ist nach wie vor Umstellung der Gewässerunterhaltung von sandigen Sedimenten geprägt. Allerdings hat durch die Schonung des Böschungsfußes bei der Unterhaltung der Anteil der emersen Makrophyten zugenommen. Die beobachteten Sandrippeln zeigen Sandtreiben im Gewässer an. Damit befindet sich die Sohle in einem ständigen Umbau.

Auch in der Treene, deren Substrat vor allem von Sand in Verbindung mit Fein- bis Mittelkies dominiert wird, finden sich bis auf die Zunahme submerser und emerser Makrophyten

in den Wintermonaten über die Untersuchungsjahre kaum Veränderungen. Die Sohle der Mühlenbarbeker Au setzt sich ebenfalls über alle Untersuchungsjahre zum überwiegenden Teil aus sandigen Sedimenten zusammen. Zusätzlich kommt es hier über die Jahre zu einem deutlichen Anstieg der submersen und auch emersen Makrophyten im Gewässerlauf zum Zeitpunkt der Beprobung im Frühjahr (Abb. B22, grüner Rahmen).

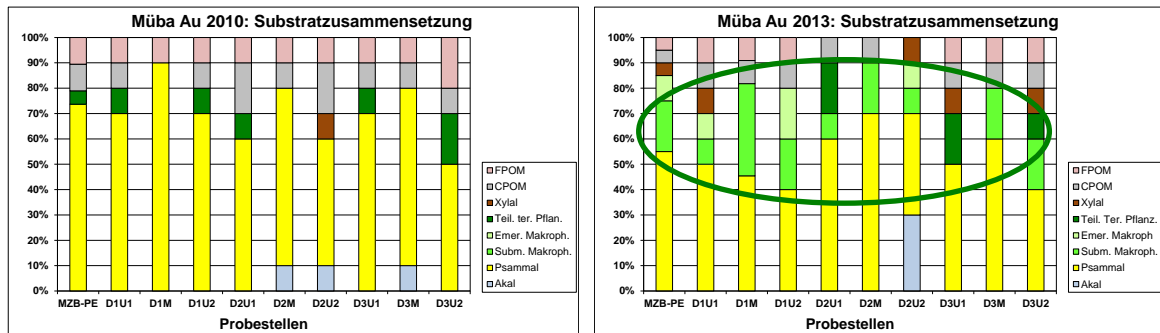


Abb. B22: **Strukturelle Begleitparameter:** Substratzusammensetzung in der Mühlenbarbeker Au vor Umstellung der Gewässerunterhaltung 2010 (links) und im Jahr 2013 (rechts) im Vergleich

Im Bachbett der Eider konnten schon vor der Unterhaltungsumstellung neben Sand deutlich mehr Grobsubstrate wie Kies bis hin zu kleinen Steinen aufgenommen werden. Über den Untersuchungszeitraum hat sich dieser Anteil an fast allen Stationen mehr oder weniger deutlich erhöht (Abb. B23).

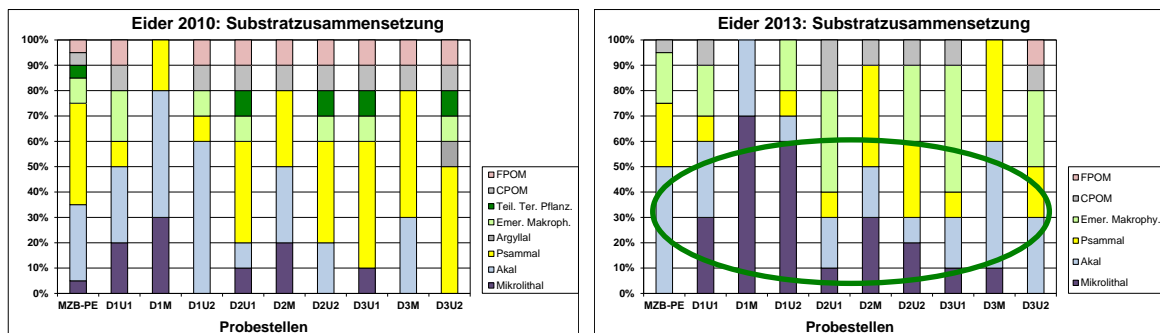


Abb. B23: **Strukturelle Begleitparameter:** Substratzusammensetzung in der Eider vor Umstellung der Gewässerunterhaltung 2010 (links) und im Jahr 2013 (rechts) im Vergleich

In der Linau ist die Sohle verbaut und mit Steinen geschottert. Daher fanden sich hier im Gewässerbett schon zu Beginn der Untersuchungen neben Sand auch Grobsubstrate. Über die Untersuchungsjahre ist kein deutlicher Trend erkennbar. An einigen Stationen sind die Prozentanteile der Grobsubstrate gestiegen an anderen gleich geblieben oder abgefallen. An Station D3 der Linau wurden nur in den Jahren 2010 und 2011 geringe Anteile an Grobsubstraten registriert, während diese Station 2012 und 2013 von Sand geprägt wird. Die Abbildungen der Substratzusammensetzung für alle Pilotstrecken über den Untersuchungszeitraum finden sich im Anhang (vgl. Abb. AB11-AB15).

Die gemessenen **Tiefen** über den Gewässerquerschnitt an den vier Stationen (MZB-PE, D1, D2 und D3) der fünf Pilotstrecken zeigen für die Beste kaum Veränderungen über die Untersuchungsjahre. Die Tiefenvarianz ist hier gering.

In Treene, Eider, Mühlenbarbeker Au und Linau lässt sich eine mehr oder weniger deutliche Zunahme der Tiefenvarianz erkennen. Dabei konnte bei der Frühjahrsbeprobung 2013 an Station D3 der Treene auch eine Längsbank aufgenommen werden, die sich im Tiefenprofil deutlich abzeichnet (Abb. B24). Die Abbildungen zu den Gewässertiefen für alle Untersuchungsjahre der fünf Pilotstrecken finden sich im Anhang (vgl. Abb. AB11-AB15).

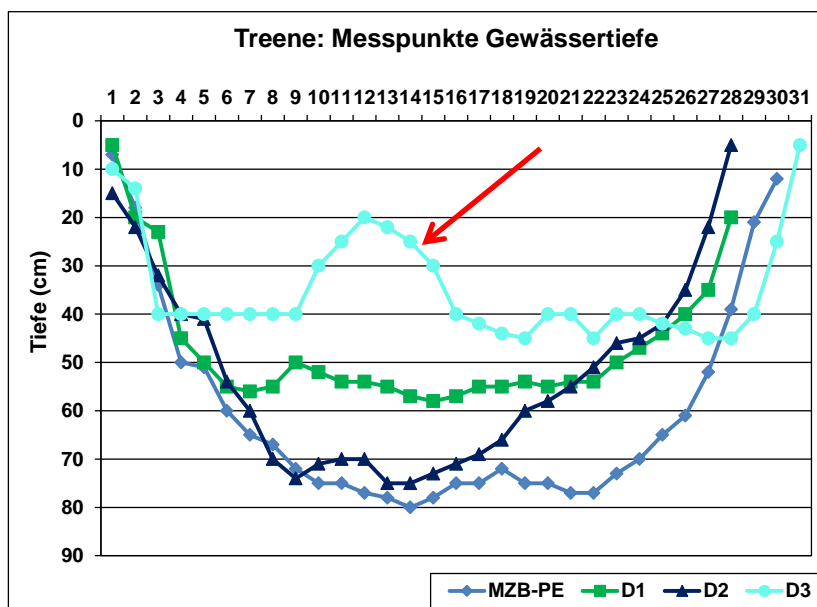


Abb. B24: **Strukturelle Begleitparameter:** Gewässertiefenmessung in der Treene 2013

Die aufgenommenen **Strömungen** in den fünf Pilotstrecken zeigen sowohl vor als auch nach Umstellung der Gewässerunterhaltung geringe Varianzen an (vgl. MZB\_strukturelle Begleitparameter auf CD). Es konnten jeweils lediglich zwei Strömungsarten aufgenommen werden.

Die Aufnahme der **besonderen Laufstrukturen** in den Pilotstrecken zeigt, dass sich in der Beste über den Untersuchungszeitraum keine besonderen Laufstrukturen entwickelt haben. In der sonst ebenfalls strukturarmen Treene war 2013 erstmals eine Längsbank an Station D3M zu beobachten und in der Mühlenbarbeker Au kommt es im Bereich von D3U1 zu einer Kolkbildung aufgrund eines Grabeneinlaufes auf der gegenüberliegenden Seite. Demgegenüber konnten an der Eider seit 2012 und ausgeprägter in 2013 mehrere Ansätze von Uferbänken (Station MZB-PE, D1U1, D2U1 und D3U1) registriert werden (vgl. MZB\_strukturelle Begleitparameter auf CD). Alle liegen in Bereichen, die bei der Unterhaltung geschont werden. Auch in der Linau kommt es schon seit 2011 durch die schonende Gewässerunterhaltung zur Ausbildung von Uferbänken. 2013 konnten in der Linau vier echte Uferbänke (MZB-PE, D1U1, D1U2 und D3U1) sowie ein Ansatz (D2U1) aufgenommen, wovon vier in Bereichen kartiert wurden, die bei der Unterhaltung geschont werden.

## 5.4 Einflussfaktoren

Die Vorstellung der Ergebnisse der biologischen Qualitätskomponenten Makrophyten und Makrozoobenthos hat gezeigt, dass die Biozönosen an den Pilotstrecken Treene und Mühlenbarbeker Au am besten entwickelt sind. Gefolgt werden diese von der Beste. Eider und Linau zeigen in fast allen Parametern die schlechtesten Ergebnisse.

Dem gegenüber konnten an diesen beiden Gewässern sehr gute Entwicklungen der Gewässerstrukturen nachgewiesen werden, insbesondere bei Strömungs- und Substratdiversität sowie Tiefenvarianz (vgl. Kap. 5.1, 5.2.4 und 5.3.3). Offenbar reichen jedoch die verbesserten Strukturen nicht für eine weitere Regeneration der biologischen Qualitätskomponenten der beiden Pilotstrecken an Eider und Linau. Im Zuge der zahlreichen Geländeuntersuchungen und vor Ort-Termine konnten gerade an diesen beiden Gewässern Einflüsse festgestellt werden, die teils starke Belastungen für die Biozönosen darstellen können.

So erfuhr die Eider im Sommer 2013 auf ganzer Länge im Bereich der 500 m langen Pilotstrecke Belastungen durch Einsatz des Pflanzenschutzmittels Glyphosat, das in Form von Roundup® als Herbizid eingesetzt wurde, um den Pflanzenbewuchs unter dem Weidezaun kurz zu halten. Der Herbizideinsatz war derart massiv, dass hierdurch auch die bislang intakte Ufervegetation beeinträchtigt wurde (Abb. 7).



Abb. 7: Pilotstrecke Eider: „Zaunpflege“ mit dem Herbizid Roundup® im Sommer 2013 (links) und die Folgen der Behandlung im Winter 2013 / 2014 (oben rechts). Kahle Uferböschungen, die verstärkt durch Trittschäden (unten rechts) zu massiven Uferabbrüchen und Sedimenteinträgen ins Gewässer geführt haben.

In der Folge verloren die abgestorbenen Pflanzen ihre Ufer schützende Funktion und es kam insbesondere im darauf folgenden Winter zu massiven Uferabbrüchen und Sedi-

menteinträgen ins Gewässer. Verstärkt wurden diese Entwicklungen dadurch, dass der Zaun zu nah am Gewässer steht und das Weidevieh Trittschäden entlang des Ufers verursacht (Abb. 7, unten rechts).

Vermutlich erfolgt diese Art der „Zaunpflege“ schon seit Beginn des Projektes, jedoch waren die augenscheinlich wahrnehmbaren Schäden bislang weniger deutlich als im Sommer 2013, wo es erstmals zur Anzeige des Vorfalles kam. Die Pflege der Vegetation unterhalb des Zauns wird seit 2014 mit einem Freischneider durchgeführt. Dennoch hat sich die Ufervegetation noch nicht erholt. Auch wenn Glyphosat ökotoxikologisch wenig bedenklich sein sollte (NLWKN 2012), was je nach Gutachter anders gesehen wird, sind die Folgen der Uferabbrüche und des Eintrags von Sedimenten ins Gewässer als starke Belastung für Flora und Fauna einzustufen. Hier sind in erster Linie der Abbau absterbender Biomasse mit Sauerstoffzehrung und Versanden der kiesigen Sohle durch den Sedimenteintrag zu nennen. Derartige Beeinträchtigungen können den positiven Wirkungen einer schonenden Gewässerunterhaltung in jedem Fall negativ entgegen wirken.

Auch an der Pilotstrecke der Linau wurde des Öfteren mitten im Sommer abgängige Ufervegetation beobachtet, und zwar jeweils entlang des angrenzenden Ackers am linken Ufer (Abb. 8, links). Inwiefern hier ebenfalls Herbizide eine Rolle spielen, konnte bislang nicht in Erfahrung gebracht werden.

In jedem Fall erfährt die Linau offenbar erhebliche Beeinträchtigungen durch Drainageeinleitungen, die aufgrund des Umfeldes vermutlich auch über das Maß an den übrigen Pilotstrecken hinausgehen. Denn die Linau verläuft auf ganzer Länge durch intensiv landwirtschaftlich genutzte Flächen, wobei Ackernutzung überwiegt. Alle anderen Pilotstrecken werden von Grünland begleitet und Dränagen sind hier - zumindest im Bereich der 500 m langen Pilotstrecken - nur vereinzelt festzustellen. Entlang der Pilotstrecke Linau finden sich dagegen dicht bei dicht Dutzende von Dränagen, die in das Gewässer einleiten (Abb. 8, rechts).



Abb. 8: Pilotstrecke Linau: abgängige Ufervegetation im Sommer 2011 (links) - rechts Längsbänke (03/2014), die sich durch die wechselseitige Unterhaltung entwickelt haben und Kennzeichnung von aus dem angrenzenden Acker kommenden Dränagen (rote Pfeile)

Zum Nachweis möglicher Einflüsse durch die Herbizidanwendungen und die Drainageeinleitungen wurden Daten zur Gewässerchemie, die das LLUR seit Projektbeginn im Bereich der Pilotstrecken monatlich erhebt, gesichtet und relevante Parameter im Rahmen der Möglichkeiten des vorliegenden Gutachtens ausgewertet (vgl. Tabelle „Gewässerchemie“ auf CD).



Zur Beurteilung der chemischen Bedingungen hinsichtlich ausgewählter Parameter an den fünf Pilotstrecken dienten die sog. „Typspezifischen Orientierungswerte für den guten Zustand“ gemäß LAWA (2014). Die Nichteinhaltung eines Orientierungswertes gilt als „Hinweis auf ein spezifisches, ökologisch wirksames Defizit, das die Etablierung des guten ökologischen Zustands/Potenzials verhindert“. D. h. bei Nichteinhalten des Orientierungswertes ist zu erwarten, dass bei einer oder mehreren biologischen Qualitätskomponenten kein guter Zustand zu erreichen ist (LAWA 2014).

Von den für die Pilotstrecken ermittelten und vom LLUR zur Verfügung gestellten chemischen Parametern zeigten die Nährstoffe Ammonium und Phosphat sowie die Sauerstoffzehrung teils deutliche Abweichungen von den Orientierungswerten und auch Unterschiede unter den Gewässern, so dass sie näher betrachtet wurden.

Die folgenden Grafiken (Abb. 9) zeigen jeweils Minima, Maxima und Mittelwerte für die Messreihe 2010 bis 2013 für die Parameter Ammonium ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) und ortho-Phosphat ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ). Hieraus wird deutlich, dass die mittleren Ammonium- und Phosphatwerte an der Linau die LAWA-Orientierungswerte deutlich überschreiten. Zur nahezu dauerhaften Überschreitung kommen noch extrem hohe Maximawerte hinzu.

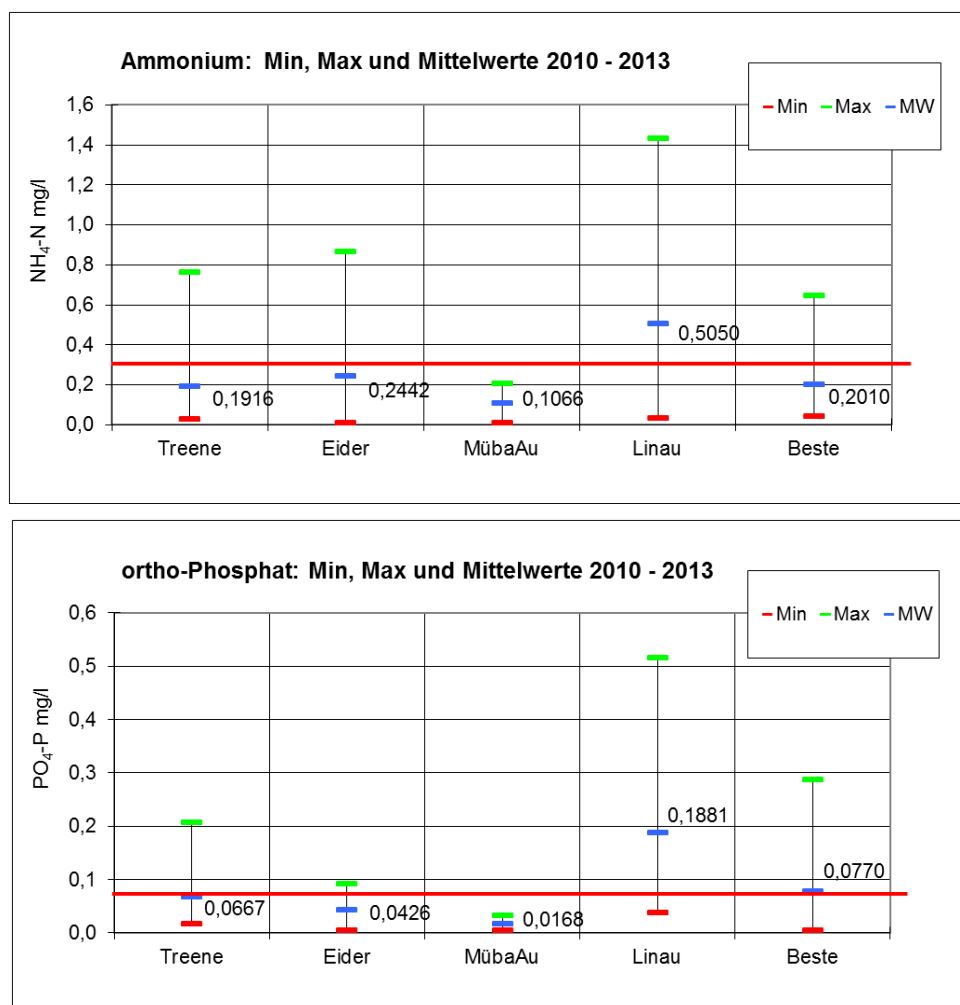


Abb. 9: Minimum-, Maximum- und Mittelwerte für die Jahre 2010-2013 für Ammonium und ortho-Phosphat für Messstellen im Bereich der fünf Pilotstrecken (Datenquelle: LLUR Dez. 2014) - Rote Linien = Orientierungswerte für den guten ökologischen Zustand (LAWA 2014, LLUR 2014)

Die übrigen vier Gewässer halten dagegen zumindest im Mittel die Orientierungswerte für Ammonium ein. Überschreitungen sind jedoch bei Treene, Eider und Beste auch zu beobachten. Beim ortho-Phosphat halten die Mittelwerte für Treene und Beste den Orientierungswert gerade noch ein. Hier liegen nur Eider und Mühlenbarbeker Au unter dem Schwellenwert der LAWA. Letztere schneidet bei beiden Werten am besten ab.

