

Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung 2014-2017

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

Ergebnisse 2015



Hamburg, März 2016

Auftraggeber:

Landesverband der Wasser- und Bodenverbände
Schleswig-Holstein

Auftragnehmerin:

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

Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung 2014-2017

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

Ergebnisse 2015

- 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, März 2016

Titelfoto

Pilotstrecke Eider im September 2015: schonende Böschungsmahd auf der Arbeitsseite und Stromstrichmahd im Gewässer, wobei die uferparallelen Röhrichtbänke geschont wurden

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung und Ausgangssituation	1
2	Pilotstrecken, Untersuchungskonzept und Projektstatus	1
3	Methoden	4
3.1	Gewässerflora	4
3.2	Gewässerfauna	5
3.3	Schonende Gewässerunterhaltung	5
4	Kurzdarstellung der Ergebnisse 2015 und Vergleich mit den Ergebnissen aus den Vorjahren 2009 bis 2014	7
4.1	Gewässerflora	7
4.1.1	Ökologischer Zustand	7
4.1.2	Strukturelle Begleitparameter	16
4.2	Gewässerfauna	20
4.2.1	Ökologischer Zustand	20
4.2.2	Strukturelle Begleitparameter	30
4.3	Schonende Gewässerunterhaltung	31
5	Zusammenfassung	36
6	Literatur	38
6.1	Zitierte Literatur	38
6.2	Bestimmungsliteratur	39
6.2.1	Gewässerflora	39
6.2.2	Gewässerfauna	40

Anhang**Schonende Gewässerunterhaltung**

Bearbeitungspläne der fünf Pilotstrecken
Sedimentationsmessung Mühlenbarbeker Au

Makrophyten

Tab. AM1-AM5: Artenlisten aller Makrophytenuntersuchungen für die fünf Pilotstrecken
Tab. AM6: Bewertungsparameter der WRRL-Untersuchungen
Abb. AM1: Substratverteilung pro Transekt und für alle sieben Transekte gemeinsam für die fünf Pilotstrecken
Abb. AM2: Tiefenprofile pro Transekt für die fünf Pilotstrecken

Makrozoobenthos

Tab. AB1-AB5: Artenliste der WRRL-Untersuchungen für die fünf Pilotstrecken
Tab. AB6: Bewertungsparameter der WRRL-Untersuchungen
Tab. AB7: Anzahl der Arten je Strömungspräferenz der WRRL-Untersuchungen
Tab. AB8: Anzahl der Arten je Habitatpräferenz der WRRL-Untersuchungen
Tab. AB9: Dominanzanalyse der WRRL-Untersuchungen
Abb. AB1: Strömungspräferenzen WRRL-Untersuchungen an den fünf Pilotstrecken

Anlage CD

Zwischenbericht GU-2015
Anhang zum Zwischenbericht GU-2015-Anhang

Schonende Gewässerunterhaltung

- Bearbeitungspläne
- Sedimentationsmessung Mühlenbarbeker Au
- *Fotodokumentation Gewässerunterhaltung*

Makrophyten

- Artenlisten aller Makrophytenuntersuchungen an den fünf Pilotstrecken
- *PHYLIB-Kartierprotokolle, -Berichte und -Import- und Exporttabelle*
- *Transekt-Erfassungsbögen inkl. Strukturdaten*
- *Fotodokumentation Dauervermarkung + PHYLIB-Messstellen*

Makrozoobenthos

- *MZB_PERLODES_Autecological*
- *MZB_strukturelle Begleitparameter (Substrat, Tiefe, Strömungsarten)*
- *WRRL-Importmappen, PERLODES-Exporttabelle*
- *Fotodokumentation PERLODES-Stationen*

kursiv > nur auf CD

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Überblick über die Lage der ausgewählten Fließgewässer bzw. Pilotstrecken	2
Abb. 2:	Lage und Verteilung der Probestellen, Transekte und Stationen der Makrophyten- und Makrozoobenthos-Untersuchungen an den fünf Pilotstrecken	3
Abb. 3:	Überblick über den Bearbeitungsstand der Untersuchungen zur Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung im Jahr 2015	3
Abb. M1:	<u>Makrophyten</u> : Anzahl der im Rahmen der WRRL-Untersuchung nach PHYLIB in den Jahren 2009-2015 nachgewiesenen submersen (oben) und emersen (unten) Makrophytentaxa an den fünf Pilotstrecken	8
Abb. M2:	Makrophyten: Amphibische Wasserpflanzen in Linau (oben) und Eider (unten): Wasserkresse (<i>Rorippa amphibia</i> , oben links), Bittersüßer Nachtschatten (<i>Solanum dulcamara</i> , oben rechts), Wasser-Ehrenpreis (<i>Veronica anagallis-aquatica</i> , unten links) sowie Berle, Sumpf-Vergissmeinnicht und Brunnenkresse (<i>Berula erecta</i> , <i>Myosotis scorpioides</i> , <i>Nasturtium microphyllum</i> , alle unten rechts)	9
Abb. M3:	Treene: Uferparallele Röhrichtsäume aus Rohrglanzgras (<i>Phalaris arundinacea</i> , links) und Aufrechtem Igelkolben (<i>Sparganium erectum</i> , rechts) sorgen für zunehmende Einengung des Gewässerquerschnitts	9
Abb. M4:	Makrophyten: Prozentuale Deckung der submersen (oben) und emersen (unten) Makrophyten im Rahmen der WRRL-Untersuchung nach PHYLIB für die Jahre 2009-2015 an den fünf Pilotstrecken	10
Abb. M5:	Makrophyten: Prozentuale Gesamtdeckung der submersen und emersen Makrophyten im Rahmen der WRRL-Untersuchung nach PHYLIB für die Jahre 2009-2015 an den fünf Pilotstrecken	11
Abb. M6:	Makrophyten: Anzahl der im Rahmen der WRRL-Untersuchung nach PHYLIB für die Jahre 2009-2015 an den fünf Pilotstrecken nachgewiesenen Wuchsformtypen (ohne Helophyten, BiA 2013)	12
Abb. M7:	Makrophyten: Vermehrte Vorkommen von Wasserstern (<i>Callitriche platycarpa</i>) und Gelber Teichrose (<i>Nuphar lutea</i>) in dem ansonsten dichten, monotonen Kamm-Laichkraut-Bestand (<i>Potamogeton pectinatus</i>) an der Pilotstrecke der Beste	14
Abb. M8:	Makrophyten: Vergleich der Medianwerte für Evenness (E) und Referenzindex (RI) gemäß dem PHYLIB-Verfahren für die einzelnen Gewässer vor (2009+2010) und nach (2011-2015) Umstellung der Unterhaltung	16
Abb. M9:	Beste: Die Substratzusammensetzung entlang der Transekte wechselt über den Gewässerquerschnitt von Schlamm über Sand hin zu einem Sand/Kies-Gemisch	17
Abb. M10:	Linau: Tiefenprofile für die Transekte T1 und T2 für die Untersuchungsjahre 2010 (vor Umstellung der GU) 2013 und 2015 (beide nach Umstellung der GU) im Vergleich	18
Abb. M11:	Treene: Tiefenprofil pro Transekt der Untersuchungsjahre 2010 und 2015 im Vergleich	19
Abb. B1:	<u>Makrozoobenthos</u> : Taxazahlen im Vergleich (2010-2015) - WRRL-Untersuchungen	20

Abb. B2:	Makrozoobenthos: Artenzahlen im Vergleich (2010-2015) - WRRL-Untersuchungen	21
Abb. B3:	Makrozoobenthos: Individuenzahlen im Vergleich (2010-2015) - WRRL-Untersuchungen	22
Abb. B4:	Makrozoobenthos: Anzahl der strömungsliebenden Arten im Vergleich (2010-2015) - WRRL-Untersuchungen	22
Abb. B5:	Makrozoobenthos: Anzahl der Phytalbesiedler im Vergleich (2010-2015) - WRRL-Untersuchungen	23
Abb. B6:	Makrozoobenthos: Anzahl der Steine- und Kiesbesiedler im Vergleich (2010-2015) - WRRL-Untersuchungen	24
Abb. B7:	Makrozoobenthos: Score-Werte der Allgemeinen Degradation (AD) über die Untersuchungsjahre im Vergleich sowie Darstellung des Medianwertes (2011-2015) - WRRL-Untersuchungen	26
Abb. B8:	Makrozoobenthos: Score-Werte des German Fauna Index (GFI) über die Untersuchungsjahre im Vergleich sowie Darstellung des Medianwertes (2011-2015) - WRRL-Untersuchungen	27
Abb. B9:	Makrozoobenthos: Score-Werte der Anteile an Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera (EPT) über die Untersuchungsjahre im Vergleich sowie Darstellung des Medianwertes (2011-2015) - WRRL-Untersuchungen	27
Abb. B10:	Makrozoobenthos: Score-Werte der Anzahl der Trichoptera (T) über die Untersuchungsjahre im Vergleich sowie Darstellung des Medianwertes (2011-2015) - WRRL-Untersuchungen	28
Abb. 4:	Treene (oben) und Beste (unten) nach Durchführung der schonenden Gewässerunterhaltung im Herbst 2015: Durch die wechselseitige Mahd haben emerse im Gewässer wurzelnde Makrophyten bzw. schwimmende Röhrichtmatten abschnittsweise entlang der Ufer und bei der Treene in der Gewässermitte zugenommen.	31
Abb. 5:	Eider (oben links), Mühlenbarbeker Au (oben rechts) und Linau (unten) während bzw. nach Durchführung der schonenden Gewässerunterhaltung im Herbst 2015: Durch die Mahd des schlängelnden Stromstrichs haben emerse im Gewässer wurzelnde Makrophyten bzw. schwimmende Röhrichtmatten wechselseitig abschnittsweise entlang der Ufer zugenommen.	32

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Stammdaten der ausgewählten Fließgewässer bzw. Pilotstrecken	2
Tab. M1:	<u>Makrophyten</u> : Vegetationstypen nach dem BMF-Verfahren (BIA 2013) an der fünf Pilotstrecken über den Untersuchungszeitraum 2009-2015 - WRRL-Untersuchungen	13
Tab. M2:	Makrophyten: Ergebnisvergleich 2009-2015 - WRRL-Untersuchungen gemäß dem BMF-Verfahren (BIA 2013)	14
Tab. M3:	Makrophyten: Ergebnisvergleich 2009-2015 - WRRL-Untersuchungen gemäß dem PHYLIB-Verfahren (SCHAUMBURG et al. 2012)	15
Tab. B1:	<u>Makrozoobenthos</u> : Ergebnisvergleich 2010-2015 WRRL-Untersuchungen	24
Tab. 2:	Zeitlicher Vor-Ort-Aufwand der herkömmlichen und schonenden Gewässerunterhaltung (sGU) im Vergleich	34

1 Aufgabenstellung und Ausgangssituation

Im Projekt „Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung 2009-2013“ wurden die Qualitätskomponenten Makrophyten und Makrozoobenthos sowie die Gewässermorphologie an fünf Fließgewässerstrecken auf einer Länge von 500 m, in denen die Gewässerunterhaltung von intensiv auf schonend umgestellt wurde, über einen Zeitraum von fünf Jahren untersucht (STILLER & EGGERS 2014).

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 Aufnahme des Ist-Zustands des Makrozoobenthos und der Makrophyten sowie ausgewählter Strukturparameter und anschließend 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.

Da sich nach Ablauf der 5-jährigen Projektlaufzeit im Jahr 2013 erste positive Entwicklungen der Gewässerstrukturen, der Makrophyten und auch des Makrozoobenthos zeigten, wurde das Projekt um vier Jahre, d. h. bis 2017 verlängert, um weitere Erkenntnisse über die Entwicklungen zu erlangen (STILLER & EGGERS 2015). Dabei werden in den Jahren 2014-2016 ausschließlich die Untersuchungen nach WRRL einschließlich ausgewählter Strukturparameter durchgeführt. Im Jahr 2017 wird wieder das komplette Untersuchungsprogramm wie in den Jahren 2009-2013 umgesetzt. Parallel zum Monitoring wird die schonende Gewässerunterhaltung fortgeführt. Im vorliegenden Zwischenbericht werden die Ergebnisse der im **Untersuchungsjahr 2015**, d. h. nach 5-maliger schonender Unterhaltung, durchgeführten Untersuchungen der Makrophyten und des Makrozoobenthos einschließlich ausgewählter Strukturparameter im Vergleich zu den Vorjahresergebnissen vorgestellt.

2 Pilotstrecken, Untersuchungskonzept und Projektstatus

Die 500 m langen Pilotstrecken befinden sich an den Gewässern Treene, Eider, Mühlenbarbeker Au, Linau und Beste, die sich über die verschiedenen Gewässerlandschaften Schleswig-Holsteins verteilen. Die folgende Tabelle 1 enthält die wichtigsten Daten der jeweiligen Strecken. Einen Überblick über die Lage der Pilotstrecken bzw. der Gewässer gibt Abbildung 1.

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. 1: Stammdaten der ausgewählten Fließgewässer bzw. Pilotstrecken

BAG	WK	Gewässername	FG-Typ	Breite [m]	East	North	Messtellen-Nr.
6	tr_08_a	Treene - nördl. Sandhof	14	7,0-8,0	32528758	6062082	123784
10	oei_03	Eider - nördl. Fischerhof	16	4,0	32571222	6003651	120932
16	mst_06	Mühlenbarbeker Au - nördl. B206	14	3,5	32544153	5979127	121564
22	elk_04	Linau - östl. Lüttau	16	3,5	32603966	5922974	121565
31	mtr_10	Beste - östl. Gremmelsbg.	14 (19)	7,0	32589838	5961700	127077

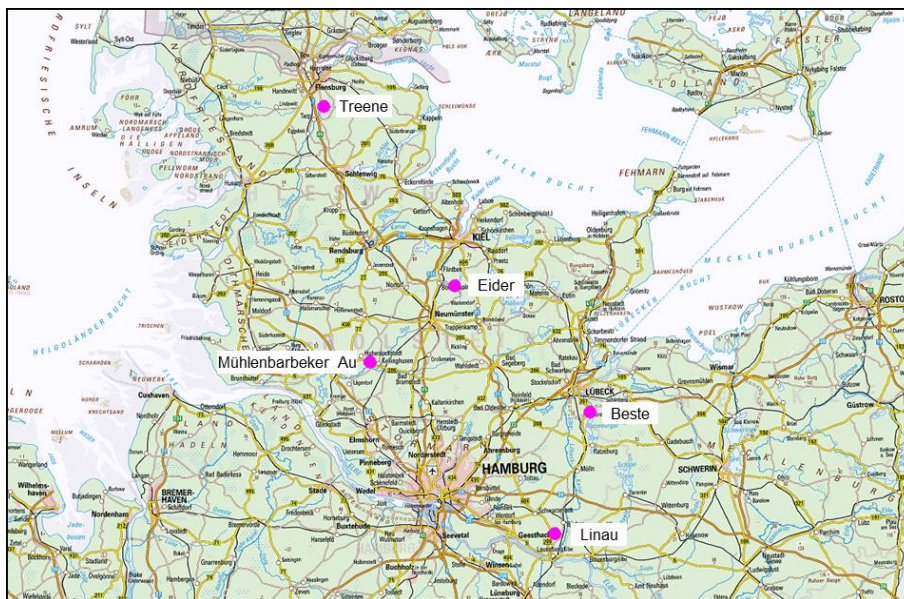


Abb. 1: Überblick über die Lage der ausgewählten Fließgewässer bzw. Pilotstrecken

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.

Der Vollständigkeit halber wird das Untersuchungsdesign in der nachstehenden Abbildung 2 noch einmal gezeigt (vgl. STILLER & EGGERS 2014). Dargestellt sind die 500 m lange Pilotstrecke und die nach Abgrenzung von Pufferzonen verbleibende eigentliche Untersuchungsstrecke. Danach werden 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) stattfinden.

Abbildung 3 zeigt den Termin- und Ablaufplan. Hiernach wurde die Erfassung des Ist-Zustands bei intensiver Unterhaltung für alle Komponenten mit den Jahren 2009 und 2010 abgeschlossen und im Herbst 2010 fand die Umstellung auf eine schonende Gewässerunterhaltung statt. Mit dem Jahr 2011 begann das Monitoring von Veränderungen nach Umstellung der Gewässerunterhaltung und es folgte die erneute schonende Unterhaltung am Ende der Saison. In den Jahren 2012 und 2013 wurde das Monitoring von Veränderungen fortgesetzt und das komplette Untersuchungsprogramm einschließlich Durchfüh-

ung der schonenden Gewässerunterhaltung wiederholt. Mit Verlängerung des Projektes werden seit 2014 die Makrophyten und das Makrozoobenthos gemäß WRRL untersucht (MP-PHYLIB, MZB-PE) und entlang der Makrophyten-Transekte (T1-T7) außerdem ausgewählte Strukturparameter erfasst.