Ammonium und Phosphat sind wichtige Pflanzennährstoffe, deren Mangel im Gewässer das Pflanzenwachstum einschränkt. Beide gelangen durch punktuelle (Abwässer) und/oder diffuse Einträge (Dränagen, Oberflächenwasser) in die Gewässer (LLUR 2014). Erhöhte Konzentrationen beider Nährstoffe fördern das Pflanzenwachstum im Gewässer. Durch den Abbau der hierdurch vermehrt anfallenden Biomasse kommt es zur Sauerstoffzehrung, so dass erhöhte Ammonium- und Phosphatwerte die Wasserqualität verschlechtern. Gleichzeitig ist für den Ammonium-Abbau Sauerstoff notwendig, wodurch der Sauerstoffgehalt ebenfalls verringert wird. Außer über diese indirekten Wege wirkt Ammonium in Abhängigkeit vom pH-Wert auch unmittelbar toxisch u. a. auf Wirbellose (LAWA 2014) und in höheren Konzentrationen auch auf Makrophyten (IDUS 2012).

Die folgende Abbildung 10 zeigt die Messwerte des biochemischen Sauerstoffbedarfs ( $BSB_5$ ), der ein Maß für die Gewässerbelastung mit leicht abbaubaren organischen Stoffen dient, die sog. Gewässerverschmutzung. Hiernach weist die Eider eine deutliche Belastung mit organischen Substanzen auf, gefolgt von der Linau, die den Orientierungswert nur ganz leicht unterschreitet. Anhand des  $BSB_5$  ergeben sich für Eider und Linau deutliche Hinweise auf in den Gewässern stattfindende Sauerstoffzehrungsprozesse. Diese dürften u. a. aus den zuvor dargestellten erhöhten Nährstoffgehalten im Gewässer resultieren.

Die übrigen Gewässer zeigen anhand des biochemischen Sauerstoffbedarfs keine dauerhaften Belastungen. An Treene und Beste kommt es jedoch mitunter temporär auch zu höheren Belastungen. Einzig die Mühlenbarbeker Au liegt selbst mit ihrem Maximumwert noch unter dem Orientierungswert.

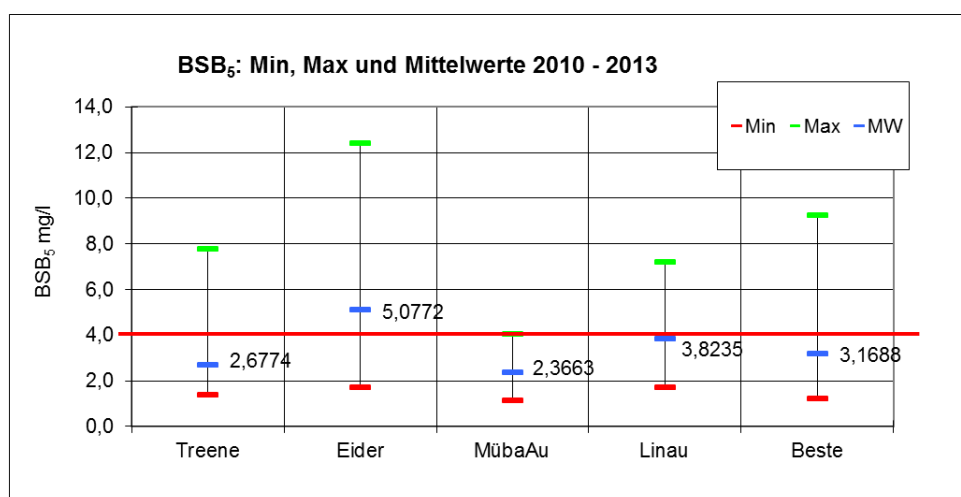


Abb. 10: Minimum-, Maximum- und Mittelwerte für die Jahre 2010-2013 für den biochemischen Sauerstoffbedarf ( $BSB_5$ ) für Messstellen im Bereich der fünf Pilotstrecken (Datenquelle: LLUR Dez. 2014) - Rote Linie = Orientierungswert für den guten ökologischen Zustand (LAWA 2014, LLUR 2014)

Die Auswertung der drei chemischen Parameter Ammonium, ortho-Phosphat und chemischer Sauerstoffbedarf hat gezeigt, dass die Pilotstrecken an Treene, Mühlenbarbeker Au und Beste die Orientierungswerte weitgehend einhalten. Für die Eider und insbesondere die Linau gibt es dagegen deutliche Hinweise auf zu hohe Nährstoffgehalte und eine damit einhergehende teils deutlich schlechtere Wasserqualität.

In den Ausführungen der LAWA zu den Orientierungswerten (LAWA 2014) wird darauf hingewiesen, dass beim Nichteinhalten eines Orientierungswertes der betreffende Parameter zum limitierenden Faktor für die WRRL-Zielerreichung der jeweiligen biologischen Qualitätskomponenten werden kann.

In den nachgewiesenen und zuvor dargestellten Größenordnungen können die Parameter Ammonium, ortho-Phosphat und die teils hierdurch verursachte Sauerstoffzehrung an der Linau und auch an der Eider als mögliche Belastungseinflüsse angesehen werden, die das Erreichen des guten ökologischen Zustands der Biozöosen an den Pilotstrecken behindern.

Die festgestellten Belastungen können somit Ursache dafür sein, dass sich die mit der Umstellung der Gewässerunterhaltung positiven strukturellen Entwicklungen bei Eider und Linau bislang kaum bzw. deutlich weniger positiv auf Flora und Fauna auswirken konnten als dies bei Treene, Mühlenbarbeker Au und Beste der Fall ist (vgl. Kap. 5.1-5.3).

Um die Lebensbedingungen für Flora und Fauna auch hinsichtlich der Wasserqualität an der Linau zu verbessern, sind somit Maßnahmen zur Verringerung der Ammonium- und Phosphat-Konzentrationen notwendig. Während als Eintragspfad für das Ammonium an der Linau in erster Linie die Dränagen (vgl. Abb. 8) verantwortlich sein dürften, deuten die hohen Phosphatkonzentrationen auf Ursachen wie Bodeneinträge aus landwirtschaftlichen Flächen infolge Erosion und vor allem kommunale Abwässer hin.

Bei der Eider müssen die Belastungen, die zu der starken Sauerstoffzehrung führen, abgestellt werden, damit auch hier die Biozöosen regenerieren können. Hier kam es, wie beschrieben, durch die Behandlung der Ufervegetation mit Herbiziden zu deren Absterben und in der Folge zu Uferabbrüchen und Einträgen von Sedimenten ins Gewässer (vgl. Abb. 7). Der Abbau der absterbenden Biomasse und die erhöhte Schwebstofffracht gehen hier mit einer starken Sauerstoffzehrung einher.

Unter den aktuellen chemischen Bedingungen haben Treene, Mühlenbarbeker Au und Beste deutlich bessere Voraussetzungen, dass die biologischen Qualitätskomponenten Makrophyten und Makrozoobenthos durch die Umstellung der Gewässerunterhaltung das Ziel der WRRL, den guten ökologischen Zustand, erreichen als Eider und Linau.

## 6 Zusammenfassender Überblick über die Ergebnisse 2009-2013

Die im Projekt „Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung“ durchgeführten Untersuchungen haben ergeben, dass es seit Einführung der schonenden Gewässerunterhaltung an den fünf Pilotstrecken von Treene, Eider, Mühlenbarbeker Au, Linau und Beste zu teils signifikanten Veränderungen der Gewässerstrukturen sowie der biologischen Qualitätskomponenten Makrophyten und Makrozoobenthos gekommen ist. Dabei handelt es sich zum überwiegenden Teil um Verbesserungen einzelner Parameter, während Verschlechterungen eher die Ausnahme sind.

Einziger über den Monitoringzeitraum gezielt veränderter Einflussfaktor an allen fünf Pilotstrecken ist die Umstellung der Gewässerunterhaltung. Darüber hinaus konnten augenscheinlich keine gravierenden Veränderungen der Standortbedingungen bzw. der vorherrschenden Einflussfaktoren an den Pilotstrecken beobachtet werden. Selbst die Beeinträchtigungen über Nährstoff- und Herbizideinträge (vgl. Kap. 5.4) bestanden während der gesamten Projektlaufzeit und sind damit konstant, wenn auch als negativ einzustufen. Somit kann die Unterhaltungsumstellung als Auslöser für die nachgewiesenen Veränderungen angesehen werden. Dabei hat sich die schonende Gewässerunterhaltung insbesondere wie folgt auf die untersuchten Parameter ausgewirkt:

Ausgehend von einer weitgehend intensiven Unterhaltung mit ein- oder beidseitiger Böschungsmahd und kompletter Sohlmahd bzw. in einem Fall Sohlräumung mit viel „Beifang“ an Wirbellosen und Wirbeltieren im Jahr 2009 wurde die Unterhaltung im Jahr 2010 umgestellt. Dabei erfolgte die Umstellung auf eine schonende Gewässerunterhaltung in Form einer Stromstrichmahd mit einseitiger abschnittsweiser Böschungsmahd. Da u. a. durch die teils dichten Makrophytenbestände kein Fließquerschnitt erkennbar war, wurde der Stromstrich durch ein wechselseitiges Krauten der Sohle hergestellt.

Mit der Umstellung der Unterhaltung wurden einerseits besonders empfindliche Gewässerbereiche, wie die Sohle und die unmittelbaren Uferbereiche (Wasserwechselzone) geschont, indem die Mindest-Schnitthöhe von 10-20 cm sowohl beim Krauten der Sohle als auch beim Mähen der Böschung eingehalten wurde. Andererseits sind möglichst große und zusammenhängende Teilbereiche des Gewässers (ganze Böschung) von der Bearbeitung ausgespart worden (vgl. Bearbeitungspläne im Anh.).

Durch die seit 2010 durchgeführte wechselseitige Gewässerunterhaltung mit schonen der Uferböschungen insbesondere im Mittelwasserbereich sind je nach Pilotstrecke in unterschiedlicher Intensität zunächst schwimmende Röhrichtmatten entstanden. Da diese Bereiche bei der jährlichen Unterhaltung regelmäßig geschont wurden, haben sich die Röhrichtmatten durch Sedimentation von Feinsedimenten zunehmend gefestigt und grenzen sich heute teils deutlich vom übrigen Gewässerbett ab. Die so entstandenen uferparallelen Röhrichtbänke haben zunehmend für Einengung des Gewässerlaufs bei Mittel- und Niedrigwasser gesorgt, was in Teilbereichen zur Erhöhung von Fließgeschwindigkeit, Strömungsdiversität und Tiefenvarianz und in der Folge zur Substratsortierung geführt hat.

Bei der wechselseitigen Unterhaltung wurde die Sohle nicht auf gesamter Breite gekrautet, sondern der Abflusssituation der Gewässer entsprechend auf maximal der Hälfte bis einem Drittel der Gewässerbreite frei gekrautet. Dabei wurde das räumliche Muster von geschonten und gekrauteten Bereichen über die Monitoringjahre hinweg beibehalten (räumliche Konstanz). Im Fall von dichten submersen Makrophytenbeständen, sucht sich das Wasser seinen Weg durch die gekrauteten Bereiche, was mit der Zeit zu einem

schlängelnden Stromstrich geführt hat bzw. führt. Hierdurch wurden Bereiche unterschiedlicher Strömungsverhältnisse geschaffen und eine Sedimentsortierung in den Gewässern initiiert. Wichtige Strukturen, wie Hartsubstrate aus Steinen und Kiesen, entstanden und Pflanzenpolster blieben im Gewässer erhalten. Diese Strukturen stehen als Lebensraum u. a. für die Wirbellosenfauna zur Verfügung. Durch die hiermit einher gehende Förderung der Lebensraumvielfalt können Tiergruppen mit unterschiedlichsten Habitatansprüchen überleben bzw. regenerieren und bei entsprechendem Wiederbesiedlungspotenzial auch einwandern.

Durch das Verbleiben insbesondere der Wasserpflanzen und der ufernahen Röhrichte im Gewässer bleiben zum einen auch die darin lebenden Wirbellosentiere unmittelbar im Gewässer. Zum anderen dienen die Pflanzenpolster denjenigen Kleinlebewesen, die von der Unterhaltung verschont geblieben sind, nach Abschluss der Arbeiten wieder als Lebensraum, so dass auch eine rasche Regeneration des Makrozoobenthos möglich ist. Dies gilt insbesondere für wintergrüne Pflanzenpolster, die den Tieren dann auch im Winter neben den übrigen teils neuen Substraten als wichtiger Lebensraum zur Verfügung stehen.

Die durch die reduzierte Unterhaltung im Gewässer verbliebenen Wasserpflanzen haben dennoch nicht dazu geführt, dass die Pflanzenmenge in den Gewässern zugenommen hat. Ein Blick auf die Gesamtdeckung der submersen und emersen Makrophyten zeigt, dass die Zunahme der emersen teils durch die Abnahme der submersen Makrophyten kompensiert wurde, d. h. es haben in erster Linie quantitative Verschiebungen der bereits vorhandenen Pflanzenarten stattgefunden. Somit ist es seit Umstellung der Unterhaltung und Reduzierung des Unterhaltungsumfanges zu keiner - wie von den unterhaltungspflichtigen Wasser- und Bodenverbänden generell befürchteten - Zunahme der Pflanzenmenge und auch zu keiner Behinderung des ordnungsgemäßen Abflusses gekommen.

Als Fazit der Erfolgskontrolle kann, wie in Abbildung 11 dargestellt, festgehalten werden, dass die Makrophyten an den Pilotstrecken auf die Einführung der schonenden Gewässerunterhaltung in Form einer Stromstrichmähd mit Verschiebungen von Abundanzen der vorkommenden Arten reagiert haben. Dies hat zu strukturellen Veränderungen innerhalb der Vegetationsbestände und in der Folge zu Veränderungen der Gewässerstrukturen (v. a. Erhöhung der Tiefenvarianz und der Substratdiversität) geführt. Das Makrozoobenthos hat auf diese Erhöhung der Strukturvielfalt indirekt reagiert.

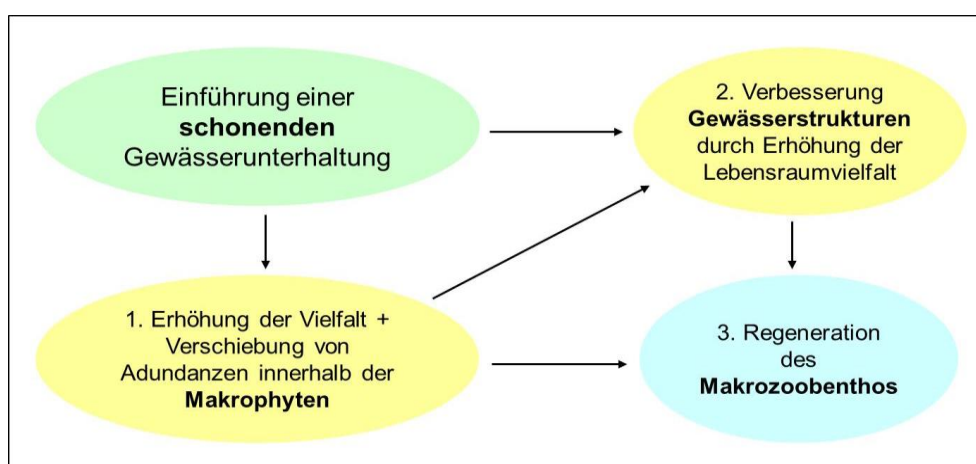


Abb. 11: Darstellung der Wirkung einer schonenden Gewässerunterhaltung auf die Gewässerstrukturen sowie die Qualitätskomponenten Makrophyten und Makrozoobenthos

Ein Vergleich der fünf Pilotstrecken im Hinblick auf die stattgefundenen Veränderungen zeigt, dass sich diese sowohl qualitativ als auch quantitativ überall etwas unterschiedlich darstellen. Erwartungsgemäß hängt die Wirkung der schonenden Gewässerunterhaltung auf Gewässerstrukturen, Makrophyten und Makrozoobenthos u. a. vom Gewässertyp, der vorgefundenen Ausgangssituation der Standortbedingungen (v. a. Makrophytenbesiedlung, Nährstoffe) und dem Wiederbesiedlungspotenzial der biologischen Qualitätskomponenten ab. Im Folgenden werden die für die einzelnen Pilotstrecken durch die Einführung der schonenden Unterhaltung stattgefundenen wesentlichen Veränderungen zusammenfassend beschrieben.

Die **Pilotstrecke an der Treene** wies vor der Umstellung der Gewässerunterhaltung eine monotone sandige Gewässersohle sowie sehr steile Uferböschungen auf. Strömungs- und Tiefenvarianz sowie Substratdiversität fehlten somit. Ursache für die Nivellierung der Standortbedingungen war neben der bisherigen intensiven Gewässerunterhaltung, der durch die Unterhaltung geförderte üppige 1-artige Igelkolbenbestand (*Sparganium emersum*), der fast die gesamte Gewässersohle flächig bedeckte. Weitere Wasserpflanzenarten traten nur in Einzelexemplaren auf.

Durch die schonende Gewässerunterhaltung (Abb. 12) initiiert, haben sich abschnittsweise uferparallele Röhrichtsäume aus emersen Makrophyten entwickelt. Diese haben gemeinsam mit den durch die Stromstrichmahd im Gewässer belassenen submersen Makrophyten die Fließgeschwindigkeit innerhalb der Pilotstrecke in Teilbereichen erhöht. Die durch die stromstrichfördernde Unterhaltung bedingte Zunahme der Fließgeschwindigkeit hat wiederum zu einer Verbesserung der Gewässerstruktur, insbesondere der Tiefenvarianz, geführt. Auch die Strukturgüteeinzelparameter Längsbänke, Substratzusammensetzung sowie Substratdiversität und der Uferbewuchs haben sich leicht verbessert, so dass die Treene im Bereich der Pilotstrecke durch die Einführung der schonenden Unterhaltung eine Habitatverbesserung erfahren hat. Gleichzeitig blieb der ordnungsgemäße Abfluss sichergestellt.