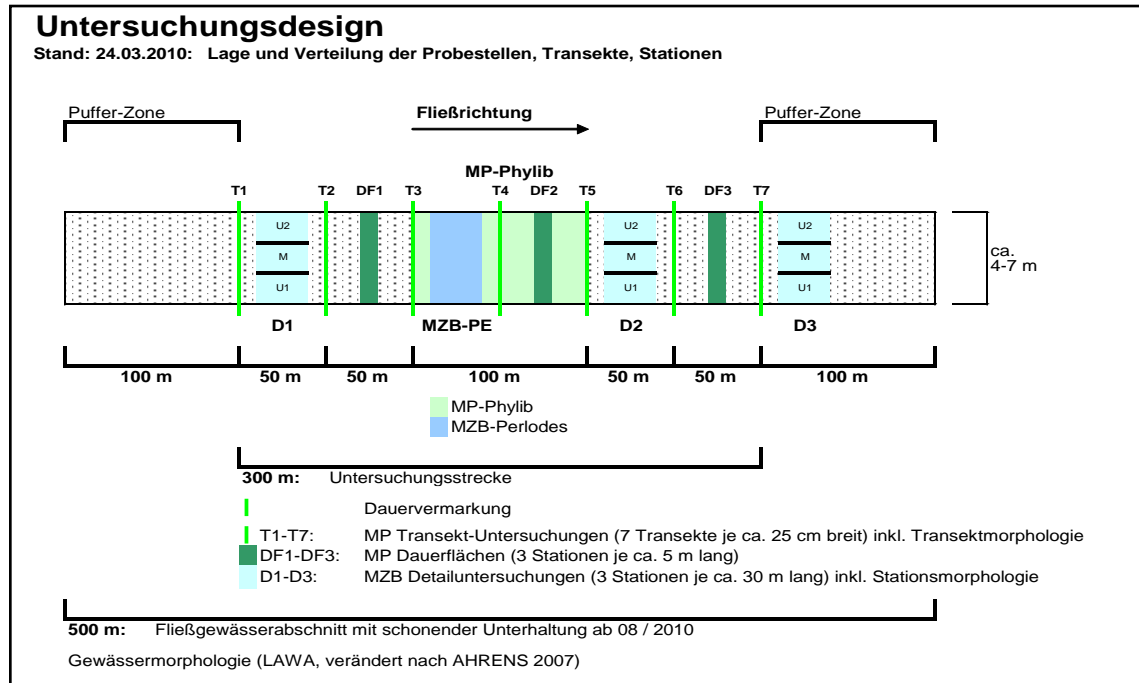


Abb. 2: Lage und Verteilung der Probestellen, Transekte und Stationen der Makrophyten- und Makrozoobenthos-Untersuchungen an den fünf Pilotstrecken

Anstehende Untersuchungen / Leistungen	1.+2. U-Jahr			3.-5. U-Jahr			6. U-Jahr			7. U-Jahr			8. U-Jahr			9. U-Jahr		
	2009+2010			2011-2013			2014			2015			2016			2017		
	F	S	H+W	F	S	H+W	F	S	H+W	F	S	H+W	F	S	H+W	F	S	H+W
Organisation + FG-Auswahl																		
Gewässermorphologie																		
MZB-Untersuchungen	W + D			W + D			W			W			W			W + D		
MP-Untersuchungen		W + D			W + D			W + D*			W + D*			W + D*			W + D	
Gewässerunterhaltung / Doku																		
Auswertung + Berichtswesen																		

F=Frühjahr, S=Sommer, H+W=Herbst+Winter

Abb. 3: Überblick über den Bearbeitungsstand der Untersuchungen zur Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung im Jahr 2015

W = WRRL-Untersuchungen; D = Detailuntersuchungen - vgl. STILLER & EGGERS (2014)
 D* = jedoch ohne Makrophyten, d. h. ausschließlich Strukturparameter

3 Methoden

Im Jahr 2015 wurden die Qualitätskomponenten Makrophyten und Makrozoobenthos wie schon in 2014 (STILLER & EGGERS 2015) ausschließlich gemäß den gültigen WRRL-Methoden untersucht. Außerdem wurden entlang der Makrophyten-Transekte ausgewählte Strukturparameter erfasst. Die eingesetzten Methoden sind im Endbericht zum Monitoringzeitraum 2009-2013 detailliert beschrieben und können dort entsprechend nachgelesen werden (STILLER & EGGERS 2014). Nachfolgend werden nur hiervon u. U. notwendig gewordene Abweichungen erläutert. Gleiches gilt für die Vorgehensweise zur Umstellung der Gewässerunterhaltung. Die genaue Lage bzw. Verteilung sämtlicher Probestellen ist in Abbildung 2 (vgl. Kap. 2) dargestellt.

Vor Beginn der Wiederaufnahme der Geländearbeiten wurden am 21. und 22.03.2015 zunächst die zum Auffinden der Untersuchungsstellen entlang der 500 m langen Pilotstrecken eingerichteten Dauervermarkungen aufgesucht, kontrolliert und ggf. instandgesetzt.

3.1 Gewässerflora

Die Erhebungen zu den Makrophyten wurden aus Gründen der Vergleichbarkeit wie in den Vorjahren Anfang August durchgeführt. Hiernach erfolgte die Kartierung zwischen dem 07. und 09.08.2015 (Treene: 07.08., Eider und Mühlenbarbek Au: 08.08., Linau und Beste: 09.08.). Zusätzlich zu den Hauptuntersuchungen im Sommer wurden im Frühjahr und Herbst 2015 wiederum kurze Begehungen der Pilotstrecken durchgeführt, um Informationen über die saisonale Entwicklung der Makrophyten zu sammeln.

Aus dem Untersuchungsprogramm der Makrophyten wurden im Jahr 2015 ausschließlich die Abschnittsuntersuchung (MP-PHYLIB) und die Transektuntersuchungen (T1-T7) durchgeführt (vgl. Abb. 2, Kap. 2). Dabei erfolgte die WRRL-Untersuchung gemäß PHYLIB wie in den Vorjahren (STILLER & EGGERS 2014). Gleiches gilt für die Auswertung der Daten und die Bewertung des ökologischen Zustands der Makrophyten mit dem auf die Landesverhältnisse Schleswig-Holsteins angepassten Bewertungsverfahren (BIA 2013). Bei der Bewertung des ökologischen Zustands gemäß PHYLIB kam die aktuelle Software 5.3-DV-Tool, Version Dez. 2015 zur Anwendung (SCHAUMBURG et al. 2012, 2015). Diese enthält gegenüber der Vorgängerversion 4.1. keinerlei bewertungsrelevante Änderungen, so dass die Bewertungsergebnisse aus 2015 mit denen aus den vorangegangenen Jahren vergleichbar sind.

Im Zuge der Transektuntersuchungen wurden im Jahr 2015 keine Makrophyten erfasst, sondern ausgewählte strukturelle Begleitparameter erneut aufgenommen, die trotz der ursprünglich relativ kurzen Projektlaufzeit bis 2013 bereits Veränderungen gezeigt hatten (STILLER & EGGERS 2014). Hierbei handelt es sich um die Parameter Gewässertiefe und Substratzusammensetzung, die entlang der Transekte pro Plot erhoben und in Form von Grafiken analog zu den Vorjahren ausgewertet wurden.

Sämtliche Geländedaten sowie Bewertungsergebnisse finden sich im Anhang (vgl. Tab. AM1-AM6) und/oder in den Kartierprotokollen und Erfassungsbögen auf CD.

3.2 Gewässerfauna

Das Makrozoobenthos wurde im Jahr 2015 genauso wie im Vorjahr ausschließlich gemäß WRRL an der zentral gelegenen Probenahmestelle MZB-PERLODES (vgl. Abb. 2, Kap. 2) untersucht (STILLER & EGGERS 2015). Detailuntersuchungen fanden nicht statt. Aus Gründen der Vergleichbarkeit mit den Ergebnissen der Untersuchungen aus den Jahren 2010 bis 2014 erfolgten die Probenahmen an den fünf Pilotstrecken am 26. und 27. März 2015 (Treene und Mühlenbarbeker Au: 26.03., Eider, Linau und Beste: 27.03.).

Die Makrozoobenthosuntersuchungen nach WRRL wurden wie in den Vorjahren nach den Vorgaben des „Methodischen Handbuches Fließgewässerbewertung“ mittels Multi-Habitat-Sampling (MEIER et al. 2006) und nach STILLER & EGGERS (2014) durchgeführt. Gleiches gilt für die Aufarbeitung der Proben und die Auswertung der Daten. Bei der Bewertung des ökologischen Zustands kam die im Oktober 2014 veröffentlichte neue Version der Software ASTERICS (Version 4.0.4) zum Einsatz. Da das Bewertungssystem bei der Aktualisierung nur wenige für die im Rahmen der Erfolgskontrolle untersuchten Gewässer nicht relevante Veränderungen erfahren hat, sind die in diesem Bericht vorliegenden Bewertungsergebnisse direkt mit denen der Vorjahre vergleichbar (STILLER & EGGERS 2014).

Bei der Dominanzanalyse sowie der Bewertung des Arteninventars im Hinblick auf die Strömungs- und Habitatpräferenz wurde entsprechend den Vorgaben in STILLER & EGGERS (2014) verfahren (vgl. Tab. *MZB_PERLODES_Autecological* auf CD). Gleiches gilt für die Aufnahme der strukturellen Begleitparameter (vgl. Tab. *MZB_strukturelle Begleitparameter (Substrat, Tiefe, Strömungsarten)* auf CD).

Die Ergebnisse sind in Artenlisten zusammengestellt und die Abundanzangaben auf einen Quadratmeter (Individuen / m²) standardisiert (vgl. Tab. AB1-AB5 im Anh. und/oder auf CD). Angaben zur Bestimmungsliteratur finden sich in Kapitel 6.2.2.

3.3 Schonende Gewässerunterhaltung

Die Umstellung auf eine schonende Gewässerunterhaltung erfolgte im Jahr 2010 in Form einer Stromstrichmahd. Dabei wurde an allen fünf Gewässern zur Herstellung eines schlängelnden Stromstrichs ein wechselseitiges Krauten der Sohle durchgeführt und die Uferböschung einseitig abschnittsweise gemäht (STILLER & EGGERS 2014, 2015).

Die Arbeiten waren lagegenau in Form von Bearbeitungsplänen dokumentiert worden, so dass sie in gleicher Art und in gleichem Umfang in den Folgejahren durchgeführt werden und sich die Gewässerstrukturen entsprechend ausbilden können. Dem entsprechend erfolgte die Gewässerunterhaltung im Jahr 2015 auf der Grundlage der in den Jahren 2010 bis 2014 ausgeführten Bearbeitungspläne.

An allen fünf Pilotstrecken wurde die Unterhaltung wie geplant durchgeführt. Unmittelbar vor Beginn der Arbeiten wurden die Wechsellpunkte entlang der Arbeitsseite der jeweiligen Pilotstrecke mit Pflanzstäben abgesteckt. Anschließend wurde das Gewässer auf augenscheinlich erfolgte Veränderungen hin gemeinsam mit dem Lohnunternehmer bzw. Baggerführer besichtigt und die Bearbeitungspläne unter Berücksichtigung der hierbei erlangten Erkenntnisse durchgesprochen. Danach wurde die Durchführung der Arbeiten angeleitet und durchgängig begleitet.

Nach Abschluss der Unterhaltungsarbeiten erfolgte wiederum die Dokumentation der tatsächlichen Ausführung, um das räumliche Muster von geschonten und gekrauteten Berei-

chen über die Monitoringjahre hinweg beibehalten zu können (räumliche Konstanz). Die ausgeführten Bearbeitungspläne für die fünf Pilotstrecken finden sich im Anhang sowie auf CD.

An der Mühlenbarbeker Au war im Bereich der Pilotstrecke bis zum Jahr 2009 jährlich eine Sohlräumung durchgeführt worden, da die Unterhaltungspflichtigen im betroffenen Abschnitt von einem Eintrag von Sedimenten ausgegangen sind. Mit der Umstellung der Unterhaltung auf Stromstrichmahd erfolgte seit Herbst 2010 keinerlei Entnahme von Sohlsubstraten mehr (vgl. STILLER & EGGERS 2014), so dass der Verband hier eine verstärkte Auflandung befürchtet.

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. In den Folgejahren 2013 bis 2015 wurde die Höhenmessung der Sohle an den acht definierten Messpunkten wiederholt, um Rückschlüsse auf Sedimentations- und/oder Erosionsprozesse innerhalb der Pilotstrecke ziehen zu können (vgl. Dokumentation Sedimentationsmessung im Anhang bzw. auf CD).

4 Kurzdarstellung der Ergebnisse 2015 und Vergleich mit den Ergebnissen aus den Vorjahren 2009 bis 2014

Nachdem in den Jahren 2009 und 2010 der Ist-Zustand der Qualitätskomponenten Makrophyten und Makrozoobenthos sowie der Gewässermorphologie an den Pilotstrecken vor Umstellung der Unterhaltung erfasst worden war (= Ausgangssituation), erfolgte in den Jahren 2011 bis 2013 das Monitoring von Veränderungen der untersuchten Parameter nach Einführung der schonenden Gewässerunterhaltung. Die Ergebnisse hierzu sind im Endbericht zur „Erfolgskontrolle 2009-2013“ zusammengestellt (STILLER & EGGERS 2014). Nachfolgend werden die Ergebnisse der Erfassung der Qualitätskomponenten Makrophyten und Makrozoobenthos sowie der im Rahmen der Transektuntersuchungen erfassten Strukturparameter für das Untersuchungsjahr 2015 analog zum Jahr 2014 vorgestellt und stattgefundenen Veränderungen bzw. Entwicklungen gegenüber den Vorjahren 2009-2014 aufgezeigt (vgl. STILLER & EGGERS 2014, 2015).

4.1 Gewässerflora

Aus dem Untersuchungsprogramm der Makrophyten wurden im Jahr 2015 die WRRL-Untersuchungen zur Ermittlung des ökologischen Zustands der Makrophyten (MP-PHYLIB) durchgeführt (vgl. Kap. 2 und 3). Darüber hinaus wurden im Zuge der Transektuntersuchungen (T1-T7) ausgewählte strukturelle Begleitparameter erneut aufgenommen, die trotz der zunächst relativ kurzen Projektlaufzeit bis 2013 bereits Veränderungen gezeigt hatten, die auf die Umstellung der Unterhaltung zurückgeführt werden konnten (STILLER & EGGERS 2014, 2015). Hierbei handelt es sich um die Parameter Gewässertiefe und Substratzusammensetzung, die entlang der Transekte erhoben wurden. Die Daten wurden analog zu den Vorjahren ausgewertet und die Ergebnisse werden nachfolgend vorgestellt.

4.1.1 Ökologischer Zustand

Die Abschnittskartierung nach PHYLIB weist die Mühlenbarbeker Au im Hinblick auf die submersen Makrophyten mit 13 Taxa auch im Jahr 2015 als die artenreichste unter den Pilotstrecken aus. Es folgen die Beste mit 11, die Linau mit 9 und die Treene 8 Arten, während die Eider mit 6 submersen Taxa weiter die artenärmste unter den fünf Pilotstrecken ist (Abb. M1, oben).

Somit ist auch fünf Jahre nach Umstellung der Gewässerunterhaltung an vier Gewässern (Treene, Eider, Mühlenbarbeker Au und Linau) ein leichter Rückgang der **Artenzahl** der submersen Pflanzen zu verzeichnen. Im Gegensatz hierzu ist bei der Beste eine kontinuierliche 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 kein Trend in der qualitativen Bestandsentwicklung ergibt.

Bei den emersen Makrophyten bestätigt sich auch in 2015 der Trend der Artenzunahme seit Einführung der schonenden Unterhaltung weitgehend. Abbildung M1, unten, zeigt für die Eider seit Umstellung der Unterhaltung einen anhaltenden Anstieg der Artenzahl. Bei Mühlenbarbeker Au, Linau und Beste liegt die Zahl emerser Taxa nach Umstellung meist über dem Ausgangswert. An der Treene hatte die Zahl der emersen Makrophyten nach Umstellung der Unterhaltung zunächst abgenommen und liegt seit 2014 wieder auf dem Niveau der ersten Untersuchung vor der Umstellung.