Abb. 12: Treene: links GU bis 2009: einseitige Böschungs- und komplette Sohlmahd - rechts GU ab 2010: wechselseitiges Krauten der Sohle und abschnittsweise Böschungsmahd auf der Arbeitsseite

Da der Igelkolben durch häufige Mahd gefördert wird, wird zu seiner Eindämmung eine Minimierung der Eingriffe empfohlen (STILLER 2013). Tatsächlich konnte an der Pilotstrecke der Treene nach mehrjähriger schonender Unterhaltung die beginnende Auflösung des flächig wachsenden Igelkolbenbestandes in mosaikartig verteilte Wuchsbereiche be-

obachtet werden. So war der ehemals 1-artige Makrophytenbestand erstmals ab 2012 deutlich von weiteren Arten durchsetzt, und zwar insbesondere von Pinselblättrigem Wasserhahnenfuß (*Ranunculus penicillatus*). Durch die Abundanzverschiebungen der innerhalb der Pilotstrecke vorkommenden Makrophyten hat sich eine leichte Verbesserung der Evenness, d. h. der Gleichverteilung der Arten innerhalb des Makrophytenbestandes ergeben. Zu einer Verbesserung des bislang als „mäßig“ (3) eingestuften ökologischen Zustands haben die quantitativen Veränderungen des Makrophytenbestandes bislang nicht geführt.

Die positive Entwicklung der beschriebenen Strukturparameter hat innerhalb der Pilotstrecke zu einer Verbesserung der Habitateigenschaften für das Makrozoobenthos geführt. Durch die Erhöhung der Habitatvielfalt haben im Besiedlungsbild des Makrozoobenthos die Taxa- und Artenzahlen zugenommen. Bedingt durch die teils erhöhte Fließgeschwindigkeit ist insbesondere die Zahl der strömungsliebenden Arten gestiegen. Außerdem ist ein Zuwachs bei den Hartsubstratbesiedlern in der Lebensgemeinschaft zu beobachten. Neben den Steine- und Kiesbesiedlern haben auch die Phytalbesiedler zugenommen. Sie bilden vor und nach der Unterhaltungsumstellung die stärkste Gruppe im Makrozoobenthos der Treene, aktuell gefolgt von den Hartsubstratbesiedlern.

Aufgrund der stattgefundenen Veränderungen im Arteninventar des Makrozoobenthos hat sich sowohl die Einstufung der Saprobie als auch die ökologische Zustandsklasse verbessert. Dabei hat sich die Saprobie von „mäßig“ (3) auf „gut“ (2) verbessert, was auf die positive Entwicklung des Makrozoobenthos als Folge der Strukturveränderungen durch die schonende Unterhaltung zurückzuführen ist. Die ökologische Zustandsklasse der Makrozoobenthoslebensgemeinschaft hat sich mit Umstellung der Gewässerunterhaltung von „schlecht“ (5) um zwei Stufen auf „mäßig“ (3) verbessert. Diese Verbesserungen sind neben dem Anstieg des German Fauna Index und der Zunahme des EPT-Anteils (= Eintags-, Stein- und Köcherfliegen) vor allem auf den Zuwachs der Köcherfliegen zurückzuführen. Dabei ist der Dominanzanteil der Köcherfliegen von 2 % vor der Unterhaltungsumstellung auf 26 % im Jahr 2013 gestiegen (vgl. WRRL-Untersuchung). Positiv ist auch das seit 2012 verstärkte Auftreten verschiedener Vertreter der Köcherfliegengattung *Hydropsyche*, die als strömungsliebend gelten und auf Hartsubstrat siedeln, zu bewerten. Im Hinblick auf das Vorkommen von Rote Liste-Arten ist besonders das Auftreten der in Schleswig-Holstein vom Aussterben bedrohten Käferart *Helophorus arvernicus* im Jahr 2012 sowie der gefährdeten rheophilen Libellenlarve *Calopteryx virgo* im Jahr 2013 zu erwähnen.

Vor Umstellung der Gewässerunterhaltung fiel die zu den kiesgeprägten Gewässern gehörende **Pilotstrecke an der Eider** durch ihre für diesen Fließgewässertyp deutlich zu sandige bzw. schlammige Gewässersohle auf. Außer Defiziten in der Substratzusammensetzung fehlte es im Bereich der Pilotstrecke an Strömungs- und Tiefenvarianz, was insbesondere auf die ehemals intensive Unterhaltung zurückzuführen ist, bei der regelmäßig sämtliche Strukturen aus dem Gewässerbett entfernt wurden und damit das Gewässer mit einem Schlag aufgeweitet wurde (Abb. 13, links).

Als einzige submerse Makrophytenart trat an der Eider vor und nach Unterhaltungsumstellung die Schwanenblume (*Butomus umbellatus*) in nennenswerter Menge auf. Ihre Deckung war jedoch mit 10 % eher gering und auch die Gesamtdeckung aller Makrophyten lag in den Jahren 2009 und 2010 bei nur ca. 30 %, woran wiederum die Schwanenblume mit ihren inselartigen emersen Vorkommen den größten Anteil hatte. Mit Reduzierung der Böschungsmahd und schonen der Böschungsfüße nahmen auch die uferparallel

wachsenden emersen Röhrichte abschnittsweise zu, so dass im Jahr 2013 der Makrophytenbestand von Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) dominiert wurde. Hinzu kamen mahdempfindliche Arten, wie z. B. Wasserkresse (*Rorippa amphibia*) und Sumpf-Vergissmeinnicht (*Myosotis scorpioides*). Die Veränderungen im Arteninventar haben zu einer leichten Erhöhung des Referenzindex gemäß PHYLIB-Verfahren geführt, jedoch ohne Auswirkung auf die Zustandsklasse, die mit „mäßig“ (3) aus gutachterlicher Sicht zu hoch ist. Hier wird ein unbefriedigender (4) ökologischer Zustand der tatsächlichen Situation gerechter. Die im Makrophytenbewuchs festgestellten Veränderungen haben im Verlauf des Monitorings zu folgenden Entwicklungen an der Pilotstrecke geführt (vgl. auch Abb. 13, rechts):

Wie beschrieben herrschte vor Umstellung der Unterhaltung im Bereich der Pilotstrecke der Eider auf der Sohle Sand und/oder Schlamm vor. Auch die Tiefe über den Querschnitt war einheitlich ausgebildet. An den Rändern fanden sich schmale Röhrichtsäume (vgl. Kap. 5.2.4). Im Jahr 2013 wies die Eider im Querprofil an einigen Stellen eine asymmetrische Tiefenverteilung und deutliche Substratsortierung auf: Dort, wo nicht unterhalten worden war, hatten sich die emersen Makrophyten wie beschrieben ausgedehnt und aufgrund der hier ufernah verringerten Strömung für Sedimentation von Feinsubstrat und Auflandung mit verringerten Gewässertiefen gesorgt. Durch die emersen Makrophyten wurde der Querschnitt eingengt und das Wasser in die gekrauteten Bereiche gelenkt, wo es sich bedingt durch höhere Fließgeschwindigkeiten abschnittsweise in die Sandauflage bis zum lagestabilen Kies eingeschnitten und den Stromstrich vertieft hat. Gleichzeitig sind hier die submersen Makrophytenbestände zurückgegangen. Ursache hierfür dürfte neben der Konkurrenz der ufernah wachsenden emersen Makrophyten, die erhöhte Strömungsgeschwindigkeit im Stromstrich sein, die eine Ansiedlung von submersen Makrophyten erschwert.



Abb. 13: Eider: links GU bis 2009: beidseitige Böschungs- und komplette Sohlmahd in einem Arbeitsgang - rechts GU ab 2010: durch wechselseitiges Krauten der Sohle mit abschnittsweiser Böschungsmahd auf der Arbeitsseite hat sich ein schlängelnder Stromstrich entwickelt

Die durch die wechselseitige Unterhaltung geförderten uferparallelen Röhrichte haben an der Pilotstrecke der Eider für eine Einengung des Gewässerlaufs bei Mittel- und Niedrigwasser gesorgt. Dies hat in Teilbereichen zur Erhöhung der Strömungsdiversität und der Tiefenvarianz und in der Folge zur Substratsortierung geführt. Dementsprechend haben sich Substratzusammensetzung und Substratdiversität verbessert und die Strukturgüte an



der Pilotstrecke außerdem durch die Entwicklung von Längsbänken und das Aufkommen fließgewässertypischer Ufervegetation eine Aufwertung erfahren.

Die durch die Stromstrichmahd initiierte positive Entwicklung gewässertypischer Strukturen und das Verbleiben von emersen Makrophytenbeständen im Gewässer haben innerhalb der Pilotstrecke der Eider zu einer deutlichen Verbesserung der Habitatsigenschaften für das Makrozoobenthos geführt. So nehmen im Besiedlungsbild der Eider Taxa- und Artenzahlen bei der Wirbellosenfauna zu. Insbesondere durch die Zunahme der zu den strömungsliebenden und vorzugsweise in fließenden Gewässern siedelnden Arten ist eine Verschiebung des Arteninventars zu beobachten. Die Steine- und Kiesbesiedler bilden vor Unterhaltungsumstellung die stärkste Gruppe; danach werden sie von dem Phytalbesiedlern abgelöst. Bei den im Detailverfahren untersuchten Insekten weisen sich die Steine- und Kiesbesiedler über den Untersuchungszeitraum als dominante Gruppe in der Lebensgemeinschaft aus, deren Anzahl nach Umstellung der Unterhaltung ansteigt. Im Jahr 2013 sind die Phytal- sowie Steine- und Kiesbesiedler gleich stark vertreten.

Die anhand der Makrozoobenthosbesiedlung ermittelte Saprobienindexeinstufung hält sich über den gesamten Untersuchungszeitraum bei „mäßig“ (3). Die ökologische Zustandsklasse schwankt demgegenüber, und zwar zwischen der Einstufung „schlecht“ (5) und „unbefriedigend“ (4), was sich auch in den Schwankungen der einzelnen Indices widerspiegelt. Der Grund für die schlechten Bewertungsergebnisse liegt vermutlich ähnlich wie bei der Linau in Beeinträchtigungen über Nährstoff- und/oder Herbizideinträge (vgl. Kap. 5.4), so dass sich die strukturellen Verbesserungen nicht hinreichend auf die Wirbellosenfauna in der Eider auswirken konnten. Im Besiedlungsbild der WRRL-Untersuchungen ist nach Unterhaltungsumstellung immerhin ein Anstieg des Anteils der Krebstiere von 4 % in 2010 auf 20 % im Jahr 2013 und der Köcherfliegenlarven von 2 % auf 7 % im gleichen Zeitraum zu verzeichnen. Darüber hinaus steigt jedoch der Zuckmückenlarvenanteil von 24 % (2010) auf 44 % (2013). Als Besonderheit trat im Jahr 2013 erstmals die in Schleswig-Holstein stark gefährdete Flussnapfschnecke (*Ancylus fluvialis*) in der Lebensgemeinschaft auf.

Ähnlich wie an den beiden anderen sandgeprägten Gewässern Treene und Beste, wies auch die **Pilotstrecke an der Mühlenbarbeker Au** vor Umstellung der Gewässerunterhaltung ein monotones Gewässerbett mit sandiger Sohle sowie steilen Uferböschungen auf. Strömungs- sowie Tiefenvarianz und insbesondere Substratdiversität fehlten. Ursache für das Fehlen jeglicher Strukturen war die bis 2009 durchgeführte Gewässerunterhaltung mit Schlegeln der Böschungen und wiederkehrender Sohlräumung (Abb. 14, links).

Der Makrophytenbestand erwies sich vor Unterhaltungsumstellung als üppig und artenreich. Die Ursache für die hohe Artenzahl lag in den wiederholten Störungen durch die Sohlräumungen, die Raum für zahlreiche Pionierarten bzw. 1-jährige Störzeiger schafften. Mit Einführung der wechselseitigen Sohlmahd haben sich die Abundanzen der vorherrschenden Arten verschoben. So ist der Anteil der Störzeiger (v. a. 1-jährige Kleinlaichkräuter und Wasserpest, *Elodea canadensis*) zurückgegangen und es herrschen zunehmend mehrjährige Arten (*Myriophyllum spicatum*) bzw. Leitbild-konforme Taxa (*Sparganium emersum*) vor, die von der Umstellung der Unterhaltung auf Sohlmahd profitieren. Hinzu kommt eine Zunahme der ufernahen emersen Makrophyten (Abb. 14, rechts). Die qualitativen und quantitativen Veränderungen des Makrophytenbestandes haben zu einer Erhöhung des Referenzindex gemäß WRRL geführt, jedoch noch nicht zu einer Verbesserung des bislang als „mäßig“ (3) eingestuften ökologischen Zustands.



Abb. 14: Mühlenbarbeker Au: links GU bis 2009: einseitige Böschungsmahd (Schlegeln) und komplette Sohlräumung - rechts GU ab 2010: wechselseitiges Krauten der Sohle und abschnittsweise Böschungsmahd auf der Arbeitsseite

Mit den Abundanzverschiebungen der vorkommenden Makrophyten gehen auch strukturelle Veränderungen innerhalb der Vegetationsbestände und im Gewässer einher. Durch überhängende emerse Makrophyten blieben ufernahe Bereiche abschnittsweise vegetationsfrei, so dass hier eine erhöhte Fließgeschwindigkeit herrscht. Ansatzweise haben sich in nicht gekrauteten Bereichen mit submersen Makrophyten bewachsene Längsbank-artige Strukturen entwickelt, die ebenfalls zu einer leichten Erhöhung von Strömungs- und Substratdiversität geführt haben. Im Gegensatz hierzu wies die Mühlenbarbeker Au zumindest anhand der Transektuntersuchungen (vgl. Kap. 5.2.4) vor Umstellung der Unterhaltung eine größere Tiefenvarianz auf. Dies kann eine Folge der Eingriffe in die Sohle im Zuge der vorangegangenen Räumung sein.

Die durch die Umstellung der Unterhaltung angeregten Änderungen der Makrophyten- und Gewässerstrukturen haben beim Makrozoobenthos an der Pilotstrecke der Mühlenbarbeker Au zu einer leichten Zunahme der Artenzahlen geführt, während bei den Taxazahlen kein Trend zu verzeichnen ist. Die Anzahl der strömungsliebenden Spezies stieg nach Unterhaltungsumstellung zunächst an, ist 2013 aber niedriger als 2010. Im Gegensatz zu diesen Ergebnissen der WRRL-Untersuchungen ist bei den im Detailverfahren untersuchten Insekten eine Verschiebung zu den strömungsliebenden bzw. bevorzugt in fließenden Gewässern verbreiteten Spezies zu beobachten. Die Biozönose wird durchweg von den Phytalbesiedler geprägt. Nach der Unterhaltungsumstellung ist für die Phytalbesiedler und unter den Insekten auch für die Steine- und Kiesbesiedler ein Anstieg der Anzahl zu beobachten. Dominante Gruppe der Wirbellosenfauna stellten 2010 die Schlammbewohner, 2011 und 2012 die Phytalbewohner und 2013 schließlich die Steine- und Kiesbewohner. Damit wurden die beiden letztgenannten eher fließgewässertypischen Gruppen durch die Unterhaltungsumstellung gefördert.

Aufgrund der Verschiebungen im Arteninventar des Makrozoobenthos hat sich sowohl die Einstufung der Saprobie als auch die ökologische Zustandsklasse verbessert. Dabei hat sich die Saprobie von „mäßig“ (3) in 2010 auf „gut“ (2) verbessert, was auf die positive Entwicklung des Makrozoobenthos als Folge der Strukturveränderungen durch die schonende Unterhaltung zurückzuführen ist. Die ökologische Zustandsklasse der Wirbellosenfauna hat sich mit Umstellung der Gewässerunterhaltung von „unbefriedigend“ (4) in 2010 um eine Stufe auf „mäßig“ (3) verbessert. Die Verbesserung des Bewertungsergebnisses ist vor allem auf die besseren Einstufungen beim German Fauna Index und des

Anteils der Trichoptera zurückzuführen. Ersterer lag 2011 bei 0,59 und damit knapp unter der Grenze zum guten ökologischen Zustand, was mit einem Anstieg des Dominanzanteils der Eintagsfliegen von 1 % auf 7 % einhergeht (WRRL-Untersuchungen). Nach der Unterhaltungsumstellung ist darüber hinaus das Auftreten der strömungsliebenden Köcherfliegenlarve *Hydropsyche pellucidula*, der Fund des in Schleswig-Holstein vom Aussterben bedrohten Käfers *Helophorus arvernicus* in 2013 sowie das Auftreten der in Schleswig-Holstein stark gefährdeten Schneckenart *Ancylus fluviatilis* in 2011 zu erwähnen.

An der **Pilotstrecke an der Linau**, die zu den kiesgeprägten Gewässern gehört, fand bis 2009 eine einseitige Böschungs- und Sohlmahd statt, die trotz Durchführung von Hand zu einem monotonen Gewässerverlauf mit einförmiger Gewässerbite geführt hat (Abb. 15, links). In der Folge gab es kaum Strömungsdiversität und keine Tiefenvarianz im Gewässer. Die überwiegend durch den ehemaligen Ausbau auf der Sohle vorkommenden Steine und Kiese waren oft übersandet.

Vor Einführung der schonenden Unterhaltung war der Vegetationsbestand der Linau von Kamm-Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*) und Wasserpest-Arten (*Elodea nuttallii*, *E. canadensis*) geprägt, die beide als Störzeiger eingestuft sind. Weitere submerse Art, die in nennenswerter Menge vorkam, war der Wasserstern (*Callitriche platycarpa*). Neben den uferparallel wachsenden Hydrophyten nahm das Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) als emerse Röhrriichtpflanze bereits vor Unterhaltungsumstellung eine Deckung von ca. 50 % ein. Nach Umstellung der Unterhaltung konnte ein Rückgang der submersen Makrophyten insbesondere des Kamm-Laichkrauts (*Potamogeton pectinatus*) beobachtet werden. Trotz der Veränderungen ergibt sich für die Makrophytenbestände durchgehend ein unbefriedigender (4) ökologischer Zustand.



Abb. 15: Linau: links GU bis 2009: einseitige Böschungs- und halbseitige Sohlmahd - rechts GU ab 2010: wechselseitiges Krauten der Sohle (ca. 1/3 der Sohle) sowie einseitige Böschungsmahd zur Ausmagerung des Brennesselbestandes

Durch die seit 2010 durchgeführte Gewässerunterhaltung mit schonen der Uferböschungen insbesondere im Mittelwasserbereich entstanden wechselseitig abschnittsweise schwimmende Röhrriichtmatten. Da diese Bereiche bei der jährlichen Unterhaltung regelmäßig geschont wurden, haben sich die Röhrriichtmatten durch Sedimentation von Feinsedimenten zunehmend gefestigt und grenzen sich heute deutlich vom übrigen Gewässerbett ab (Abb. 15, rechts). Die uferparallelen Röhrriichtbänke sorgen für eine Einengung des Gewässerlaufs bei Mittel- und Niedrigwasser. Dies hat im Bereich der Pilotstre-

cke an der Linau teils zur Erhöhung der Strömungsdiversität und vor allem der Tiefenvarianz und in der Folge zur Substratsortierung geführt. Hierdurch und durch die Entwicklung von Längsbänken und das Aufkommen fließgewässertypischer Ufervegetation hat die Strukturgüte auch an der Pilotstrecke der Linau eine Aufwertung erfahren.

Durch die Einengung des Gewässerlauf ist der ordnungsgemäße Abfluss in keiner Weise gefährdet, da sich die Röhrichtpflanzen bei hohen Wasserständen in die Strömung legen und die Uferbänke einfach überströmt werden, so dass das gesamte Gewässerbett dann für den Abfluss zur Verfügung steht. Nach Rückgang des Hochwassers richten sich die Pflanzen auf und dienen erneut als Strömunglenker.

Die mit der wechselseitigen Unterhaltung initiierte positive Entwicklung gewässertypischer Strukturen und das Verbleiben von emersen Makrophytenbeständen im Gewässer haben innerhalb der Pilotstrecke der Linau zu einer teils deutlichen Verbesserung der Habitateigenschaften für das Makrozoobenthos geführt. So nehmen im Besiedlungsbild der Linau die Artenzahlen und auch die Anzahl der strömungsliebenden bzw. bevorzugt in fließenden Gewässern siedelnden Spezies nach der Umstellung der Gewässerunterhaltung zu. Damit lässt sich eine Verschiebung zu den rheophilen und rheo- bis limnophilen Spezies in den Lebensgemeinschaften erkennen. Die Ergebnisse der WRRL-Untersuchungen zeigen, dass die Makrozoobenthoslebensgemeinschaft der Linau über alle Untersuchungsjahre von den Phytalbesiedlern dominiert wird. Gleiches gilt für die im Detailverfahren untersuchten Insekten bis 2012, während hier in 2013 die Steine- und Kiesbesiedler die stärkste Gruppe stellen. Nach der Unterhaltungsumstellung ist sowohl für die Steine- und Kiesbesiedler als auch für die Phytalbesiedler (bis 2012) ein Anstieg der Anzahl der Arten zu beobachten.

Die Einstufung des Makrozoobenthos der Linau anhand des Saprobienindex liegt über alle Untersuchungsjahre bei „mäßig“ (3) und die ökologische Zustandsklasse durchgängig bei „schlecht“ (5). Der Grund für die schlechten Bewertungsergebnisse liegt vermutlich ähnlich wie bei der Eider in Beeinträchtigungen über Nährstoff- und/oder Herbizideinträge (vgl. Kap. 5.4), so dass sich die strukturellen Verbesserungen auch hier nicht hinreichend auf die Wirbellosenfauna auswirken können. Lediglich bei den Köcherfliegen ist ein Zuwachs von 3 % auf 8 % über den Monitoringzeitraum zu verzeichnen. Gleichzeitig kam es zum Rückgang der Prozentanteile der Krebstiere und Käfer von 2010 bis 2013 in den WRRL-Proben. Die Zuckmücken bilden über alle Untersuchungsjahre die stärkste Gruppe.

Die **Pilotstrecke an der Beste** wies vor der Umstellung der Gewässerunterhaltung eine extrem monotone sandige Gewässersohle sowie sehr steile Uferböschungen auf (Abb. 16, links). Strömungs- und Tiefenvarianz sowie Substratdiversität fehlten völlig. Neben der bisherigen intensiven Unterhaltung ist vor allem der üppige 1-artige Kamm-Laichkraut-Bestand (*Potamogeton pectinatus*), der die gesamte Gewässersohle flächig bedeckt, mitverantwortlich für die Nivellierung der Standortbedingungen.

Aufgrund der großen Gewässerbreite und der Tatsache, dass das Kamm-Laichkraut im Herbst relativ rasch zur Neige geht, konnten sich durch das wechselseitige Krauten der Sohle bei der Beste die Strukturen bislang kaum regenerieren. Einzige nennenswerte Veränderung ist die Zunahme der emersen Uferbüschel, die sich auch hier durch Reduzierung der Böschungsmahd und schonen der Böschungsfüße an beiden Uferseiten leicht ausdehnen konnten. Die hierdurch vermehrt überhängenden Vegetationsbestände (Abb. 16, rechts) dienen einerseits als zusätzlicher Lebensraum für die Gewässerfauna

(s. u., Makrozoobenthos-Untersuchungen). Andererseits wird hier infolge der Beschattung durch die emersen Makrophyten das Kamm-Laichkraut fern gehalten, so dass diese ufernahen Bereiche teils frei von submersen Makrophyten sind.



Abb. 16: Beste: links GU bis 2009: beidseitige Böschungs- und komplette Sohlmahd - rechts GU ab 2010: wechselseitiges Krauten der Sohle und abschnittsweise Böschungsmahd auf der Arbeitsseite mit aufkommenden Ufergehölzen

Zur Vegetationszeit, wenn die gesamte Sohle mit Kamm-Laichkraut bewachsen und keinerlei Fließbewegung erkennbar ist, sind diese ufernahen Sohlbereiche als einziges durchströmt. In der Folge zeigten sich hier im Verlauf des Monitorings geringfügig erhöhte Fein- und Mittelkiesanteile. Außerdem traten hier erste neue Arten in dem ehemals artenarmen Pflanzenbestand auf, so dass die Artenzahl der Makrophyten an der Beste von 8 auf 14 zugenommen hat. Da es sich bei den hinzugekommenen Taxa überwiegend um Störzeiger handelt, haben sich die Veränderungen im Arteninventar bislang nicht auf die Zustandsbewertung der Makrophyten, die nach wie vor bei „unbefriedigend“ (4) liegt, ausgewirkt.

Das Kamm-Laichkraut gilt als Nährstoffzeiger und ist aufgrund seiner Wuchsweise von der Gewässerunterhaltung allgemein wenig beeinflusst. Die Art ist in erster Linie durch Reduktion der Nährstoffe oder durch Beschattung zurückzudrängen. Hierzu kann die schonende Unterhaltung mit Reduzierung der Böschungsmahd einen Beitrag leisten, da wie im Projektverlauf an der Pilotstrecke der Beste beobachtet werden konnte, hierdurch auch das Aufkommen von Ufergehölzen gefördert wird (Abb. 16, rechts).

Mit den wenigen Veränderungen der Makrophyten und der Gewässerstrukturen einher gehen auch nur geringfügige Veränderungen der Wirbellosenfauna an der Pilotstrecke der Beste. So ist im Besiedlungsbild des Makrozoobenthos lediglich in der Gruppe der Insekten eine leichte Zunahme der Taxa- und Artenzahlen mit Umstellung der Gewässerunterhaltung zu verzeichnen. Da die Lebensgemeinschaft der Beste bereits vor der Unterhaltungsumstellung vergleichsweise vielfältig mit zahlreichen rheophilen Arten war und auch bei den Stillgewässerarten im Monitoringzeitraum ein Zuwachs zu verzeichnen ist, zeichnet sich im Hinblick auf die Strömungspräferenzen keine Verschiebung innerhalb des Inventars ab. Auch bei den Habitatpräferenzen ist über die Jahre kein Trend erkennbar. Die Untersuchungen weisen die Phytalbesiedler über den gesamten Monitoringzeitraum als stärkste Gruppe aus. Allerdings hat der Anteil der Steine- und Kiesbesiedler durch Einführung der schonenden Unterhaltung und die oben beschriebenen Entwicklungen leicht zu-

genommen. In der Gruppe der Insekten treten die Hartsubstratbesiedler sogar dominant oder zumindest codominant zu den Phytalbesiedlern auf.

Während sich die saprobielle Einstufung der Lebensgemeinschaft der Beste von „mäßig“ (3) in 2010 auf „gut“ (2) in den Jahren nach der Unterhaltungsumstellung verbessert, liegt die ökologische Zustandsklasse durchgängig bei „mäßig“ (3). Dabei liegen die Werte der allgemeinen Degradation jedoch nach Unterhaltungsumstellung durchweg höher als zuvor. Der German Fauna Index erreicht 2011 mit dem Wert 0,6 den guten ökologischen Zustand, der Wert des Trichoptera-Anteils 2011 und 2012 sogar den sehr guten ökologischen Zustand. Dies Ergebnis deckt sich mit dem Anstieg des Dominanzanteils der Köcherfliegen im Besiedlungsbild der Beste von 3 % im Jahr 2010 auf 11 % 2013 (WRRL-Untersuchungen). Die in Schleswig-Holstein stark gefährdete Köcherfliegenart *Hydropsyche saxonica* wurde erst nach der Unterhaltungsumstellung nachgewiesen. Gleiches gilt für die in 2013 erstmals nachgewiesene ebenfalls stark gefährdete Schneckenart *Theodoxus fluviatilis*. Die in Schleswig-Holstein als vom Aussterben bedroht eingestufte Köcherfliegenlarve *Cheumatopsyche lepida* wurde demgegenüber schon vor der Unterhaltungsumstellung in 2010 erfasst.

### **Fazit**

Ziel der Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung 2009-2013 war es zu prüfen, inwieweit durch die Einführung der schonenden Gewässerunterhaltung eine Erhöhung der Vielfalt und Verschiebungen der Abundanzen innerhalb der Makrophyten und eine Verbesserung der Gewässerstruktur erreicht werden können, die zur Regeneration des Makrozoobenthos führen. Aus den vorangegangenen Beschreibungen geht deutlich hervor, dass trotz der relativ kurzen Projektlaufzeit von fünf Jahren anhand der bisherigen Ergebnisse erste positive Entwicklungen der Gewässerstrukturen, der Makrophyten und auch des Makrozoobenthos nachgewiesen werden konnten.

Dabei zeigt sich, dass die kleinen kiesgeprägten Fließgewässer Eider und Linau offenbar schneller mit strukturellen Verbesserungen auf die Umstellung der Unterhaltung reagieren als die sandgeprägten bzw. großen Gewässer Mühlenbarbeker Au, Treene und Beste.

Dennoch sind in allen Gewässern Verbesserungen der Makrophyten- und der Makrozoobenthosbesiedlung zu verzeichnen. Trotz teils signifikanter Strukturverbesserungen können Makrophyten und Makrozoobenthos jedoch nur weiter regenerieren, wenn die Wasserqualität und/oder das Wiederbesiedlungspotenzial auch „stimmen“, so dass hier vor allem bei Eider und Linau unabhängig von der Umstellung der Gewässerunterhaltung Handlungsbedarf besteht.

Die folgende Tabelle 7 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die stattgefundenen Veränderungen der Gewässerstruktur sowie der biologischen Qualitätskomponenten Makrophyten und Makrozoobenthos. Dabei wurden für jede Pilotstrecke alle im vorangegangenen beschriebenen Ergebnisse der WRRL-Untersuchungen und der Detailuntersuchungen in Form der nachgewiesenen Entwicklungen (verbessert, verschlechtert, unverändert) aufgeführt und die Wirkung der schonenden Gewässerunterhaltung auf die untersuchten Parameter abgeschätzt.

Tab. 7: Gesamtschau über die Wirkung der in 2010 eingeführten schonenden Gewässerunterhaltung (= sGU) auf die untersuchten Parameter Gewässerstruktur, Makrophyten und Makrozoobenthos an den fünf Pilotstrecken Treene, Eider, MübaAu, Linau und Beste auf der Grundlage der Ergebnisse der WRRL- und Detailuntersuchungen 2009-2013

Legende: ++ = deutlich verbessert, + = verbessert, o = unverändert, - = verschlechtert;

ÖZK = ökologische Zustandsklasse gemäß WRRL

EPT = Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (= Eintags-, Stein- und Köcherfliegen)

	Einzelparameter / Index	Treene	Eider	MübaAu	Linau	Beste	
<b>Struktur</b>	Längsbänke	+	++	+	++	o	
	Strömungsdiversität	o	+	+	o	o	
	Tiefenvarianz	++	++	o	++	o	
	Substratzusammensetzung	+	+	o	+	+	
	Substratdiversität	+	++	+	o	o	
	Uferbewuchs	+	++	o	++	o	
	Strukturgütebewertung	o	o	o	o	o	
	<b>Wirkung der sGU</b>	<b>+</b>	<b>++</b>	<b>o</b>	<b>++</b>	<b>o</b>	
<b>Makro- phyten</b>	Eveness	++	o	+	+	o	
	Referenzindex	o	+	+	+	+	
	ÖZK - PHYLIB	o	o	o	o	o	
	räuml. Verteilung Vielfalt, Zeigerarten	submers	+	o	+	o	o
		emers	+	++	+	+	+
<b>Wirkung der sGU</b>	<b>+</b>	<b>+</b>	<b>+</b>	<b>+</b>	<b>o</b>		
<b>Makro- zoo- benthos</b>	AD - Allg. Degradation	++	+	++	o	+	
	GFI - German Fauna Index	++	-	++	o	+	
	Anteil EPT	+	o	o	o	+	
	Anteil Trichoptera	++	++	+	-	+	
	Saprobienindex	+	o	+	o	+	
	strömungsliebende Arten *)	+ / ++	+ / ++	o / ++	+ / ++	+ / +	
	Stein- und Kiesbesiedler *)	++ / ++	+ / ++	o / ++	+ / ++	++ / +	
	Phytalbesiedler *)	+ / ++	++ / ++	+ / +	+ / +	o / +	
	ÖZK - PERLODES	++	o	++	o	o	
	<b>Wirkung der sGU</b>	<b>++</b>	<b>+</b>	<b>+</b>	<b>o</b>	<b>+</b>	

## 7 Zusammenfassung

Im Projekt „Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung 2009-2013“ wurde die Wirkung einer schonenden Gewässerunterhaltung auf die Zusammensetzung und Vielfalt der Fließgewässervegetation und der Wirbellosenfauna untersucht. Hierzu wurden fünf Fließgewässerstrecken auf einer Länge von 500 m, in denen die Gewässerunterhaltung umgestellt wurde, über einen Zeitraum von fünf Jahren untersucht. Bei den in Abstimmung mit dem Auftraggeber (LWBV) und der betreuenden Fachbehörde (LLUR) ausgewählten Gewässern handelt es sich um Treene, Eider, Mühlenbarbeker Au, Linau und Beste. Die betreffenden Gewässerstrecken sind den sand- und kiesgeprägten Fließgewässern zuzuordnen und verteilen sich über die Fließgewässerlandschaften Schleswig-Holsteins. Hinsichtlich der Größe ergeben sich zwei Gruppen mit je ca. 7-8 m und mit 3-4 m Breite.

Ausgehend von einer weitgehend intensiven Unterhaltung mit ein- oder beidseitiger Böschungsmahd und kompletter Sohlmahd bzw. in einem Fall Sohlräumung mit viel „Beifang“ an Wirbellosen und Wirbeltieren im Jahr 2009 wurde die Unterhaltung im Jahr 2010 umgestellt. Dabei wurde an allen fünf Gewässern zur Herstellung eines schlängelnden Stromstrichs ein wechselseitiges Krauten der Sohle durchgeführt und eine Uferböschung abschnittsweise gemäht. Die Arbeiten wurden lagegenau dokumentiert, so dass sie in gleicher Art und in gleichem Umfang in den Folgejahren wiederholt werden konnten.

Um die Wirkung einer veränderten Gewässerunterhaltung auf Flora und Fauna zu belegen, wurde ein Untersuchungskonzept entwickelt, das neben einer LAWA-Strukturgütekartierung, die WRRL-Untersuchungsmethoden PHYLIB bzw. PERLODES sowie speziell für die Erfolgskontrolle entwickelte Detailuntersuchungen beinhaltet. Die Probenahmebereiche wurden in einem Untersuchungsdesign für alle Pilotstrecken standardisiert festgelegt. Dabei liegen die WRRL-Erfassungen im Zentrum der Pilotstrecken. Die Detailuntersuchungen wurden an je drei Stationen bzw. Dauerflächen und entlang von sieben Transekten jeweils über den Gewässerquerschnitt durchgeführt.

Während die Erfassung der Makrophyten nach dem PHYLIB-Verfahren erfolgte, kam zur Bewertung des ökologischen Zustands außer PHYLIB auch das landeseigene BMF-Verfahren zur Anwendung. Bei den Detailuntersuchungen wurden Pflanzenarten und Deckungsanteile zur Erfassung von Veränderungen des Arteninventars, der räumlichen Verteilung sowie des strukturellen Aufbaus der Wasserpflanzengemeinschaften im Gelände erhoben. Die WRRL-konforme Beprobung des Makrozoobenthos erfolgte mittels Multi-Habitat-Sampling und die Bewertung des ökologischen Zustands nach PERLODES. Beim Detailverfahren wurde die Wirbellosenfauna mit je einer Probe aus den Uferbereichen und einer aus der Gewässermitte zur Dokumentation von Veränderungen der Besiedlung über den Gewässerquerschnitt erfasst. Ausgewertet wurde bei den Detailuntersuchungen ausschließlich die Gruppe der Insekten. Im Rahmen der Detailuntersuchungen der Makrophyten und des Makrozoobenthos wurden außerdem ausgewählte Strukturparameter (Substrat, Tiefe, Strömung) über den Gewässerquerschnitt erfasst.

Nachdem in den Jahren 2009 und 2010 der Ist-Zustand der Gewässerstrukturen sowie der Makrophyten- und Makrozoobenthosbiozönosen aufgenommen worden war, erfolgte in den Jahren 2011, 2012 und 2013 die Erfassung von Veränderungen indem das komplette Untersuchungsprogramm jährlich erneut durchgeführt wurde.

Im vorliegenden Endbericht werden die Ergebnisse der Erfassung der Qualitätskomponenten Makrophyten und Makrozoobenthos sowie der Gewässerstruktur für alle Untersu-



chungsjahre 2009 bis 2013 im Hinblick auf stattgefundene Veränderungen und vor dem Hintergrund der veränderten Gewässerunterhaltung vorgestellt. Im Einzelnen sind dies:

### **Gewässerstruktur und Strukturgüte: LAWA und Detailuntersuchungen**

Von den im Rahmen der Strukturkartierung untersuchten 32 Parametern haben sich nachweislich sechs Einzelparameter deutlich und über alle Gewässer hinweg verbessert. Das Gros der hier festgestellten Verbesserungen wurde auch über die Erfassung der strukturellen Begleitparameter im Zuge der biologischen Untersuchungen nachgewiesen.

Auslöser für die Entwicklungen ist, dass durch die seit 2010 durchgeführte wechselseitige Gewässerunterhaltung mit schonen der Uferböschungen insbesondere im Mittelwasserbereich schwimmende Röhrichtmatten entstanden sind, die sich durch Sedimentation von Feinsedimenten zunehmend gefestigt haben und sich heute deutlich vom übrigen Gewässerbett abgrenzen. Die uferparallelen Röhrichtbänke sorgen für Einengung des Gewässerlaufs bei Mittel- und Niedrigwasser, was zur Erhöhung von Strömungsdiversität und Tiefenvarianz und in der Folge zur Substratsortierung geführt hat.

Die Strukturparameter, die sich signifikant positiv entwickelt haben, sind: Längsbänke, Strömungsdiversität und Tiefenvarianz, Substratzusammensetzung und Substratdiversität sowie Uferbewuchs. Ihre Verbesserungen haben zu einer Aufwertung der Hauptparameter Laufentwicklung, Längsprofil, Sohlenstruktur und Uferstruktur geführt. Hierüber ergeben sich Verbesserungen in den Bereichen Sohle und Ufer, während der Bereich Land keine Veränderungen erfährt, da er von der Gewässerunterhaltung nicht direkt beeinflusst ist. Was das Endergebnis der Strukturgütebewertung anbelangt, so führen die Verbesserungen der Einzelparameter in der Gesamtbewertung zu Verbesserungen. Diese äußern sich jedoch lediglich in den Nachkommastellen, da „nur“ diese 6 der 32 Einzelparameter direkt von der Unterhaltung betroffen sind.