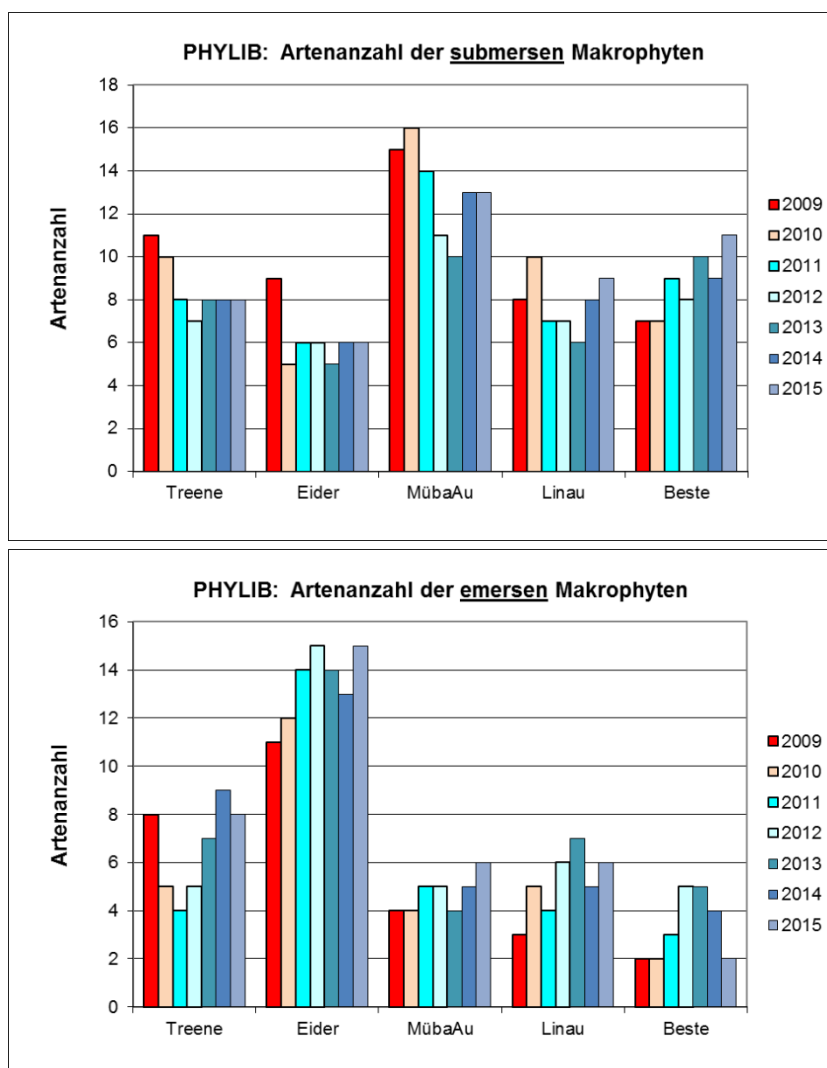


Abb. M1: **Makrophyten:** Anzahl der im Rahmen der WRRL-Untersuchung nach PHYLIB in den Jahren 2009-2015 nachgewiesenen submersen (oben) und emersen (unten) Makrophytentaxa an den fünf Pilotstrecken

Als Ursachen für die Zunahme der emersen Taxa kommen, wie im Endbericht zum Monitoringzeitraum 2009-2013 (STILLER & EGGERS 2014) ausgeführt, die Reduzierung der Böschungsmahd und die Schonung des Böschungsfußes bei der Mahd infrage. Hierdurch werden mahdempfindliche Arten, wie z. B. Wasserkresse (*Rorippa amphibia*), Sumpf-Vergissmeinnicht (*Myosotis scorpioides*) oder Bittersüßer Nachtschatten (*Solanum dulcamara*), im Wasserwechselbereich gefördert (vgl. STILLER 2006). Einige dieser Arten bilden mittlerweile größere Vorkommen, die wie an der Linau (Abb. M2, oben) als Strömungsenker fungieren.

An der Eider bildeten bislang Vergissmeinnicht (*Myosotis scorpioides*) und Brunnenkresse (*Nasturtium microphyllum*) sporadisch kleine Bestände. Hinzu kam in 2014 erstmals der Wasser-Ehrenpreis (*Veronica anagallis-aquatica*) und in 2015 die Berle (*Berula erecta*). Diese zu den amphibischen Wasserpflanzen gehörenden Arten können sowohl emerse als auch submerse Wuchsformen bilden, von denen letztere in die Bewertung des ökologischen Zustands nach PHYLIB eingehen. Dies konnte an der Eider für den Wasser-

Ehrenpreis beobachtet werden, der sich in 2015 zunehmend submers wachsend zwischen den uferparallelen Röhrichtsäumen zeigte (Abb. M2, unten links).



Abb. M2: **Makrophyten:** Amphibische Wasserpflanzen in Linau (oben) und Eider (unten): Wasserkresse (*Rorippa amphibia*, oben links), Bittersüßer Nachtschatten (*Solanum dulcamara*, oben rechts), Wasser-Ehrenpreis (*Veronica anagallis-aquatica*, unten links) sowie Berle, Sumpf-Vergissmeinnicht und Brunnenkresse (*Berula erecta*, *Myosotis scorpioides*, *Nasturtium microphyllum*, alle unten rechts)

Außer dem vermehrten Aufkommen neuer emerser bzw. amphibischer Taxa hat sich die durch die wechselseitige Unterhaltung initiierte Entwicklung uferparalleler Röhrichtsäume auch im Jahr 2015 an allen Gewässern fortgesetzt. Abschnittsweise reichen die emersen Makrophyten-Bestände bis zur Gewässermitte und sorgen so für Einengung des Gewässerbettes, wie die folgenden Bilder für die Treene zeigen (Abb. M3).



Abb. M3: Treene: Uferparallele Röhrichtsäume aus Rohrglanzgras (*Phalaris arundinacea*, links) und Aufrechtem Igelkolben (*Sparganium erectum*, rechts) sorgen für zunehmende Einengung des Gewässerquerschnitts

Das Aufkommen bzw. die Zunahme der emersen Makrophyten sorgt bis zu einem gewissen Grad 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 M4 zeigt. Hiernach hat die Pflanzendeckung der submersen Taxa insbesondere an der Linau seit der Umstellung der Gewässerunterhaltung 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. Gegenüber dem Vorjahr hat die Deckung der emersen Makrophyten in 2015 an der Treene leicht zugenommen und an der Eider abgenommen, während sie bei den übrigen drei Gewässern Mühenbarbeker Au, Linau und Beste im Vergleich zu 2014 unverändert ist.

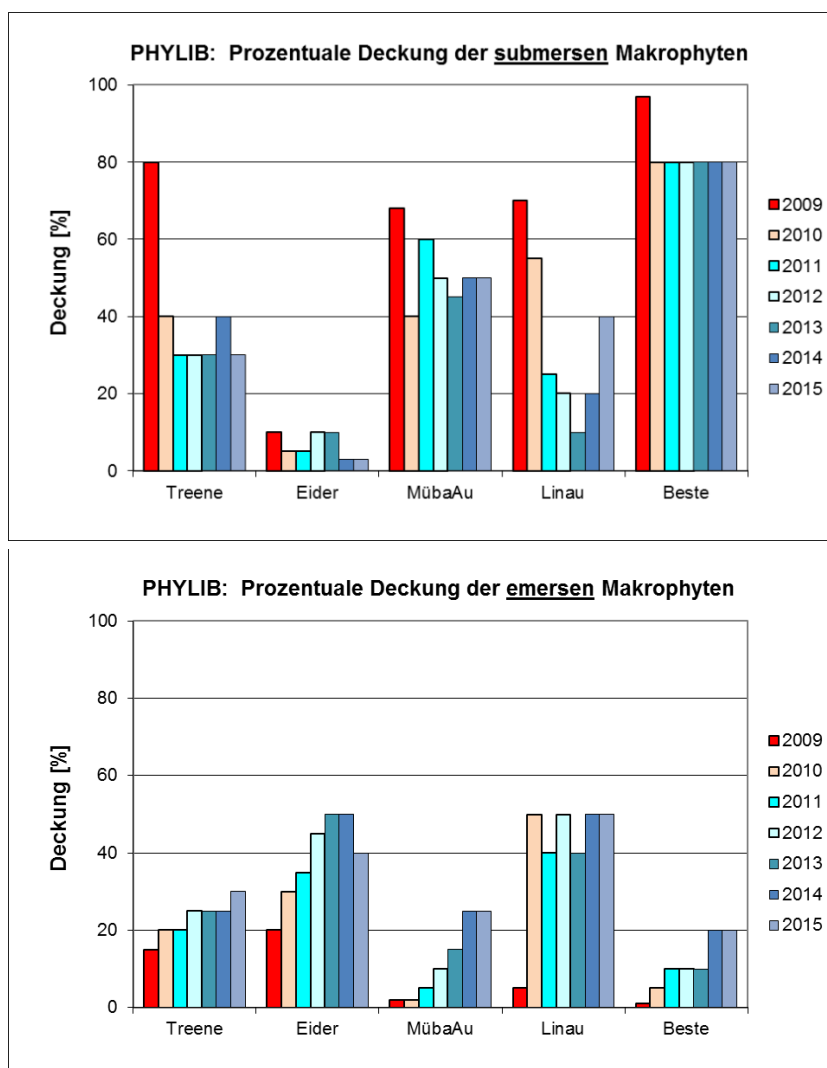


Abb. M4: **Makrophyten:** Prozentuale Deckung der submersen (oben) und emersen (unten) Makrophyten im Rahmen der WRRL-Untersuchung nach PHYLIB für die Jahre 2009-2015 an den fünf Pilotstrecken

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. M5) zeigt, dass 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. Offenbar wurde die Zunahme der emersen teils durch die Abnahme der submersen Makrophyten kompensiert.

Nach der Umstellung der Unterhaltung 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.

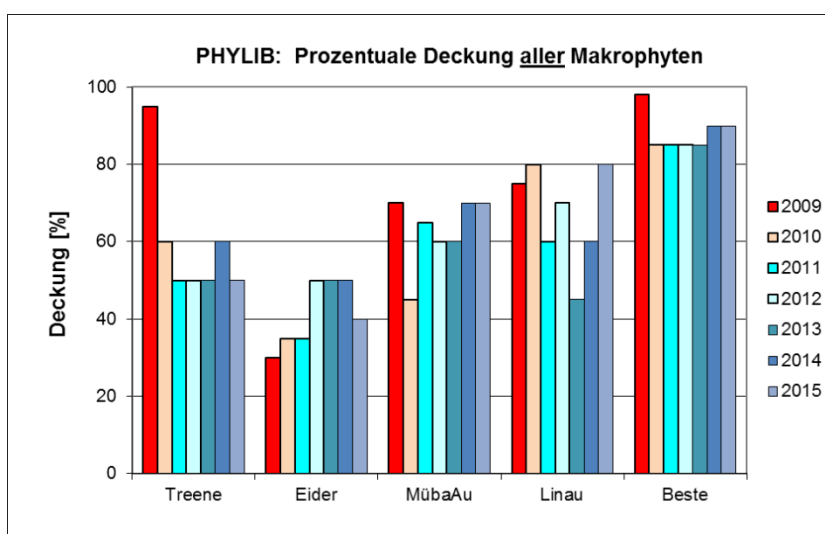


Abb. M5: **Makrophyten:** Prozentuale Gesamtdeckung der submersen und emersen Makrophyten im Rahmen der WRRL-Untersuchung nach PHYLIB für die Jahre 2009-2015 an den fünf Pilotstrecken

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. M6). Am besten schneiden hier über die Jahre Treene und Mühlenbarbeker Au ab - so auch im Jahr 2015 mit sieben bzw. acht Wuchsformtypen. Eider, Linau und Beste weisen nach Umstellung der Unterhaltung vier bis sechs 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 Pilotstrecken bislang nicht festzustellen. Lediglich für die Beste geht mit der Zunahme der Artenzahl (vgl. Abb. 1, oben) auch eine Zunahme der Wuchsformtypen (Abb. M6) einher. Offenbar ist mit der Einführung einer schonenden Unterhaltung keine generelle Zunahme dieser beiden Parameter verbunden. Ursache hierfür ist u. a., dass negativ zu wertende Störzeiger zwar ausfallen, mit deren Wegfall jedoch nicht zwangsläufig Gütezeiger und/oder Leitbildkonforme Arten einwandern z. B. mangels Wiederbesiedlungspotenzial. Somit kann es bei

Umstellung der Unterhaltung auch zum Rückgang der Anzahl der Arten und/oder Wuchsformtypen kommen, wie andere Untersuchungen in Schleswig-Holstein gezeigt haben (STILLER 2006). 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 STILLER & EGGERS 2014, 2015).

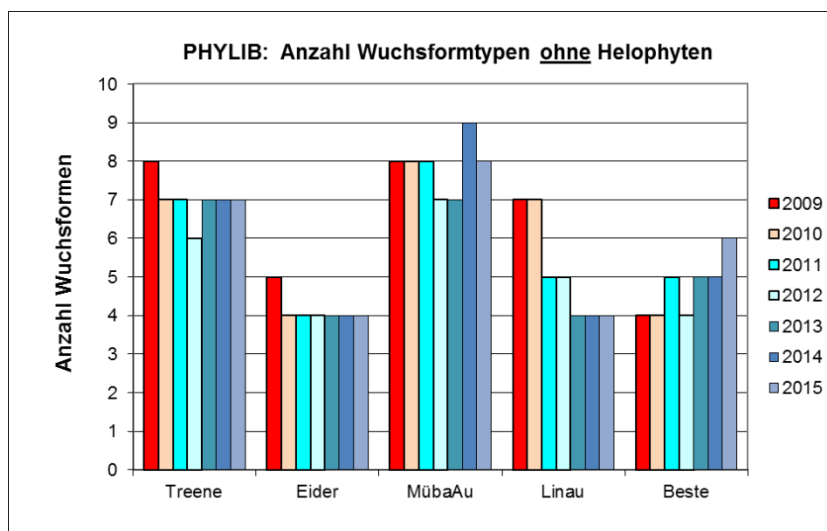


Abb. M6: **Makrophyten:** Anzahl der im Rahmen der WRRL-Untersuchung nach PHYLIB für die Jahre 2009-2015 an den fünf Pilotstrecken nachgewiesenen Wuchsformtypen (ohne Helophyten, BIA 2013)

Die Einstufung der Makrophytenbestände in die Vegetationstypen nach dem **BMF-Verfahren** (BIA 2013) ergibt im Jahr 2015 gegenüber dem Vorjahr keinerlei Änderungen. Dies gilt für die beiden großen Gewässer Treene und Beste auch für den gesamten Untersuchungszeitraum 2009-2015 (Tab. M1). An Eider, Mühlenbarbeker Au und Linau hatten Abundanzverschiebungen zu Wechseln der Vegetationstypen im Verlauf des Monitorings geführt, wobei jedoch auch hier die Vegetationstypen seit 2011 (Linau) bzw. 2012 (Eider und Mühlenbarbeker Au) unverändert sind.

Somit herrscht an der Treene mit der Igelkolben-Gesellschaft (*Sparganium emersum*-G.) nach wie vor 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 auch seit 2012 anhaltend 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, was auch für 2015 gilt.

Tab. M1: **Makrophyten:** Vegetationstypen nach dem BMF-Verfahren (BIA 2013) an der fünf Pilotstrecken über den Untersuchungszeitraum 2009-2015 - 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	2014+2015
Treene	<i>Sparganium emersum</i> -G.	<i>Sparganium emersum</i> -G.	<i>Sparganium emersum</i> -G.	<i>Sparganium emersum</i> -G.	<i>Sparganium emersum</i> -G.	<i>Sparganium emersum</i> -G.
Eider	<i>Sparganium emersum</i> -G.	<i>Sparganium emersum</i> -G.	<i>Sparganium emersum</i> -G.	Helophyten-Typ	Helophyten-Typ	Helophyten-Typ
Mühlenbarbeker Au	Myriophylliden-Typ	Parvopotamiden-Typ	Parvopotamiden-Typ	Myriophylliden-Typ	Myriophylliden-Typ	Myriophylliden-Typ
Linau	Parvopotamid-Typ	Elodeiden-Ceratophyllum-Typ	Helophyten-Typ	Helophyten-Typ	Helophyten-Typ	Helophyten-Typ
Beste	Parvopotamiden-Typ	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.

Bei den nennenswerten Veränderungen, die seit Umstellung der Unterhaltung insbesondere bei den Begleitarten aufgetreten sind, handelt es sich um das teils vermehrte Auftreten des Wasserhahnenfußes (*Ranunculus penicillatus*) bei gleichzeitiger Abnahme der als Störzeiger eingestuften Wasserpest (*Elodea canadensis*) bei der Treene. 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.

Außer an der Eider wird nach dem Rückgang der submersen Makrophyten auch die Linau von emersen Makrophytenbeständen geprägt, die aufgrund ihrer Wuchsweise für strukturelle Veränderungen im Gewässer gesorgt haben bzw. sorgen (vgl. STILLER & EGGERS 2014, 2015). Insbesondere in diesen beiden Gewässern kommen jedoch zunehmend amphibische Makrophyten auf, die je nach Standort submers oder emers wachsen.

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 und auch in 2015 weiter leicht zugenommen (vgl. Tab. AM1-AM5 im Anh.). Unter den neu auftretenden Arten finden sich jedoch nicht nur Leitbild-konforme Taxa (Abb. M7), wie Wasserstern (*Callitriche platycarpa*) und Teichrose (*Nuphar lutea*), sondern auch Störzeiger, die jedoch ebenfalls die Lebensraumvielfalt des Makrophytenbestandes für die Fließgewässerfauna erhöhen.



Abb. M7: **Makrophyten:** Vermehrte Vorkommen von Wasserstern (*Callitriche platycarpa*) und Gelber Teichrose (*Nuphar lutea*) in dem ansonsten dichten, monotonen Kamm-Laichkraut-Bestand (*Potamogeton pectinatus*) an der Pilotstrecke der Beste

Das Ergebnis der Bewertung des ökologischen Zustands nach dem BMF-Verfahren für das Jahr 2015 zeigt die folgende Tabelle M2. Hiernach ist der Makrophytenbestand der Treene in einem guten (2) Zustand. Eider, Mühlenbarbeker Au und Beste weisen einen mäßigen (3) Zustand auf, während die Linau als „unbefriedigend“ (4) eingestuft ist.

Gegenüber den Vorjahren 2013 und 2014 hat es somit in 2015 keinerlei Veränderungen gegeben. Einzige Änderung seit Umstellung der Unterhaltung in 2010 ist 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), ist vor allem der Wegfall von Wuchsformtypen, deren Anzahl beim BMF-Verfahren mit bewertet wird, für die veränderten Bewertungsergebnisse verantwortlich.