Von den Einzelparametern, die von der Umstellung der Gewässerunterhaltung profitiert haben, gehören jedoch insbesondere die Strömungsdiversität, die Tiefenvarianz und die Substratdiversität zu den strukturegebenden bzw. relevanten Parametern für Flora und Fauna, so dass ihre Verbesserungen zu den nachgewiesenen Aufwertungen der Makrophyten und vor allem des Makrozoobenthos an den Pilotstrecken geführt haben.

### **Makrophyten: Erfassung und Bewertung gemäß WRRL**

Die Bewertung der Makrophyten mit dem landeseigenen BMF-Verfahren ergibt für die Treene in 2013 einen guten (2) Zustand. Eider, Mühlenbarbeker Au und Beste weisen einen mäßigen (3) Zustand auf, während die Linau als „unbefriedigend“ (4) eingestuft ist. Einzige Änderung seit Umstellung der Unterhaltung in 2010 ist hiernach die Verschlechterung des Makrophytenzustands in der Linau in 2013 von „mäßig“ (3) auf „unbefriedigend“ (4). Darüber hinaus haben sich im Monitoringzeitraum auch unabhängig von der Unterhaltungsumstellung Änderungen bei den Zustandsbewertungen ergeben.

Nach dem PHYLIB-Verfahren sind die Makrophytenbestände von Linau und Beste über alle Untersuchungsjahre unverändert in einem unbefriedigenden (4) ökologischen Zustand, was für die Beste auch der tatsächlichen Situation gerechter wird als das Ergebnis des BMF-Verfahrens. Diese Einstufung (4) erscheint aus gutachterlicher Sicht auch für die Eider - entgegen der aktuellen BMF- und PHYLIB-Bewertungen (3) - eher angemessen. Treene und Mühlenbarbeker Au sind im Jahr 2013 in einem mäßigen (3) Zustand, wobei auch hier dieses Ergebnis plausibler ist als der zwischenzeitlich für beide Gewässer ermittelte gute (2) Zustand. Damit verfehlen die Makrophyten an allen Pilotstrecken das Ziel der WRRL, den guten ökologischen Zustand, und sind weiter zu verbessern.

Die ökologische Zustandsklasse der Makrophytenbestände der fünf Pilotstrecken zeigt sowohl nach dem BMF-Verfahren als auch nach dem PHYLIB-Verfahren seit der Erstkartierung bzw. der Umstellung der Gewässerunterhaltung keine Tendenz - weder zur Verschlechterung noch zur Verbesserung. Betrachtet man die einzelnen dem PHYLIB-Verfahren bei der Bewertung zugrunde liegenden Indices, wie die Eveness als Maß für die Vielfalt der Pflanzenbestände und den Referenzindex, so zeigen sich erste Tendenzen. Danach hat sich die Vielfalt der Makrophytenbestände über alle Pilotstrecken betrachtet geringfügig erhöht und auch der Referenzindex hat leicht zugenommen.

### **Makrophyten: Dauerflächen- und Transektuntersuchungen**

Bei den Dauerflächen- und Transektuntersuchungen zeichneten sich bei Treene und Mühlenbarbeker Au bereits in 2012 erste Entwicklungen ab, die sich auch in 2013 fortgesetzt haben. So konnten Zunahmen von Gütezeigern und/oder Leitbild-konformen submersen Taxa festgestellt werden bei gleichzeitigem Rückgang von Störzeigern. Insgesamt sind die Bestände vor allem in ihrem strukturellen Aufbau vielfältiger geworden. An allen Pilotstrecken kann das Aufkommen von amphibischen Makrophytentaxa im Wasserwechselbereich und die zunehmende Entwicklung von uferparallelen Röhrichtsäumen positiv bewertet werden. Diese wirken als Strömungsenker und haben Verbesserungen einzelner Strukturparameter insbesondere an Eider und Linau bewirkt.

### **Makrozoobenthos: Erfassung und Bewertung gemäß WRRL**

Die Makrozoobenthosuntersuchungen zeigen, dass die Taxa- und Artenzahlen in fast allen Pilotstrecken nach Umstellung der Gewässerunterhaltung zugenommen haben. Mit Ausnahme der Mühlenbarbeker Au wurden in allen Gewässern mehr Steine- und Kiesbesiedler über die Jahre registriert und die Zahl der strömungsliebenden Arten ist nach Einführung der schonenden Unterhaltung durchweg gestiegen.

Die Bewertung der Makrozoobenthoslebensgemeinschaft anhand des PERLODES-Verfahrens führt an der Treene schon seit dem ersten Jahr nach Umstellung der Gewässerunterhaltung zu einer Verbesserung des ökologischen Zustandes von „schlecht“ (5) vor der Umstellung auf „mäßig“ (3) für die Jahre danach. Die Einstufung der Mühlenbarbeker Au verbessert sich von „unbefriedigend“ (4) auf „mäßig“ (3), während die Bewertung der Lebensgemeinschaft der Eider zwischen „schlecht“ (5) und „unbefriedigend“ (4) schwankt. Die Bewertung der Biozönose der Linau liegt sowohl vor als auch nach Umstellung der Gewässerunterhaltung bei „schlecht“ (5). Die Einstufung der Beste liegt durchgängig bei „mäßig“ (3).

Bei der Betrachtung der Entwicklung der einzelnen Indices, aus denen sich die ökologische Zustandsklasse zusammensetzt, sind zum Teil deutliche Verbesserungen zu erkennen. Dies gilt beispielsweise für den German Fauna Index, dessen Werte bei Treene, Mühlenbarbeker Au und Beste über den Untersuchungszeitraum kontinuierlich bzw. deutlich ansteigen, oder für den Parameter „Trichoptera“, nach dem die Lebensgemeinschaften der Treene und der Beste bereits den sehr guten ökologischen Zustand erreichen.

Der Saprobienindex verbessert sich in Treene, Mühlenbarbeker Au und Beste von „mäßig“ (3) vor Umstellung der Gewässerunterhaltung im Jahr 2010 auf „gut“ (2) nach der Unterhaltungsumstellung, was auf die positive Entwicklung des Makrozoobenthos als Folge der Strukturveränderungen durch die schonende Unterhaltung zurückzuführen ist. Bei Eider und Linau weist der Saprobienindex durchgängig die Stufe „mäßig“ (3) auf, was auf eine stoffliche Belastung der beiden Gewässer hindeutet.

### **Makrozoobenthos: Erfassung nach dem Detailverfahren**

Auch die Detailuntersuchungen zeigen, dass die Artenzahlen der Gruppe der Insekten nach Umstellung der Gewässerunterhaltung an allen Pilotstrecken höher ausfallen als zuvor. Gleiches gilt für die strömungsliebenden Arten. Die Taxazahlen nehmen in Treene, Eider und Beste zu, in Mühlenbarbeker Au und Linau ab. Die Betrachtung der Habitatpräferenzen der untersuchten Insektengruppen zeigt, dass sich die Steine- und Kiesbesiedler in fast allen Gewässern zur stärksten Gruppe entwickelt haben, gefolgt von den Phytalbesiedlern, die über den Untersuchungszeitraum ebenfalls zunehmen. Dabei ist anhand der bisherigen Daten noch nicht zu beobachten, dass sich in den gekrauteten Bereichen mehr Steine- und Kiesbesiedler bzw. strömungsliebende Arten ansiedeln als in den unbearbeiteten Bereichen. Gleiches gilt für eine mögliche Zunahme der Phytalbesiedler in den von der Unterhaltung geschonten Bereichen.

### **Schonende Gewässerunterhaltung**

Im Herbst 2013 erfolgte zum vierten Mal die schonende Gewässerunterhaltung in Form des wechselseitigen Krautens der Sohle und einseitiger abschnittsweiser Böschungsmahd. Dabei konnten alle Arbeiten weitgehend nach den in 2010 erstellten und ausgeführten Bearbeitungsplänen durchgeführt und damit das räumliche Muster weiter gefestigt werden.

Im Zuge der schonend durchgeführten Unterhaltung gab es auch in 2013 nahezu keinerlei „Beifang“ an größeren Wirbellosen- und Wirbeltieren und es wurde kaum Substrat aus der Sohle entnommen. Was den zeitlichen Bearbeitungsaufwand für die Durchführung der schonenden Unterhaltung anbelangt, so ist dieser bei vier der fünf Gewässer teils deutlich geringer als vor Umstellung. Schließlich kam es im gesamten Zeitraum seit Einführung der schonenden Gewässerunterhaltung zu keinerlei Abflussproblemen durch die Pilotstrecken, so dass Art und Umfang der Unterhaltung trotz der strukturellen Veränderungen nach wie vor ausreichend waren.

### **Fazit**

Ziel der Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung 2009-2013 war es die Wirkung einer schonenden Gewässerunterhaltung auf die Zusammensetzung und Vielfalt der Fließgewässervegetation und der Wirbellosenfauna zu untersuchen.

Trotz der relativ kurzen Projektlaufzeit von fünf Jahren zeigen sich anhand der bisherigen Ergebnisse erste positive Entwicklungen der Gewässerstrukturen, der Makrophyten und auch des Makrozoobenthos. So konnten mit der Einführung der schonenden Gewässerunterhaltung Verschiebungen der Abundanzen innerhalb der Makrophyten und Verbesserungen einzelner Gewässerstrukturen an den Pilotstrecken nachgewiesen werden. Diese haben je nach Ausgangssituation, herrschenden Standortbedingungen bzw. Beeinträchtigungen sowie Wiederbesiedlungspotenzial zu einer unterschiedlich starken Regeneration des Makrozoobenthos mit teils signifikanten Zunahmen fließgewässertypischer Taxa geführt.

Um weitere Erkenntnisse über die Entwicklungen zu gewinnen, wurde das Projekt um vier Jahre, d. h. bis zum Jahr 2017 verlängert. Dabei werden in den Jahren 2014-2016 ausschließlich die WRRL-Untersuchungen durchgeführt und im Jahr 2017 wieder das komplette Untersuchungsprogramm wie bei der Ersterfassung 2009-2010 und dem Monitoring 2011-2013. Parallel zur Fortsetzung des Monitorings wird die schonende Gewässerunterhaltung fortgeführt.

## 8 Literatur

### 8.1 Zitierte Literatur

- AHRENS, U. (2007): Gewässerstruktur: Kartierung und Bewertung der Fließgewässer in Schleswig-Holstein. - Jahresbericht 2006/2007 des Landesamtes für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein, 115-126.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (2003): Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands zur Kodierung biologischer Befunde. - Info-ber. Heft 1, München, 388 S.
- BIA (BIOLOGEN IM ARBEITSVERBUND) (2013): Verfahrensanleitung zur Bewertung der makrophytischen Fließgewässervegetation in Schleswig-Holstein. Typisierung der Fließgewässervegetation als Grundlage für die ökologische Zustandsbewertung gemäß WRRL - BMF-Verfahren. - Gutachten i. A. des Landesamtes für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein, Kiel-Flintbek, 58 S. + Anh.
- BRINKMANN, R. & S. SPETH (1999): Eintags-, Stein- und Köcherfliegen Schleswig-Holsteins und Hamburgs - Rote Liste. - Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein, Flintbek, 44 S.
- DIERSSEN, K. (1990): Einführung in die Pflanzensoziologie (Vegetationskunde). - Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt, 241 S.
- GÜRLICH, S., R. SUKAT & W. ZIEGLER (2011): Die Käfer Schleswig-Holsteins - Rote Liste. - Schriftenreihe LLUR SH - Natur - RL 23 Band 1-3, Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Kiel, 126 S., 110 S., 98 S.
- HAMANN U. & A. GARNIEL (2002): Die Armleuchteralgen Schleswig-Holsteins - Rote Liste. - Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein, Flintbek, 50 S.
- HOLM, A. (1989): Ökologischer Bewertungsrahmen Fließgewässer (Bäche) für die Naturräume der Geest und des Östlichen Hügellandes in Schleswig-Holstein. - Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege Schleswig-Holstein (Hrsg.), Kiel, 46 S.
- IDUS (INSTITUT FÜR WASSER UND BODEN DR. UHLMANN, IDUS BIOLOGISCH ANALYTISCHES UMWELTLABOR GMBH (2012): Untersuchungen zu Ammonium in ostsächsischen Bergbaufolgeseen. Abschlussbericht. Dresden, 201 S. + Anl.
- KOHLER, A. (1978): Methoden zur Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. - Landschaft + Stadt, 10 (2), 73-85.
- LANU (LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN) (2001): Gewässerlandschaften und Bachtypen - Leitbilder für die Fließgewässer in Schleswig-Holstein. - Flintbek, 62 S.
- LAWA (2000): Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland - Verfahren für kleine und mittelgroße Fließgewässer. - Kulturbuch - Verlag, Berlin, 22 S. + 3 Anhänge.
- LAWA (2014): LAWA-AO Rahmenkonzeption Monitoring, Teil B: Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibung. Arbeitspapier II: Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch-chemische Qualitätskomponenten zur unterstützenden Bewertung von Wasserkörpern entsprechend EG-WRRL (Stand: 19.02.2014), 26 S.
- LLUR (LANDESAMT FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME SCHLESWIG-HOLSTEIN) (2014): Nährstoffe in Gewässern Schleswig-Holsteins - Entwicklung und Bewirtschaftungsziele. - Schriftenreihe LLUR SH - Gewässer; D 24, Flintbek, 91 S.
- LIETZ, J. & M. BRUNKE (2008): Zusammenhänge zwischen Strukturparametern und Wirbellosenfauna in kiesgeprägten Bächen des Norddeutschen Tieflands - erste statistische Analysen. - Jahresbericht 2007/2008 des Landesamtes für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein, 213-220.

- LONDO, G. (1975): Dezimalskala für die vegetationskundliche Aufnahme von Dauerquadraten. In: SCHMIDT, W. (Red.): Sukzessionsforschung. Ber. Int. Symp. IVV Rinteln 1973. Cramer. Vaduz. 613-617.
- LOZÁN, J. L. & H. KAUSCH (2007): Angewandte Statistik für Naturwissenschaftler. - Wissenschaftliche Auswertungen, Hamburg, 303 S.
- MADSEN, B. L. & L. TENT (2000): Lebendige Bäche und Flüsse: Praxistipps zur Gewässerunterhaltung und Revitalisierung von Tieflandgewässern. - Edmund Siemers Stiftung, 156 S.
- MEIER, C., HAASE, P., ROLAUFFS, P., SCHINDEHÜTTE, K., SCHÖLL, F., SUNDERMANN, A. & D. HERING (2006): Methodisches Handbuch Fließgewässerbewertung - Handbuch zur Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern auf der Basis des Makrozoobenthos vor dem Hintergrund der EG-Wasserrahmenrichtlinie - Endfassung - Stand Mai 2006, 79 S. + Anhänge, <http://www.fließgewässerbewertung.de> [Stand Mai 2006]
- MIERWALD, U. & K. ROMAHN (2006): Die Farn- und Blütenpflanzen Schleswig-Holsteins - Rote Liste. - Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein, Flintbek, Bd. 1, 122 S.
- MLUR (MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN) (2009): Erläuterungen zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Schleswig-Holstein - Ermittlung von Vorranggewässern, Stand Dezember 2009, 36 S.
- MÜHLENBERG, M. (1993): Freilandökologie. - Ulmer, Stuttgart, 512 S.
- NLWKN (NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ) (2012): Glyphosat in niedersächsischen Oberflächengewässern - Beeinflussung durch vermehrten Betrieb von Biogasanlagen? - Betriebsstelle Hannover-Hildesheim, 11 S.
- PEDERSEN, T. C. M., A. BAATTRUP-PEDERSEN & T. V. MADSEN (2006): Effects of stream restoration and management on plant communities in lowland streams. - Freshwater Biology 51, 161-179.
- SCHAUMBURG, J., C. SCHRANZ, D. STELZER, G. HOFMANN, A. GUTOWSKI, J. FOERSTER (2006): Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos. (Stand Januar 2006) - Bayerisches Landesamt für Umwelt, München, 120 S., <http://www.lfu.bayern.de>.
- SCHAUMBURG, J., C. SCHRANZ, D. STELZER, A. VOGEL & A. GUTOWSKI (2012): Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos. (Stand Januar 2012 - Version: 13.08.2012) - Bayerisches Landesamt für Umwelt, München, 192 S.
- STILLER, G (2006): Makrophyten und Gewässerunterhaltung - Einfluss der Gewässerunterhaltung auf die Zusammensetzung und Vielfalt der Fließgewässervegetation in Schleswig-Holstein. - Gutachten i. A. des Landesamtes für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein, Kiel-Flintbek, 29 S. + Anh.
- STILLER, G (2013): Wasserpflanzensteckbriefe - Wasserpflanzen in Hamburg, erkennen und bewerten. Hrsg.: Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt in Hamburg; Abt. Wasserwirtschaft. Loseblattsammlung, Stand: Sept. 2013, Hamburg.
- STUHR, J. & K. JÖDICKE (2003): Makrophyten in Fließgewässern - Typisierung der Fließgewässervegetation Schleswig-Holstein als Grundlage für eine ökologische Zustandsbewertung gemäß WRRL. - Gutachten i. A. des Landesamtes für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein, Kiel-Flintbek, 53 S. + Anh.

- TREMP, H. (2005): Aufnahme und Analyse vegetationsökologischer Daten. - Ulmer, Stuttgart, 141 S.
- WIESE, V. (1990): Rote Liste der in Schleswig-Holstein gefährdeten Land- und Süßwassermollusken. - 3. Fassung. Landesamt für Naturschutz und Landschaftspflege Schleswig-Holstein, Kiel, 32 S.
- WINKLER, C., A. DREWS, T. BEHREND, A. BRUENS, M. HAACKS, K. JÖDICKE, F. RÖBBELEN & K. VOSS (2011): Die Libellen Schleswig-Holsteins. - Rote Liste. - Schriftenreihe LLUR SH - Natur RL 22, Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein, Kiel, 85 S.

## 8.2 Bestimmungsliteratur

### 8.2.1 Gewässerflora (hier: Makrophyten)

- FRAHM, J.-P. (1998): Moose als Bioindikatoren. - Quelle & Meyer, Wiesbaden, 187 S.
- FRAHM, J.-P., W. FREY (1992): Moosflora. - Ulmer, Stuttgart, 528 S.
- HAEUPLER, H. & T. MUER (2000): Bildatlas der Farn- und Blütenpflanzen Deutschland. - Ulmer, Stuttgart, 759 S.
- KRAUSCH, H.-D. (1996): Farbatlas Wasser- und Uferpflanzen. - Ulmer, Stuttgart, 315 S.
- KRAUSE, W. (1997): Charales (Charophyceae). Süßwasserflora von Mitteleuropa. - G. Fischer, Jena, Stuttgart, Bd. 18, 202 S.
- KRESKEN, G.-U. (2000): Vorläufiger Bestimmungsschlüssel der Gattung Callitriche. - Botan. Verein zu Hamburg e. V., Regionalstelle Pflanzenschutz, 7 S.
- OBERDORFER, E. (1994): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. - Ulmer, Stuttgart, 1050 S.
- PRESTON, C.-D. (1995): Pondweeds of Great Britain and Ireland. - Botanical Society of the British Isles, Handbook No. 8, London, 352 S.
- RICH, T. C. G. & A. C. JERMY. (1998): Plant Crib 1998. - Botanical Society of the British Isles, London, 391 S.
- ROTHMALER, W. (1997-2002): Exkursionsflora von Deutschland. - G. Fischer, Jena, Stuttgart, Bd. 1; Spektrum Akad. Verlag, Heidelberg, Berlin, Bd. 3 und 4.
- ROWECK, H. & W. SCHÜTZ (1988): Zur Verbreitung seltener sowie systematisch kritischer Laichkräuter (Potamogeton) in Baden-Württemberg. - Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad.-Württ. 63, Karlsruhe, 431-524.
- VAHLE, H.-CH. (1990): Armeleuchteralgen (Characeae) in Niedersachsen und Bremen - Verbreitung, Gefährdung und Schutz. - Inform. d. Naturschutz Niedersachs., 5, Hannover, S. 85-130.
- WEYER, K. VAN DE & C. SCHMIDT (2011): Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Makrophyten (Gefäßpflanzen, Armeleuchteralgen und Moose) in Deutschland. - Fachbeiträge des Landesamtes für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV), Potsdam, Heft-Nr. 119 + 120, Bd. 1+2.
- WISSKIRCHEN, R. & H. HAEUPLER (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands.

## 8.2.2 Gewässerfauna (hier: Makrozoobenthos)

- ADAM, G. (1990): Bestimmungstabellen für die Larven der in Deutschland verbreiteten Baetidae (Ephemeroptera). - Wasserwirtschaftsamt Weiden, 63 S.
- AMANN, E., C.M. BRANDSTETTER & A. KAPP (1994): Käfer am Wasser. Gattungsschlüssel der (semi-) aquatischen Käfer Mitteleuropas. - Erster Vorarlberger Coleopterologischer Verein, Österreich, 38 S.
- ANGUS, R. (1999): Insecta: Coleoptera: Hydrophilidae: Helophoridae. - In: J. SCHWOERBEL, P. ZWICK (Hrsg.): Süßwasserfauna von Mitteleuropa 20/10-2, Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, 144 S.
- ARBEITSGEMEINSCHAFT „Taxonomie für die Praxis“ in der DGL (2014): 47. Bestimmungskurs 10. - 13.03.2014: Süßwassermollusken“. Unveröff. Kursskript, 28 S.
- ARBEITSGEMEINSCHAFT „Taxonomie für die Praxis“ in der DGL (2012): 43. Bestimmungskurs 12.-15.03.2012: Trichoptera-Larven. Unveröff. Kursskript, 77 S.
- ARBEITSGEMEINSCHAFT „Taxonomie für die Praxis“ in der DGL (2010): 39. Bestimmungskurs 09.-12.03.2010: Plecoptera (Teil 1 Larven, Teil 2: Imagines). - Unveröff. Kursskript, 131 S.
- ARBEITSGEMEINSCHAFT „Taxonomie für die Praxis“ in der DGL (2010): 39. Bestimmungskurs 09.-12.03.2010: Heteroptera aquatica (Teil 1: Imagines). - unveröff. Kursskript,
- ARBEITSKREIS „Taxonomie für die Praxis“ in der DGL (2008): 36. Bestimmungskurs 03.-06.11.2008: Käfer der Fließgewässer. - unveröff. Kursskript.
- ARBEITSGEMEINSCHAFT „Taxonomie für die Praxis“ in der DGL (2008): 35. Bestimmungskurs 10. - 14.03.1008: Aquatische und semiaquatische Diptera-Larven. - unveröff. Kursskript, 2 Bände, 147 und 34 S.
- ARBEITSKREIS „Taxonomie für die Praxis“ in der DGL (2007): 33. Bestimmungskurs 12-16.03.2007: Chironomidae: Larven und Puppen. - unveröff. Kursskript.
- ARBEITSKREIS „Taxonomie für die Praxis“ in der DGL (2006): 32. Bestimmungskurs: 08-10.12. 2006: Hirudinea. - unveröff. Kursskript.
- ARBEITSKREIS „Taxonomie für die Praxis“ in der DGL (2005): 30/31 Bestimmungskurs 02.-05.03.2006: Süßwassermollusken. - unveröff. Kursskript 65 S.
- ARBEITSKREIS „Taxonomie für die Praxis“ in der DGL (2005): 28. Bestimmungskurs 15-18.03.2005: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera und Malacostraca. - unveröff. Kursskript, 186 S.
- ARBEITSKREIS „Taxonomie für die Praxis“ in der DGL (2003): 19. Bestimmungskurs 06.-09.09.2003: Limnische Malacostraca, Bryozoa und Spongillidae. - unveröff. Kursskript, 111 S.
- ARBEITSKREIS „Taxonomie für die Praxis“ in der DGL (2001): 19. Bestimmungskurs 03.-06.09.2001: Aquatische Heteroptera und ausgewählte Coleoptera. - unveröff. Kursskript, 68 S.
- ASKEW, R.R. (1988): The Dragonflies of Europe. - Harley Books, Colchester, 291 S.
- BASS, J. (1998): Last instar Larvae and Pupae of the Simuliidae of Britain and Ireland. - Freshw. Biol. Ass., Sci. Publ. 55, 101 S.
- BAUERNFEIND, E. & U.H. HUMPECH (2001): Die Eintagsfliegen Zentraleuropas (Insecta: Ephemeroptera). Bestimmung und Ökologie. - Verl. Naturhist. Mus., Wien, 239 S.
- BAUERNFEIND, E. (1994): Bestimmungsschlüssel für die österreichischen Eintagsfliegen. - 1. Teil. - Wasser und Abwasser, Supplementband 4, 92 S.
- BRINDLE, A. (1967): The Larvae and Pupae of the British Cylindrotominae and Limoniinae (Diptera, Tipulidae). - Transactions of the Society for British Entomology, Vol. 17, Part VII, 151-216.

- BRINKHURST, R.O. (1971): A Guide for the identification of British aquatic Oligochaeta. - Freshw. Biol. Ass. Scient. Publ. 22, 52 S.
- CRANSTON, P.S., C.D. RAMSDALE, K.R. SNOW & G.B. WHITE (1987): Key to the adults, male hypopygia, fourth-instar larvae and pupae of the british mosquitoes (Culicidae) with notes on their ecology and medical importance. - Freshw. Biol. Ass., Scientific Publ. 48, 152 S.
- DAVIES, L. (1968): A key to the British species of Simuliidae (Diptera) in the larval, pupal and adult stages. - Freshw. Biol. Ass., Sci. Publ. 24, 125 S.
- DROST, M.B.P., H.P.J.J. CUPPEN., E.J.V. NIEKERKEN & M. SCHREIJER (1992): De Waterkevers van Nederland. - Natuurhistorische Bibliotheek van de Knv, 55 (Stichting Uitgeverij Koninklijke Nedelandse Natuurhistorische Vereniging), 280 S.
- EDINGTON, J.M. & A.G. HILDREW (1995): A revised key to the caseless Caddis Larvae of the British Isles with notes on their ecology. - Freshw. Biol. Ass., Ambleside, Sci. Publ. 53, 134 S.
- EGGERS, F. (2003): Bestimmungsschlüssel für die Oligochaeten der kleinen und mittelgroßen Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen. - Gutachten i. A. des Landesumweltamtes Nord-Rhein-Westfalen, Düsseldorf, 34 S.
- EGGERS, T.O. & A. MARTENS (2001): Bestimmungsschlüssel der Süßwasser-Amphipoda (Crustacea) Deutschlands. - Lauterbornia 42, 1-68.
- EISELER, B. (2010): Taxonomie für die Praxis - Bestimmungshilfen - Makrozoobenthos (1). - Hrsg.: Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen, LANUV-Arbeitsblatt 14, 181 S.
- EISELER, B. (2005): Bildbestimmungsschlüssel für Eintagsfliegenlarven der deutschen Mittelgebirge und des Tieflandes. - Lauterbornia 53, 112 S.
- EISELER, B. (2003): Bestimmungsschlüssel für die in Nordrhein-Westfalen vorkommenden Eintagsfliegenlarven. - Gutachten i. A. des Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, 77 S.
- ELLIOTT, J.M. (1996): British freshwater Megaloptera and Neuroptera: A key with ecology notes. - Freshw. Biol. Ass., Ambleside, Sci. Publ. 54, 68 S.
- ELLIOTT, J.M. (1977): A key to British freshwater Megaloptera and Neuroptera. - Freshw. Biol. Ass., Sci. Publ. 35, 52 S.
- ELLIOTT, J. M. & K. H. MANN (1979): A key to British leeches. - Freshw. Biol. Ass., Sci. Publ. 40, 74 S.
- ELLIOTT, J.M., U.H. HUMPECH & T.T. MACAM (1988): Larvae of the British Ephemeroptera. A key with ecological notes. - Freshw. Biol. Ass., Sci. Publ. 49, 145 S.
- ELLIS, A.E., (1978): British Freshwater Bivalves, Mollusca - The Linnean Society of London, Academic Press London New York San Francisco. 109 S.
- FAASCH, H. (2013): Bestimmungshilfe für aquatische und semiaquatische Dipterenlarven. - Selbstverlag, Braunschweig, 136 S.
- FREUDE, H., K.W. HARDE & G.A. LOHSE (1964-83): Die Käfer Mitteleuropas (11Bde.). - Goecke & Evers, Krefeld.
- FRIDAY, L.E. (1988): A Key to the Adults of British Water Beetles. - Field studies council, 189 (7), 1-151.
- GITTENBERGER, E.; A.W. JANSSEN; W.J. KUIJPER, J.G.J. KUIJPER, T. MEIJER; G. VAN DER VELDE, J.N. DE VRIES (2004): De nederlandse Zoetwatermollusken, Recente en fossiele Weekdieren uit zoet en brak Water. - Nederlandse Fauna 2, Nationaal Natuurhistorisch Museum naturalis KNNV Uitgeverij, European invertebrate survey - Nederland, 292 S.



- GLEDHILL, G., D.W. SUTCLIFFE & W.D. WILLIAMS (1993): British freshwater Crustacea, Malacostraca: A key with ecological notes. - Freshw. Biol. Ass., Sci. Publ. 52, 173 S.
- GLEDHILL, T., D.W. SUTCLIFFE & W.D. WILLIAMS (1976): A revised key to the British species of Crustacea: Malacostraca occurring in fresh water with notes on their ecology and distribution. - Freshw. Biol. Ass., Ambleside, Sci. Publ. 32, 71 S.
- GLÖER, P. & C. MEIER-BROOK (2003): Süßwassermollusken - Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland. - DJN, Hamburg, 13. neubearb. Aufl., 134 S.
- GLÖER, P. (2002): Mollusca I: Süßwassergastropoden Nord- und Mitteleuropas - Bestimmungsschlüssel, Lebensweise, Verbreitung. - In: DAHL, F. (Begr.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise, 73. Teil., ConchBooks, Hackenheim, 2. neubearb. Aufl., 327 S.
- HAAREN VAN, T. & J. SOORS (2013): Aquatic oligochaetes of the Netherlands and Belgium. - KNNV Publishing, Zeist, Netherlands, 302 S.
- HAMMOND, C.O. (1977): The Dragonflies of Great Britain and Ireland. - Curven Books, The Curven Press Ltd, England 115 S.
- HANSEN, M. (1987): The Hydrophiloidea (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark. - Fauna Entomologica Scandinavia Vol. 18 - E.J.Brill/Scandinavian Science Press Ltd., 254 S.
- HEBAUER, F. & B. KLAUSNITZER (2000): Insecta: Coleoptera: Hydrophiloidea: Georissidae, Spercheidae, Hydrochidae, Hydrophilidae (exkl. Helophorus). - In: J. SCHWOERBEL und P. ZWICK: Süßwasserfauna von Mitteleuropa, Band 20 / 7-10.1, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 134 S.
- HEIDEMANN, H. & R. SEIDENBUSCH (2002): Odonata II: Die Libellenlarven Deutschlands - Handbuch für Exuviensammler. - In: DAHL, F. (Begr.): Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise 72. Teil, 1. Auflage, Goecke & Evers, Keltern, 328 S.
- HIGLER, B. (2005) De Nederlandse kokerjufferlarven. - KNNV Uitgeverij, Utrecht, 158 S.
- HILEY, P.D. (1976): The identification of British limnephilid larvae (Trichoptera) - Systematic Entomology (1976) 1. 147-167.
- HOLMEN, M. (1987): The aquatic Adephaga (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark I. Gyrinidae, Haliplidae, Hygrobiidae and Noteridae. - E.J.Brill/ Scandinavian Science Press Ltd. Leiden-Copenhagen Vol. 20. 168 S.
- HÖLZEL, H. (2002): Insecta: Megaloptera. - In: J. SCHWOERBEL, P. ZWICK. (Hrsg.), Süßwasserfauna von Mitteleuropa 15,16,17, Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, 1-30.
- HUWAE, P., G. RAPPÉ (2003): Waterpissebedden, Een determineertabel voor Zoet-, brak- en zoutwaterpissebedden von Nederland en België. - Wetenschappelijke Mededeling 226, KNNV Uitgeverij, Utrecht, 55 S.
- HYNES, H.B.N. (1977): A key to the adults and nymphs of the british stoneflies with notes to their ecology and distribution. - Freshw. Biol. Ass., Ambleside, Sci. Publ. 17, 90 S.
- JANSSON, A. (1986): The Corixidae (Heteroptera) of Europe and some adjacent regions. - Act. Ent. Fennica, 47, 1-94.
- JÖDICKE, R. (1997): Die Binsenjungfern und Winterlibellen Europas - Die Neue Brehm-Bücherei 631. Westarp Wissenschaften. 277 S.
- KATHMANN, R.D. & R.O. BRINKHURST (1999): Guide to the freshwater Oligochaetes of North America. - Aquatic Resources Center, 264 S.
- KILLEEN, I.; ALDRIDGE, D. & G. OLIVER (2004): Freshwater Bivalves of Britain and Ireland. - FSC National Museum of Wales, Occasional Publication 82, 114 S.

- KIS, B. (o. J.): Plecoptera - Fauna Republicii Socialiste Romania: Insecta Vol. VIII Fasc. 7. - Editura Academiei Republicii Socialiste Romanica. 271 S.
- KLAUSNITZER, B. (1991/1994/1996/1997): Die Larven der Käfer Mitteleuropas. - Band 1-4, Goecke & Evers, Krefeld.
- KLAUSNITZER, B. (1996): Käfer im und am Wasser. - 2. überarb. Aufl., Westarp Wissenschaft, Magdeburg, Die neue Brehm-Bücherei 567, 200 S.
- KNIEPERT F.-W. (2002): Insecta: Diptera: Tabanidae in: Süßwasserfauna von Mitteleuropa Bd. 21/19, Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin, 13-204.
- KOESE, B. (2008): De Nederlandse steenvliegen (Plecoptera).- Entomologische Tabellen I, Supplement Bij Nederlandse Faunistische Mededelingen, 158 S.
- LILLEHAMMER, A. (1988): Stoneflies (Plecoptera) of Fennoscandia and Denmark.- Fauna Entomol. Scand., Vol. 21, 1-165.
- MACAN, T.T. (1994): British fresh- and brackish-water gastropods. - Freshw. Biol. Ass., Sci. Publ. 13, 157 S.
- MALZACHER, P. (1984): Die europäischen Arten der Gattung Caenis Stephen (Insecta: Ephemeroptera). - Stuttgarter Beitr. Naturk. Saec. A, 48 S.
- MARTENS, A. (1996): Die Federlibellen Europas. - Die Neue Brehm-Bücherei 626.
- MOLLER PILLOT, H.K.M. (2003): A key to the larvae of the aquatic Chironomidae of the north-west european lowland. - Übersetzung mit Erweiterungen von MOLLER PILLOT, H. K. M., 1984, unveröff., 78 S.
- NESEMANN, H. (1997): Egel und Krebsigel Österreichs. - Erste Voralberger Malakologische Gesellschaft. 104 S.
- NESEMANN, H. (1993): Bestimmungsschlüssel für mitteleuropäische Egel der Familie Erpobdellidae Blanchard 1894 (Hirudinea). - Lauterbornia 13, 37-60.
- NEU, P.J. & W. TOBIAS (2004): Die Bestimmung der in Deutschland vorkommenden Hydropsychidae (Insecta: Trichoptera). - Lauterbornia 51, 1-68.
- NEUBERT, E., H. NESEMANN (1999): Annelida, Clitellata: Branchiobdellidae, Acanthobdella, Hirudinea. - In: J. SCHWOERBEL, P. ZWICK. (Hrsg.), Süßwasserfauna von Mitteleuropa 6/2, Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, 178 S.
- NILSSON, A.N., M. HOLMEN (1995): The aquatic Adephaga (Coleoptera) of Fennoscandia and Denmark II. Dytiscidae. - Fauna Entomologica Scandinavia Vol. 32 - E.J.Brill/Scandinavian Science Press Ltd., 192 S.
- ORENDT, C. & M. SPIES (2012): Chironomus Meigen (Diptera: Chironomidae) Bestimmungsschlüssel für den für die biologische Gewässeranalyse bedeutenden Larven in Deutschland und angrenzenden Gebieten. - Leipzig, 23S.
- ORENDT, C. & M. SPIES (2010): Bestimmungsschlüssel Chironomini (Diptera: Chironomidae: Chironominae). - Leipzig, 59 S.
- PALM, E., A.N. NILSSON (1996): Coleoptera Curculionidae, Aquatic Weevils - In: Apollo Books, Vol. I, Stenstrup, 217-222.
- REYNOLDSON, T.B. (2000): A key to the British species of freshwater triclads. - Freshw. Biol. Ass., Sci. Publ. 58, 72 S.
- ROZKOSNY, R. (2002): Insecta: Diptera: Stratiomyidae. - in: Süßwasserfauna von Mitteleuropa Bd. 21/18, Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin, 15-122.
- SAETHER, O.A., P. ASHE & D.A. MURRAY (2000): A.6 Family Chironomidae. - In: PAPP, L. & B. DARVAS (Hrsg.): Contribution to a manual of palaeartic Diptera. - Vol. 4 (Appendi), Science Herald, Budapest, 113-334.
- SAVAGE, A.A. (1999): Keys To The Larvae Of British Corixidae. - Freshw. Biol. Ass., Ambleside, Sci. Publ. 57, 69 S.