Tab. M2: **Makrophyten:** Ergebnisvergleich 2009-2015 - WRRL-Untersuchungen gemäß dem BMF-Verfahren (BIA 2013)

BMF-Verfahren	ÖZK herkömmliche GU		ÖZK schonende GU				
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Treene	2	3	3	3	2	2	2
Eider	3	4	4	3	3	3	3
MübaAu	3	3	3	3	3	3	3
Linau	3	3	3	3	4	4	4
Beste	3	3	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 statt-

gefundenen beschriebenen Veränderungen, die sich vor allem auf emerse und/oder amphibische Makrophyten beziehen, plausibel erscheint.

Tab. M3: **Makrophyten:** Ergebnisvergleich 2009-2015 - WRRL-Untersuchungen gemäß dem PHYLIB-Verfahren (SCHAUMBURG et al. 2012)

PHYLIB-Verfahren	ÖZK herkömmliche GU		ÖZK schonende GU				
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Treene	3	2	3	3	3	2	2
Eider	4	3	3	3	3	3	3
MübaAu	3	3	2	3	3	3	3
Linau	5	4	4	4	4	4	4
Beste	4	4	4	4	4	4	4

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

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. Der Makrophytenbestand der Mühlenbarbeker Au ist in einem mäßigen (3) Zustand - mit Tendenz zu „gut“ (2). Der Makrophytenbestand der Treene ist auch in 2015 weiterhin in einem guten (2) ökologischen Zustand.

Insgesamt zeigt die Bewertung des ökologischen Zustands der Makrophytenbestände der fünf Pilotstrecken 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 jedoch die einzelnen dem PHYLIB-Verfahren bei der Bewertung zugrunde liegenden Indices, wie die Evenness als Maß für die Vielfalt bzw. Gleichverteilung der Pflanzenbestände und den Referenzindex, so bestätigen sich die bereits mit dem Endbericht für den Monitoringzeitraum 2009-2013 beschriebenen Tendenzen (STILLER & EGGERS 2014). In Abbildung M8 sind die Medianwerte für die Evenness und die Referenzindices jeweils für alle fünf Pilotstrecken für die beiden Untersuchungsjahre vor Einführung der schonenden Gewässerunterhaltung (2009 und 2010) und die fünf Jahre nach Umstellung (2011 bis 2015) dargestellt (vgl. Tab. AM6 im Anh.).

Hieraus geht hervor, dass sich die Evenness für die Vegetationsbestände an Treene, Mühlenbarbeker Au, Linau und Beste für die nach Umstellung verbessert hat. Bis zum Jahr 2014 war dies für die Beste noch nicht der Fall (vgl. STILLER & EGGERS 2015). Der Referenzindex ist mit Ausnahme der Eider für die übrigen vier Gewässer mit Einführung der schonenden Unterhaltung gestiegen. Damit setzt sich der für die Jahre 2009-2013 und das Jahr 2014 (STILLER & EGGERS 2014, 2015) bislang dargestellte leicht positive Trend auch unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus 2015 fort.

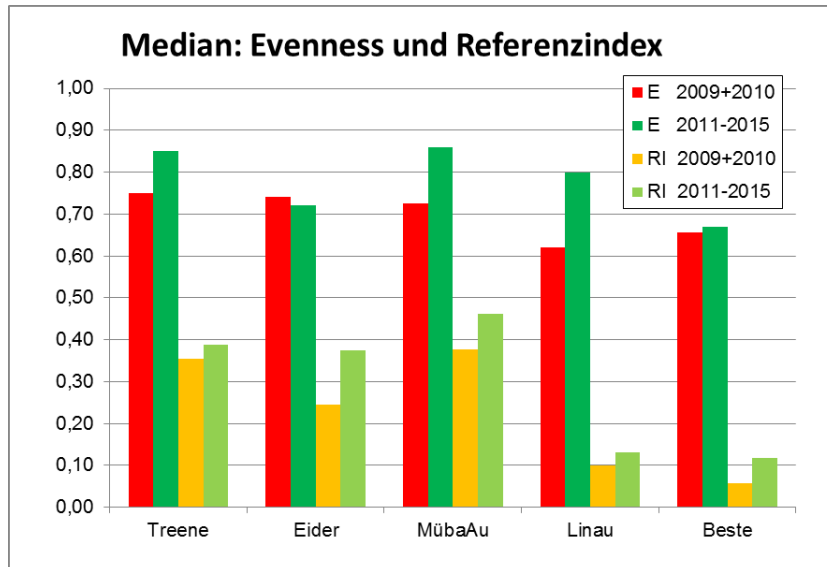


Abb. M8: **Makrophyten:** Vergleich der Medianwerte für Evenness (E) und Referenzindex (RI) gemäß dem PHYLIB-Verfahren für die einzelnen Gewässer vor (2009+2010) und nach (2011-2015) Umstellung der Unterhaltung

4.1.2 Strukturelle Begleitparameter

Wie im Vorjahr wurden auch im Jahr 2015 im Zuge der Transektuntersuchungen keine Makrophyten erfasst, sondern ausgewählte strukturelle Begleitparameter aufgenommen, die trotz der ursprünglich relativ kurzen Projektlaufzeit bis 2013 bereits Veränderungen gezeigt hatten (STILLER & EGGERS 2014). Hierbei handelt es sich um die Parameter Gewässertiefe und Substratzusammensetzung, die über den Gewässerquerschnitt entlang der Transekte pro Plot erhoben und in Form von Grafiken analog zu den Vorjahren ausgewertet wurden (vgl. Abb. AM1 und AM2 im Anh. und Erfassungsbögen auf CD sowie STILLER & EGGERS 2014, 2015).

Bei Treene und Mühlenbarbeker Au wird das **Substrat** im Jahr 2015 nach wie vor deutlich von Sand dominiert. Dabei hat sich bei der Treene die seit Umstellung der Gewässerunterhaltung beobachtete leichte Zunahme der gröberen Fraktionen (Kiese und Steine) in 2015 fortgesetzt.

Auch in der Beste wird das Sohlsubstrat seit der Erstkartierung von Sand geprägt. Allerdings wies der Sand seit 2012 höhere Anteile an Fein- und Mittelkies auf, so dass diese Substratbereiche als Sand/Kies-Gemisch aufgenommen und auch in 2015 entsprechend vorgefunden wurden. Außerdem hat sich hier der Schlammanteil aufgrund der Zunahme der emersen Makrophyten im ufernahen Bereich leicht erhöht, so dass das Sohlsubstrat mittlerweile vielfältiger ist als vor Unterhaltungsumstellung (Abb. M9).

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 auf Kosten von Sand und/oder Schlamm, die vor Umstellung der Unterhaltung höhere Anteile aufwiesen als dies in 2015 der Fall ist.

Grund für die Zunahme der Hartsubstrate ist die erhöhte Fließgeschwindigkeit, die als Folge der Einengung des Gewässerlaufs durch emerse Makrophyten und schwimmende Röhrichtmatten beobachtet werden konnte (vgl. Kap. 4.1.1 sowie STILLER & EGGERS 2014, 2015). An den Pilotstrecken von Treene, Eider und Linau fiel ferner auf, dass die Sohle auch im Untersuchungsjahr 2015 deutlich fester war als vor Unterhaltungsumstellung. Dagegen war die Sohle in der Beste und vor allem in der Mühlenbarbeker Au eher instabil und weiterhin durch Sanddrift gekennzeichnet.



Abb. M9: Beste: Die Substratzusammensetzung entlang der Transekte wechselt über den Gewässerquerschnitt von Schlamm über Sand hin zu einem Sand/Kies-Gemisch

Sowohl im Endbericht zum Monitoringzeitraum 2009-2013 als auch im Zwischenbericht 2014 waren die durch die wechselseitige Unterhaltung initiierten strukturellen Entwicklungen ausführlich am Beispiel der Eider beschrieben worden (vgl. STILLER & EGGERS 2014, 2015). Hiernach sind durch die seit 2010 durchgeführte wechselseitige Gewässerunterhaltung mit schonen der Uferböschungen insbesondere im Mittelwasserbereich schwimmende Röhrichtmatten entstanden. Diese haben sich durch Sedimentation von Feinsedimenten zunehmend gefestigt und grenzen sich heute teils deutlich vom übrigen Gewässerbett ab. 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 für die Eider ausführlich dargestellten Entwicklungen haben sich auch im Jahr 2015 fortgesetzt (vgl. Abb. AM1 und AM2 im Anh.). Auch an der Linau haben sich die strukturellen Veränderungen weiter ausgeprägt. Die folgende Abbildung M10 zeigt die **Tiefenprofile** der Transekte T1 und T2 an der Linau für die Untersuchungsjahre 2010 (vor Umstellung der GU) sowie für 2013 und 2015 (beide nach Umstellung der GU) im Vergleich.

Beide Profile zeigten im Jahr 2010, d. h. nach der letzten kompletten Unterhaltung der Sohle, eine einförmige bzw. symmetrische Tiefenverteilung über den teils stark aufgeweiteten Gewässerquerschnitt auf (rote Linie). An beiden Transekten wird seit Umstellung der Unterhaltung lediglich die linke Gewässerhälfte unterhalten (vgl. blauer Pfeil).

Im Jahr 2013, d. h. nach 3-maliger wechselseitiger Unterhaltung, haben sich die Querschnitte beider Profile leicht verringert (hellblaue Linie). Und im Jahr 2015 zeigten beide Querprofile eine deutliche asymmetrische Tiefenverteilung (grüne Linie): Dort, wo nicht unterhalten worden war, hatten sich die emersen Makrophyten ausgedehnt, aufgrund der hierdurch ufernah verringerten Strömung für Sedimentation von Feinsubstrat und Auflandung mit verringerten Gewässertiefen gesorgt. Durch die so entstandenen Uferbänke wurde der Querschnitt eingeengt und das Wasser jeweils auf die unterhaltene Sohlseite

gelenkt, wo es sich bedingt durch höhere Fließgeschwindigkeiten in die Sohle eingeschnitten und den Stromstrich vertieft hat.

An der Linau sind diese Entwicklungen vor allem an den gewässeraufwärts liegenden schmaleren Querprofilen T1-T4 zu beobachten. Für die bachabwärts folgenden von Anfang an breiteren Querprofilen T5-T7 konnte dies bislang nur ansatzweise bei T5 festgestellt werden, da es aufgrund der größeren Gewässerbreite mehr Zeit braucht bis die uferparallelen Röhrichte als Strömungsenker wirken.

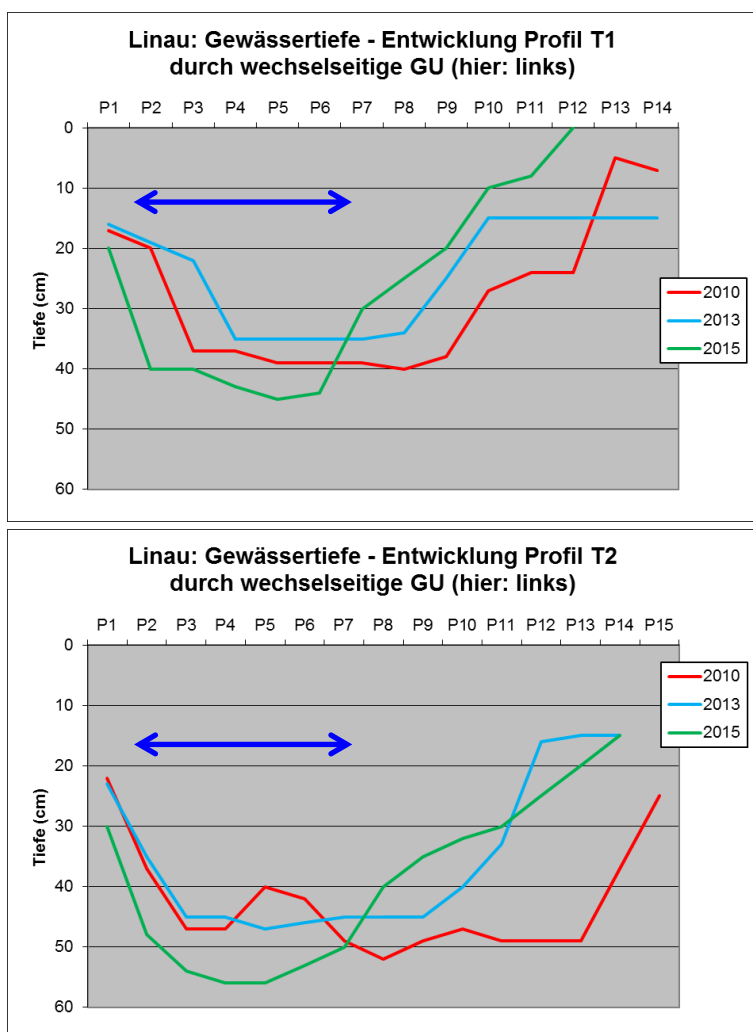


Abb. M10: Linau: Tiefenprofile für die Transekte T1 und T2 für die Untersuchungsjahre 2010 (vor Umstellung der GU) 2013 und 2015 (beide nach Umstellung der GU) im Vergleich - P1-P15 = Anzahl der Plots/Messpunkte über den Gewässerquerschnitt - Blauer Pfeil = Unterhaltungsseite

Wie in den Vorjahren berichtet (STILLER & EGGERS 2014, 2015), sind die beschriebenen Entwicklungen auch in 2015 für die beiden kiesgeprägten Gewässer Eider und Linau deutlicher zu beobachten. Aber auch bei den übrigen drei sandgeprägten Gewässern setzen sich die durch die wechselseitige Unterhaltung initiierten Entwicklungen 2015 fort.

So ergibt auch ein Vergleich der **Tiefenprofile** für die Treene eine deutlich erhöhte Tiefenvarianz wie Abbildung M11 zeigt. Im Jahr 2010 wies die Pilotstrecke sowohl im Längs- als auch im Querprofil Tiefenunterschiede von ca. 10 cm auf, während in 2015 Differen-

zen von bis zu über 50 cm sowohl im Quer- als auch im Längsprofil gemessen wurden (vgl. auch Abb. AM2 im Anh. sowie STILLER & EGGERS 2014, 2015). Dabei zeichnet sich die wechselseitige Unterhaltung hier weniger deutlich ab als dies bei den kleineren kiesgeprägten Gewässern Eider und Linau der Fall ist.

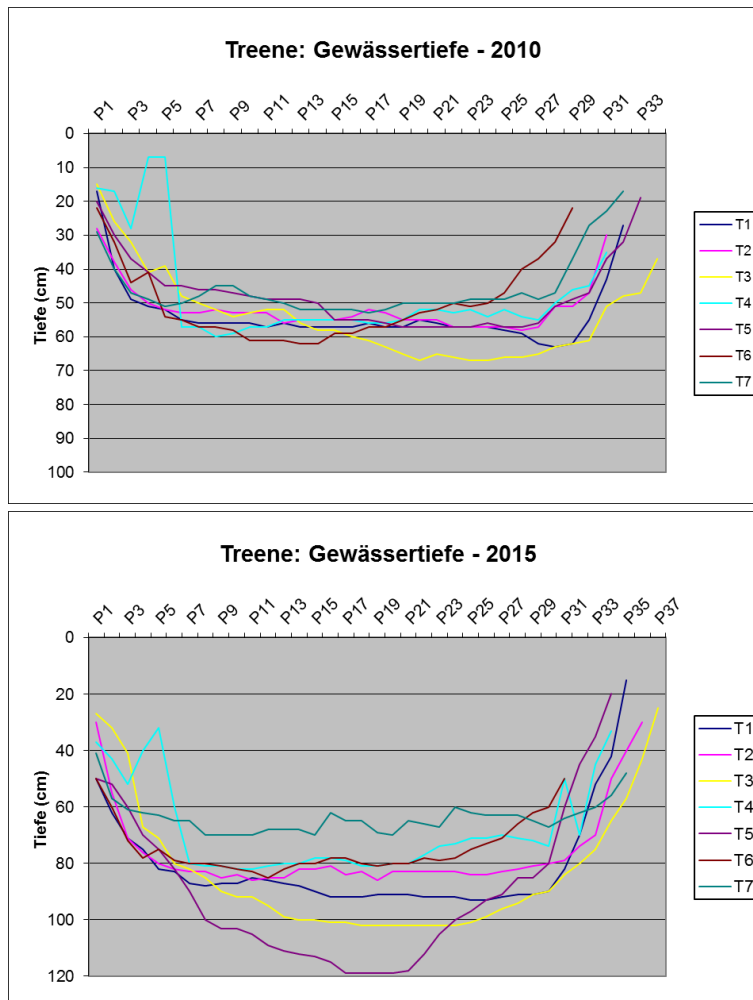


Abb. M11: Treene: Tiefenprofil pro Transekt der Untersuchungsjahre 2010 und 2015 im Vergleich - P1-P37 = Anzahl der Plots/Messpunkte über den Gewässerquerschnitt

Der Vergleich der grafischen Darstellungen der Tiefenprofile ergibt für die übrigen Gewässer ebenfalls ein deutlich „unordentlicheres“ Bild der Profile nach der Umstellung der Unterhaltung als zuvor, wo die Sohle einheitlich ohne Höhen und Tiefen war (vgl. Abb. AM2 im Anh. sowie STILLER & EGGERS 2014, 2015). Dabei weist die Beste nach der Treene am meisten Tiefenvariabilität über das Längsprofil auf, während Eider, Mühlenbarbeker Au und Linau eher im Querprofil variieren.