- SAVAGE, A.A. (1989): Adults of the British aquatic Hemiptera Heteroptera: A key with ecological notes. - Freshw. Biol. Ass., Ambleside, Sci. Publ. 50, 173 S.
- SEDLAK, E. (1985): Bestimmungsschlüssel für mitteleuropäische Köcherfliegenlarven (Insecta, Trichoptera). - Wasser Abwasser 29, 146 S.
- SMITH, K.G.V. (1989): An introduction to the immature stages of British flies. Diptera larvae, with notes on eggs, puparia and pupae. - Handb. Ident. Br. Insects 10/14-280 S.
- SPEIDEL, W. (2002): Insecta: Lepidoptera. - In: J. SCHWOERBEL, P. ZWICK. (Hrsg.), Süßwasserfauna von Mitteleuropa 15-17, Spektrum Akademischer Verlag, Berlin, 87-148.
- TACHET, H., P. RICHOUX, M. BOURNAUD & P. USSEGLIO-POLATERA (2002): Invertébré d'eau douce, systématique, biologie, écologie. - CNRS Editions, Paris, 587 S.
- TEMPELMANN, D. & T. HAAREN VAN (2009) : Water- en Oppervlaktewantsen van Nederland. - Jeugdbondsuitgeverij, Utrecht, 115 S.
- THEOWALD; B. (1967): Familie Tipulidae (Diptera, Nematocera) Larven und Puppen. - Akademie-Verlag, Berlin, 100 S.
- TIMM, T. (2009): A guide to the freshwater Oligochaeta and Polychaeta of Northern and Central Europe. - Lauterbornia 66, 1-235.
- TIMM, T. (1999): A Guide to the Estonian Annelida. - Naturalist's Handbooks 1. - Estonian Acad. Publ. Tartu-Tallinn, 208 S.
- VALLENDUUK, J. H. & M. J. CUPPEN (2004): The aquatic living caterpillars (Lepidoptera, Pyraloidea: Cramnidae) of central Europe. A key to the larvae and auecology - Lauterbornia 49: 1-17.
- VALLENDUUK, H.J. & H.K.M. MOLLER PILLOT (2007):Chironomidae Larvae: General ecology and Tanypodinae. - Band I, KNNV Publishing, Zeist, Niederlande, 144 S.
- VONDEL VAN, B.J. & K. DETTNER (1997): Insecta: Coleoptera: Haliplidae, Noteridae, Hygrobiidae. - In: J. SCHWOERBEL & P. ZWICK: Süßwasserfauna Mitteleuropas Band 20 / 2, 3 und 4, 147 S.
- WALLACE, I.D. (1980): The identification of british limnephilid larvae (Trichoptera: Limnephilidae) which have single-filament gills. - Freshwater Biology 10, 171-189.
- WALLACE, I.D., B. WALLACE & G.N. PHILIPSON (2003): A key to the case-bearing caddis larvae of Britain and Ireland. - Freshw. Biol. Ass., Ambleside, Sci. Publ. 61, 259 S.
- WARINGER, J.; W. GRAF (2011): Atlas der mitteleuropäischen Köcherfliegenlarven - Atlas of Central European Trichoptera Larvae. - Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben, 468 S.
- WIEDERHOLM, T. (Hrsg.) (1983): Chironomidae of the holarctic region: Keys and diagnoses. - Ent. Scandinavica, Supplement No. 19, 457 S.
- WILSON, R. S., L.P. RUSE (2005): A guide to the identification of genera of Chironomidae pupal exuviae occurring in Britain and Ireland. (Including common genera from northern Europe) and their use in monitoring lotic and lentic fresh Waters. - Special Publication 13, Freshw. Biol. Ass., Ambleside. 176 S.
- ZWICK. P. (2004): Key to the West Palaearctic genera of stoneflies (Plecoptera) in the larval stage. - Limnologica 34, 315-348.

# **Gewässersteckbriefe**

**2009 - 2013**

**Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung - QK Makrophyten + Makrozoobenthos / WRRL / Strukturgüte**

Bearbeitungsgebiet 6	Wasserkörper tr_08_a	Typ 14	Rechtswert 3528837	Hochwert 6064067	untersuchte Jahre (Stand: Okt. 2014) 2009 / 2010 / 2011 / 2012 / 2013
Stationsname <b>Treene nördl. Sandhof</b>	Messstellen-Nr. 123784	Lage in Bezug zur Maßnahme innerhalb der Maßnahme (500 m)	Einstufung HMWB	Jahr der GU-Umstellung Ende 2010	

**Strukturelle Merkmale / Aktueller Stand**

Durchschn. Breite [m] 7-8 m	Durchschn. Tiefe [m] 0,7 m	Fließgeschwindigkeit langsam fließend	
Flächennutzung Grünland/naturnah	Uferbewuchs keine Gehölze	Beschattung keine	Wasserführung mittel
Vorherrschendes Substrat Sand	Besiedlungsfeindliche Faktoren teilw. Sandtreiben	<b>Strukturbew. LAWA (Sohle / Ufer / Land / Gesamt)</b> 2009: Bewertung entfällt, da LLUR- 2013: Sofwaretool fehlerbehaftet.	

**Bestand und Bewertung / Entwicklung:**

Makrozoobenthos (2010 / 2011-2013)		Makrophyten (2009+2010 / 2011-2013)	
Abundanz [Ind/m²] (Periodes) 2.062 / 1.586 / 3.407 / 2.232 ⇒	Saprobienindex (Periodes) 2,27 / 2,23 / 2,14 / 2,17 ↑	Anzahl submerse + emers MP (Phylib) 19 / 15 / 12 / 12 / 15 ⇒	
Anzahl Taxa (Periodes) 35 / 50 / 54 / 46 ↑	Qualitätsklasse Saprobie 3 / 2 / 2 / 2 ↑	Gesamtdeckung (Phylib) 95 / 60 / 50 / 50 / 50 ⇒	
Anzahl Arten (Periodes) 19 / 28 / 31 / 27 ↑	AD - Allg. Degradation (Periodes) 0,20 / 0,43 / 0,51 / 0,56 ↑	ÖZK (BIA 2013) 2 / 3 / 3 / 2 ⇒	
Anteil EPT Score (Periodes) 0,10 / 0,15 / 0,17 / 0,32 ↑	Qualitätsklasse AD (Periodes) 5 / 3 / 3 / 3 ↑	Eveness (Phylib) 0,71 / 0,79 / 0,85 / 0,93 / 0,90 ↑	
Anzahl Trichoptera Score (Periodes) 0,13 / 0,75 / 1,00 / 1,00 ↑	ÖZK (Periodes) 5 / 3 / 3 / 3 ↑	Referenzindex (Phylib) 0,29 / 0,42 / 0,34 / 0,35 / 0,39 ↑	
Fauna-Index Score (Periodes) 0,30 / 0,43 / 0,44 / 0,48 ↑	Bewertung Fauna (BR) 6 (1) / 9 (2) / 18 (3) / 18 (3) ↑	ÖZK (Phylib) 3 / 2 / 3 / 3 / 3 ⇒	

↑ Verbesserung; ⇒: gleichbleibend; ↓ Verschlechterung  
 ÖZK = Ökologische Zustandsklasse gem. WRRL; 1: sehr gut; 2: gut; 3: mäßig; 4: unbefriedigend; 5: schlecht; \*) Bewertung nicht gesichert  
 Bewertungsrahmen SH (BR): vordere Zahl = Summe der Gewichtungen; Zahl in Klammern = Wertzahl: 1: extrem gestört; 2: erheblich gestört; 3: deutlich beeinträchtigt; 4: weitgehend naturnah; 5: naturnah  
**Hinweis:** In den Jahren 2009 und 2010 wurde der Ist-Zustand untersucht; in 2011-2013 die Veränderungen nach GU-Umstellung.

**Stationsbeschreibung, strukturelle Entwicklung, faunistische und floristische Charakterisierung und Entwicklung**

Die **Pilotstrecke an der Treene** wies vor der Umstellung der GU eine monotone sandige Gewässersohle sowie sehr steile Uferböschungen auf. Strömungs- und Tiefenvarianz sowie Substratdiversität fehlten. Durch das wechselseitige Kratzen der Sohle und die einseitige abschnittsweise Böschungsmahd ist es in Teilbereichen zu einer Zunahme der Fließgeschwindigkeit im Stromstrich gekommen und in der Folge zur Erhöhung der Tiefenvarianz. Auch die **Strukturgüte** einzelparameter Längsbänke, Substratzusammensetzung sowie Substratdiversität und der Uferbewuchs haben sich leicht verbessert.

Ab 2012 konnte die beginnende Auflösung des bis zur Unterhaltungsumstellung in 2010 flächig wachsenden Igelkolbenbestandes in mosaikartig verteilte Wuchsbereiche beobachtet werden und der ehemals 1-artige **Makrophyten**bestand war deutlich von weiteren Arten durchsetzt, und zwar insbesondere von Pinselblättrigem Wasserhahnenfuß (*Ranunculus penicillatus*). Durch die Abundanzverschiebungen der innerhalb der Pilotstrecke vorkommenden Makrophyten hat sich eine leichte Verbesserung der Eveness ergeben, während die Einstufung des ökologischen Zustands mit „mäßig“ unverändert ist.



Durch die strukturellen Verbesserungen und die Erhöhung der Habitatvielfalt haben im Besiedlungsbild des **Makrozoobenthos** die Taxa- und Artenzahlen zugenommen. Bedingt durch die teils erhöhte Fließgeschwindigkeit ist die Zahl der strömungsliebenden Arten gestiegen. Außerdem ist ein Zuwachs bei den Hartsubstratbesiedlern zu beobachten. Neben den Steine- und Kiesbesiedlern haben auch die Phytalbesiedler zugenommen. Aufgrund der stattgefundenen Veränderungen im Arteninventar des Makrozoobenthos hat sich die ÖZK von „schlecht“ (5) auf „mäßig“ (3) verbessert. Diese Verbesserungen sind neben dem Anstieg des German Fauna Index und der Zunahme des EPT-Anteils vor allem auf den Zuwachs der Köcherfliegen zurückzuführen. Dabei ist der Dominanzanteil der Köcherfliegen von 2 % vor der Unterhaltungsumstellung auf 26 % im Jahr 2013 gestiegen. Positiv ist auch das seit 2012 verstärkte Auftreten verschiedener Vertreter der Köcherfliegengattung *Hydropsyche*, die als strömungsliebend gelten und auf Hartsubstrat siedeln, zu bewerten.





nach herkömmlicher GU - Aug. 2009 - Blick gewässeraufwärts



nach schonender GU - Aug. 2013 - Blick gewässeraufwärts

Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung - QK Makrophyten + Makrozoobenthos / WRRL / Strukturgüte					
Bearbeitungsgebiet 10	Wasserkörper oei_03	Typ 16	Rechtswert 3571319	Hochwert 6005614	untersuchte Jahre (Stand: Okt. 2014) 2009 / 2010 / 2011 / 2012 / 2013
Stationsname <b>Eider nördl. Fischerhof</b>		Messstellen-Nr. 120934	Lage in Bezug zur Maßnahme innerhalb der Maßnahme (500 m)		Einstufung HMWB
Jahr der GU-Umstellung Ende 2010					
Strukturelle Merkmale / Aktueller Stand					
Durchschn. Breite [m] 4 m		Durchschn. Tiefe [m] 0,4 m		Fließgeschwindigkeit langsam bis schnell fließend	
Flächennutzung Grünland/naturnah		Uferbewuchs keine Gehölze		Beschattung keine	Wasserführung mittel
Vorherrschendes Substrat Kies, Sand, Schlamm		Besiedlungsfeindliche Faktoren temp. Herbizideinträge, Uferabbrüche, Sedimenteinträge		<b>Strukturbew. LAWA (Sohle / Ufer / Land / Gesamt)</b> 2009: Bewertung entfällt, da LLUR- 2013: Sofwaretool fehlerbehaftet.	
Bestand und Bewertung / Entwicklung:					
Makrozoobenthos (2010 / 2011-2013)			Makrophyten (2009+2010 / 2011-2013)		
Abundanz [Ind/m²] (Periodes) 996 / 3.809 / 9.085 / 4.232 ↑	Saprobienindex (Periodes) 2,63 / 2,26 / 2,32 / 2,24 ↑		Anzahl submerse + emers MP (Phylib) 20 / 17 / 20 / 21 / 19 ⇒		
Anzahl Taxa (Periodes) 25 / 50 / 49 / 49 ↑	Qualitätsklasse Saprobie 3 / 3 / 3 / 3 ⇒		Gesamtdeckung (Phylib) 30 / 35 / 35 / 50 / 50 ⇒		
Anzahl Arten (Periodes) 8 / 22 / 23 / 22 ↑	AD - Allg. Degradation (Periodes) 0,11 / 0,29 / 0,13 / 0,21 ↑		ÖZK (BIA 2013) 3 / 4 / 4 / 3 / 3 ⇒		
Anteil EPT Score (Periodes) 0,00 / 0,08 / 0,00 / 0,00 ⇒	Qualitätsklasse AD (Periodes) 5 / 4 / 5 / 4 ⇒		Eveness (Phylib) 0,68 / 0,80 / 0,91 / 0,72 / 0,68 ⇒		
Anzahl Trichoptera Score (Periodes) 0,10 / 0,70 / 0,40 / 0,60 ↑	ÖZK (Periodes) 5 / 4 / 5 / 4 ⇒		Referenzindex (Phylib) 0,22 / 0,27 / 0,26 / 0,35 / 0,38 ↑		
Fauna-Index Score (Periodes) 0,15 / 0,25 / 0,03 / 0,11 ↓	Bewertung Fauna (BR) 2 (1) / 11 (2) / 11 (2) / 13 (3) ↑		ÖZK (Phylib) 4 / 3 / 3 / 3 / 3 ⇒		
↑ Verbesserung; ⇒ gleichbleibend; ↓ Verschlechterung ÖZK = Ökologische Zustandsklasse gem. WRRL; 1: sehr gut; 2: gut; 3: mäßig; 4: unbefriedigend; 5: schlecht; *) Bewertung nicht gesichert Bewertungsrahmen SH (BR): vordere Zahl = Summe der Gewichtungen; Zahl in Klammern = Wertzahl: 1: extrem gestört; 2: erheblich gestört; 3: deutlich beeinträchtigt; 4: weitgehend naturnah; 5: naturnah <u>Hinweis:</u> In den Jahren 2009 und 2010 wurde der Ist-Zustand untersucht; in 2011-2013 die Veränderungen nach GU-Umstellung.					
Stationsbeschreibung, strukturelle Entwicklung, faunistische und floristische Charakterisierung und Entwicklung					
Vor Umstellung der GU fiel die <b>Pilotstrecke an der Eider</b> durch ihre sandige bzw. schlammige Gewässersohle auf. Außer Defiziten in der Substratzusammensetzung fehlte es an Strömungs- und Tiefenvarianz. Die durch die wechselseitige GU geförderten uferparallelen Röhrichte haben für eine Einengung des Gewässers bei Mittel- und Niedrigwasser gesorgt. Dies hat abschnittsweise zur Erhöhung von Strömungsdiversität, Tiefenvarianz und Substratsortierung geführt. Hierdurch haben sich Substratzusammensetzung und -diversität verbessert und die <b>Strukturgüte</b> außerdem durch die Entwicklung von Längsbänken und fließgewässertypischer Ufervegetation eine Aufwertung erfahren.					
Als einzige hydrophytische Makrophytenart trat an der Eider vor und nach Unterhaltungsumstellung die Schwanenblume ( <i>Butomus umbellatus</i> ) in nennenswerter Menge auf. Mit Umstellung der GU nahmen die uferparallel wachsenden emersen Röhrichte abschnittsweise zu, so dass im Jahr 2013 der <b>Makrophytenbestand</b> von Rohrglanzgras ( <i>Phalaris arundinacea</i> ) dominiert wurde. Hinzu kamen mahdempfindliche amphibische Arten. Die Veränderungen im Arteninventar haben zu einer leichten Erhöhung des Referenzindex geführt, jedoch ohne Auswirkung auf die ÖZK, die mit „mäßig“ (3) aus gutachterlicher Sicht zu hoch ist und eher als unbefriedigend (4) einzustufen ist.					
Die durch die Stromstrichmähde initiierte positive Entwicklung gewässertypischer Strukturen hat im Besiedlungsbild des <b>Makrozoobenthos</b> zu einer Zunahme Taxa- und Artenzahlen sowie der strömungsliebenden und vorzugsweise in fließenden Gewässern siedelnden Arten geführt. Steine- und Kiesbesiedler bildeten vor Umstellung der GU die stärkste Gruppe; danach sind es die Phytalbesiedler. Unter den Insekten dominieren Steine- und Kiesbesiedler über den gesamten Monitoringzeitraum. Die ÖZK schwankt zwischen „schlecht“ (5) und „unbefriedigend“ (4). Grund für die schlechten Bewertungen sind u.U. Beeinträchtigungen über Nährstoff- und/oder Herbizideinträge, so dass sich die Strukturverbesserungen nicht hinreichend auf das Makrozoobenthos auswirken konnten. Im Besiedlungsbild des MZB ist immerhin ein Anstieg der Krebstiere von 4 % auf 20 % und der Köcherfliegenlarven von 2 % auf 7 % zu verzeichnen. Darüber hinaus stieg der Zuckmückenlarvenanteil von 24 % (2010) auf 44 % (2013).					
					
nach herkömmlicher GU - Aug. 2009 - Blick gewässeraufwärts		nach schonender GU - Aug. 2013 - Blick gewässeraufwärts			

Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung - QK Makrophyten + Makrozoobenthos / WRRL / Strukturgüte					
Bearbeitungsgebiet 16	Wasserkörper mst_06	Typ 14	Rechtswert 3544240	Hochwert 5981080	untersuchte Jahre (Stand: Okt. 2014) 2009 / 2010 / 2011 / 2012 / 2013
Stationsname <b>Mühlenbarbeker Au nördl. M</b>	Messstellen-Nr. 121564	Lage in Bezug zur Maßnahme innerhalb der Maßnahme (500 m)		Einstufung HMWB	Jahr der GU-Umstellung Ende 2010
Strukturelle Merkmale / Aktueller Stand					
Durchschn. Breite [m] 4 m		Durchschn. Tiefe [m] 0,7 m		Fließgeschwindigkeit langsam fließend	
Flächennutzung Grünland/naturnah		Uferbewuchs keine Gehölze		Beschattung keine	Wasserführung mittel
Vorherrschendes Substrat Sand		Besiedlungsfeindliche Faktoren teilw. Sandtreiben		<b>Strukturbew. LAWA (Sohle / Ufer / Land / Gesamt)</b> 2009: Bewertung entfällt, da LLUR- 2013: Sofw aretool fehlerbehaftet.	
Bestand und Bewertung / Entwicklung:					
Makrozoobenthos (2010 / 2011-2013)			Makrophyten (2009+2010 / 2011-2013)		
Abundanz [Ind/m²] (Perloides) 7.675 / 4.612 / 6.717 / 1.394 ⇒	Saprobienindex (Perloides) 2,37 / 2,18 / 2,22 / 2,24 ↑		Anzahl submerse + emers MP (Phylib) 19 / 20 / 19 / 16 / 14 ⇒		
Anzahl Taxa (Perloides) 51 / 53 / 63 / 48 ⇒	Qualitätsklasse Saprobie 3 / 2 / 2 / 2 ↑		Gesamtdeckung (Phylib) 70 / 45 / 65 / 60 / 60 ⇒		
Anzahl Arten (Perloides) 19 / 22 / 33 / 21 ↑	AD - Allg. Degradation (Perloides) 0,26 / 0,43 / 0,42 / 0,43 ↑		ÖZK (BIA 2013) 3 / 3 / 3 / 3 / 3 ⇒		
Anteil EPT Score (Perloides) 0,15 / 0,19 / 0,17 / 0,10 ⇒	Qualitätsklasse AD (Perloides) 4 / 3 / 3 / 3 ↑		Eveness (Phylib) 0,64 / 0,81 / 0,87 / 0,83 / 0,86 ↑		
Anzahl Trichoptera Score (Perloides) 0,38 / 0,38 / 0,75 / 0,50 ↑	ÖZK (Perloides) 4 / 3 / 3 / 3 ↑		Referenzindex (Phylib) 0,36 / 0,39 / 0,53 / 0,49 / 0,45 ↑		
Fauna-Index Score (Perloides) 0,27 / 0,59 / 0,38 / 0,57 ↑	Bewertung Fauna (BR) 8 (2) / 14 (3) / 11 (2) / 10 (2) ↑		ÖZK (Phylib) 3 / 3 / 2 / 3 / 3 ⇒		
↑ Verbesserung; ⇒ gleichbleibend; ↓ Verschlechterung ÖZK = Ökologische Zustandsklasse gem. WRRL; 1: sehr gut; 2: gut; 3: mäßig; 4: unbefriedigend; 5: schlecht; *) Bewertung nicht gesichert Bewertungsrahmen SH (BR): vordere Zahl = Summe der Gewichtungen; Zahl in Klammern = Wertzahl: 1: extrem gestört; 2: erheblich gestört; 3: deutlich beeinträchtigt; 4: weitgehend naturnah; 5: naturnah <u>Hinweis:</u> In den Jahren 2009 und 2010 wurde der Ist-Zustand untersucht; in 2011-2013 die Veränderungen nach GU-Umstellung.					
Stationsbeschreibung, strukturelle Entwicklung, faunistische und floristische Charakterisierung und Entwicklung					
Die <b>Pilotstrecke an der Mühlenbarbeker Au</b> wies vor Umstellung der GU ein monotones Gewässerbett mit sandiger Sohle sowie steilen Uferböschungen auf. Strömungs- sowie Tiefenvarianz und insbesondere Substratdiversität fehlten. Durch Umstellung der GU ist es in erster Linie zu Veränderungen im strukturellen Aufbau der Vegetationsbestände gekommen. Durch überhängende emerse Makrophyten blieben ufernahe Bereiche abschnittsweise vegetationsfrei, so dass hier eine erhöhte Fließgeschwindigkeit herrscht. Ansatzweise haben sich in nicht gekrauteten Bereichen mit submersen Makrophyten bewachsene Längsbank-artige <b>Strukturen</b> entwickelt, die ebenfalls zu einer leichten Erhöhung von Strömungs- und Substratdiversität geführt haben.					
Mit Einführung der wechselseitigen Sohlmahd haben sich die Abundanzen der vorherrschenden Arten verschoben. So ist der Anteil der Störzeiger (1-jährige Kleinlaichkräuter und Wasserpest, <i>Elodea canadensis</i> ) zurückgegangen und es herrschen zunehmend mehrjährige Arten ( <i>Myriophyllum spicatum</i> ) bzw. Leitbild-konforme Taxa ( <i>Sparganium emersum</i> ) vor. Hinzu kommt eine Zunahme der ufernahen emersen Makrophyten. Die Veränderungen des <b>Makrophytenbestandes</b> haben zu einer leichten Erhöhung des Referenzindex gemäß WRRL geführt, während die Einstufung des ökologischen Zustands mit „mäßig“ unverändert ist.					
Die durch die Unterhaltungsumstellung angeregten Änderungen der Makrophyten- und Gewässerstrukturen haben beim <b>Makrozoobenthos</b> zu einer leichten Zunahme der Artenzahlen geführt. In der Gruppe der Insekten ist eine Verschiebung zu den strömungsliebenden bzw. bevorzugt in fließenden Gewässern verbreiteten Spezies zu beobachten. Dominante Gruppe der Wirbellosenfauna stellten 2010 die Schlammbewohner, 2011 und 2012 die Phytalbewohner und 2013 die Steine- und Kiesbewohner. Aufgrund der Verschiebungen im Arteninventar hat sich die ÖZK von „unbefriedigend“ (4) auf „mäßig“ (3) verbessert, was vor allem auf die besseren Einstufungen beim German Fauna Index und bei den Trichoptera zurückzuführen ist. Ersterer lag 2011 bei 0,59 und damit knapp unter der Grenze zum guten ökologischen Zustand, was mit einem Anstieg des Dominanzanteils der Eintagsfliegen von 1 % auf 7 % einhergeht.					
					
nach herkömmlicher GU - Aug. 2009 - Blick gewässeraufwärts		nach schonender GU - Aug. 2013 - Blick gewässeraufwärts			

**Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung - QK Makrophyten + Makrozoobenthos / WRRL / Strukturgüte**

Bearbeitungsgebiet 22	Wasserkörper elk_04	Typ 16	Rechtswert 3604078	Hochwert 5924906	untersuchte Jahre (Stand: Okt. 2014) 2009 / 2010 / 2011 / 2012 / 2013
Stationsname <b>Linau östl.Lütau</b>	Messstellen-Nr. 121565	Lage in Bezug zur Maßnahme innerhalb der Maßnahme (500 m)		Einstufung HMWB	Jahr der GU-Umstellung Ende 2010

**Strukturelle Merkmale / Aktueller Stand**

Durchschn. Breite [m] 3,5 m	Durchschn. Tiefe [m] 0,4 m	Fließgeschwindigkeit langsam fließend	
Flächennutzung Acker (li.) + Grünlandansaat (re.)/naturfern	Uferbewuchs keine Gehölze	Beschattung keine	Wasserführung mittel
Vorherrschendes Substrat Schlamm, Steine, Sand, Kies	Besiedlungsfeindliche Faktoren zahlreiche Drainageeinleitungen	<b>Strukturbewertung LAWA (Sohle / Ufer / Land / Gesamt)</b> 2009: Bewertung entfällt, da LLUR- 2013: Sofwaretool fehlerbehaftet.	

**Bestand und Bewertung / Entwicklung:**

Makrozoobenthos (2010 / 2011-2013)		Makrophyten (2009+2010 / 2011-2013)	
Abundanz [Ind/m²] (Periodes) 2.200 / 2.629 / 6.286 / 5.254 ↑	Saprobienindex (Periodes) 2,50 / 2,29 / 2,33 / 2,31 ↑	Anzahl submerse + emerse MP (Phylib) 11 / 15 / 11 / 13 / 13 ⇒	
Anzahl Taxa (Periodes) 45 / 45 / 59 / 56 ↑	Qualitätsklasse Saprobie 3 / 3 / 3 / 3 ⇒	Gesamtdeckung (Phylib) 75 / 80 / 60 / 70 / 45 ⇒	
Anzahl Arten (Periodes) 22 / 25 / 30 / 28 ↑	AD - Allg. Degradation (Periodes) 0,11 / 0,12 / 0,10 / 0,09 ⇒	ÖZK (BIA 2013) 3 / 3 / 3 / 3 / 4 ⇒	
Anteil EPT Score (Periodes) 0,00 / 0,04 / 0,02 / 0,00 ⇒	Qualitätsklasse AD (Periodes) 5 / 5 / 5 / 5 ⇒	Eveness (Phylib) 0,50 / 0,74 / 0,80 / 0,80 / 0,94 ↑	
Anzahl Trichoptera Score (Periodes) 0,50 / 0,30 / 0,60 / 0,30 ⇒	ÖZK (Periodes) 5 / 5 / 5 / 5 ⇒	Referenzindex (Phylib) 0,03 / 0,17 / 0,09 / 0,09 / 0,22 ↑	
Fauna-Index Score (Periodes) 0,00 / 0,07 / 0,00 / 0,00 ⇒	Bewertung Fauna (BR) 6 (1) / 8 (2) / 11 (2) / 12 (2) ↑	ÖZK (Phylib) 5 / 4 / 4 / 4 / 4 ⇒	

↑ Verbesserung; ⇒: gleichbleibend; ↓ Verschlechterung  
 ÖZK = Ökologische Zustandsklasse gem. WRRL; 1: sehr gut; 2: gut; 3: mäßig; 4: unbefriedigend; 5: schlecht; \*) Bewertung nicht gesichert  
 Bewertungsrahmen SH (BR): vordere Zahl = Summe der Gewichtungen; Zahl in Klammern = Wertzahl: 1: extrem gestört; 2: erheblich gestört; 3: deutlich beeinträchtigt; 4: weitgehend naturnah; 5: naturnah  
**Hinweis:** In den Jahren 2009 und 2010 wurde der Ist-Zustand untersucht; in 2011-2013 die Veränderungen nach GU-Umstellung.

**Stationsbeschreibung, strukturelle Entwicklung, faunistische und floristische Charakterisierung und Entwicklung**

Die **Pilotstrecke an der Linau** wies vor Umstellung der GU einen monotonen Gewässerverlauf mit einförmiger Gewässerbite ohne Strömungsdiversität und Tiefenvarianz auf. Die überwiegend durch den ehemaligen Ausbau auf der Sohle vorkommenden Steine und Kiese waren oft übersandet. Durch die GU-Umstellung entstanden wechselseitig abschnittsweise schwimmende Röhrichtmatten, die für Einengung des Gewässerlaufs bei Mittel- und Niedrigwasser gesorgt haben. Dies hat teils zur Erhöhung der Strömungsdiversität, der Tiefenvarianz und zur Substratsortierung geführt. Hierdurch und durch Entwicklung von Längsbänken sowie fließgewässertypischer Ufervegetation hat die **Strukturgüte** eine Aufwertung erfahren.

Vor Einführung der schonenden Unterhaltung war der **Makrophytenbestand** der Linau von Kamm-Laichkraut (*Potamogeton pectinatus*) und Wasserpest-Arten (*Elodea nuttallii*, *E. canadensis*) - allesamt Störzeiger - geprägt. Neben den uferparallel wachsenden Hydrophyten nahm das Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*) als emerse Röhrichtpflanze bereits vor Unterhaltungsumstellung eine Deckung von ca. 50 % ein. Nach der Umstellung konnte ein Rückgang der submersen Makrophyten insbesondere des Kamm-Laichkrauts beobachtet werden. Trotz Rückgang der Störzeiger und Erhöhung der Eveness ergibt sich für die Makrophytenbestände durchgehend ein unbefriedigender (4) ökologischer Zustand.

Die mit der wechselseitigen Unterhaltung initiierte positive Entwicklung gewässertypischer Strukturen hat zur Verbesserung der Habitatvielfalt für das **Makrozoobenthos** geführt. In der Folge hat die Artenzahl zugenommen und es lässt sich eine Verschiebung zu den rheophilen und rheo- bis limnophilen Spezies erkennen. Die Biozönose wird durchgehend von den Phytalbesiedlern dominiert. In 2013 bilden unter den Insekten die Steine- und Kiesbesiedler die stärkste Gruppe. Die ÖZK der MZB-Biozönose liegt durchgängig bei „schlecht“ (5). Der Grund für die schlechte Bewertung liegt u.U. in Beeinträchtigungen über Nährstoff- und/oder Herbizideinträge, so dass sich die strukturellen Verbesserungen hier nicht hinreichend auf die Wirbellosenfauna auswirken konnten. Lediglich bei den Köcherfliegen ist ein Zuwachs von 3 % auf 8 % nach GU-Umstellung zu verzeichnen. Gleichzeitig kam es zum Rückgang der Anteile der Krebstiere und Käfer von 2010 bis 2013. Die Zuckmücken bilden über alle Untersuchungsjahre die stärkste Gruppe.





nach herkömmlicher GU - Aug. 2009 - Blick gewässeraufwärts



nach schonender GU - Aug. 2013 - Blick gewässeraufwärts



Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung - QK Makrophyten + Makrozoobenthos / WRRL / Strukturgüte					
Bearbeitungsgebiet	Wasserkörper	Typ	Rechtswert	Hochwert	untersuchte Jahre (Stand: Okt. 2014)
31	mtr_10	14 (19)	3589944	5963647	2009 / 2010 / 2011 / 2012 / 2013
Stationsname	Messstellen-Nr.	Lage in Bezug zur Maßnahme		Einstufung	Jahr der GU-Umstellung
<b>Beste östl. Gremmelsberg</b>	127077	innerhalb der Maßnahme (500 m)		HMWB	Ende 2010
Strukturelle Merkmale / Aktueller Stand					
Durchschn. Breite [m]		Durchschn. Tiefe [m]		Fließgeschwindigkeit	
7-8 m		0,7 m		träge fließend	
Flächennutzung		Uferbewuchs		Beschattung	Wasserführung
Grünland/bedingt naturnah		keine Gehölze		keine	mittel
Vorherrschendes Substrat		Besiedlungsfeindliche Faktoren		<b>Strukturbew. LAWA (Sohle / Ufer / Land / Gesamt)</b>	
Sand		teilw. Sandtreiben		2009: Bewertung entfällt, da LLUR- 2013: Sofwaretool fehlerbehaftet.	
Bestand und Bewertung / Entwicklung:					
Makrozoobenthos (2010 / 2011-2013)			Makrophyten (2009+2010 / 2011-2013)		
Abundanz [Ind/m²] (Periodes)	Saprobienindex (Periodes)		Anzahl submerse + emers MP (Phylib)		
1.149 / 851 / 1.684 / 1.108 ⇒	2,27 / 2,19 / 2,18 / 2,15 ↑		9 / 9 / 12 / 13 / 15 ↑		
Anzahl Taxa (Periodes)	Qualitätsklasse Saprobie		Gesamtdeckung (Phylib)		
58 / 51 / 51 / 55 ⇒	3 / 2 / 2 / 2 ↑		98 / 85 / 85 / 85 / 85 ⇒		
Anzahl Arten (Periodes)	AD - Allg. Degradation (Periodes)		ÖZK (BIA 2013)		
27 / 23 / 28 / 29 ⇒	0,41 / 0,56 / 0,51 / 0,43 ↑		3 / 3 / 3 / 3 / 3 ⇒		
Anzahl EPT Score (Periodes)	Qualitätsklasse AD (Periodes)		Eveness (Phylib)		
0,21 / 0,20 / 0,28 / 0,25 ↑	3 / 3 / 3 / 3 ⇒		0,64 / 0,67 / 0,67 / 0,60 / 0,60 ⇒		
Anzahl Trichoptera Score (Periodes)	ÖZK (Periodes)		Referenzindex (Phylib)		
0,63 / 0,88 / 0,88 / 0,50 ⇒	3 / 3 / 3 / 3 ⇒		0,06 / 0,05 / 0,12 / 0,07 / 0,08 ⇒		
Fauna-Index Score (Periodes)	Bewertung Fauna (BR)		ÖZK (Phylib)		
0,41 / 0,60 / 0,44 / 0,50 ↑	12 (2) / 12 (2) / 17 (3) / 16 (3) ↑		4 / 4 / 4 / 4 / 4 ⇒		
↑ Verbesserung; ⇒ gleichbleibend; ↓ Verschlechterung					
ÖZK = Ökologische Zustandsklasse gem. WRRL; 1: sehr gut; 2: gut; 3: mäßig; 4: unbefriedigend; 5: schlecht; *) Bewertung nicht gesichert					
Bewertungsrahmen SH (BR): vordere Zahl = Summe der Gewichtungen; Zahl in Klammern = Wertzahl: 1: extrem gestört; 2: erheblich gestört; 3: deutlich beeinträchtigt; 4: weitgehend naturnah; 5: naturnah					
<u>Hinweis:</u> In den Jahren 2009 und 2010 wurde der Ist-Zustand untersucht; in 2011-2013 die Veränderungen nach GU-Umstellung.					
Stationsbeschreibung, strukturelle Entwicklung, faunistische und floristische Charakterisierung und Entwicklung					
Die <b>Pilotstrecke an der Beste</b> wies vor der Umstellung der Gewässerunterhaltung eine extrem monotone sandige Gewässersohle sowie sehr steile Uferböschungen auf. Strömungs- und Tiefenvarianz sowie Substratdiversität fehlten völlig. Aufgrund der großen Gewässerbreite und der Tatsache, dass das hier vorherrschende Kamm-Laichkraut ( <i>Potamogeton pectinatus</i> ) im Herbst relativ rasch zur Neige geht, konnten sich durch das wechselseitige Krauten der Sohle bei der Beste die <b>Gewässerstrukturen</b> bislang kaum regenerieren.					
Einzige nennenswerte Veränderung ist die Zunahme der emersen Uferrohrichte. Durch die vermehrt überhängenden emersen <b>Makrophyten</b> sind die ufernahen Bereiche infolge Beschattung teils frei von submersen Makrophyten. Zur Vegetationszeit, wenn die gesamte Sohle mit Kamm-Laichkraut bewachsen und keinerlei Fließbewegung erkennbar ist, sind diese ufernahen Sohlbereiche als einziges durchströmt. In der Folge zeigten sich hier geringfügig erhöhte Fein- und Mittelkiesanteile. Außerdem traten hier erste neue Arten in dem ehemals artenarmen Pflanzenbestand auf, so dass die Artenzahl von 8 auf 14 zugenommen hat. Da es sich hierbei überwiegend um Störzeiger handelt, haben sich die Veränderungen im Arteninventar bislang nicht auf die Zustandsbewertung der Makrophyten, die durchweg „unbefriedigend“ (4) ist, ausgewirkt.					
Bedingt durch die wenigen strukturellen Veränderungen gab es auch kaum Veränderungen beim <b>Makrozoobenthos</b> . So ist in der Gruppe der Insekten eine leichte Zunahme der Taxa- und Artenzahlen mit Umstellung der GU zu verzeichnen, während es bei den Strömungspräferenzen keine Verschiebung innerhalb des Inventars gab. Über den gesamten Monitoringzeitraum stellen die Phytalbesiedler die stärkste Gruppe. Allerdings hat der Anteil der Steine- und Kiesbesiedler durch die Einführung der schonenden GU leicht zugenommen. In der Gruppe der Insekten treten die Hartsubstratbesiedler sogar dominant oder zumindest codominant zu den Phytalbesiedlern auf. Die ÖZK liegt durchgängig bei „mäßig“ (3). Dabei liegen die Werte der AD jedoch nach GU-Umstellung durchweg höher als zuvor. Der German Fauna Index erreicht 2011 mit 0,6 den guten ökologischen Zustand, der Wert des Trichoptera-Anteils 2011 und 2012 sogar den sehr guten Zustand, was sich mit dem Anstieg der Köcherfliegen von 3 % auf 11 % deckt.					
					
nach herkömmlicher GU - Aug. 2009 - Blick gewässeraufwärts			nach schonender GU - Aug. 2013 - Blick gewässeraufwärts		