4.2 Gewässerfauna

Von den bislang im Rahmen der „Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung 2009-2013“ durchgeführten Untersuchungen zum Makrozoobenthos (vgl. STILLER & EGGERS 2014, 2015) wurden im Jahr 2015 genauso wie im Vorjahr allein die WRRL-Untersuchungen nach PERLODES an den fünf Pilotstrecken durchgeführt. Nachfolgend werden die Ergebnisse der Bewertung des ökologischen Zustands und die im Zuge der WRRL-Beprobung ermittelten Strukturparameter für das Jahr 2015 vorgestellt.

4.2.1 Ökologischer Zustand

Vor Umstellung der Gewässerunterhaltung 2010 stellte sich im Rahmen der WRRL-Untersuchungen (MZB-PERLODES) die Lebensgemeinschaft der Eider mit 25 **Taxa**¹ als taxaärmste, die der Beste mit 58 Taxa als taxastärkste Pilotstrecke heraus (Abb. B1 sowie Tab. AB6 im Anh.). Seit Einführung der schonenden Gewässerunterhaltung liegen die Taxazahlen aller Untersuchungsjahre an Treene und Eider - an der Linau ab 2012 - durchweg höher als 2010. In der Zönose der Mühlenbarbeker Au lagen die Taxazahlen in 2011, 2012 und 2014 höher als 2010 vor der Unterhaltungsumstellung; in 2013 und 2015 leicht darunter. An der Beste liegt die aktuelle Taxazahl wie auch schon 2011 bis 2013 niedriger als 2010, während 2014 ein deutlich höherer Wert ermittelt wurde (Abb. B1). Dennoch erwies sich die Lebensgemeinschaft der Beste unter den Pilotstrecken auch 2015 als die taxastärkste (56 Taxa).

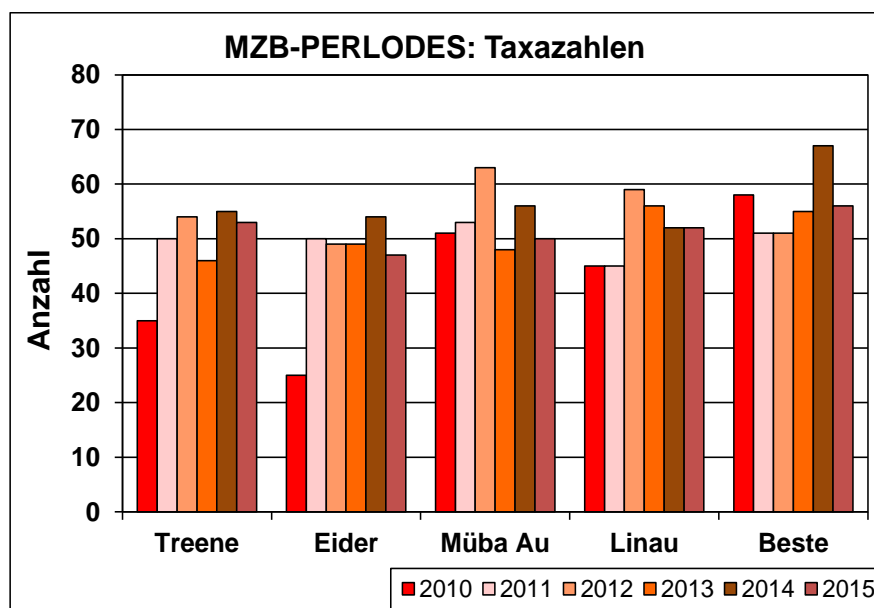


Abb. B1: **Makrozoobenthos: Taxazahlen im Vergleich (2010-2015) - WRRL-Untersuchungen**

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. Nach Einführung der schonenden Gewässerunterhaltung sind an Treene, Eider, Mühlenbarbeker Au und Linau im Rahmen aller Monitoringuntersuchungen durch-

¹ = allgemeine Bezeichnung für eine systematische Kategorie z. B. Art, Familie, Ordnung

gehend höhere Artenzahlen registriert worden als vor Umstellung (Abb. B2 sowie Tab. AB6 im Anh.). An der Beste gilt dies gleichfalls für die Erfassungen aus 2012 bis 2014. Aktuell wie schon im Vorjahr 2014 wurden an dieser Pilotstrecke im Vergleich jeweils die meisten Arten nachgewiesen (jeweils 35 Arten).

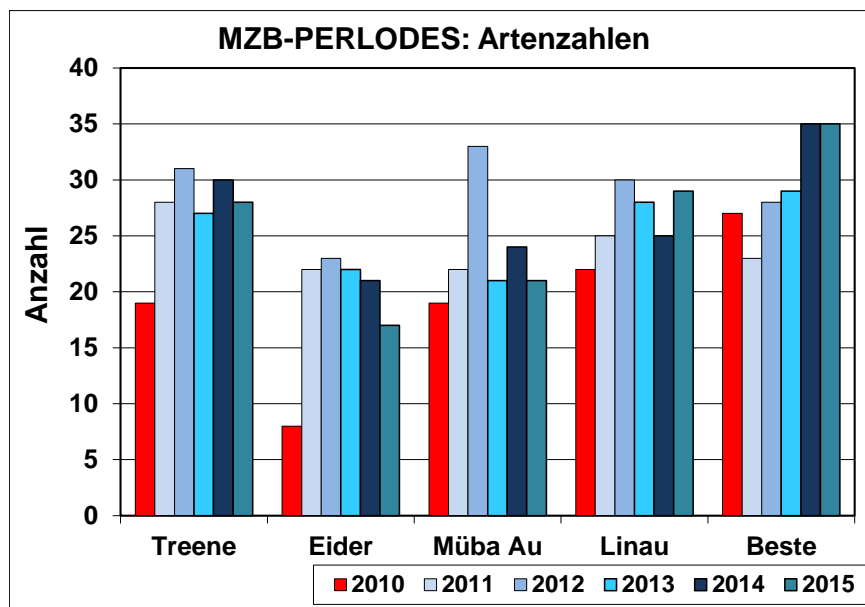


Abb. B2: **Makrozoobenthos:** Artenzahlen im Vergleich (2010-2015) - WRRU-Untersuchungen

Die beschriebenen steigenden Arten- und Taxazahlen zeigen eine Zunahme der Diversität in den Lebensgemeinschaften der Pilotstrecken nach Einführung der schonenden Gewässerunterhaltung an. Gleichwohl ist eine weitere Analyse der Daten bezogen auf wertbestimmende Spezies im Hinblick auf die ökologische Zustandsbewertung notwendig (s. u.).

In Abbildung B3 sind die nachgewiesenen **Individuenzahlen** der fünf Pilotstrecken über alle sechs Untersuchungsjahre dargestellt (vgl. Tab. AB6 im Anh.). Vor Umstellung der Gewässerunterhaltung stellt sich die Mühlenbarbeker Au als die individuenreichste Pilotstrecke heraus (7.675 Ind./m²), die Eider als individuenärmste (996 Ind./m²). Aktuell führt die Zönose der Linau mit einer Abundanz von 5.312 Ind./m² die Reihe an und die der Beste ist mit 1.184 Ind./m² die individuenärmste Pilotstrecke.

In der Wirbellosenlebensgemeinschaft eines Gewässers unterliegen die Individuenzahlen 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. In der Mühlenbarbeker Au liegen die Individuenzahlen in allen Jahren nach Einführung der schonenden Gewässerunterhaltung demgegenüber niedriger. In der Treene nimmt die Individuenzahl seit 2012 kontinuierlich ab und in der Beste ist kein Trend über die Untersuchungsjahre erkennbar (Abb. B3).

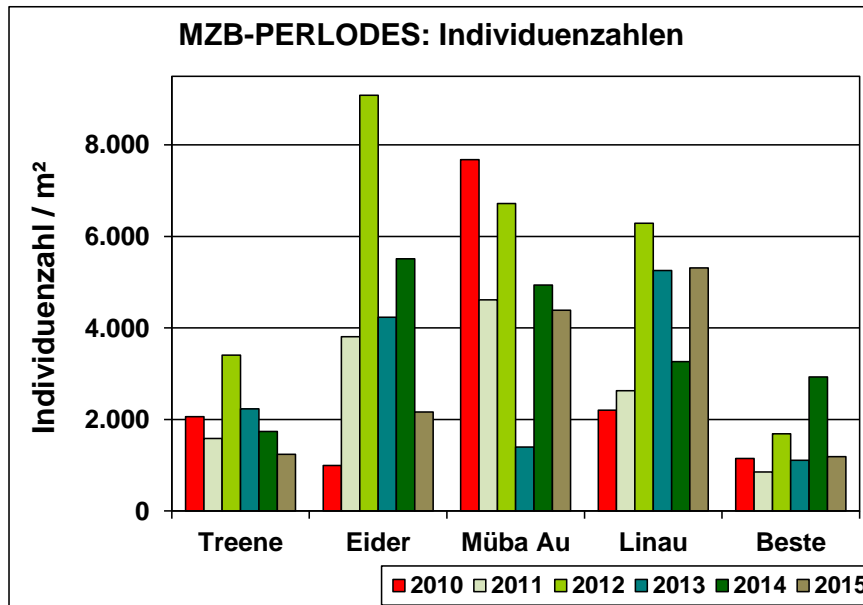


Abb. B3: **Makrozoobenthos:** Individuenzahlen (2010-2015) - WRRL-Untersuchungen

Die Betrachtung der **Strömungspräferenz** der erfassten Arten der fünf Pilotstrecken zeigt, dass an Treene, Eider und Beste die Anzahlen der strömungsliebenden Spezies in den Lebensgemeinschaften seit Umstellung der Gewässerunterhaltung durchweg höher liegen (Abb. B4 sowie Tab. AB7 im Anh.). Gleiches gilt für die Mühlenbarbeker Au mit Ausnahme des Jahres 2013. In der Linau liegen die Abundanzen der strömungsliebenden Arten in drei von fünf Untersuchungsjahren höher als vor der Unterhaltungsumstellung (2011, 2013 und 2015).

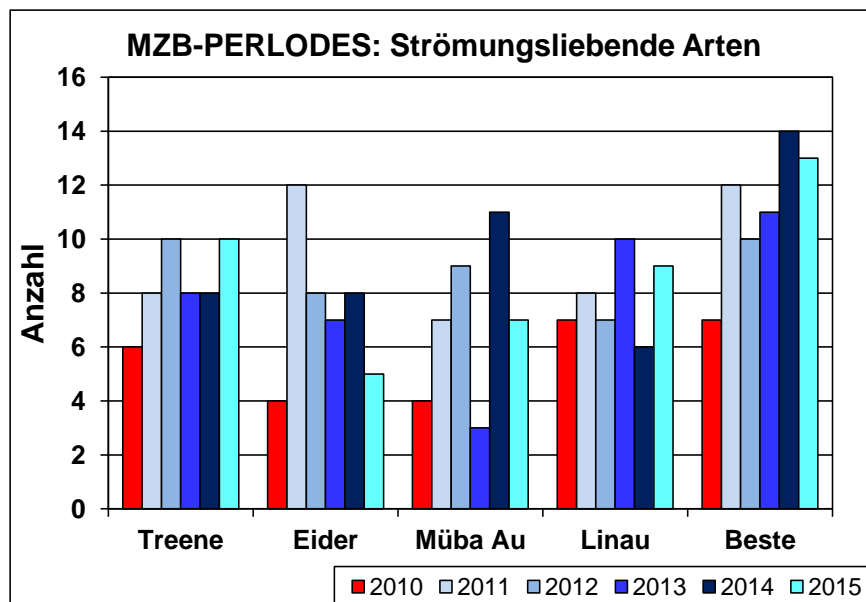


Abb. B4: **Makrozoobenthos:** Anzahl der strömungsliebenden Arten im Vergleich (2010-2015) - WRRL-Untersuchungen - Ökologische Angaben aus PERLODES (vgl. Kap. 3.2)

Im Anhang findet sich für jede Pilotstrecke eine detaillierte Abbildung zu den Strömungspräferenzen der erfassten Arten für die Untersuchungen 2015 (vgl. Abb. AB1 im Anh.).

Aktuell überwiegen in den Lebensgemeinschaften von Treene, Mühlenbarbeker Au, Linau und Beste die an Strömung angepassten bzw. Strömung bevorzugenden Arten. In der Zönose der Eider halten sich die verschiedenen Anspruchstypen der Fließ- und Stillgewässer in etwa die Waage.

Die Analyse der **Habitatpräferenzen** der einzelnen Arten zeigt, dass die typischen Phytalbesiedler (Pflanzenbewohnern) in den Lebensgemeinschaften der untersuchten Pilotstrecken über alle Untersuchungsjahre eine herausragende Rolle spielen (vgl. Tab. AB8 im Anh.). In Eider und Linau wurden nach Unterhaltungsumstellung jeweils mehr Phytalbesiedler in der Lebensgemeinschaft nachgewiesen als davor (Abb. B5). Gleiches gilt für die Treene mit Ausnahme von 2014, in dem die Zahl der Phytalbesiedler gleichauf mit dem Wert vor der Unterhaltungsumstellung liegt. In der Zönose der Mühlenbarbeker Au konnten von 2011 bis 2014 ebenfalls mehr Pflanzen besiedelnde Spezies registriert werden, während hier der aktuelle Wert identisch mit dem vor Unterhaltungsumstellung ist. In der Beste ist kein Trend erkennbar, aktuell treten jedoch deutlich mehr Phytalbesiedler in der Biozönose auf.

Der große Anteil an Pflanzenbewohnern in der Makrozoobenthoszönose der Pilotstrecken ist bei der teils starken Makrophytenentwicklung in den Gewässern während des Sommers aufgrund einer fehlenden 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. Kap. 4.1.1). Diese bieten den Tieren auch in der kalten Jahreszeit einen Rückzugsraum.

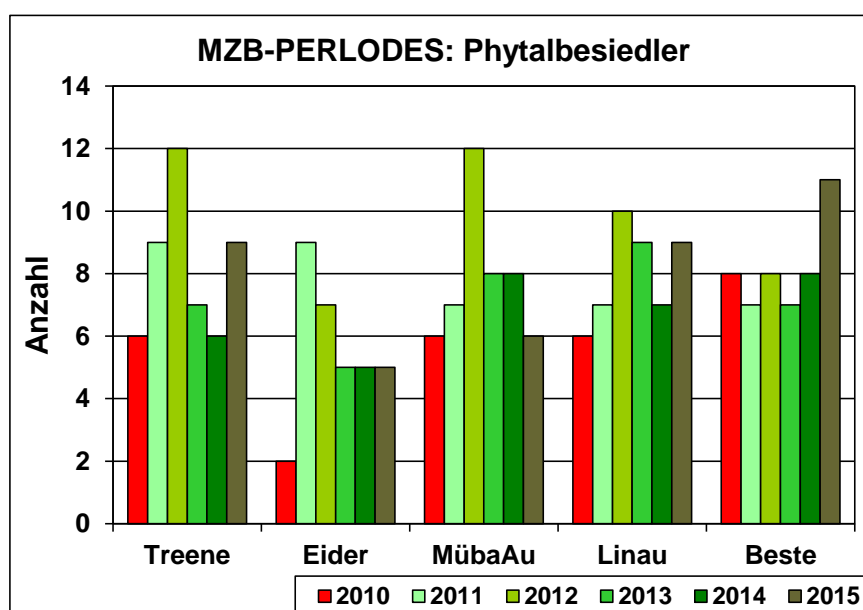


Abb. B5: **Makrozoobenthos:** Anzahl der Phytalbesiedler im Vergleich (2010-2015) - WRRL-Untersuchungen - Ökologische Angaben aus PERLODES (vgl. Kap. 3.2)

Die Betrachtung der Artenzahlen typischer Steine- und Kiesbesiedler in Abbildung B6 zeigt, dass in der Zönose von Linau und Beste seit Umstellung der Gewässerunterhaltung über alle Untersuchungsjahre jeweils mehr Spezies dieses Anspruchstyps verzeichnet wurden. Gleiches gilt für die Treene mit Ausnahme von 2011, für die Eider mit Ausnahme von 2014 und 2015. Dieser Befund deckt sich mit der mehr oder weniger starken Zu-

nahme von Hartsubstraten bedingt durch die Einengung der Fließrinne durch die reduzierte Unterhaltung vor allem in den Pilotstrecken der Eider und Linau (vgl. Kap. 4.1.2). In der sandgeprägten Pilotstrecke der Mühlenbarbeker Au wurden demgegenüber nur 2012 vermehrt Steine- und Kiesbesiedler registriert. Die typischen Bewohner sandiger Substrate treten trotz des hohen Sandanteils nach wie vor in allen Pilotstrecken zurück (vgl. Tab. AB8 im Anh.).

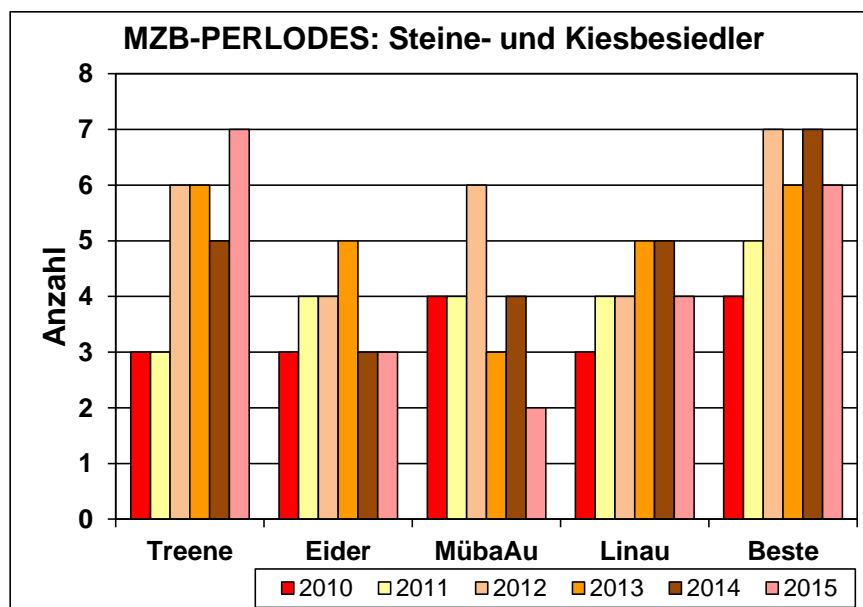


Abb. B6: **Makrozoobenthos:** Anzahl der Steine- und Kiesbesiedler im Vergleich (2010-2015) - WRRL-Untersuchungen - Ökologische Angaben aus PERLODES (vgl. Kap. 3.2)

Das **Bewertungssystem PERLODES** stuft die Lebensgemeinschaften der Pilotstrecken von Treene und Beste auch im fünften Jahr nach Einführung der schonenden Gewässerunterhaltung in die ökologische Zustandsklasse „mäßig“ (3); die Strecke der Mühlenbarbeker Au in die Klasse „unbefriedigend“ und die von Eider und Linau in die Klasse „schlecht“ (5) ein (Tab. B1).

Tab. B1: **Makrozoobenthos:** Ergebnisvergleich 2010-2015 - WRRL-Untersuchungen

Gewässer	ÖZK						Saprobie					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Treene	5	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2
Eider	5	4	5	4	5	5	3	3	3	3	3	3
MübaAu	4	3	3	3	3	4	3	2	2	2	2	2
Linau	5	5	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3
Beste	3	3	3	3	3	3	3	2	2	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 Einführung einer schonenden Gewässerunterhaltung von „schlecht“ (5) vor der Umstel-

lung auf „mäßig“ (3) danach verbessert. Auch die Einstufung der Lebensgemeinschaft der Mühlenbarbeker Au hat sich von „unbefriedigend“ auf „mäßig“ (3) nach der Unterhaltungsumstellung bis 2014 verbessert; liegt aktuell aber wieder bei „unbefriedigend“ (4), wobei sich der Wert mit 0,4 direkt an der Grenze zu „mäßig“ (3) findet. Während die Lebensgemeinschaft der Linau seit der Erstuntersuchung 2010 durchgängig mit „schlecht“ (5) bewertet wird, verbessert sich die Bewertung der Zönose der Eider im Jahr nach Umstellung der Unterhaltung um eine Stufe von „schlecht“ (5) auf „unbefriedigend“ (4). Danach pendelt die Bewertung zwischen diesen zwei Einstufungen und liegt 2014 und 2015 wieder bei „schlecht“ (5). Die Lebensgemeinschaft der Beste wird sowohl vor als auch nach Unterhaltungsumstellung mit „mäßig“ (3) bewertet.

Das vergleichsweise 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, gekennzeichnet sind (vgl. STILLER & EGGERS 2014). Dies bestätigt sich in der im Vergleich schlechteren Saprobienindexeinstufung beider Gewässer (vgl. Tab. B1). 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 für beide Gewässerabschnitte über alle Untersuchungsjahre im Vergleich zu den übrigen Pilotstrecken deutlich niedriger liegen (vgl. Tab. AB6 im Anh.) und damit auf eine Belastung hinweisen.

Die **saprobielle Einstufung** von Eider und Linau liegt auch im fünften Jahr (2015) nach Einführung der schonenden 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) in den Folgejahren verbessert hat (vgl. Tab. B1). Für das vergleichsweise durchgehend schlechtere Abschneiden der Eider und Linau sind, wie beschrieben, vermutlich auch die relativ hohen Nährstoffgehalte des Wassers und/oder die organische Belastung beider Gewässer verantwortlich. Zur Erreichung eines guten ökologischen Zustands sind also auch diese stofflichen Belastungen zu reduzieren.

Die bessere saprobielle Einstufung der Lebensgemeinschaften von Treene, Mühlenbarbeker Au und Beste ist vermutlich auf die Strukturveränderungen durch die wechselseitige Unterhaltung zurückzuführen, die indirekt auch zu einer Veränderung in der Artenzusammensetzung führt und sich damit auch in der Saprobie widerspiegelt.

Die ökologische Zustandsklasse eines Gewässerabschnittes 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 in Treene, Mühlenbarbeker Au und Beste durchweg 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 2015. In der Eider liegen mit Ausnahme der Untersuchung 2014 und 2015 ebenfalls alle Werte nach der Unterhaltungsumstellung höher als vor der Umstellung. Gleiches gilt für die Linau mit Ausnahme der Jahre 2012 und 2013, in denen geringfügig niedrigere Werte errechnet wurden. Bei Treene und Beste nähern sich die ermittelten Werte der 0,6-Grenze. Oberhalb von diesem Wert wäre der gute ökologische Zustand in den Gewässern für das Makrozoobenthos erreicht (Abb. B7).

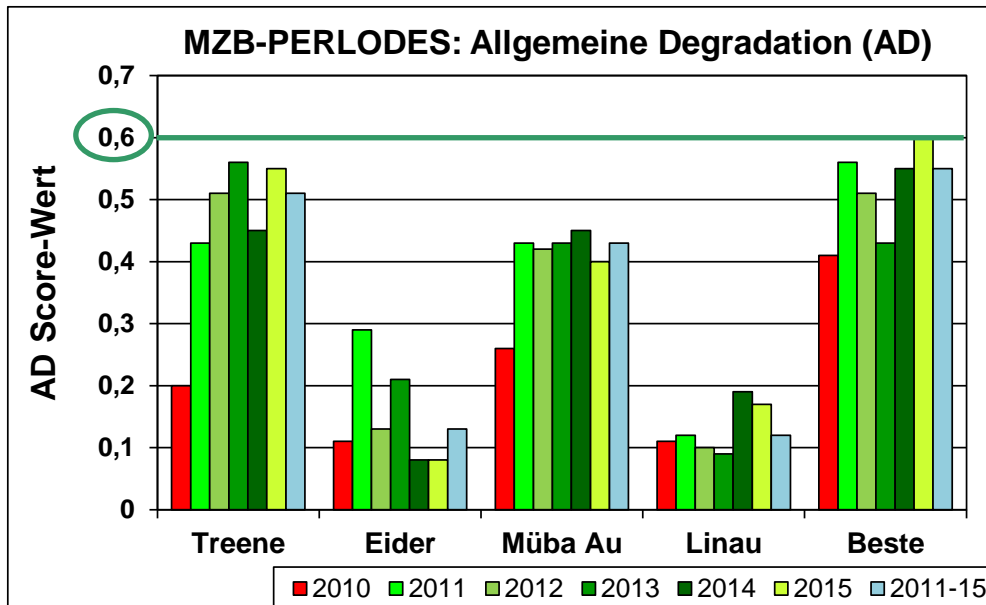


Abb. B7: **Makrozoobenthos:** Score-Werte der Allgemeinen Degradation (AD) über die Untersuchungsjahre im Vergleich sowie Darstellung des Medianwertes (2011-2015) - WRRL-Untersuchungen - grüne Linie = Grenze zum guten ökologischen Zustand gemäß PERLODES

Die Allgemeine Degradation setzt sich wiederum aus unterschiedlichen sog. 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.

Für den German Fauna Index (Abb. B8 sowie Tab. AB6 im Anh.) ergibt sich ein ähnliches Bild, wie bei der Allgemeinen Degradation beschrieben (Abb. B7). Hiernach liegen die Score-Werte nach Einführung der Stromstrichmahd für Treene, Mühlenbarbeker Au und Beste 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, wo sie mit 0,587 (Mühlenbarbeker Au) und 0,6 (Beste) im Grenzbereich zum guten ökologischen Zustand lagen (vgl. STILLER & EGGERS 2014). Wieder fallen die Lebensgemeinschaften von Eider und Linau heraus. An der Eider ist im Vergleich zu 2010 nur für 2011 ein höherer GFI ermittelt worden, alle übrigen Werte liegen niedriger als vor der Unterhaltungsumstellung und 2014 liegt er bei 0. In der Linau ist die Degeneration der Lebensgemeinschaft noch deutlicher. Hier konnten nur in drei von insgesamt fünf Untersuchungsjahren Werte über 0 ermittelt werden.

Die Darstellung der Anteile der EPT zeigt, dass nur an der Treene durchgängig höhere Werte nach Einführung der schonenden Gewässerunterhaltung ermittelt wurden (Abb. B9 sowie Tab. AB6 im Anh.). In der Mühlenbarbeker Au liegen die Werte mit Ausnahme von 2013, in der Beste mit Ausnahme von 2011 ebenfalls jeweils höher als vor der Unterhaltungsumstellung. Gleiches gilt für die Medianwerte beider Gewässer bezogen auf die Untersuchungen nach der Unterhaltungsumstellung (2011 bis 2015, Abb. B9). Bemerkenswert ist der vergleichsweise hohe aktuelle EPT-Anteil aus 2015 in der Beste (= 0,481, Abb. B9). In der Zönose der Eider treten die EPT-Taxa sehr stark zurück, was dazu führt, dass lediglich 2011 ein Wert über 0 errechnet wurde. In der Linau wurden bis 2013 eben-

falls sehr niedrige Werte ermittelt. Die Ergebnisse der letzten beiden Untersuchungsjahre liegen demgegenüber deutlich höher.

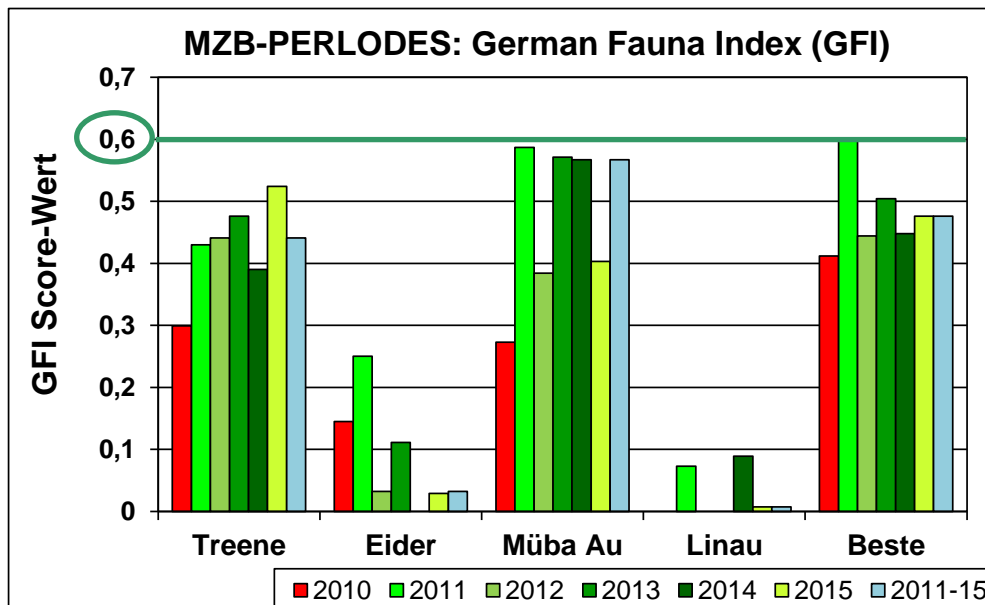


Abb. B8: **Makrozoobenthos:** Score-Werte des German Fauna Index (GFI) über die Untersuchungsjahre im Vergleich sowie Darstellung des Medianwertes (2011-2015) - WRRL-Untersuchungen - grüne Linie = Grenze zum guten ökologischen Zustand gemäß PERLODES

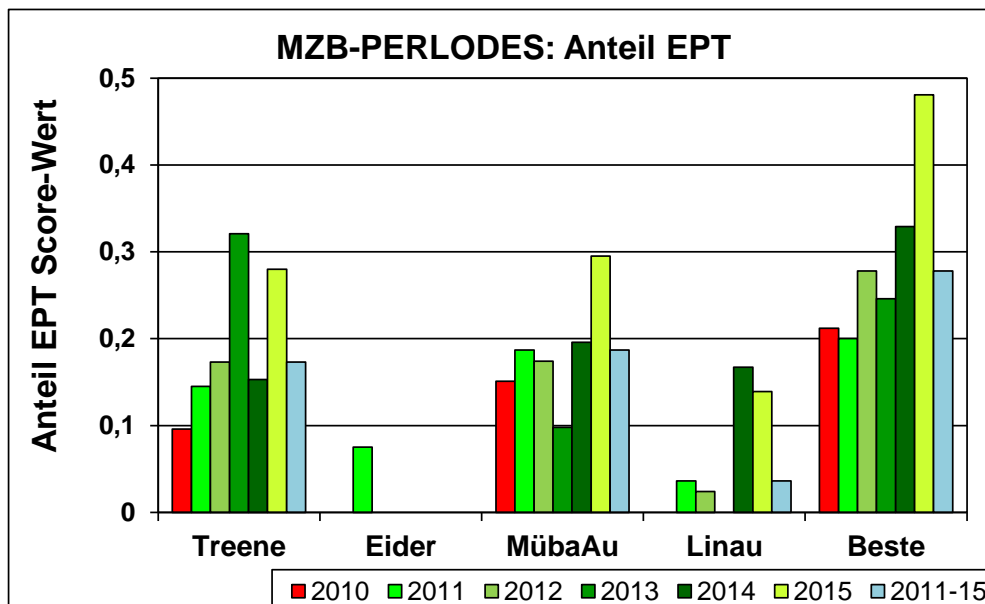


Abb. B9: **Makrozoobenthos:** Score-Werte der Anteile an Ephemeroptera, Plecoptera und Trichoptera (EPT) über die Untersuchungsjahre im Vergleich sowie Darstellung des Medianwertes (2011-2015) - WRRL-Untersuchungen - Der gute ökologische Zustand wäre gemäß PERLODES bei dem Score-Wert von 0,6 erreicht.

Die besten Einzelergebnisse sind bei dem „Core-Metric“ der Anzahl der Trichopteren über die Untersuchungsjahre ermittelt worden (Abb. B10 sowie Tab. AB6 im Anh.). In der Treene steigen die Werte nach der Umstellung der Gewässerunterhaltung in 2012 und

2013 bis auf den Wert 1 an, 2014 und 2015 fällt der Wert wieder ein wenig auf 0,875 ab, entspricht aber immer noch, wie auch die Werte aus den zwei Vorjahren dem sehr guten ökologischen Zustand für diesen Core-Metric.

Die Bewertung der Köcherfliegengemeinschaft der Beste liegt schon im Jahr vor Umstellung der Gewässerunterhaltung bei „gut“ und verbessert sich in den Folgejahren mit Ausnahme von 2013 auf „sehr gut“ (Abb. B10). In 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 Einführung der Stromstrichmahd. Außerdem lagen für die Eider in 2011 und für die Mühlenbarbeker Au in 2012 die Ergebnisse der Anzahl der Trichoptera bei „gut“. In der Linau liegen die Werte in den Jahren 2012, 2014 und 2015 nach Umstellung der Gewässerunterhaltung immerhin höher als 2010, wobei der aktuelle Wert erstmals zu einer guten Bewertung führt (Abb. B10).

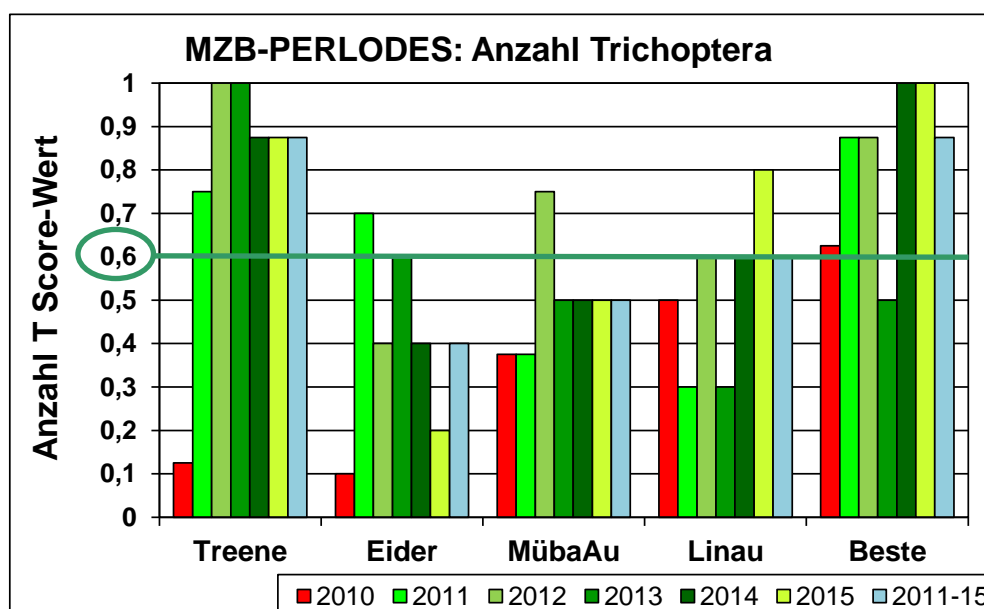


Abb. B10: **Makrozoobenthos:** Score-Werte der Anzahl der Trichoptera (T) über die Untersuchungsjahre im Vergleich sowie Darstellung des Medianwertes (2011-2015) - WRRL-Untersuchungen - grüne Linie = Grenze zum guten ökologischen Zustand gemäß PERLODES

Die beschriebenen Verbesserungen in der Bewertung der Lebensgemeinschaften vor allem in Treene 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 wurde die Biozönose vor der Unterhaltungsumstellung von Zuckmücken (71 %) und Muscheln (11 %) geprägt (vgl. Tab. AB9 im Anh.). Im Laufe der Untersuchungsjahre hat der Zuckmücken-Anteil deutlich und kontinuierlich abgenommen (bis auf 10 % in 2015), während bei den wertbestimmenden Gruppen wie Eintagsfliegen (von 1 % in 2010 auf 20 % in 2015) und Köcherfliegen (von 2 % in 2010 über 26 % in 2013 und 6 % in 2015) ein zum Teil deutlicher Zuwachs zu verzeichnen ist, was sich in der besseren Bewertung der Core-Metrics „Anteil EPT“ und vor allem „Anteil Trichoptera“ niederschlägt (vgl. Abb. B9 und B10). Der aktuell hohe Anteil an Eintagsfliegen wird vor allem von der bevorzugt Sand besiedelnden Spezies *Ephemera danica* dominiert.

Ähnlich sieht es in der Beste aus. Auch hier hat der Anteil der Köcherfliegen an der Gesamtlebensgemeinschaft zugenommen (von 3 % in 2010 auf 19 % in 2015), während der Zuckmücken-Anteil mit 40 % in 2015 nahezu exakt dem Wert von vor der Umstellung entspricht (vgl. Tab. AB9 im Anh.). Außerdem nahm der Anteil an Eintagsfliegen von 9 % in 2010 auf 17 % in 2015 zu. Der aktuell hohe Köcherfliegen-Anteil wird vor allem durch das starke Auftreten der strömungsliebenden Art *Ithytrichia lamellaris*, der der Eintagsfliegen von der vorzugweise Hartsubstrate besiedelnden Art *Centroptilum luteolum* geprägt.

Während die Zönose der Mühlenbarbeker Au mit Ausnahme von 2014 von den Muscheln dominiert wird, sind die Zuwächse bei den wertbestimmenden Gruppen nicht so deutlich. Der Anteil der Eintagsfliegen steigt von 1 % in 2010 auf 8 % in 2015, während sich der Köcherfliegen-Anteil von 3 % vor Unterhaltungsumstellung auf 5 % in 2013 verändert und bis 2015 konstant bleibt (vgl. Tab. AB9 im Anh.). Der Anteil der Zuckmücken schwankt über den Untersuchungszeitraum zwischen 12 % (2013) und 39 % in 2014. Außerdem treten einige strömungsliebende Arten erst nach Umstellung der Gewässerunterhaltung in der Lebensgemeinschaft auf, wie der Käfer *Orectochilus villosus* und die Köcherfliegenlarve *Ithytrichia lamellaris*.

Während das Besiedlungsbild der Eider vor Umstellung der Gewässerunterhaltung von den Muscheln (38 %) dominiert wurde, übernehmen in den Folgejahren die Zuckmücken diese Vorrangstellung. Ihr Anteil steigt von 24 % in 2010 auf 57 % in 2014 stark an; aktuell liegt er bei 32 % (vgl. Tab. AB9 im Anh.). Eintagsfliegen, Libellen und auch Käfer sind nach wie vor mit einem verschwindend geringen Prozentsatz in der Lebensgemeinschaft der Eider vertreten. Bei den Köcherfliegen ist demgegenüber ein minimaler Anstieg von 2 % in 2010 auf immerhin 6 % in 2015 zu verzeichnen. Dabei hat der Anteil der strömungsliebenden Gattung *Hydropsyche* vor allem bis 2012 deutlich zugenommen. Aktuell wird der Köcherfliegen-Anteil vor allen von der Gattung *Athripsodes* gebildet.

In der Lebensgemeinschaft der Linau stellen die Zuckmücken (2010 gemeinsam mit den Krebstieren danach über alle Untersuchungsjahre allein) die stärkste Gruppe (2010: 26 %, 2015: 47 %, vgl. Tab. AB9 im Anh.). Von den wertbestimmenden Gruppen ist bei den Käfern ein leichter Rückgang über die Untersuchungsjahre erkennbar von 5 % vor Umstellung der Gewässerunterhaltung auf 3 % in 2015, während die Anteile der Eintagsfliegen geringfügig schwanken und der Anteil der Libellen nach wie vor verschwindend gering ist. Einzig bei den Köcherfliegen ist ein Zuwachs von 3 % vor Unterhaltungsumstellung auf 6 % im Jahr 2015 zu beobachten.

Die Auswertung der Artenlisten der aktuellen Untersuchungen 2015 der fünf Pilotstrecken anhand der **Roten Listen Schleswig-Holsteins** zeigt, dass in allen fünf Pilotstrecken im Rahmen der WRRL-Untersuchungen insgesamt zehn Rote Liste-Arten, vier Arten der Vorwarnliste und eine Art, deren Datengrundlage zur Einstufung defizitär ist, aufgenommen wurden (WIESE 1990, BRINKMANN & SPETH 1999, GÜRLICH et al., 2011, WINKLER et al. 2011). In der Beste wurden fünf Rote Liste-Arten, in Treene und Linau je drei, in der Mühlenbarbeker Au zwei und in der Eider keine Rote-Liste-Art nachgewiesen (vgl. Tab. AB1-AB5 im Anh.). Besonders zu erwähnen sind zwei im Rahmen der WRRL-Untersuchungen erst nach Unterhaltungsumstellung in der Beste nachgewiesene Arten: die strömungsliebende Schnecke *Theodoxus fluviatilis* und die Eintagsfliegenlarve *Baetis buceratus*.

Im **Fazit** zeichnet sich bei allen beschriebenen Parametern für alle fünf Pilotstrecken seit Umstellung auf eine schonende Gewässerunterhaltung eine mehr oder weniger deutlich positive Entwicklung der Lebensgemeinschaften ab. So konnten seit der Unterhaltungs-

umstellung über alle Pilotstrecken gesehen höhere Artenzahlen, ein Anstieg der strömungsliebenden Arten sowie der Hartsubstrat- und Phytalbesiedler im Inventar verzeichnet werden. Dies schlägt sich an der Treene durchgängig und der Mühlenbarbeker Au von 2011 bis 2014 auch in der Verbesserung der ökologischen Zustandsklasse nieder. Für Eider und Linau ergibt sich bisher noch keine durchgängige Änderung in der Bewertung, aber zumindest ein mehr oder weniger deutlicher Anstieg der Score-Werte der Allgemeinen Degradation. Allen Pilotstrecken gemeinsam ist darüber hinaus ein Anstieg des Köcherfliegen-Anteils nach Einführung der schonenden Gewässerunterhaltung. Dies hat in Treene und Beste beim Core-Metric „Anzahl der Trichopteren“ zu einer sehr guten Bewertung geführt.

4.2.2 Strukturelle Begleitparameter

Gemäß Projektplan erfolgten im Jahr 2015 keine Detailuntersuchungen zum Makrozoobenthos (vgl. Kap. 2 und 3, STILLER & EGGERS 2014, 2015). Daher wurden Strukturparameter nur im Rahmen der WRRL-Untersuchungen erhoben. Wie in den Vorjahren wurden hierbei Substrat, Tiefe und besondere Laufstrukturen jeweils im Bereich der zentral gelegenen MZB-Probestelle (MZB-PE) der fünf Pilotstrecken erfasst. Die Ergebnisse werden im Folgenden kurz vorgestellt. Die Tabellen mit den Geländedaten über alle Untersuchungsjahre einschließlich 2015 finden sich auf CD (vgl. Tab. *MZB_Strukturelle Begleitparameter: Substrat, Tiefe, Strömungsarten inkl. Laufstrukturen*).

Das **Substrat** von Treene, Mühlenbarbeker Au und Beste wird über alle Untersuchungsjahre von Sand bzw. von Sand in Verbindung mit Fein- bis Mittelkies geprägt. Vor allem an der Mühlenbarbeker Au ist in den letzten drei Untersuchungsjahren ein deutlicher Anstieg der Anteile an submersen und emersen Makrophyten zum Beprobungszeitpunkt des Makrozoobenthos zu beobachten, was auf die veränderte Unterhaltung des Gewässers zurückzuführen ist (vgl. STILLER & EGGERS 2014, 2015). Gleiches gilt in abgeschwächter Form auch für Treene und Beste. Im Sediment der Eider und der Linau ist eine unterschiedlich starke Zunahme der grobkörnigeren Substrate seit Umstellung der Gewässerunterhaltung zu beobachten, außerdem ist ein Zuwachs bzw. Verbleib von emersen Makrophyten in den Gewässern im Frühjahr zu verzeichnen.

Die gemessenen **Tiefen** über den Gewässerquerschnitt im Bereich der WRRL-Untersuchungsstellen (MZB-PE) der fünf Pilotstrecken zeigen in Treene und Beste kaum Veränderungen über die Untersuchungsjahre (vgl. STILLER & EGGERS 2014, 2015). Die Tiefenvarianz ist hier nach wie vor gering. In Eider und Linau lässt sich eine Zunahme der Tiefenvarianz erkennen. In der Mühlenbarbeker Au zeichnet sich bei Aufnahme der Tiefen eine beginnende Längsbankentstehung ab und für die Linau kommt es aufgrund der Uferbankbildungen zur Einengung des durchflossenen Teils des Gewässerbettes.

Die ermittelten **Strömungsarten** zeigen zum Beprobungszeitpunkt des Makrozoobenthos nur geringe Varianz für alle fünf Pilotstrecken. Die Aufnahme der **besonderen Laufstrukturen** im Bereich der WRRL-Untersuchungsstellen der Pilotstrecken zeigt, dass in Treene und Beste bisher keine besonderen Laufstrukturen ausgebildet sind. Die Sohle der Mühlenbarbeker Au wird von Sandtreiben geprägt und im Bereich von submersen Pflanzenpolstern war im Frühjahr 2015 wiederholt eine beginnende Längsbankbildung zu beobachten. In der Linau haben sich durch die Umstellung der Gewässerunterhaltung im Bereich der MZB-PERLODES-Probenahmestelle zwei Uferbänke ausbilden können, an der Eider wurden Ansätze von Uferbänken aufgenommen.

4.3 Schonende Gewässerunterhaltung

Im Herbst 2015 erfolgte die schonende Gewässerunterhaltung in Form des wechselseitigen Krautens der Sohle und einseitiger abschnittsweiser Böschungsmahd (vgl. STILLER & EGGERS 2014, 2015). Dabei konnten alle Arbeiten im Wesentlichen nach den in den Vorjahren ausgeführten Bearbeitungsplänen durchgeführt und damit das räumliche Muster weiter gefestigt werden. Mittlerweile sind der Stromstrich bzw. die Unterhaltungswechsel teils deutlich erkennbar (vgl. Abb. 4 und 5 sowie Fotodokumentation auf CD).

Bei Treene, Eider, Linau und Beste wurden nicht nur die Bearbeitungspläne eingehalten, sondern auch die eingesetzten Geräte, die ausführenden Unternehmen und die Mitarbeiter, d. h. die Baggerfahrer bzw. Handunterhalter, entsprachen exakt denen aus den Vorjahren, so dass die Arbeiten ohne große Einweisung ausgeführt werden konnten.



Abb. 4: Treene (oben) und Beste (unten): links Sohlkrauten bzw. Böschungsmahd und rechts nach Durchführung der schonenden Gewässerunterhaltung im Herbst 2015: Durch die wechselseitige Mahd nehmen emerse im Gewässer wurzelnde Makrophyten bzw. schwimmende Röhrichmatten abschnittsweise entlang der Ufer weiter zu.

Bei der Mühlenbarbeker Au gab es dagegen einen Wechsel des Baggerfahrers und auch der eingesetzten Geräte. Nachdem hier seit 2012 ein Bagger mit 4 m breitem Mähkorb zum Einsatz kam, stand im Jahr 2015 ein kleinerer Bagger mit 3 m Mähkorb zur Verfügung. Der aus Sicht der schonenden Gewässerunterhaltung zu befürwortende Einsatz des „kleineren“ Mähkorbs kam jedoch nicht aufgrund der Vorgaben der Erfolgskontrolle (vgl. STILLER & EGGERS 2014) zustande, sondern dadurch, dass im Betriebshof keine anderen Gerätschaften zur Verfügung standen. Somit ist der kleinere Mähkorb für die folgenden Jahre nicht garantiert.

Die Einweisung des Baggerfahrers, der in 2015 erstmals an der Mühlenbarbeker Au unterhalten hat und auch ansonsten relativ neu in der Gewässerunterhaltung ist, verlief sehr

gut, da dieser bereits an einer Schulung im Beratungsprojekt zur „Einführung einer schonenden Gewässerunterhaltung“ teilgenommen hatte (STILLER 2013). Auch der 3 m breite Mähkorb hat die schonende Umsetzung der Arbeiten erleichtert.

Denn wie bisher wurden an allen Pilotstrecken im Zuge der Durchführung der Unterhaltung die Sohle und die unmittelbaren Uferbereiche am Böschungsfuß 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. 4 und 5).

Die schwimmenden Röhrichtmatten festigen sich weiter und bilden so, wie die emers wachsenden Röhrichte, Längsbänke entlang der Ufer aus, die für Einengung und damit wechselnde Strömungsverhältnisse in den Gewässern sorgen (Abb. 4 und 5). Diese Beobachtungen wurden auch durch die Untersuchungen zu den Qualitätskomponenten Makrophyten und Makrozoobenthos und den strukturellen Begleitparametern bestätigt (vgl. Kap. 4.1 bis 4.2 sowie STILLER & EGGERS 2014, 2015).



Abb. 5: Eider (oben links), Mühlenbarbeker Au (oben rechts) und Linau (unten) während bzw. nach Durchführung der schonenden Gewässerunterhaltung im Herbst 2015: Auch hier nehmen durch die Mahd des schlängelnden Stromstrichs emerse im Gewässer wurzelnde Makrophyten bzw. schwimmende Röhrichtmatten wechselseitig abschnittsweise entlang der Ufer weiter zu.

Auch in 2015 kann als **Fazit** festgehalten werden, dass es durch die schonende Unterhaltung 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 Abflussproble-

men durch die Pilotstrecken, so dass Art und Umfang der Unterhaltung trotz teils deutlicher struktureller Veränderungen nach wie vor ausreichend waren bzw. sind.

Wie in den Vorjahren wurde nach Abschluss der Arbeiten die Ausführung sowie ggf. Besonderheiten für alle fünf Pilotstrecken dokumentiert, um das räumliche Muster weiter beibehalten zu können (vgl. Bearbeitungspläne im Anh.). Insgesamt kann für das Jahr 2015 die Abstimmung der Arbeiten mit den Unterhaltungspflichtigen und Ausführenden als sehr gelungen bezeichnet werden.

Um Aussagen zum Zeitaufwand der schonenden Unterhaltung im Vergleich zur herkömmlichen Unterhaltung im Rahmen der Erfolgskontrolle zu erhalten, wurde seit Beginn des Projekts der vor Ort entstehende Zeitaufwand jeweils dokumentiert. In Tabelle 2 ist der Zeitaufwand der reinen Unterhaltungsarbeiten vor Ort für die Jahre 2009 bis 2015 aufgeführt. Details zu Art und Umfang der durchgeführten Unterhaltung können dem Endbericht zum Monitoringzeitraum 2009-2013 entnommen werden (vgl. STILLER & EGGERS 2014).

Aus der Tabelle geht hervor, dass der Zeitaufwand für die schonende Unterhaltung in 2015 an Treene und Eider, dem aus 2014 entsprach. Bei der Mühlenbarbeker Au lag die aufgewendete Zeit aufgrund des Baggerfahrer- und Gerätewechsels über der in 2014. An der Beste wiederum konnte der Zeitaufwand aufgrund der großen Erfahrung des Baggerfahrers gegenüber 2014 leicht reduziert werden. Bei Treene, Mühlenbarbeker Au und Beste liegt der zeitliche Aufwand im Jahr 2015 weiterhin teils deutlich unter dem Aufwand der herkömmlichen Unterhaltung zu Beginn des Projekts, während er an der Eider nach wie vor darüber liegt.

Die Linau wies im Jahr 2015 innerhalb der Pilotstrecke, aber auch ober- und unterhalb davon, einen sehr üppigen und teils stauenden Wasserpest-Bewuchs auf. Da hier bisher mit Hand unterhalten wurde, konnte davon ausgegangen werden, dass die Sohlmahd mit Handsense sehr beschwerlich ausfallen würde - zumal die Sohle bei der Mahd möglichst nicht betreten werden sollte (vgl. STILLER & EGGERS 2014).

Generell ist die Linau aufgrund ihres Ausbauszustands kein klassisches Gewässer für Handunterhaltung, sondern gut geeignet zur Unterhaltung mit Bagger und Mähkorb. Dies war im Zuge des Projekts mehrfach angesprochen worden, doch der Verband und auch der Lohnunternehmer sahen bzw. sehen keinen Grund auf maschinelle Unterhaltung umzustellen. Nachdem die Arbeiter die Unterhaltung an der Linau in 2015 wie in den vergangenen Jahren und mit gleichem Zeitaufwand durchgeführt hatten, musste die Sohle in einem zweiten Arbeitsgang nachgearbeitet werden, um den Wasserpest-Bewuchs im Hinblick auf den ordnungsgemäßen Abfluss zu reduzieren. Hierdurch ist ein zusätzlicher Aufwand von 3,0 Stunden gegenüber den Vorjahren entstanden. Durch den Einsatz eines Baggers mit 3 m breitem Mähkorb hätte der zeitliche Aufwand deutlich reduziert werden können - gleiches gilt für die körperlichen Belastungen der Arbeiter. Je nachdem wie sich der Bewuchs entwickelt kann sich der Aufwand wieder reduzieren und somit über die Jahre betrachtet weiterhin unter dem Aufwand bei herkömmlicher Unterhaltung liegen.

Als **Fazit** zum zeitlichen Aufwand kann festgehalten werden, dass der Bearbeitungsaufwand der schonenden Gewässerunterhaltung auch im Jahr 2015 an drei der fünf Gewässer teils deutlich unter dem bei herkömmlicher Unterhaltung in 2009 lag.

Tab. 2: Zeitlicher Vor-Ort-Aufwand der herkömmlichen und schonenden Gewässerunterhaltung (sGU) im Vergleich (vgl. auch STILLER & EGGERS 2014, 2015)

Vergleich Zeitaufwand			2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
GU			herkömmlich	Umstellung	1. Wiederholung	2. Wiederholung	3. Wiederholung	4. Wiederholung	5. Wiederholung	
Gewässer	Breite (m)	Strecke (m)		rot = Änderungen des Lohnunternehmens / Bearbeiters bzw. / der eingesetzten Geräte 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	Baggerführer 2	Baggerführer 2	
			4 m MK	4 m MK	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	2,0	2,0	
Eider	3,5	500,0	beidseitige BM+ SK	wechselseitiges Krauten der Sohle und abschnittsweise BM						
			Baggerführer 1	Baggerführer 1	GU ausgefallen	Baggerführer 2	Baggerführer 2	Baggerführer 2	Baggerführer 2	
			4 m MK	4 m MK	GU ausgefallen	3 m MK	3 m MK	3 m MK	3 m MK	
	Aufwand (h)		1,5	2,0	0,0	4,0	4,0	3,0	3,0	
Müba Au	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	Baggerführer 2	Baggerführer 3	
			3 m Schaufel	3 m MK	3 m MK	4 m MK mit Lochbl.	4 m MK mit Lochbl.	4 m MK mit Lochbl.	3 m MK	
	Aufwand (h)		4,0	3,0	3,5	2,5	3,0	2,5	3,75	
Linau	3,5	500,0	1-seitige BM mit Front- und Seitenmäher, 2/3 SK mit Handsense	wechselseitiges Krauten der Sohle und abschnittsweise BM						BM 1-seitig + Sohle +/- komplett gekrautet wg. Wasserpest => 3,0 Std. nachgearbeitet
			4 Mann	4 (teilw.) / 2 Mann inkl. Zaun demontieren	4 Mann	4 Mann	4 Mann	4 Mann	5 Mann	
	Aufwand (h)		6,0	5,0 / 10,0	8,0	5,0	5,0	5,0	5,0 + 3,0	
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	Baggerführer 2	Baggerführer 2	
			4 m MK	4 m MK	3 m MK	3 m MK	3 m MK	3 m MK	3 m MK	
	Aufwand (h)		3,5	2,5	3,0	3,5	2,5	2,5	2,0	

Die auf Anregung und mit Unterstützung des DSV Mühlenbarbek im Jahr 2012 an der Mühlenbarbeker Au begonnene Vermessung der Sohlhöhe (vgl. Kap. 3.3 sowie STILLER & EGGERS 2014, 2015) wurde im Jahr 2015 erneut wiederholt.

Hiernach wiesen von den acht Messpunkten jeweils zwei Erosions- und zwei Sedimentationserscheinungen auf, während das Sohlniveau an vier Messstellen unverändert ist. Dabei orientieren sich die Auf- und Abträge nach wie vor kaum am Unterhaltungsmuster (vgl. Dokumentation der Sedimentationsmessung im Anhang). Mit drei Ausnahmen liegen die Veränderungen deutlich unter 10 cm. Nur drei Werte sind mit 15-33 cm größer und damit nennenswert, wobei es sich diesmal nur in einem Fall um Erosion und in zwei Fällen um Auflandungen handelt. Insgesamt sind die festgestellten Veränderungen gegenüber 2012, aber auch gegenüber 2014, im Jahr 2015 nach wie vor gering und zeigen keine Tendenz.

Die Ergebnisse der Sohlvermessung an der Mühlenbarbeker Au für die Jahre 2012 bis 2015 finden sich im Anhang sowie auf CD - ebenso die in 2015 ausgeführten Bearbeitungspläne für die fünf Pilotstrecken.

5 Zusammenfassung

Nachdem sich mit Ablauf des Projekts „Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung 2009-2013“ erste positive Entwicklungen der Gewässerstrukturen, der Makrophyten und auch des Makrozoobenthos gezeigt hatten, wurde das Projekt um vier Jahre verlängert, um weitere Erkenntnisse über die Entwicklungen zu erlangen. Dabei werden in den Jahren 2014-2016 die WRRL-Untersuchungen einschließlich ausgewählter Strukturparameter durchgeführt und im Jahr 2017 wieder das komplette Untersuchungsprogramm im Monitoringzeitraum 2009-2013. Parallel zur Fortsetzung des Monitorings wird die schonende Gewässerunterhaltung fortgeführt.

Im vorliegenden Zwischenbericht werden die Ergebnisse der Erfassung der biologischen Komponenten Makrophyten und Makrozoobenthos sowie ausgewählter Strukturparameter aus dem Untersuchungsjahr 2015, d. h. nach 5-maliger Durchführung der schonenden Gewässerunterhaltung an den fünf Pilotstrecken von Treene, Eider, Mühlenbarbeker Au, Linau und Beste, vorgestellt. Im Einzelnen sind dies:

- Makrophyten: Erfassung und Bewertung gemäß WRRL

Die Bewertung der Makrophytenbestände nach dem landeseigenen BMF-Verfahren führt für die Treene im Jahr 2015 zu einem guten Zustand. Eider, Mühlenbarbeker Au und Beste sind in einem mäßigen Zustand, während die Linau als „unbefriedigend“ eingestuft ist. Gegenüber dem Vorjahr hat es somit keinerlei Veränderungen gegeben. Nach dem PHYLIB-Verfahren befinden sich die Makrophytenbestände von Linau und Beste in einem unbefriedigenden ökologischen Zustand, was für die Beste auch der tatsächlichen Situation gerechter wird als das Ergebnis des BMF-Verfahrens (s. o). Eine Einstufung als unbefriedigend erscheint aus gutachterlicher Sicht auch für die Eider - entgegen der aktuellen BMF- und PHYLIB-Bewertungen - eher angemessen. Der Makrophytenbestand der Mühlenbarbeker Au ist in einem mäßigen Zustand. Der Makrophytenbestand der Treene ist als „gut“ eingestuft. Alle fünf Gewässer zeigen damit 2015 die gleiche Bewertung wie im Vorjahr.

Während die Zustandsbewertungen insgesamt noch keinen Trend anzeigen, ergeben sich für die dem PHYLIB-Verfahren zugrunde liegenden Indices, Evenness und Referenzindex, erste Tendenzen. Hiernach setzt sich auch in 2015 die leicht positive Entwicklung der Makrophytenbestände fort. Dies gilt auch für das an fast allen Pilotstrecken zu beobachtende Aufkommen von amphibischen Makrophytentaxa im Wasserwechselbereich und die Entwicklung der uferparallelen Röhrichtsäume, die für strukturelle Veränderungen im Gewässerlauf sorgen.

- Makrozoobenthos: Erfassung und Bewertung gemäß WRRL

Die Bewertung der Makrozoobenthoslebensgemeinschaft anhand des PERLODES-Verfahrens führt in Treene und Beste für das Jahr 2015 zu einem mäßigen ökologischen Zustand. Während die Biozönose der Beste schon vor Umstellung der Gewässerunterhaltung mit „mäßig“ bewertet wurde, hat sich die Einstufung der Treene im ersten Jahr nach Einführung der schonenden Unterhaltung um zwei Stufen von „schlecht“ auf „mäßig“ verbessert. Auch in der Mühlenbarbeker Au hat sich der ökologische Zustand im ersten Jahr nach Einführung der Stromstrichmahd bis 2014 um eine Stufe auf „mäßig“ verbessert. Aktuell liegt sie erneut bei „unbefriedigend“, jedoch unmittelbar an der Grenze zu „mäßig“. Die Einstufung des ökologischen Zustands der Linau liegt weiterhin bei „schlecht“; die der Eider - nach einer vorübergehenden Verbesserung in 2011 und 2013 auf „unbefriedigend“ - für das Jahr 2014 und 2015 wieder bei „schlecht“.

Der Saprobienindex als Maß für die organische Belastung bewertet die Zönosen von Treene, Mühlenbarbeker Au und Beste im Jahr 2015 wie schon seit 2011 als „gut“, während die der Eider und Linau der Stufe „mäßig“ zugeordnet werden. Diese Einstufungen entsprechen den Ergebnissen der Vorjahre. Im Vergleich zur Situation vor Umstellung der Gewässerunterhaltung hat sich der Saprobienindex für Treene, Mühlenbarbeker Au und Beste durchgängig um eine Stufe verbessert, was auf die positive Entwicklung des Makrozoobenthos als Folge von Strukturverbesserungen durch die veränderte Gewässerunterhaltung zurückzuführen ist. Sowohl die Artenzahlen, als auch die Zahlen der strömungsliebenden Spezies sowie die der Hartsubstrat- und Phytalbesiedler haben seit Umstellung der Gewässerunterhaltung - teils kontinuierlich - zugenommen. Allen Pilotstrecken gemeinsam ist ein Anstieg des Köcherfliegen-Anteils nach der Unterhaltungsumstellung. Dies hat in Treene und Beste beim Core-Metric „Anzahl der Trichopteren“ zu einer sehr guten Bewertung geführt.

- Strukturelle Begleitparameter:

Bei Treene, Mühlenbarbeker Au und Beste hat sich die Substratzusammensetzung über die Untersuchungsjahre nur leicht verändert. In Eider und Linau ist dagegen seit Umstellung der Gewässerunterhaltung eine Zunahme der Hartsubstrate zu beobachten. An fast allen Gewässern hat darüber hinaus der Anteil der submersen und emersen Makrophyten zum Probenahmezeitpunkt des Makrozoobenthos zugenommen.

Nachdem bislang vor allem bei Eider und Linau deutliche Ansätze von Ufer- und auch Längsbänken durch emerse bzw. submerse Makrophyten nachgewiesen werden konnten, fielen in 2015 insbesondere auch an der Treene uferparallele Röhrichtbänke auf. Bei Mühlenbarbeker Au und Beste sind hier nach wie vor nur Ansätze zu beobachten.

Die Beobachtungen aus dem Jahr 2015 bestätigen, dass es bei den größeren bzw. breiteren Gewässern mehr Zeit braucht bis sich uferparallele Röhrichte entwickeln und als Strömungsenker wirken. Somit sind auch die mit den Ufer- und Röhrichtbänken einhergehenden strukturellen Veränderungen, d. h. Einengung, veränderte Strömungsverhältnisse, Substratsortierung Erhöhung der Tiefenvarianz nach wie vor deutlicher bei Eider und Linau zu ausgeprägt.

- Schonende Gewässerunterhaltung:

Im Herbst 2015 erfolgte zum sechsten Mal die schonende Gewässerunterhaltung in Form des wechselseitigen Krautens der Sohle und einseitiger abschnittsweiser Böschungsmahd. Alle Arbeiten konnten nach den in den Vorjahren ausgeführten Bearbeitungsplänen durchgeführt und damit das räumliche Muster weiter gefestigt werden. Mittlerweile sind der Stromstrich bzw. die Unterhaltungswegwechsel teils deutlich erkennbar. Nach wie vor hat die Einführung der schonenden Gewässerunterhaltung zu keinerlei Abflussproblemen durch die Pilotstrecken geführt, so dass Art und Umfang der Unterhaltung trotz teils deutlicher struktureller Veränderungen weiter ausreichend waren bzw. sind.

Fazit:

Auch im Untersuchungsjahr 2015, d. h. nach 5-maliger schonender Unterhaltung, haben sich die durch die wechselseitige Unterhaltung initiierten Verbesserungen der Strukturparameter Tiefenvarianz und Substratdiversität sowie der biologischen Komponenten überwiegend bestätigt.

6 Literatur

6.1 Zitierte Literatur

- 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.
- GÜRLICH, S., R. SUIKAT & 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 Armeleuchteralgen Schleswig-Holsteins - Rote Liste. - Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein, Flintbek, 50 S.
- KOHLER, A. (1978): Methoden zur Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. - Landschaft + Stadt, 10 (2), 73-85.
- 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.
- 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.
- 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): Planung und Durchführung einer Beratung zur Einführung einer schonenden Gewässerunterhaltung in Schleswig-Holstein - 2011 bis 2013. - Endbericht 2013. - Gutachten i. A. des Landesamtes für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes S-H, Flintbek, 22 S. + Anh.
- STILLER, G. & F. EGGERS (2014): Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung 2009-2013. Untersuchungen zur Wirkung einer schonenden Gewässerunterhaltung auf die Zu-

sammensetzung und Vielfalt der Fließgewässervegetation und der Wirbellosenfauna - Ergebnisse 2009-2013. - Gutachten i. A. des Landesverbandes der Wasser- und Bodenverbände Schleswig-Holstein, Rendsburg, 99 S. + Anh.

STILLER, G. & F. EGGERS (2015): Erfolgskontrolle Gewässerunterhaltung 2014-2017. Untersuchungen zur Wirkung einer schonenden Gewässerunterhaltung auf die Zusammensetzung und Vielfalt der Fließgewässervegetation und der Wirbellosenfauna - Ergebnisse 2014. - Gutachten i. A. des Landesverbandes der Wasser- und Bodenverbände Schleswig-Holstein, Rendsburg, 41 S. + Anh.

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.

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.

6.2 Bestimmungsliteratur

6.2.1 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.

6.2.2 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.

ARBEITSKREIS „Taxonomie für die Praxis“ in der DGL (2012): 43. Bestimmungskurs 12.-15. März 2012: Trichoptera - Larven. - Unveröff. Kursskript, 77 S.

ARBEITSKREIS „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.

ARBEITSKREIS „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.-06.2008: Käfer der Fließgewässer. - unveröff. Kursskript.

ARBEITSKREIS „Taxonomie für die Praxis“ in der DGL (2008): 35. Bestimmungskurs: Aquatische und semiaquatische Diptera-Larven. – unveröff. Kursskript, 2 Bände, 147 und 34 S.

ARBEITSKREIS „Taxonomie für die Praxis“ in der DGL (2008): 34. Bestimmungskurs 05.-08.2008: Trichoptera-Larven. - unveröff. Kursskript.

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 Knvv, 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. (2003): Bestimmungsschlüssel für die in Nordrhein-Westfalen vorkommenden Eintagsfliegenlarven. – Gutachten i. A. des Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, 77 S.
- EISELER, B. (2005): Bildbestimmungsschlüssel für Eintagsfliegenlarven der deutschen Mittelgebirge und des Tieflandes. – Lauterbornia 53, 112 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.
- FASCH, H. (2015): Bestimmungshilfe für aquatische und semiaquatische Dipterenlarven. – DGL-Arbeitshilfe 1-2015 (Hrsg.), Eigenverlag, Hardegsen 179 S.
- FASCH, H. (2015): Bestimmungshilfe für aquatische Käferlarven-Gattungen. – Eigenverlag, Braunschweig, 137 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 fos-

- siele 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. (2015): Süßwassermollusken - Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland. – DJN, Hamburg, 14. Überarb. u. erweit. Aufl., 135 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.
- 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. (1993): Bestimmungsschlüssel für mitteleuropäische Egel der Familie Erpobdellidae Blanchard 1894 (Hirudinea). – Lauterbornia 13, 37-60.
- NESEMANN, H. (1997): Egel und Krebsigel Österreichs. - Erste Voralberger Malakologische Gesellschaft. 104 S.
- 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 (2010): Bestimmungsschlüssel Chironomini (Diptera: Cironomidae: Chironominae). – Leipzig, 59 .
- 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. (1989): Adults of the British aquatic Hemiptera Heteroptera: A key with ecological notes. – Freshw. Biol. Ass., Ambleside, Sci. Publ. 50, 173 S.
- SAVAGE, A.A. (1999): Keys To The Larvae Of British Corixidae. – Freshw. Biol. Ass., Ambleside, Sci. Publ. 57, 69 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.
- STRAUSS, G. & R. NIEDRIGHAUS (2014): Die Wasserwanzen Deutschlands: Bestimmungsschlüssel für alle Nepo- und Gerromorpha. – WABV, Scheeßel, 66 S.
- 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.